

ATAPUERCA (BURGOS, ESPAÑA): SU CONTRIBUCIÓN A LAS CIENCIAS DEL CUATERNARIO

Emiliano AGUIRRE

Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC
J. Gutiérrez Abascal, 2 - 28006 Madrid

ABSTRACT

This paper contains a recollection and up-dating of the work accomplished on the Atapuerca and Ibeas Mid-Pleistocene sites and the resulting contributions to science in human and vertebrate paleontology, other paleontological fields, karst geology, paleoecology, paleoclimatology, to prehistoric sciences and in other aspects related to improvement of knowledge on human evolution. A few new assessments, discussions and/or suggestions to future research also are briefly developed on particular topics such as the factors of accumulation and the age of the human remains from Sima de los Huesos; their contribution to an evolutionary model for human kind in Mid-Pleistocene, the population movements, origin and evolution of the Neandertal morphological type; the internal correlation between the different exposed depositional sequences, and the tuning of the inferred climate changes to the ocean ^{18}O episodes. The potential contribution of the changing paleofaunal associations in Atapuerca as a reference scale for the Middle Pleistocene biostratigraphy and faunal change in Europe, with an evaluation of chances to fossilization in caves related to environmental conditions and the potential of the studies on alterations in small vertebrate remains for paleoclimate inferences are also evaluated. Additional notes are collected on how depositional and non-depositional rhythms may help assessing time calibration for faunal and archeological representation in successive sedimentary horizons, and warning to avoid mistakes in view of tool-bone association.

Keywords: Atapuerca, Ibeas, Middle Pleistocene, Fossil Humans, Vertebrates, Palaeoenvironment, Palaeoclimate, Karst taphonomy, Zooarchaeology, Palaeolithic.

RESUMEN

Se compendia la labor realizada hasta el presente sobre los yacimientos mesopleistocenos de Ibeas y Atapuerca y sus aportaciones científicas a la paleontología humana y de vertebrados, otros campos de la paleontología, procesos kársticos, paleoecología, paleoclimatología, ciencias prehistóricas, y en otros aspectos relacionados con el progreso en el conocimiento de la evolución humana. Se incluyen nuevas evaluaciones, sugerencias para estudios pendientes y nueva discusión de algunos temas, como la antigüedad y factores de acumulación de los fósiles humanos, su aportación a un modelo de la evolución humana y movimiento de poblaciones en el Pleistoceno Medio, el origen y evolución del tipo neandertal; la correlación entre las series de depósitos expuestas, y la sintonía de los cambios climáticos y morfosedimentarios inferidos con la curva isotópica del océano. Se pondera el valor de las sucesivas asociaciones faunísticas de Atapuerca como escala potencial de referencia para la biostratigrafía y los cambios faunísticos en el Pleistoceno Medio de Europa, la posible relación de las variables ambientales con las condiciones de fosilización y el potencial de los estudios de alteración de fósiles de microvertebrados para inferencias paleoclimáticas. Se añaden algunas observaciones sobre los ritmos deposicionales y no deposicionales y cómo afectan a la calibración cronológica de la representación faunística y arqueológica, y a las hipotéticas inferencias sobre asociación de objetos líticos y restos óseos.

Palabras clave: Atapuerca, Ibeas, Pleistoceno Medio, Hombre fósil, Vertebrados fósiles, Paleoambientes, Paleoclimas, Tafonomía kárstica, Zooarqueología, Paleolítico.

INTRODUCCIÓN

Los yacimientos paleontológicos y arqueológicos en los depósitos de cuevas de edad pleistocena en el sistema kárstico de la Sierra de Atapuerca, Burgos, están siendo estudiados desde 1978, con arreglo a un plan interdisciplinar y a largo plazo (Aguirre, 1983a, b; 1986),

si bien, por fuerza de las normas de gobierno, las subvenciones no pueden solicitarse sino para proyectos de un trienio, como máximo. Era obvio que los primeros trienios se consumieran en labores de cata, apertura y formación del equipo investigador. El programa de excavación e investigación fue puesto en marcha por el Instituto Lucas Mallada —luego Instituto de Geología de Madrid— del C.S.I.C. ⁽¹⁾.

(1) No por la Universidad Complutense, como se ha dicho (Arsuaga, 1993b-1994). La dirección del Proyecto pasó a la Complutense en 1982, al encargarse E. Aguirre del Departamento de Paleontología. En alguna publicación (Bermúdez de Castro *et al.*, 1992) y algún otro documento se atribuye la autoría del proyecto a J. F. de Villalta y E. Aguirre, por error. El Dr. Villalta visitó las excavaciones. Posiblemente fue consultado por las instituciones; pero no participó en la concepción, en la elaboración, o en la dirección del proyecto.

En los quince primeros años, estos trabajos han conducido a un buen número de aportaciones que constituyen novedades relevantes en varios sectores de las ciencias de la Tierra y de la Vida, particularmente en el Período Cuaternario, y a las ciencias del Hombre. Puede ser oportuno reseñar, en términos muy generales, algunos aspectos del progreso conseguido en estos estudios, en lo que podemos considerar su etapa inicial.

De más de 200 publicaciones, entre las que se cuentan unas 40 de noticia o extensión cultural, resúmenes de congresos, o informes de actividad institucional, se pueden señalar hasta 160 artículos publicados en revistas científicas o como capítulos de libros colectivos —unos pocos generales, 73 de paleontología y paleopatología humanas, 15 de temas de ciencias de la Tierra, 42 referentes a temas paleontológicos y 27 de arqueología y prehistoria—. Tres volúmenes colectivos, de distinto tamaño y naturaleza, contienen: el primero (Aguirre, *et al.*, 1987f) 24 artículos de especialidades, de carácter preliminar; el segundo es un pequeño libro-guía para la excursión-visita que fue organizada con motivo del segundo Congreso hispano-luso del Cuaternario (Aguirre y Fernández Jalvo, 1989), y contiene 7 resúmenes por diversos autores; otro libro más pone al día las distintas líneas de trabajo y sus resultados pretendiendo informar a un círculo más amplio de lectores curiosos y no especializados (Domingo, 1993) en otros 10 capítulos.

Con anterioridad a 1976, se habían preocupado por el estudio de las cavidades de la Sierra de Atapuerca los ingenieros Sampayo y Zuaznavar (1968), el sacerdote y prehistoriador Carballo (1910/1921). Los primeros hallazgos de la Trinchera de ferrocarril se dan a conocer por Osaba (1964, 1965, 1969, 1972), y Jordá (1965, 1967). Se había emprendido el estudio de yacimientos de época protohistórica en Cueva Mayor por Uribarri y miembros del Grupo Espeleológico "Edelweiss" en la década de los setenta (Uribarri y Apellaniz, 1975; Apellaniz y Uribarri, 1976; Castaño, 1987; Galera, 1987; Zabala, 1987). Al tratar de éstos, algunos autores aluden a los hallazgos de la Trinchera (Abásolo y Ruiz Vélez, 1977; Osaba, 1978; Clark, 1979, Clark *et al.*, 1979; Clark *et al.*, 1979). La geología de la zona se describe por Olivé *et al.* (1990) y Pinedo y Arce (1993).

Los antecedentes, objetivos y primeros trabajos del proyecto, que desde su primera presentación en 1976 se concibió "a largo plazo", se recogieron en varios artículos (Aguirre, 1983b; 1987; Aguirre *et al.*, 1987a; Torres, 1987; Carbonell, 1987). Más adelante, se hacen puestas al día de los avances, en artículos generales de progreso (Aguirre *et al.*, 1990; Arsuaga 1990; Bermúdez de Castro, 1990; Arsuaga *et al.*, 1990a, 1993a; Carbonell *et al.*, 1993), y en boletines institucionales (Aguirre, 1984; Carbonell, 1991; Delibes, 1992). Se recogen asimismo en artículos históricos sobre paleantropología en general y sobre instituciones y movimientos científicos en España (Aguirre, 1988a; 1992c; 1993ab).

El modo de avance, intentado desde antes de comenzar en 1980 y seguido después, incluía el evitar toda prisa en extraer fósiles humanos donde se sospechaba que eran abundantes, y proceder desde los niveles terminales en dos o tres puntos con depósitos expuestos, paulatinamente, con excavación metódica por horizontes fértiles o por "tallas" según se presentaran los estratos —sin obstar los necesarios muestreos no destructivos—,

haciendo avanzar los análisis especiales y estudios de diversas disciplinas y cuestiones, más o menos a la vez según se fueran presentando los registros. (La limitación de las subvenciones se traducía en brevedad de las campañas de excavación, con una ventaja: se evitó la acumulación perjudicial de materiales no estudiados). Se fue a la vez formando el equipo científico diverso, se avanzó en varios campos del saber —la arqueología y prehistoria, bioantropología, disciplinas paleontológicas, geológicas y paleoecológicas—, y cada nuevo objeto o conjunto relevante aparecía más o menos bien circunstanciado y relacionado desde su hallazgo en un marco interdisciplinar. El resultado, aun cuando ciertos aspectos acusan algún retraso, parece haber sido positivo.

PRIMERAS CONTRIBUCIONES EN PALEONTOLOGÍA HUMANA

Magnitud de la muestra

Los fósiles humanos de la Sima de los Huesos constituyen ya —mucho antes de completarse su extracción— un hipodigma absolutamente singular para estudios de paleontología humana: ante todo por su número, pues se acercan al millar, por el número mínimo de individuos respresentados que rozan la treintena, por el excelente estado de conservación del material óseo mínimamente alterado, por las partes anatómicas representadas que son todos los huesos del esqueleto inclusive un gran número de falanges, y vértebras. Son tres los cráneos bastante completos, entre ellos un neurocráneo entero e indeformado, además de varios en parte reconstruidos con fragmentos; más de 20 mandíbulas, 6 de ellas bastante completas, las demás representadas por fragmentos mayores o menores; bastantes más de 300 restos no craneales, y de 170 dientes.

En el mundo sólo se conocen del Pleistoceno Medio apenas diez cráneos en Europa, los de Petralona (el más completo), Arago, Steinheim, Swanscombe, Vértesszolos, Bilzingsleben, Ehringsdorf, Biache-Saint-Vaast, más o menos incompletos y aun fragmentarios; en Asia los de Jinniushan, Hexian, Dali, Yiyuan, además de los de Zhoukoudian (ZKD) que desaparecieron en la 2.^a Guerra Mundial; en Java el de Sambungmachan, además de los 11 neurocráneos de Ngandong (posiblemente del Pleistoceno Superior); en Africa el neurocráneo de Salé, los fragmentos de Rabat Qebibat, los de Bodo, Nduyu y lago Eyasi más o menos incompletos, el de Broken Hill (o Kabwe) completo y la caja craneana de Saldanha, aparte de algunos fragmentos menores sueltos. De la misma época, se conservan unas seis mandíbulas bastante completas en toda Europa, otra media docena en Africa, una en Asia. De otras partes del esqueleto sólo se conservan en todo el mundo apenas 130 fósiles —la tercera parte de lo recuperado hasta ahora en Atapuerca—, es decir que sólo la Sima de los Huesos ha proporcionado a los estudiosos ya más de las tres cuartas partes de cuanto se conserva en el mundo de huesos del tronco, cintura y miembros humanos de todo el Pleistoceno Medio: de algunas piezas más del 80 % —rótulas, radios, falanges—; de peronés el 95 %, y de

escápulas el 100 % (Carretero, 1992; Arsuaga 1993a). En toda Italia, se tienen 2 incisivos de Fontana Ranuccio, 1 premolar y un fragmento mandibular de Visogliano, 1 pequeño fragmento craneal en Casal de Pazzi, 3 más con uno de fémur en Castel di Guido, otro fragmento femoral en Castel di Guido y otro con un metatarsiano en Sedia del Diavolo, un fragmento de hueso ilíaco en la Gruta del Príncipe junto a la frontera franco-italiana. Se añade un reciente descubrimiento en Lamalunga, de la Puglia.

Estudios sobre las mandíbulas

Desde las primeras publicaciones (Aguirre *et al.*, 1976; Aguirre y Lumley, 1977; Aguirre, 1978), se identificaron las mandíbulas de Atapuerca como pertenecientes a una población afín y próxima a los fósiles europeos mesopleistocenos de L'Arago, Mauer, Montmaurin, se señalaron semejanzas con los neandertales y se ponderaron, junto con las diferencias respecto a los humanos de este grupo conocidos del Pleistoceno Superior; se predijo y valoró la posible aportación de los fósiles humanos de Atapuerca al problema del origen de la humanidad moderna y al de la clasificación de las formas pleistocenas del género *Homo*, esto es las cuestiones de la "especie" *Homo erectus*, el debate sobre el reconocimiento de ésta en los fósiles europeos mesopleistocenos, y el de la clasificación de los neandertales.

En el primer trabajo que apareció (Aguirre *et al.*, 1976) sobre los primeros fósiles humanos de la Sima de los Huesos, se afirmó que "la posición de éstos en la filogenia humana se halla en relación con las mandíbulas de Mauer, Montmaurin, Temara y L'Arago, por los rasgos observados en el hueso mandibular y la dentadura", y que "no puede establecerse por ahora la estratigrafía de Atapuerca y sus fósiles humanos"; se señaló la necesidad de excavación metódica en Atapuerca por la esperanza de hallar cráneos y mandíbulas asociados, en busca de respuesta a la cuestión de la "relación de la población europea del Pleistoceno medio con poblaciones humanas fósiles posteriores, especialmente neandertales", y en vista de que "las mandíbulas que conocemos de época semejante presentan ambigüedades". Se subrayó con epígrafe la cuestión del "origen de *Homo sapiens*": los autores pensaban haber encontrado evidencias que favorecen "la opinión de un origen hologenético de *H. sapiens*" y un modelo para la humanidad del Pleistoceno medio de "evolución cuasi-continuada, con segregaciones geográficas de demos que se especializan... y nuevas hibridaciones, no frecuentes pero sí ocasionales y efectivas" (*op. cit.*, p. 509); se pronunciaron en favor de la hipótesis de practicabilidad del Estrecho de Gibraltar en ese período; concluyeron que "Parece aumentar... la evidencia en favor de la hipótesis de un origen hologenético de *H. sapiens* en el Pleistoceno medio, y de la hipótesis de sustituciones de poblaciones especializadas marginales por sucesivas oleadas migratorias procedentes de centros genéticos en el interior de los grandes continentes (Asia y Africa)". Criticaron el valor diagnóstico de algunos rasgos entre *H. erectus* y *H. sapiens*, y recomendaron expresamente "evitar la pretensión de clasificar y designar los fósiles humanos con nomenclatura binomial lineana" (*o.c.*,

p. 510). No es pues cierto que las mandíbulas se compararan de preferencia, inicialmente, al neandertal, como parece dar a entender Arsuaga (1993-1994).

Al año siguiente, se revisaron y ampliaron las comparaciones de los tres primeros restos mandibulares de la Sima de los Huesos con varios conjuntos de fósiles humanos (Aguirre y Lumley, 1977). Los autores llegaron a parecidas, o las mismas conclusiones sobre la pertenencia de aquellos al grupo de "anteneandertales" europeos, la presencia de algunos rasgos comunes a éstos que "show a gradual trend toward the neandertalians and modern men" (p. 685). Los autores afirmaron "a stronger African heritage for the European anteneandertalians", indicando una mayor proximidad a formas modernas en mandíbulas de Zhoukoudian y señalando mayores diferencias entre éstas y los anteneandertales europeos, y recomendaron la restricción del uso del término "*Homo erectus*" a los fósiles antiguos de Java. Estos trabajos fueron severamente criticados por algunos que, sin conocer el sitio ni examinar los fósiles, pretendieron que los de Atapuerca son del Pleistoceno Superior.

En un resumen para el XI Congreso de INQUA en Moscú, Aguirre (1982) se pronunció de nuevo en contra de la extensión del nombre *Homo erectus* a fósiles humanos del Pleistoceno Medio alto de Africa, Europa y Asia, en vista de los nuevos hallazgos y su estudio comparativo, manteniendo "an isomeric raising of the living species *H. sapiens*". El mismo autor (Aguirre, 1983a) encontró patente en la evolución de las mandíbulas humanas de esa época el modelo "en mosaico" y confiaba en que pudiera también encontrarse en los cráneos.

Los hallazgos de nuevos restos mandibulares en la primera cata que se comenzó a abrir en la Sima de los Huesos contenían una rama ascendente, y dieron lugar a ampliar estos estudios: Aguirre y Rosas (1985) reafirmaron la pertenencia morfológica de los fósiles de Ibeas al grupo anteneandertalense de Mauer, Montmaurin y Arago, sus semejanzas con fósiles mesopleistocenos de Africa por una parte y con los neandertales por otra; de los últimos los consideraron antecesores, en gran parte al menos; hacían consideraciones sobre variabilidad en el propio hipodigma de Ibeas y en rasgos comúnmente valorados como diagnósticos; dudaban de la atribución a "*H. erectus*" de fósiles humanos del Pleistoceno Medio tardío y de la solidez de la distinción específica entre *H. erectus* y *H. sapiens*, y recomendaban el uso de grupos crono-corológicos, con nombres geográficos, para los estudios comparativos y una clasificación provisional de los fósiles humanos (como más tarde, Aguirre, 1993c). En los años siguientes, se multiplicaron los hallazgos de mandíbulas, y Rosas (1987 a,b,c) desarrolló estudios sobre algunas variables en especial de la cara externa del cuerpo mandibular relacionadas con el prognatismo del aparato bucal en neandertales y de la rama ascendente, subrayando el patrón de evolución "en mosaico" y manteniendo la asociación en esta muestra de rasgos plesiomórficos, comunes con "*H. erectus*", y otros, propios de neandertal; no encontró rasgos peculiares que definieran un grupo de "*erectus*" del Pleistoceno Medio (Rosas, 1991a), mientras que Aguirre y Lumley (1977; 1987) señalaban sinapomorfias en las fosas digástricas, el grosor y otras proporciones con el grupo euroafrica-

no de esta edad (ver también Rosas *et al.*, 1991). Con las evidencias de una veintena de restos mandibulares de la Sima de los Huesos, desarrolló en una tesis doctoral un modelo original sobre la evolución de la mandíbula humana teniendo en cuenta las vías ontogenéticas y sus márgenes de variación juntamente con exigencias funcionales y biomecánicas (Rosas, 1992). Por su parte, H. Roth (1988; 1989; 1992) incluyó las mandíbulas de Atapuerca en sus estudios biométricos con variables angulares y análisis de componente principal sobre la curvatura del arco mandibular en Homínidos, con inferencias filogenéticas. Finalmente, se describió un fragmento mandibular recogido por T. Torres en la Trincherera de Atapuerca, sin posición estratigráfica conocida (Bermúdez de Castro y Rosas, 1992).

Estudios sobre el aparato dental, paleodemografía, paleopatología

Las piezas dentales de Atapuerca constituyen también, desde el principio, un material precioso para estudios de paleantropología, por su excelente conservación en general, y por su número insólito. De las 14 piezas recuperadas en 1976 por Torres, se había pasado en 1992 a más de 170, entre las 53 que se hallaron en su posición anatómica en los huesos dentarios o maxilares y los cerca de 120 dientes aislados. Todos ellos han sido objeto de diversos trabajos, ante todo biométricos y morfológicos (los primeros por Bermúdez de Castro, 1987; Bermúdez de Castro y Aguirre, 1987), sobre patología y otros accidentes relacionables con hábitos culturales (Bermúdez de Castro y Pérez, 1986; Bermúdez de Castro *et al.*, 1987); Bermúdez de Castro se adentró con esta muestra en estudios de variabilidad y luego de paleodemografía. En sus primeras publicaciones este autor desarrolló estudios descriptivos y comparativos, métricos y morfológicos por separado (Bermúdez de Castro 1986; 1988a, respectivamente). En los primeros, encontró amplia variabilidad de dimensiones, más en unas piezas que en otras, con tamaños mínimos en general muy bajos; también la reducción no sólo de longitud sino también de robustez en la serie molar, que en Atapuerca es prácticamente común; este rasgo se presenta variablemente en algunos fósiles mesopleistocenos de África septentrional y oriental, y de Zhoukoudian (ZKD). Se presenta reducción exagerada de M3, que también se observa en algunos fósiles norteafricanos, uno de Arago y uno de ZKD. En la morfología, encontraba un "mosaico" de variantes, entre ellas el desarrollo, diseño y posiciones relativas de las distintas cúspides de los molares, y regresión del hipoconúlido, como tendencias progresivas, que ya se encuentran en algunas mandíbulas norteafricanas y en OH22 de Olduvai; además de una forma que se diría primitiva en P3, una variación peculiar en P4 con parecido en Arago XIII, y morfología también conservadora en incisivos y caninos. En una publicación posterior, y con la muestra crecida, confirmaba y detallaba el efecto de mosaico, que hace de la población de Ibeas un grupo morfológico singular; éste se distingue de todos los conocidos por reunir un fuerte desequilibrio de tamaño entre el segmento anterior y el posterior de la dentadura, el del último más próximo al modelo moderno y el del pri-

mero más parecido en general a neandertales; las semejanzas con éstos en análisis multivariado no excluyen notables diferencias, pero las distancias mayores de la población de Ibeas es con ZKD (Bermúdez de Castro, 1993). Un rasgo presente en Atapuerca, de interés en ontogenia y metabolismo, y de algún valor morfológico, es la fusión de raíces y taurodontismo, así como perlas de esmalte.

Bermúdez de Castro emprendió la determinación del número mínimo de individuos (NMI) humanos en el osario de Atapuerca, comenzando por la reposición de piezas aisladas en alvéolos de restos mandibulares, y acoplando piezas por las facetas de desgaste distal-proximal, el gradiente de desgaste oclusal, la edad dental inferida de piezas en germen y la oclusión infero-superior (Aguirre *et al.*, 1986; 1987e; 1991a; Aguirre y Bermúdez de Castro, 1991), y los ensayos de determinación del sexo, hasta un trabajo estadístico reciente sobre edades y sexo en la población de Ibeas (Bermúdez de Castro, 1991; Bermúdez de Castro *et al.*, 1993), que marcan la apertura de una excepcional línea de investigación en paleodemografía; esta disciplina hasta ahora no podía ir más atrás de los gravettienses ó solutrenses de Predmosti y Dolni Vestonice de hace menos de 28000 años.

Los aspectos patológicos dentarios y anomalías relacionadas con hábitos diversos, se inician con los estudios de los surcos de desgaste en caras proximal y distal de dientes yugales (Pérez *et al.*, 1982; Bermúdez de Castro y Arsuaga, 1983b), bandas de hipoplasia en el esmalte que se consideran indicios de desnutrición pasajera (Bermúdez de Castro y Rosas, 1986; Bermúdez de Castro, 1988b), y se han extendido a la identificación de estrías en los dientes producidas por hábitos, alimentarios o no, indicadores de dexteridad normal, salvo excepción (Bermúdez de Castro *et al.*, 1988; Fernández Jalvo y Bermúdez de Castro, 1988).

Los restos craneales

Hasta el verano de 1992 los restos craneales humanos de la Sierra de Atapuerca eran unos 113, de los cuales poco menos de la mitad eran pequeños fragmentos indeterminados. Entre los demás, se contaban dos fragmentos más o menos importantes de hueso frontal, tres porciones relevantes de temporal, algunas de parietales, tres occipitales parcialmente reconstituidos, además de dos cajas craneanas parcialmente reconstituidas con algunos fragmentos que se correspondían. Estas reconstrucciones, obra principalmente de A. Gracia e I. Martínez, y su estudio junto con el de los fragmentos mayores dieron lugar a algunas publicaciones preliminares (Martínez y Arsuaga, 1985; 1987; Arsuaga *et al.*, 1990a; 1991). Los hallazgos excepcionales de una petrosa y una apófisis *crista-galli*, entre otros, fueron descritos por Arsuaga y Martínez (1991), y al mismo tiempo Gracia (1991) es autora de un trabajo preliminar sobre las impresiones endocraneales. El hallazgo de nuevos fragmentos en los últimos escombros de sedimento removido comenzaba a permitir evaluaciones de diversidad y variación en distintos rasgos morfológicos del occipital, temporales, particularmente de la región astérica y otros, y en el grosor del hueso parietal en sus

diversas regiones. En la excavación de 1992 se recuperaron tres cráneos bastante completos: una caja neurocraneana entera e indeformada de adulto, probablemente masculino —cráneo 4—; un cráneo casi completo con la región facial, inclusive maxilar, y varios dientes implantados —cráneo 5, del que se ha podido identificar la mandíbula correspondiente— y que hubo que reconstituir en parte, de individuo más que maduro, y gran parte de un cráneo infantil, también con la región facial bastante completa —cráneo 6—. Con esto se constituye en Atapuerca una muestra que no tiene parecido en el Pleistoceno Medio. Las muestras más próximas comparables son las de Ngandong (Solo) en Java, únicamente para cráneos, y la de Krapina, probablemente ambas de comienzo del Pleistoceno Superior, hace menos de 140.000 años. Un estudio preliminar de estos cráneos (Arsuaga *et al.*, 1993b) junto con el material preexistente permite a estos autores examinar veinte rasgos, en muestras de entre 3 y 11 observaciones: 13 de ellos son constantes, otros 7 variables. Como algunos de éstos y de aquellos se tenían comúnmente por diagnósticos entre neandertales y modernos, o no-neandertales, resalta la peculiaridad morfológica de la población de Sima de los Huesos que, en general, es patente ya en edad infantil. Se clasifica la muestra como "*Homo sapiens* arcaico"; en ella, además de algunas apomorfias de neandertal, se observan rasgos en camino de serlo, y otros que difieren de este patrón. Esta semejanza con lo observado por anteriores autores sobre mandíbulas y dientes se extiende también a la comparación con los fósiles de China de edad semejante respecto a los cuales también estos autores aprecian mayores diferencias. Las conclusiones sobre el apoyo que de aquí derivaría en favor de un modelo de "evolución local" (Stringer, 1993), y la expectativa de revisar la polaridad de varios rasgos (Arsuaga *et al.*, 1993b) pueden entenderse en una acepción más amplia y matizada; pues en realidad convidan a plantearse toda una diversidad de aspectos —debatidos hoy o poco atendidos en el actual debate— de la evolución de rasgos fenotípicos en el seno de una población en un intervalo de tiempo que va estando mejor calibrado, y en poblaciones distantes, o en unas condiciones de "aislamiento" que no se sabe que fuera total.

Restos poscraneales y cuestiones tafonómicas

En la primera muestra de fósiles humanos de la Sima de los Huesos aportada por T.J. Torres en 1976 no se incluían piezas poscraneales. No obstante, este autor, junto con su copiosa recolección de fósiles de osos, retuvo algunos como de atribución dudosa. Entre 1984 y 1989 se activó la extracción de huesos rotos y desechados por los buscadores de colmillos de osos en una imponente masa de barro y piedras, concluyendo con el resto del material que ya había triado Torres y sus colaboradores en 1976 (Torres, 1987a) y desechado en un hueco próximo a la propia boca de la Sima. En las excavaciones de los ochenta se sacaron toneladas de ese material revuelto y se cribaron con tamices en serie y riego de agua. De este modo se separaron una cantidad de dientes aislados, fragmentos de cráneos y algunos de mandíbulas y un número insólito de falanges humanas. Se pospuso el reconocimiento de otros frag-

mentos óseos, si bien se pudieron identificar algunos, en particular de húmeros y tibias (Pérez, 1987). Algunos fragmentos se correspondían, y así pudieron obtenerse piezas más importantes o casi completas. Como es lógico, no se recuperaron en general piezas importantes de huesos poscraneales hasta que comenzó la extracción de fósiles en el estrato fértil, y esto fue a partir de 1990. Las primeras publicaciones preliminares versan sobre fragmentos tibiales (Pérez y Bermúdez de Castro, 1985) y falanges (Rosas, 1985). En 1992 se tenían más de cien falanges humanas de Atapuerca: de todo el mundo se conocían en total 23 de todo el Pleistoceno Medio. Las de Sima de los Huesos eran 76 falanges de la mano —88 % del total en el mundo—, y 44 de los pies —77 % del total—. Tres trabajos presentan las primeras novedades sobre todas las partes del esqueleto (Carretero *et al.*, 1990; Arsuaga *et al.*, 1991; Carretero, 1991). Entre otros aspectos, se han estudiado el grosor de la pared ósea en varios huesos largos, y se han comparado algunos índices humerales y tibiales de la muestra de Atapuerca con neandertales y con una población actual. También el dimorfismo sexual en restos pelvianos de Atapuerca (Arsuaga y Carretero, 1994). La promesa que para el futuro de la pleantropología y la prehistoria presenta este sector de los trabajos de Atapuerca no tiene precedentes. Parte de estos materiales esqueléticos poscraneales se estudian en una tesis doctoral por J. M. Carretero.

Dos trabajos publicados exponen los valores numéricos del recuento de partes del esqueleto poscraneal representadas, con intención tafonómica (Arsuaga *et al.*, 1990b; Carretero *et al.*, 1990). La cuestión tafonómica en la Sima de los Huesos es compleja y tiene una importancia excepcional, no sólo por lo que respecta al dato cronológico. La vía y el modo por dónde llegaron al fondo de la Sima los despojos humanos, en qué estado llegaron, qué desplazamientos sufrieron, cuándo y cómo se mezclaron con los despojos de osos y otros carnívoros, son preguntas abiertas. De la respuesta que se les pueda dar depende en parte la precisión sobre la edad estratigráfica de la población humana, sobre la causa de muerte y el modo de deposición, factores que ilustran sobre el uso de las cuevas y otros hipotéticos hábitos culturales dependientes a su vez del desarrollo psíquico, y sobre el tiempo preciso, incluso relativo de la muerte de una treintena de individuos —que es el tamaño de la muestra de Ibeas ahora estimado—. De si fueron muertes simultáneas o sucesivas, depende la consideración paleodemográfica sobre el tamaño real de un grupo humano de aquella edad, y las estimaciones de la pirámide de edades y la esperanza de vida (ver Arsuaga *et al.*, 1994a).

A este respecto, no se ha descrito hasta ahora señal de violencia por parte de carnívoros, ni siquiera trazas de carroñeros. Las evidencias paleopatológicas reconocidas al presente son, aparte las señales de períodos de malnutrición en edad juvenil consistentes en hipoplasia de esmalte dentario (v. más arriba), líneas de Harris en tibias (Bermúdez de Castro y Rosas, 1986; Bermúdez de Castro, 1988b). Con prácticas de uso no alimentario de la dentadura relacionan Pérez y Martínez (1990) los signos de artrosis temporomandibular (TMS), posteriormente se encuentra que estas alteraciones son generales en la muestra de Sima de los Hue-

sos, y que el hecho requiere una consideración más amplia y estudio más diferenciado (Rosas y Pérez, 1994). Aparte de señales erosivas post-mortem, se reconocen en dos parietales de Atapuerca marcas de traumas leves (Pérez, 1991ab): esta autora designa también marcas típicas de parodontosis. Evidencia de una importante alteración que afecta a un premaxilar y al borde inferior de la ventana nasal, sanada, es muy patente en el cráneo 5, pero no se ha publicado aún un estudio de este caso.

Por otra parte, la caída por trampa natural no aparece tan explicable en los humanos de Atapuerca como en los osos (Alcover, 1992, p. 214). Hace falta, pues, explicar la vía de procedencia de los fósiles humanos y su mezcla con los de oso. Otra alternativa es un doble origen para los fósiles de oso de la Sima de los Huesos: unos llegarían por una vía con los humanos, otros cadáveres de osos sobrevendrían más tarde. Este parece ser el caso por lo menos para una reducida área restante junto a lo cavado por buscadores de colmillos, bajo la costra CPV datada entre 119 y 143 KaBP (Grün, com. pers.), o menos, que evidentemente constituye un sobredato tardío para los fósiles que encubre. Los fósiles humanos, por hallarse revueltos con los de grandes carnívoros en la escombrera de buscadores, se creyeron en un principio contemporáneos de los osos; después al hallarse acumulados en otra cata sin mezcla apenas de restos de carnívoros, se pensó en doble fase de deposición fosilífera de la Sima. Las catas de exploración abiertas recientemente en la galería que desciende desde la base de la actual chimenea o sima vertical hasta la pequeña cámara terminal de la Sima de los Huesos han mostrado conjuntamente fósiles de osos y humanos bajo una extensa costra estalagmítica (Arsuaga *et al.*, 1993b) antigua (v. más abajo), pero no aparece distinta en el trabajo citado la brecha osífera con *Ursus deningeri* cementada por la costra más joven. Queda además alguna duda sobre si esta misma chimenea constituyó una segura vía de aporte de fósiles humanos y no otra grieta que en ella desemboca. A la hipótesis de deposición en la sima de los individuos sucesivamente muertos de una población —a lo largo de un período de ocupación indeterminado, quizá milenario—, cabe aún oponer la de muerte catastrófica de un grupo poblacional refugiado en una cavidad, a causa tal vez de intensa lluvia, y debido a un derrumbamiento; corrientes de lodo habrían arrastrado hasta la sima los cadáveres humanos con algunos de osos. La explicación debe satisfacer la pauta de acumulación de los restos óseos en proximidad estricta, no sólo los de uno sino los de varios individuos, sin dispersión apenas ni pérdida de las piezas más pequeñas y ligeras como son las falanges, y con mayor concentración en la parte baja: esto es, con la gravedad como agente principal del aporte con una masa lodosa y ausencia de corrientes con mínima energía, salvo mínimos desplazamientos posteriores explicables con agua casi encharcada. Se puede asegurar que el yacimiento humano es secundario, esto es hubo un desplazamiento, aunque breve. Las conocidas evidencias de derrumbamiento con taponamiento de cavidades inmediatas, y de fallas reactivadas a uno y otro lado del techo de la Sala de los Cíclopes, en proximidad de la Sima de los Huesos, que pudieran relacionarse con este evento catastrófico (Aguirre, 1992a) parecen seña-

larse también por un reciente estudio gravimétrico (Bergamin *et al.*, 1992). Han de compatibilizarse también con la explicación preferible los datos paleodemográficos, esto es el número de individuos y las edades representadas, y la distribución tanto por horizontes como vertical de las frecuencias absolutas y relativas de fósiles de osos y humanos, y de los respectivos índices de dispersión.

Son preguntas y escenarios prácticamente sin parangón en su alcance y dimensiones, entre los yacimientos anteriores al Pleistoceno Superior. Quedan cavidades cegadas por excavar, más próximas a una antigua entrada de cueva, que pueden dar testimonios tan importantes y diversos de los que aún reserva la propia Sima de los Huesos.

Cronología de los fósiles humanos de Sima de los Huesos

La cronología en particular de la Sima de los Huesos y de sus fósiles humanos se ha tratado por separado de la cronología de la secuencia sedimentaria expuesta en los cortes de otros aparatos kársticos en el mismo sistema de Sierra de Atapuerca a pesar del conato de este firmante por establecer las relaciones entre los fósiles y procesos de la Sima de los Huesos y términos de la sucesión estratigráfica y paleoecológica registradas en los otros cortes de este sistema kárstico. El primer dato se obtuvo por Yokoyama (1989; ver también Falguères, 1986) por el método de familia del Uranio según espectrometría de rayos gamma emitidos por la mandíbula AT 75, en $320 + 233 / -73$ ka U-Th, y > 175 ka U-Pa. Por resonancia de spin electrónico (ESR) y familia del Uranio, Grün (com.pers., ver E. Aguirre, 1992a) obtuvo datos jóvenes, entre 143 y 119 ka, base del Pleistoceno Superior, para la costra CPV que recubría la brecha superior de osos en la Sima de los Huesos, y datos de serie del U de 333 ± 50 ka (muestra 121) para la costra estalagmítica intermedia. Las dudas sobre la posición de los fósiles humanos respecto a esta costra estalagmítica intermedia (CR) y a la colada superior con restos de *U. deningeri*, al no poderse excluir la hipótesis de una inversión estratigráfica, recomendaba no señalar sino unos límites amplios y seguros para el dato cronológico de los humanos de Sima de los Huesos; así en distintos trabajos se indicaban edades mínimas de 150/200 ka y máximas alrededor de 400 ka (Aguirre, 1992a; 1994a). Hoy día está bien establecida la contemporaneidad de los humanos de Sima de los Huesos con los *Ursus deningeri* (Aguirre, 1978; Arsuaga *et al.*, 1993b) lo que eleva el dato mínimo a unos 300 ka, tiempo en que esta forma es sustituida por *U. spelaeus* (ver más abajo).

Queda, pues, resaltar la posición de los fósiles de Ibeas, por las diversas evidencias, familiar a los fósiles europeos y africanos de edad próxima y ligeramente inferior al medio millón de años. En todos ellos, entre rasgos que se tienen por comunes a *H. erectus*, empiezan a señalarse tendencias evolutivas compartidas por diversos grupos regionales, como es el crecimiento encefálico, al tiempo que se inicia una crisis de diversificación (Aguirre, 1993 c, d; 1994b), y aparecen los primeros rasgos que se desarrollarán sobre todo en poblaciones europeas hasta el morfotipo neandertal, entre esa época y el comienzo del Pleistoceno Superior. Un cierto y

pronunciado aislamiento puede inferirse —no un aislamiento total de las poblaciones regionales en ese período— del conjunto del registro fósil humano hoy conocido.

Después de entregar este trabajo se han hallado fósiles de varios individuos humanos, en otro lugar del sistema kárstico, el relleno sedimentario de la Gran Dolina, en un nivel de más de medio millón de años —según la edad del conjunto faunístico asociado en el nivel TD.6 (ver más abajo)—. Por primera vez, pues, se tienen fósiles abundantes de dos poblaciones humanas en un mismo lugar en el Pleistoceno Medio de Europa, en tiempos distintos de más de 300000 y más de 500000 años, respectivamente. La más antigua está asociada con abundante fauna e industria. El estudio de sus respectivas afinidades conducirá a los primeros planteamientos sólidos sobre poblamientos de Eurasia, tiempos y migraciones, desde hace algo menos de un millón de años, y sobre el origen remoto de los tipos de neandertal y modernos.

SECUENCIA MORFOSEDIMENTARIA, CRONOLOGÍA Y PALEOCLIMAS

Trabajos sobre el karst y preliminares

Los estudios sobre geología y procesos kársticos de Atapuerca han hecho en realidad poco más que comenzar, pero puede afirmarse que también en estos campos la región y los yacimientos ofrecen posibilidades de gran novedad y horizontes amplios de progreso. Los estudios básicos sobre el karst pervio actual y su base topográfica (Martín Merino *et al.*, 1981; Rubio Marcos, 1982; De Juan *et al.*, 1992) ofrecen una valiosa ayuda no sólo logística para las excavaciones, sino para la interpretación geológica de la evolución de todo el sistema kárstico de Atapuerca y la región. Esta, limítrofe entre la Cordillera Ibérica y la Meseta castellana septentrional, y comprometida en la evolución del valle del Arlanzón, ha sido objeto de algunos estudios estructurales preliminares (Torres, 1976; Ruiz García y García Gómez, 1992), y de un estudio de la evolución geomorfológica de la región con descripción y cartografía de las formas de relieve y paisaje expuestas (Zazo *et al.*, 1983; 1987). Sólo en forma de resúmenes de comunicaciones presentadas a congresos se conocen algunos estudios sobre sedimentología (Pinilla *et al.*, 1991), sobre cronología y correlaciones entre los yacimientos de la Trinchera (Aguirre *et al.*, 1987b; Aguirre, 1989c), sobre geoarqueología y tafonomía aplicada a la evolución de las condiciones del karst (Aguirre y Fernández Jalvo, 1991). Una recopilación preliminar de temas paleoecológicos señala los aspectos ya explorados en lo que es la evolución diacrónica de una cavidad limitada de un aparato kárstico a lo largo de varios cientos de milenios, y las diferentes respuestas y registros de un proceso regional y simultáneo —o sincrónico— en los diferentes microespacios de un sistema kárstico complejo como es el de Atapuerca (Aguirre, 1992a). Las posibilidades del karst de Atapuerca para este estudio son excepcionales, gracias al corte de la Trinchera de ferrocarril, añadido a las galerías del karst conservado en Cueva Mayor-Cueva

del Silo y a los boquetes abiertos en la explotación de canteras. Quedan torcas actualmente funcionales por explorar.

Datos cronométricos de la Trinchera

Tres bases de datos numéricos se obtuvieron en las series de depósitos cortados por la Trinchera del ferrocarril de la Sierra de Atapuerca, que enmarcan los hallazgos paleontológicos en una serie de unidades bien caracterizables. Uno en el tramo inferior, por inversión magnética que se identifica con el cambio Matuyama/Brunhes, en la parte inferior de las arcillas limosas del nivel TD3 (Carracedo *et al.*, 1987): éste, pues, tendría en torno a 740 ka aA o poco más, si se trata de otra inversión post-Jaramillo. Varios datos se obtuvieron para las costras estalagmíticas con que concluyen estas series sedimentarias en cavidades cerradas del Complejo Tres Simas donde los depósitos no llegan al techo y no se continúa el relleno final de torcas y conductos taponados: éstos son 211 ± 32 ka y 222 ± 31 ka por ESR (Falgüeres, 1986), y $177,3 \pm 23$ ka ESR, y $118 + 71-49$ ka serie del U (Grün y Aguirre, 1987). La edad, pues, del Uranio, con un amplio margen de error, señala de preferencia la del episodio 5 de los océanos sin excluir la posibilidad de encontrarse en el episodio 7, y la ESR en uno y otro laboratorio, y para uno y otro especialista, coincide con este último. En trabajos anteriores, he insistido en señalar la edad mínima —Eemiense, o episodio oceánico 5—, como más prudente infradato para la serie de la Trinchera de Atapuerca (Aguirre, 1992a, p. 235), pero el dato en torno a 200 ka parece más consistente. Falguéres (*o.c.*) ofrece otro dato de un encostramiento, algo por debajo del último, en 256 ± 33 ka aA. Un tercer dato se obtuvo de una costra formada sobre limos y sobre un bloque caído en la unidad inferior del Complejo Tres Simas, con más de 350 ka de familia del Uranio, y semejante edad ESR (Grün y Aguirre, 1987): el dato es muy impreciso y, por estar en los límites del método, no llega a constituir sino un infradato para la unidad inferior, no un sobredato para la unidad intermedia.

Correlación con la curva paleoclimática según O^{18} del océano

Como se acaba de indicar, un aspecto muy singular que ha ofrecido el karst de Atapuerca es la interpretación de los fenómenos sedimentarios, incluidos los diagénéticos, epigenéticos y erosivos, como reconstrucción de una secuencia de procesos influidos por las condiciones climáticas, y la posibilidad, mediante la reconstrucción de curvas de oscilación térmica inferida, de correlacionar las divisiones sucesivas de estas series de depósitos con la curva de fluctuaciones de paleotemperaturas según las variaciones diferenciales de isótopos del oxígeno en aguas oceánicas. Un resultado general se halla en prensa, incluida la curva correspondiente de variaciones en la humedad, de obvio interés: hasta ahora sólo se ha publicado la sintonía de la curva paleotérmica inferida para la mitad inferior de la serie de Gran Dolina con la escala isotópica del océano (Aguirre y Hoyos, 1992).

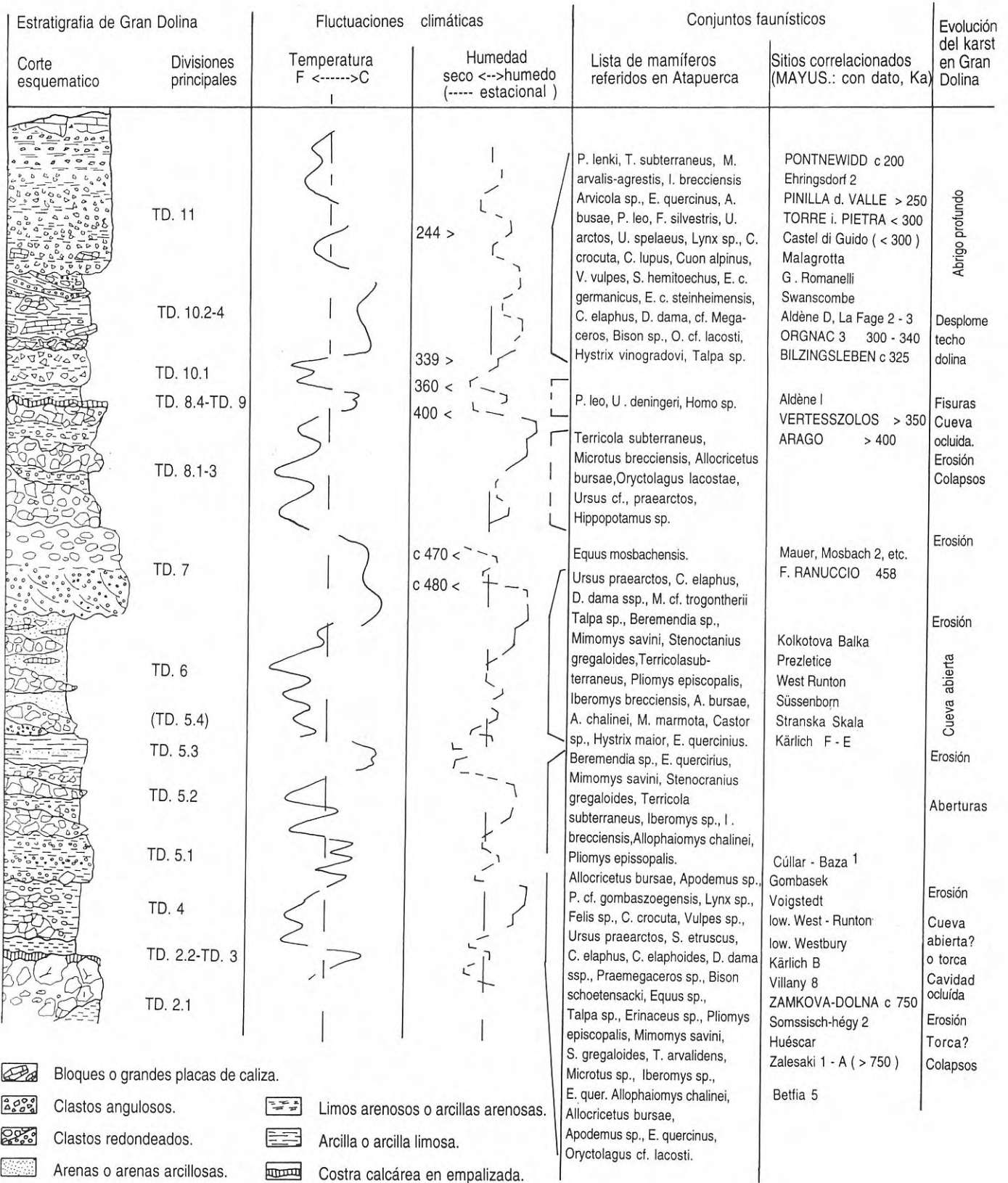


Figura 1. Registro sedimentario de Gran Dolina y evolución del karst de Atapuerca, con inferencias paleoclimáticas (compulsadas con observaciones inéditas de M. Hoyos); registro paleomastológico del mismo yacimiento y sitios correlacionados de Europa. < (crisis de aridez) y > (elevación de humedad) con sus datos correspondientes en Ka, en la costa tropical (Cáncer) atlántica de África (según Dupont, 1992, in G. J. Kukla & E. Went, *Start of a Glacial*, Springer Verlag, Berlin. NATO ACI Series I, 3).

Por otra parte, el intento de globalizar la historia del karst de Atapuerca necesita una correlación bien establecida entre las distintas series de depósitos expuestas. Las descripciones preliminares de los cortes de Gran Dolina y del Complejo Tres Simas (este último incluye los ámbitos conectados de Covacha de los Zarpazos, Galería y Tres Simas por la Sima Norte) presentaban dificultades para la correlación y se basaban casi sólo en observaciones de campo (Gil *et al.*, 1987): éstas fueron la única base utilizada y referida en los trabajos arqueológicos y de paleontología. Ultimamente se les ha añadido el corte preliminar de El Penal (Fernández Jalvo, 1992), frente a Gran Dolina en la Trinchera y perteneciente al mismo aparato kárstico. Quien suscribe la presente recopilación ha trabajado en los años últimos sobre este tema con M. Hoyos, apoyando las correlaciones fiables en los procesos y circunstancias generales que influyen en el detalle de los fenómenos sedimentarios en los microespacios del karst, y particularmente en las series de fluctuaciones climáticas inferidas (Fig. 1).

Se obtienen globalmente, en la evolución de estos subsistemas de cavidades del karst de Atapuerca, unas etapas sucesivas análogas, que comienzan por el descenso del freático local y la apertura de cuevas, más o menos diferida de un subsistema a otro, en fase muy temprana del Pleistoceno Medio. Un período de cuevas abiertas, con penetración de ocupantes humanos a los espacios patentes en uno y otro aparato de la Trinchera, se prolonga hasta el techo de TD.6 en Gran Dolina, y con varios accidentes hasta TD.8, y en la unidad intermedia del Complejo Tres Simas (CTS). Sucede una fase de colmataciones, erosión y colapsos, prolongándose la actividad sedimentaria, con régimen húmedo, hasta una nueva fase de erosión muy activa —techo de TG10 (GII, o CTS.2) y de TD8: en este sitio con formación de costra al final en el espacio ocluido de Gran Dolina tras taponarse la entrada aquí por el oeste. Evolucionan a partir de entonces las cavidades residuales, a favor del retroceso de la ladera, con aberturas al techo (torcas, dolinas) y sin interrupción notable de acción antrópica y registro faunístico en el Complejo Tres Simas, niveles GIII, GIV; mientras que tras un hiato en el registro faunístico y arqueológico, grandes desplomes convierten algunas cavidades residuales en amplios y profundos abrigos en Gran Dolina (TD.10, TD.11). El resto son rellenos finales de chimeneas y encostramientos en reducidas cavidades residuales, hasta los nuevos ciclos erosivos del Pleistoceno Superior, con depósitos kársticos sólo muy locales y no explorados aún.

La Unidad inferior de Gran Dolina comprende el registro de tres episodios fríos y tres cálidos o templados; el primero de éstos incluye la inversión Matuyama/Brunhes, con la que se señala convencionalmente el inicio del Pleistoceno Medio. Con ésta se hace convenir comúnmente el episodio oceánico 19: la Unidad Inferior —TD.2 a TD.5.3— estaría comprendida (Aguirre y Hoyos, 1992) entre los episodios 20 (por lo menos) y 15. La Unidad intermedia comienza con TD6 y termina entre TD.8.3 y TD.8.4, entre los episodios 14 frío y 11 cálido con toda probabilidad por varios indicios, y comprende el interglacial de Cromer, probablemente el episodio 13, en TD.7 —con inicio hace unos 510000 años—

por la correlación más probable, también según la fauna (ver más abajo). El nivel TD.6 correspondería al episodio 14 (ó al 16 en una correlación alternativa): sería en este último caso más antiguo y habría un hiato para los episodios 15 y 14, que parece poco probable. La Unidad superior —TD.8.4 a TD.10.4— comprendería los episodios 11 al 9, entre 415 y unos 300 milenios; en la hipótesis alternativa de que se tratara —a techo de TD.10— del episodio 7, habría una contracción y un hiato de los episodios 11 al 9, entre TD.8.4 y TD.9, que parece poco probable (Fig. 1). Es la primera vez que se obtiene un registro y sintonización semejante de una serie sedimentaria con la escala isotópica de los océanos en series kársticas, aun cuando queden dudas sobre hiatos posibles en ciertas discordancias mayores.

Alternativamente, los picos fríos y cálidos inferidos entre TD.3 y TD.5.3 podrían no corresponder a otros tantos episodios del océano sino a oscilaciones menores dentro de un mismo ciclo isotópico —o dos—. En ese caso, la calibración sería más fina en éste, o esos ciclos, pero habría un vacío en el registro y quedaría por determinar cuál es el episodio registrado. Para los microvertebrados, de TD.3-4 sobre todo, Sesé y Gil (1987) evocan a las representaciones de Villany 6 y 8, y Nagy-harsanyhégy 4, y G. Cuenca (com.pers) encuentra máxima semejanza con Somssichhégy. El conjunto faunístico de TD.3-4 se encuentra constituido en Europa oriental al final del Pleistoceno Inferior, en Akhalkalaki, Karai-Dubina, Zamkova-Dolina y Zalesiaki-1 (ver más abajo).

La correlación continuada de los niveles TD.3 a TD.11 con la serie oceánica de episodios 19 al 8, y de la costra final de la Galería con el episodio 7 no es, por lo dicho, segura, y necesita ser contrastada. No está descartado que la costra de Galería sea más moderna (episodio 5). El margen de tiempo registrado en Atapuerca sería aún más amplio (Fig. 2), lo mismo que en el caso hipotético de que la parte inferior de Gran Dolina se extendiera más en el Pleistoceno Inferior. La calibración cronológica no perdería, aun cuando habría que admitir vacíos en el registro estratigráfico. Trabajos futuros darán respuestas más firmes a estas cuestiones pendientes.

Correlaciones en el sistema. Edad de los fósiles humanos

La sedimentación parece haber sido más constante, en general, o mejor conservada en Gran Dolina que en otras cavidades de las conocidas hasta ahora en el sistema de Atapuerca; por ello ofrece una sucesión más completa y mejor para referencia, salvo excepción.

La correlación entre los tramos altos fosilíferos de la Trinchera —niveles TD.10.2-4 y base de TD.11, en Gran Dolina; y CTS.3 (G.III) en el Complejo Tres Simas— no parece ofrecer gran dificultad. Las pequeñas variantes en el contenido faunístico pueden bien explicarse por las diferencias microespaciales en uno y otro aparato kárstico que condicionan el uso por las distintas especies animales y los humanos y el vario origen de los aportes. Pero la interpretación climática de las secuencias deposicionales puede no coincidir exactamente.

Particularmente difícil sigue siendo, por ahora, encontrar en las series de depósitos de la Trinchera un correlato para el nivel con fósiles humanos de la Sima de los

Huesos (cuestión abierta en un apartado anterior). Ello es importante, como contraste de los datos radiocromométricos, y para una reconstrucción total de los escenarios. La secuencia de Sima de los Huesos, con colapsos probables y fuertes erosiones en los depósitos endokársticos antiguos, con costras discontinuas y deformadas, entre dos series de éstas la gran colada de barro conteniendo huesos, y encima una gruesa capa con murcielaguina tiene un notable parecido con el tramo medio de la Galería (CTS.2, ó G.II) en cuanto a la sucesión de materiales se refiere, y también de los procesos a que obedece. Estos habrían sido un fuerte descenso del nivel freático, colapsos o hundimientos desiguales, amplia y profunda fase erosiva consiguiente, épocas de crisis árida al menos relativa o estacional, tras lluvias copiosas y efímeras. Condiciones comparables hemos encontrado reflejadas en las fases cálidas de TD.7, y de TD.8.4-TD.9, cuya correlación con los episodios oceánicos 13 y 11, respectivamente, parece muy probable. Veremos que estas correlaciones serían coherentes con la asociación de los fósiles humanos, *Ursus deningeri* y *Panthera leo* en la Sima de los Huesos. Si estuviera en TD.7 el correlato de este nivel, la edad de estos fósiles humanos sería próxima a los 500 ka; si el correlato se sitúa entre el techo de TD.8 y TD.9, la edad estaría en torno a los 400 ka, o algo menos. La correlación de los niveles inferiores del CTS con términos de la serie de Gran Dolina presenta dificultades aun no resueltas. La correlación Penal-Gran Dolina será menos problemática.

Otra cuestión relevante e investigación por hacer en Atapuerca es el estudio en detalle de la tectónica del área y local. La Sierra de Atapuerca es una pequeña unidad tectónica peculiar, situada sobre el gran accidente ibérico que va de Avilés a Vinaroz, cerca del encuentro con la otra gran falla que viene de Plasencia. En el origen del karst de Atapuerca, quizás en el Plioceno, se pueden reconocer influencias geodinámicas, y cabe proponerse la hipótesis de que en su evolución pudieran influir reactivaciones más tardías.

REGISTRO FÓSIL DE ATAPUERCA: AMPLITUD SECUENCIAL Y CORRELACIONES

Magnitudes del registro y calibración cronológica

El registro fósil de Atapuerca ha dado lugar hasta ahora a 42 trabajos científicos, de los cuales tres son generales o presentan las listas de taxones identificados, en siete se estudian pequeños mamíferos, sobre todo roedores, uno se dedica a la avifauna y otro a la ictiofauna y herpetofauna, ocho a carnívoros, uno a artiodáctilos en general y otro a cérvidos en particular, uno a équidos y dos a rinocerótidos; cuatro versan sobre análisis polínico, uno sobre biostratigrafía, otro sobre paleopatología, cinco sobre zooarqueología, respectivamente, y siete sobre tafonomía en karst. Fueron objeto de tesis doctorales la taxonomía y biostratigrafía de los pequeños mamíferos (Gil, 1986) y el estudio tafonómico de los fósiles de roedores (Y. Fernández Jalvo, 1992).

Entraron en tesis amplias sobre los respectivos grupos en España, los osos (T. Torres, 1984) y los quirópteros (P. Sevilla, 1986; 1988). Un avance preliminar sobre biostratigrafía (Aguirre *et al.*, 1987g) daba idea de la amplitud del registro.

Los conjuntos de mamíferos fósiles de los niveles TD.10 superior-base de TD.11, y TG.11 (ó G.III) con *Panthera leo*, *Lynx pardina spelaea*, *Felis silvestris*, *Meles meles*, *Crocota crocuta*, *Canis lupus*, *Cuon alpinus*, *Vulpes vulpes*, *Ursus spelaeus*, *Stephanorhinus hemitoechus*, *Equus caballus* cf. *germanicus*, *E.c.* cf. *steinheimensis*, *Cervus elaphus*, *Dama d.* cf. *clactoniana*, *Megacerini* gen. sp., *Bison* sp., *Oryctolagus* cf. *lacosti*, *Hystrix vinogradovi*, *Marmota marmota*, *Eliomys quercinus*, *Allocrietus bursae*, *Apodemus* cf. *flavicollis*, *Pliomys lenki*, *Terricola subterraneus*, *Microtus arvalis-agrestis*, *Iberomys brecciensis*, *Arvicola* cf. *sapidus* (según listas de Aguirre, 1989a; B. Sánchez, 1989; Gil y Sesé, 1991, y revisiones posteriores), se correlacionan bien con los sitios europeos de La Fage 3-2, Aldène D, Orgnac 3 superior, Bilzingsleben, Swanscombe, Malagrotta, Castel di Guido, Torre in Pietra que se datan en torno a 300 ka y corresponden al episodio 9, cálido, del océano —sin que se considere excluida una posible correlación con Ehringsdorf, del episodio 7. Yacimientos españoles con microfauna comparable son los de Aridos y Cueva del Agua (Fig. 1).

La presencia, junto con los fósiles humanos de Sima de los Huesos, de *Ursus deningeri* y *Panthera leo* hace este nivel comparable sólo con La Fage 5, Aldène I, Vértesszölös, con más de 350 ka, correlacionados con el episodio 11, ó con los del interglacial cromeriense del episodio 13; no cabe pensar que fueran más antiguos que estos últimos. Aún no se han estudiado los mamíferos de los niveles TD.7 y TD.8. En las excavaciones de 1994 se me ha comunicado el hallazgo de un gran bovino en TD.7, y de *Crocota crocuta*, *Equus* sp., *Hippotamus* sp. y un oso arctoide en TD.8 (com. pers. de M.V. Moreno y J. Cervera). El hipopótamo se encuentra extendido por Europa en el interglacial Cromer, época de Mosbach 2 y Mauer, y en Toledo en la época fría que sigue.

El conjunto del nivel TD.6, con *Ursus praeartos*, *Mammuthus* sp. cf. *trogotherii*, *Equus* sp., *Cervus elaphus*, *Dama d.* cf. *clactoniana*, cf. *Praemegaceros* sp., *Hystrix major*, *Castor fiber*, *Marmota marmota*, *Eliomys quercinus*, *Allocrietus bursae*, *Apodemus* cf. *flavicollis*, *Pliomys episcopalis*, “*Allophaiomys*” *chalinei*, *Mimomys savini*, *Stenocranium gregaloides*, *Terricola subterraneus*, *Terricola arvalidens*, *Iberomys brecciensis*, *Beremendia fissidens* (Aguirre, *o.c.*; B. Sánchez, *o.c.*; Sesé y Gil, *o.c.*), se correlaciona bien con los de Süssenborn, Stranska Skala, Kozi Grzebiet, y los niveles típicos de las Fresh-water Beds de West Runton. No llega, pues, al interglacial del Cromer, es más antiguo que Mauer, L’Escale, Lunel-Viel, Fontana Ranuccio y Belle-Roche, más que el episodio 13; tiene más de 510000 años.

Las listas faunísticas del nivel TD.4 y base de TD.5 (=TD.5.1) incluyen *Panthera gombaszoegensis*, *Lynx* sp., *Canis* sp., *Ursus praeartos*, *Stephanorhinus etruscus*, *Equus* sp., *Cervus elaphus*, *Dama d.* cf. *clactoniana*, *Megaceros* sp. cf. *antecedens*, *Bison schoetensacki* var. *voigstedtensis*, *Oryctolagus* sp., *Hystrix major*, *Marmota* sp. cf. *marmota*, *Eliomys quercinus*, *Allocrietus bursae*, *Apodemus* sp., *Pliomys episcopalis*, “*Allophaiomys*” *chalinei*, *Mimomys*

savini, *Stenocranius gregaloides*, *Terricola arvalidens*, *Iberomys* sp., *Microtus* sp. cf. *oeconomus*, *Crocidura* sp., *Sorex* sp., *Erinaceus* sp. cf. *europaeus*, *Talpa* sp. cf. *europaea*. Este conjunto se corresponde bien con los de Somssichégy, Nagyarsanyhégy, Villany 6 y 8, Gombasek y Voigstedt, de comienzos del Brunhes; se puede también comparar con Betfia 5, Akhalkalaki y algunos otros de entre los últimos del Pleistoceno inferior, teniendo en cuenta que *Ursus praeartcos* no se ha citado antes del Brunhes, ni *Dama clactoniana* con seguridad, *Cervus elaphus* sólo "e grege", *Crocota crocuta* sólo en Akhalkalaki y Betfia 5, *Microtus ratticepoides* o un similar *M.* cf. *oeconomus* sólo en Psecups y Karai-Dubina, *Stenocranius gregaloides* en Zamkova Dolna, en Zalesiaki-1A y en Huéscar. La fauna de TD.4 parece confirmar la identificación de la inversión magnética de TD.3 como la Matuyama/Brunhes o una próxima anterior y una edad de TD.4 en torno a 700 ka. La capas sucesivas TD.5.1-3, con una lista de microfauna casi igual a la de TD.4, parecen representar sucesivos episodios/ciclos de la escala isotópica de climas, más bien que oscilaciones dentro de un solo episodio.

La cobertura, pues, biostratigráfica y paleofaunística del corte de Gran Dolina —complementado con los otros sitios del karst de Atapuerca— es absolutamente única en Europa y casi total para el Pleistoceno Medio: sólo es comparable en amplitud cronológica la zona de Kärlich, fluvial, con unas condiciones bastante diferentes de registro (Fig. 2). La calibración se puede comparar a la de los ciclos principales de la escala isotópica del océano. Los primeros estudios de este registro de roedores (Gil, 1986; Sesé, Gil, 1987; Gil y Sesé, 1991) revelaron importantes novedades en el registro español de varios grupos (Gil, 1988; 1990) y en la evolución de los arvicólidos. En efecto, todo hace esperar que se identifiquen aquí formas intermedias entre los arvicólidos de los conjuntos altos del Pleistoceno Inferior —Venta Micena, Monte Peglia, Les Valerots, Vallonet— y los que caracterizarán las faunas de L'Escaie, Westbury, Kozi Grzebiet, Belle Roche. Se esperan resultados importantes, en este aspecto y en el de inferencias paleoclimáticas, de un nuevo muestreo detallado, ahora en estudio por G. Cuenca y colaboradores.

El registro de reptiles y anfibios es también casi continuo; sólo se ha estudiado en parte, y se presta igualmente a observaciones sobre cambios ecológicos y de clima, y es de notar la presencia de algunos restos esqueléticos de peces (Sanchiz, 1987). Los fósiles de aves se han estudiado (A. Sánchez, 1987) solamente en una parte limitada de las series, concretamente en la unidad GIII del Complejo de Tres Simas, que comprendería un ciclo climático. Se ha obtenido uno de los registros copiosos del Pleistoceno de España en mamíferos (Aguirre, 1989a; B. Sánchez, 1989), no tanto en grandes abundancias para un mismo horizonte, pero sí en registros de grandes y pequeños mamíferos en diferentes estratos a lo largo de casi todo el Pleistoceno Medio, y en información tafonómica registrada en los restos óseos (ver abajo).

Grandes mamíferos en Atapuerca

Por lo que respecta a los grandes mamíferos, cabe mencionar, entre las novedades para el Cuaternario de

España, las citas de un megacerino (Azanza y Sánchez, 1990) en un nivel relativamente alto del Pleistoceno Medio, ya se correlacione con la parte alta del Holstein o con un interglacial del Saale; la del bisonte de Schoetensack en su variedad de Voigstedt, *Bison schoetensacki* var. *voigstedtensis*, en un nivel bajo de la serie, el TD.4 (Soto, 1987), que ayuda bien a establecer una correlación coherente con otros datos, y la de *Cuon* cf. *alpinus*, también en la unidad GIII (Cervera, 1992).

Según Cervera (com. pers.) el dimorfismo sexual en los leones —*Panthera leo fossilis*— de las faunas mesopleistocenas, ha podido ocasionar más de una identificación errónea (Morales, et al. 1987; Aguirre, 1989a). Las panteras son uno de los géneros que necesita revisión en las listas del registro corriente del Pleistoceno Medio. En Atapuerca se presenta la pantera de Gombasek en los niveles inferiores, otro rasgo en común con las faunas de Europa central a caballo entre el Pleistoceno Inferior y Medio; el león desde Sima de los Huesos hasta TG11 y TD.10. En un nivel bajo de Gran Dolina se tiene la ocurrencia más antigua hasta ahora en Europa Occidental de la hiena manchada, *Crocota crocuta* var. *intermedia* (Morales et al., 1987). El lince, el gato montés y el zorro parecen elementos constantes en todas estas faunas mesopleistocenas. Lo es, entre los herbívoros, el venado —*Cervus elaphus*— y bastante frecuente es también el gamo, *Dama dama* cf. *clactoniana* (Azanza y Sánchez, 1990).

Desde el punto de vista evolutivo y a la vez por la significación biostratigráfica que se les puede conceder, son interesantes en Atapuerca la sustitución del rinoceronte *Stephanorhinus etruscus* por *S. hemitoechus*, y la de *Ursus deningeri* por el último oso de las cavernas, *Ursus spelaeus*. Un representante de la línea más conservadora entre los descendientes mesopleistocenos del rinoceronte etrusco —que algunos autores están ahora tratando de revisar como *S. hundsheimensis*, y que para no crear confusión llamamos por ahora *Stephanorhinus* e. gr. *etruscus*— se extiende por Europa a comienzo del Pleistoceno Medio. El verdadero *S. etruscus* se presenta todavía a techo del nivel TD4, en el rico faunocomplejo de la unidad inferior de Atapuerca; mientras que en los niveles más altos se tiene seguridad en la presencia del rinoceronte llamado de estepa, *Stephanorhinus hemitoechus* (Cerdeño, Sánchez, 1988; Cerdeño, 1990; 1993). Futuros hallazgos podrán esclarecer con más precisión la evolución de este grupo muy extendido en el mesopleistoceno de España y de Europa. En cuanto a los osos, además de la novedosa cita de *Ursus praeartcos* (T. Torres, com., pers.) en la unidad intermedia de la Trinchera, TD.6, se ha identificado en TD.4 y con duda en TD.8 (Cervera, com. pers.). En los depósitos de Cueva Mayor en la Sala de los Cíclopes y en la Sima de los Huesos, se presenta la forma *Ursus deningeri*, y en la parte superior de la serie del Complejo Tres Simas, en la unidad GIII, *U. spelaeus* (Torres, 1978; 1986; 1987b; 1988). Las últimas citas de *U. deningeri* en Europa corresponden a Aldène-I, La Fage 5 y Steinheim 2, y las más antiguas de *U. spelaeus* son las de Swanscombe, Aldène-D, Castel di Guido, Malagrotta y Torre in Pietra; según esto, los autores suelen atribuir a este fenómeno evolutivo, como hecho general en Europa, una edad próxima a los 300000 años. En efecto, a Torre in Pietra se atribuye una edad algo inferior a 300

ka, y Swanscombe se viene asignando al episodio 9, cálido, entre 329 y 285 ka. A este mismo episodio se atribuyen las faunas de La Fage superior y de Steinheim 2, pero la última presenta evidencias de efectos de frío, por lo que puede verse en ella una transición a caballo del primer dato. La Fage 5 no sería más joven que el episodio 11. Con esto, parece confirmarse, con un margen de error razonable, por ahora, la edad atribuida al cambio evolutivo entre *U. deningeri* y *U. spelaeus*, en más de 300 ka. Si, a medida que se descienda en las excavaciones de la trinchera de Atapuerca, se encuentran nuevos fósiles identificables de oso, se podrá confirmar o mejorar aún esta aproximación. El NMI de *U. deningeri* en la Sima de los Huesos es de varios centenares, lo que constituye otra singularidad de este sitio en el registro mundial. La presencia en Atapuerca de ambas formas de la línea de osos *deningeri-spelaeus* y de la línea *praeartos-arctos* en distintos puntos y niveles es excepcional para el estudio evolutivo del grupo (Torres *et al.*, 1978) no sólo en aspectos taxonómicos y evolutivos, sino también paleoecológicos.

En cuanto a los caballos, es la primera vez que se citan el de Steinheim —*Equus caballus steinheimensis*— y el germánico —*Equus caballus germanicus*— en España, y la primera vez que ambos se citan en un mismo yacimiento (B. Sánchez, E. Soto, 1987). El primero, que estos autores relacionan con la variedad de Torral-

ba, se conocía en Steinheim y en La Fage; ocurre en niveles inferiores de GIII y quizá superiores de GII en Atapuerca; la variedad germánica, más moderna, es característica de los travertinos de Taubach-Ehringsdorf; y aquí se ha identificado en niveles más altos de GIII y en escombros, arrancados de la dolina norte en el Complejo Tres Simas. Es ahora urgente el estudio de los caballos fósiles que se están recuperando en los niveles medios e inferiores, dado el valor biostratigráfico que puede asignarse a las especies y subespecies de équidos en todo el Pleistoceno.

El género *Homo* en las paleofaunas mesopleistocenas de Europa y Atapuerca

El registro fósil humano en el Pleistoceno Inferior se empobrece después 1.5 MaBP en los sitios del Rift Valley y de las cuevas de Sudáfrica. La isla de Java es la excepción en ese tramo hasta la base del Pleistoceno Medio. Del resto de poblaciones humanas dispersas inicialmente en Eurasia sólo quedan la mandíbula de Dmanisi (Georgia), los fósiles de Ubeidiya (Israel) y con duda la falange de Cueva Victoria (Murcia). El Pleistoceno Medio es absolutamente escaso en fósiles en su primera mitad, en todo el mundo como se recordó más arriba.

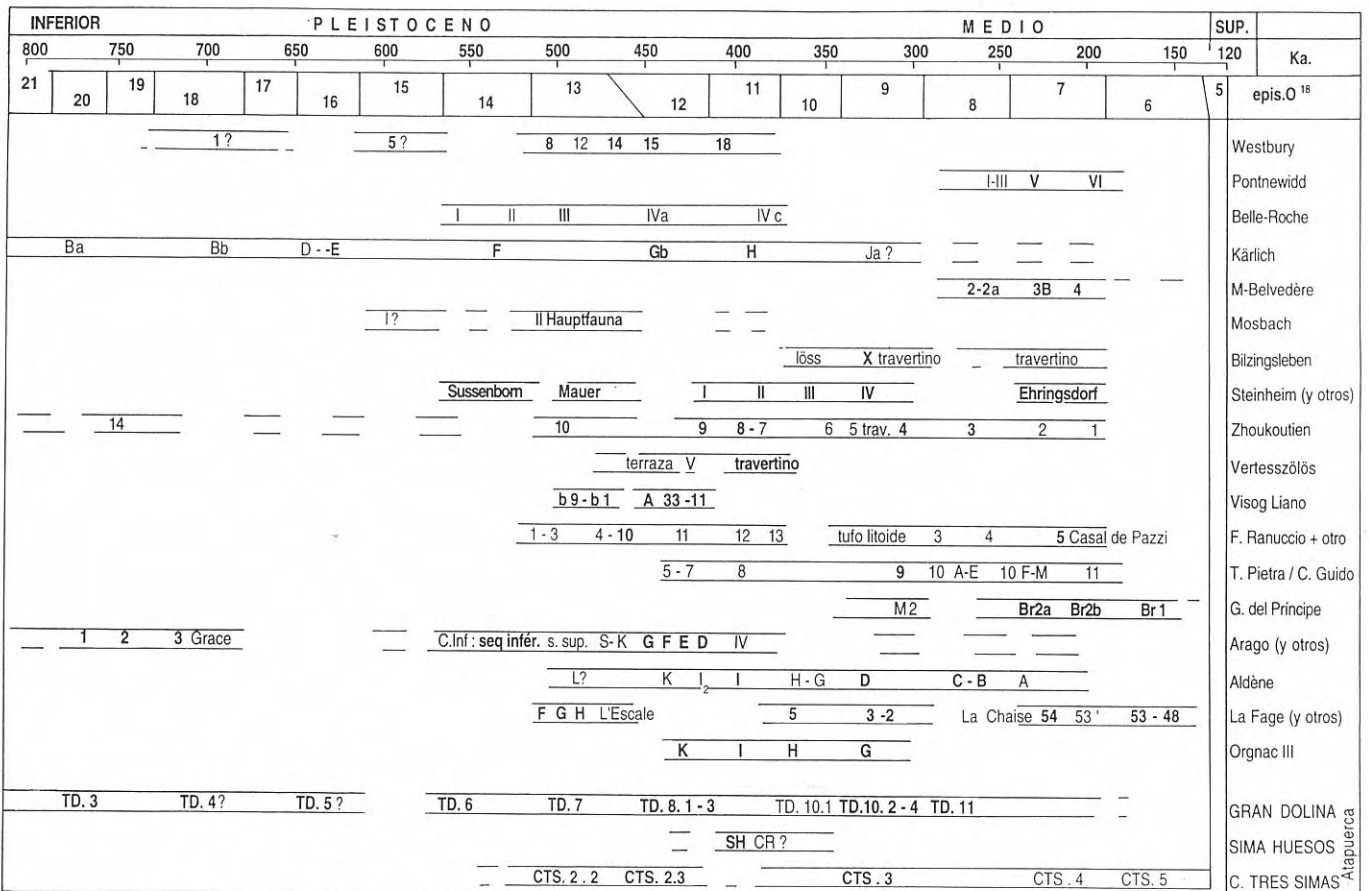


Figura 2. Lapsos de tiempo cubiertos por el registro estratigráfico, paleofaunístico e inferencia paleoclimática de varios yacimientos del Pleistoceno Medio. En negrita, los niveles con contenido fósil importante. (En Atapuerca puede haber un hiato entre TD. 5 y TD. 6 más importante de lo aquí supuesto, Vértesszöllös puede ser más antiguo de lo aquí supuesto, y Orgnac III desde la I hasta la F puede estar comprendido en el episodio 9.)

En Europa son relativamente numerosos los yacimientos de vertebrados que incluyen fósiles humanos —aun cuando estos últimos son escasos— en la segunda mitad del Pleistoceno Medio. Yendo de más moderno a más antiguo, del último ciclo cálido-frío (entre hace 130 y 220 ka) se cuentan Casal de Pazzi, Gruta del Príncipe, Le Lazaret, Fontéchevade, Ehringsdorf, Biache y Pontnewydd; entre los episodios cálidos 9 y 11 (entre hace unos 280 y unos 415 ka) están Pinilla del Valle, Castel di Guido, Swanscombe, Bilzingsleben, Orgnac, en torno a 300 ka, y Steinheim, Vérteszölös, La Fage 5, Boxgrove más antiguos, como quizá también Sima de los Huesos. Estos últimos podrían ser más antiguos aún, como Arago, Cava Pompi, Visogliano, Fontana Ranuccio y Mauer que se asocian a faunas de entre 415 y 510 ka. Entre este último dato y la base del Pleistoceno Medio, sólo están algunos fósiles de Olduvai IV, las tres mandíbulas (más algún fragmento) de Ternifine, y la de Chenjiawo. A éstos se añaden los nuevos hallazgos del TD.6 en Atapuerca. En esas fechas, y anteriores, se reconocía la presencia humana en los ecosistemas por los vestigios arqueológicos. En unos pocos sitios de Francia se habla de acción antrópica en los yacimientos de Vallonet, Ceysseguet, Solilhac. Son raros los que contienen fauna e industria asociada antes de Atapuerca TD.6: éstos empiezan a ser frecuentes a partir de Ranuccio, Visogliano, Arago, esto es cuando

los fósiles humanos empiezan a serlo. No pasa por ahora de ser hipotético el influjo de la expansión humana y su progreso mental en el empobrecimiento faunístico a partir de estos datos (entre 500 y 400 kaBP); éste sería más verosímil en lo que se refiere a desapariciones de varios félidos y hiénidos. Tras ese dato los conjuntos son en general estables hasta el final del Pleistoceno Medio. Por otra parte, cabe notar que el encuentro de varios ecosistemas en Sierra de Atapuerca (v. García Antón, 1989) sería favorable a una población humana sin obligarla a grandes, frecuentes desplazamientos.

El registro paleomastológico de Atapuerca y los cambios ambientales

Una de las ventajas más considerables, si no la principal de Atapuerca, en lo referente a evolución de las faunas cuaternarias es el hecho, absolutamente singular, de presentar una secuencia de niveles fértiles con registro de conjuntos faunísticos sucesivos que abarcan desde los últimos que se conocen del Pleistoceno Inferior de Europa hasta casi los últimos del Pleistoceno Medio. Dada la constancia de depósitos fosilíferos en un mismo sistema kárstico y casi en una sola cavidad de pocos metros, la trinchera de Atapuerca viene a

Milenios aA.	Clima	Estadios isotópicos	Otros yacimientos			Marcadores faunísticos	A T A P U E R C A									
			con dato directo	por correlación	con fósil humano		Niveles G. Dolina	Fósiles humanos	Paleofaunas de mamíferos	Sima de los Huesos	Floras	Clima Humedad - +	Complejo Tres Simas niveles			
100																
120	C	5														costra ?
140				Fontéchevade												
160	F	6	LA CHAISE	Lazaret												
180			G. DEL PRÍNCIPE													
200	C	7	CASAL DE PAZZI	Ehringsdorf 2												costra
			PONTNEWYDD	Zamborino												CTS. 4
				Pinilla del Valle												
300	F	8														
400	C	11	VERTESSZÖLÖS													
500	C	13	ARAGO													
			CAVA POMPI													
			FONTANA RANUCCIO													
600	C	15														
700	C	17														
800	C	21	ZAMKOVA-DOLNA													

Figura 3. Secuencia de yacimientos paleomastológicos mesopleistocenos de Europa referidos a la escala geocronológica y a la paleotérmica por isótopos de oxígeno en el océano; marcadores bioestratigráficos, y secuencias de Atapuerca con mastofaunas, registro polínico e inferencia climática según correlaciones más probables. Discordancias problemáticas, que pueden incluir hiatos de hasta un ciclo paleotérmico o más, ocurren entre TD. 5.3 y TD. 6 y entre TD. 8.3 y TD. 10.1.

constituirse en un corte y escala de referencia para las paleofaunas del Pleistoceno Medio de Europa, con otras varias consecuencias ventajosas para futuros estudios. Dada también la copiosa evidencia de la sucesión sedimentaria para la inferencia paleoclimática (ver arriba), estas correlaciones van a permitir mayor seguridad y precisión en la sintonía de paleofaunas europeas y sus niveles con los términos de la escala isotópica de temperaturas del océano. En segundo lugar, van a permitir evaluar con más seguridad los cambios faunísticos en el Pleistoceno Medio de Europa, precisar el dato de las fases de estabilidad y de cambio o crisis en las faunas, e investigar relaciones de unos y otros fenómenos con diversas modalidades de cambios del clima en los continentes y quizás otras crisis globales (Fig. 3).

Vemos así, por ejemplo, que en Atapuerca los registros paleontológicos más abundantes se producen en intervalos no deposicionales y aun francamente erosivos, como son las discordancias entre los niveles TD3-TD4, TD4-TD5, TD6-TD7 y TD10-TD11, y en Galería al techo de GII y base de GIII, y entre los ciclos menores de esta última unidad (los GSu 0-12 de TG11). Los registros más continuos, es decir los que cubren una etapa cronológica de cierta amplitud con niveles fosilíferos numerosos, repetidos y próximos, ocurren en el interior de subunidades sedimentarias marcadamente cíclicas, esto es con ciclos de aportes sedimentarios interrumpidos o separados por intervalos sin actividad deposicional, como son en Atapuerca GIII, TD10, TD6 y en cierto modo la mitad superior de TD4.

Ocurre que los intervalos y tramos mencionados como más ricos en restos faunísticos (conservados unos y perdidos otros por alteración y lavado) coinciden con características climáticas, según inferencia de las evidencias sedimentarias (Hoyos y Aguirre, *in litt.*), bien de mejoría térmica o, en algún caso, de fluctuaciones entre fresco y templado, pero siempre con humedad o alta o en franco ascenso, y escasean en los tramos muy fríos y secos, como en TD.5. Resulta curioso constatar que, según la correlación que establecemos conforme a los criterios de composición paleofaunística y puntos de apoyo geocronológicos, estas etapas de más rico contenido fosilífero en la trinchera de Atapuerca coinciden también en gran parte con los tramos con mayor número de yacimientos ricos en fósiles y en taxones en Europa, y concretamente de medios fluviales y fluvio-lascustres (Figs. 1, 3).

Quizás sea útil recordar que, salvo excepción, los sistemas kársticos pueden ofrecer coyunturas favorables para registro paleofaunístico en épocas en que las condiciones ambientales externas son adversas desde el punto de vista tafonómico en otros medios sedimentarios. En general, la cueva es favorable casi siempre en medio montano, que es generalmente adverso a la fosilización en la superficie.

Las fases con evidencias sedimentarias de aridez, mayor o menor, son en Atapuerca todo el tramo TD.5; una caída de humedad en TD.7, y los tramos TD.8.4 a TD.10.1. El primero contiene fauna de microvertebrados, sin apenas correlativos en Europa salvo algunos sitios con roedores en fisuras de karst en Hungría; al segundo corresponde Fontana Ranuccio en Italia; al último pueden corresponder parte de Torralba y Ambrona, de Orgnac 3, y Boxgrove.

Los períodos húmedos en España coinciden en general con fases de alta humedad y actividad sedimentaria en Europa, y a los períodos más áridos en esta parte de la Península Ibérica corresponde asimismo una pobreza —bien tafonómica o bien faunística, o ambas— en otras regiones de Europa. Sé que estoy planteando una lectura de un registro sesgado, que no puede retenerse en este momento sino como hipotética: pero pienso que vale la pena hacerse estas preguntas y buscarles una respuesta más sólida con nuevas evidencias que se puedan aportar en futuras investigaciones. Parece poder afirmarse que se dio mayor comunidad faunística en Europa, de Este a Oeste, e incluso de Norte o Centro a Sur en la primera mitad del Pleistoceno Medio, y en las fases húmedas de deglaciación.

Hay recurrencias de ciertos taxones en distintos niveles de Atapuerca que obligan también a preguntarnos si han sido componentes constantes de las paleofaunas ibéricas, o si sus presencias constatadas obedecerían a inmigraciones reiteradas. Esta pregunta es pertinente en el caso de los bisontes. En Torralba y Ambrona se ha registrado siempre *Bos trocheros*, no hay evidencia segura ninguna de bisonte; en Atapuerca —a casi la misma altitud pues no llega la diferencia a más de 60 m; a 1° 10' más de latitud, con orientación cuencal poco diferente, y a menos de 250 km— conocemos *Bison* en distintos niveles y no se ha identificado *Bos*. La parte principal de Torralba y Ambrona podría coincidir con un intervalo pobre en el registro de Atapuerca, de colapsos y cuevas cerradas; quizás haya correlación cronológica con la Sima de los Huesos. El bisonte de Schoetensack es un bisonte de bosque, no de pradera o estepa. La cuestión, pues, sería averiguar si una diferencia duradera en el clima subregional y en las fitosociaciones había tenido separados a estos dos taxones en hábitat diversos dentro de la fauna peninsular, o si los bisontes —y otros taxones— habrían ido y venido varias veces a incorporarse temporalmente a ésta. Este caso parece darse en otros órdenes, por ejemplo, entre los grandes roedores: en la marmota, que se ha citado en los niveles TD4, TD6, GII, TD10 de la trinchera de Atapuerca, y en el puercoespín que ha roído huesos también en varios niveles —GIII y TD6—, y ha dejado fósiles, en TD6 *Hystrix major*, y en GIII *Hystrix vinogradovi* (Sesé y Gil, 1987; Gil y Sesé, 1991). La extensión de los puerco-espines proviene de la región danubiano-balcánica, y no pasa, en Europa, de latitudes relativamente bajas. Otro hecho que confirma distintos tipos de movilidad faunística en grandes mamíferos europeos como efecto de presión o constricción del clima es que en las épocas frías se acusa la presencia efímera de ciertos bóvidos —*Ovis* en Arago, *Bubalus* en Steinheim, *Capra* en otros.

Los osos de las cavernas, igual que otros mamíferos cavernícolas, se han prestado desde antiguo a estudios paleopatológicos por síndromes no infrecuentes que afectan a partes esqueléticas: Pérez *et al.* (1986) han examinado casos entre los osos de la Sima de los Huesos.

Aves, registro palinológico y cambios del paisaje

El primer estudio que se hizo de aves fósiles se extendió sólo a la unidad GIII del Complejo Tres Simas,

que comprende quizás algo más de un ciclo climático desde un enfriamiento a una fase templada y de nuevo un episodio frío esta vez más seco. Entre una decena de sitios españoles del Pleistoceno con avifauna, Atapuerca destaca por el contenido singular en Scolopacidae, entre los más de 25 taxones que reconoce A. Sánchez (1987a). Es muy notable también la distribución en la vertical, teniendo en cuenta las anotaciones que este autor hace respecto a los hábitos y los medios ecológicos de los taxones citados, que concuerda con la subdivisión de esta unidad respecto al paisaje vegetal según las variaciones en el contenido polínico (v. abajo; y comentario en Aguirre, 1992a). En comparación con otros conjuntos de paleoavifauna española, el parecido mayor es, en los niveles inferiores, con Erralla en los intervalos húmedos y frescos de la última glaciación (episodio 2); se observa también alguna comunidad con Aridos, Madrid (ver Aguirre, 1989a). Cabe esperar resultados muy clarificadores si el estudio de las aves fósiles se extiende a otros cortes y otros niveles de Atapuerca. El registro de aves en las paleofaunas de esta región se amplía con las rapaces identificadas con el estudio tafonómico de los fósiles de roedores (ver más abajo).

Se han hecho estudios sobre polen de dos cortes; uno, largo, sobre los 18 metros de Gran Dolina, con un registro discontinuo, otro restringido a la Unidad GIII del Complejo Tres Simas, en general fértil y con resultado clarificador (García Antón, 1989, tesis; García Antón y Casado, 1990; García Antón y Sainz Ollero, 1991). En el nivel TD2 de Gran Dolina (siempre según García Antón, *oo.cc.*) una muestra revela una estepa con *Artemisia* entre otras hierbas y zarzas, manchas de pinar y enebro, con abedul y *Quercus*, quizás parecida a los actuales páramos ibéricos y sus márgenes, o bien un querceto abierto. En la parte alta de TD4 hay un bosque húmedo denso, con brezal, *Artemisia* y diversas herbáceas, *Quercus* caducifolios y pinos, indicando clima entre fresco y templado; también contiene acebuche —*Olea*—. Coincide con los horizontes ricos en grandes mamíferos. Sólo cabe contaminación por aguas del episodio erosivo subsiguiente o base de TD.5.1, dentro de las mismas condiciones climáticas indicadas. Un par de muestras fértiles hacia mitad de TD.5 revelan primero una estepa con manchas de querceto y coníferas, indicadoras de ambiente frío, más bien de componente continental y no exento de alguna humedad estacional pues incluye formas caducifolias de *Quercus* sin taxones templados: después ligero aumento de polen arbóreo y pérdida de diversidad, con más encinas y más gramíneas. En TD. 6 la serie indica, abajo un dominio de gramíneas, y de Cupresáceas entre los árboles, escasos, con abedul y castaño. Hacia la mitad, el polen arbóreo no excede el 40% con *Quercus* y cupresáceas dominantes y diversidad de hierbas, varias indicadoras de alta humedad; los tramos finales coinciden con un rico contenido de fauna mastológica, y contienen 60% de polen arbóreo, incluyendo además de *Quercus* y Cupresáceas, *Olea*, *Celtis* y *Pistacia*, que en otros sitios preceden o marcan el inicio de un interglacial. En TD.7 dos muestras contenían pólenes de *Quercus*, pinos, cupresáceas, acebuche y vid, una con álamo, otra con haya y saúco: indican por un lado óptimo térmico, por otro humedad con tendencia estacional. Un bosque abierto de Cupresáceas, *Quercus*, *Pinus* y acebuche se enrique-

ce con castaños y sauce en una muestra de TD. 8; dominan los pinos entre el abundante polen arbóreo (56%), indicando clima fresco más húmedo que el actual. Casi a techo de TD. 8 se presenta una vegetación más de prado y montaña que de estepa, con gramíneas, fabáceas y brezos, y arbolado escaso pero diverso. Es una asociación transicional, donde la presencia de *Pistacia* entre *Acer*, *Olea*, con pocas Cupresáceas, hayas, *Phyllirea* y alguna hiedra indican la llegada del Interglacial. En base o por debajo de TD.10 encuentra la autora citada primero un bosque de *Quercus* y *Pinus* con *Olea*, parecida al de tramos inferiores con indicadores de humedad, y luego un aumento del pinar (hasta 80%) con pérdida de gramíneas y ericáceas, como indicación de clima más frío y árido. En la Galería, unidad GIII, comienza el paisaje con una asociación de *Quercus*, inclusive caducifolios, con *Fagus*, *Betula*, *Alnus* y sotobosque de ericáceas, que indican un clima templado y más húmedo que el actual, como el de comarcas más al norte; éste se empobrece en el tramo siguiente, y pasa luego a un bosque de *Quercus* con acebuche indicando un clima templado, menos húmedo (o de tipo más mediterráneo). Sigue a ésta una vegetación esteparia —tipo páramo ibérico— de Asteráceas ligulifloras dominantes sobre las Poáceas, con manchas de pinar, que revela clima frío y continental. A techo, la serie contiene pólenes de un bosque de *Quercus* con *Olea* y *Pistacia*, de tipo por lo tanto mediterráneo y de comienzo de interglacial: esta asociación parece en efecto preceder inmediatamente a la discordancia y la costra de episodio cálido que suceden a la Unidad GIV. Estos estudios no se han limitado a la obtención de diagramas polínicos; han aplicado métodos numéricos de análisis multivariante sobre tipos asociativos característicos. Los paisajes así determinados por las series polínicas, tanto la larga y discontinua de TD como la corta y continua de GIII-IV, sirven para contrastar las inferencias de la serie sedimentaria y los caracteres de la secuencia paleofaunística: los resultados son bastante coherentes, pues acusan bien no sólo los ciclos de fluctuación térmica y los comienzos de interglacial, sino también la alternancia de influjos atlánticos y mediterráneos o continentales, y muy claramente los períodos de alta humedad y de aridez señalados arriba. Permiten quizás una mayor apreciación de cambios climáticos que los sedimentos un tanto monótonos, de tipo “Paela”, en la Unidad GIII-IV, que indican heladas invernales más o menos crudas y prolongadas, lluvia estacional variable, y veranos variables. Es por ahora difícil apreciar el valor del registro en unas muestras con escaso polen en la Sima de los Huesos (García Antón, 1987).

Análisis tafonómicos y paleoecología

Constituyen una importante novedad, entre los estudios sobre materiales fósiles de Atapuerca, los que se refieren a análisis zooarqueológicos, y los tafonómicos y de alteración de los materiales esqueléticos. Algunos de éstos, los que se hacen sobre fósiles de grandes vertebrados, son relevantes en arqueología prehistórica y en el dominio de la paleoecología y paleoeconomía humana (Díez, 1990; 1992a). Rosas (1990) llama la atención

sobre unos montones de fósiles de pequeños vertebrados muy localizados. Los estudios sobre pautas de alteraciones en fósiles de roedores constituyen una gran novedad de los últimos años: Atapuerca es uno de los primeros yacimientos del mundo en que se aplican, después de Westbury en el Reino Unido (Fernández Jalvo, 1992). En Atapuerca, los análisis sobre pautas de fragmentación y digestión, alteraciones mecánicas y químicas de los fósiles de roedores han conducido a la identificación de especies predatoras y de diversos tipos de hábitos en relación con cavidades naturales —el búho real, búho chico, lechuza, cernicalo, cárabo, zorro, o en algunos casos aves o alimañas indeterminadas—, de interés evidente para la reconstrucción paleofaunística y paleoecológica (Fernández-Jalvo y Andrews, 1992). También ha sabido Fernández-Jalvo (1989ab; 1990) relacionar inferencialmente algunas de las alteraciones observadas con procesos y situaciones específicas en la evolución del karst: ello proporciona un valioso instrumento de contraste con otras disciplinas y métodos para el estudio de cuevas, que valdrá la pena seguir en futuros estudios, y se habrá de aplicar a las inferencias paleoclimáticas.

INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA Y ZOOARQUEOLÓGICA EN ATAPUERCA

Cuestiones y métodos de estudio en los objetos paleolíticos

En materia de arqueología prehistórica, preexistían unas notas (F. Jordá, 1965; Osaba, 1964; 1978) sobre los primeros hallazgos de utensilios líticos en la trinchera del ferrocarril de Atapuerca, sin referencia precisa, y otras (Urribarri y Apellániz, 1975; Apellániz, 1978; 1979; Apellániz y Domingo, 1987; Apellániz y Urribarri 1976) sobre la Galería del Sílex, protohistórica. Desde que comenzaron las campañas del actual programa, y aun cuando los hallazgos de artefactos paleolíticos no eran muy cuantiosos, al principio, han visto la luz unos veintiocho trabajos, entre ellos dos pequeños volúmenes monográficos (Martín-Nájera, 1990; Carbonell *et al.*; 1992b); unos pocos son más bien de extensión cultural sobre aspectos metódicos de la excavación en general, de noticia o referencia breve (Carbonell *et al.*, 1986; Carbonell, 1987; Aguirre, 1989b; 1991d). Sobre preservación de distintos tipos de objetos en relación con la problemática y técnicas de excavación trata Laborde (1986; 1987). La mayoría de los trabajos sobre la industria lítica de Atapuerca desarrollan la metodología del análisis operacional, con el estudio de las cadenas operativas esenciales (Carbonell *et al.*, 1992a), el desarrollo de matrices morfogenéticas, ampliando el método llamado "lógico-analítico" (Carbonell *et al.*, 1992bc), y profundizan, siempre reuniendo la práctica experimental y el análisis, en la dependencia entre las variantes de los movimientos combinados que componen y distinguen el procedimiento de talla y la diversidad morfológica final de los artefactos (Mosquera y Carbonell, 1992; Mosquera y Rosas, 1992). Los estudios, en progreso, sobre elección, variedad y procuración de materia prima lítica (Martín Nájera *et al.*, 1991) y sobre marcas o trazas de uso en los filos útiles de los objetos (Sala, Giralt, 1992) vienen a completar la vía metódica para investigar en todos sus pasos y aspectos lo que era la actividad tecnológica instrumental en aquellos tiempos del Paleolítico Inferior, desde el punto de vista de la transformación de la materia, hasta el de la economía y eficacia en esta actividad, y el desarrollo psicológico y social de los operadores (Carbonell *et al.*, 1987a,c; 1990; 1993).

Uso del espacio y de recursos y calibración cronológica

Por otra parte, se lleva a la práctica como ya es corriente el estudio de los suelos de excavación, con análisis de las variables zooarqueológicas, crítica de la representatividad de los horizontes originales, y señales de alteración en los materiales óseos, con objeto de identificar, si las hay, las trazas de actividad humana sobre los animales o sus despojos y sobre las condiciones físicas del microespacio (Carbonell *et al.*, 1987b; Díez *et al.*, 1986; Díez, 1992ab). Se han definido en estos trabajos rasgos importantes en el conocimiento y aprovechamiento diferenciado de una variedad de materiales pétreos (Martín Nájera *et al.*, 1991), modos definidos en la explotación de los núcleos y la geometría de los utensilios con diferencia en al menos tres estadios distintos del registro de Atapuerca. También se demuestra por vez primera la utilización de reses caídas en trampa natural. No se ha comprobado caza propiamente —hasta la fecha—, ni transformación sensible del espacio; sí estancia esporádica en las cavidades, sin penetración profunda en ellas. La actividad de talla es ocasional, más frecuente en las cavidades más abiertas o cerca de la entrada. En trabajos recientes y en curso (Rosell, 1992; Moreno, 1993) se aborda el estudio de las marcas de acción antrópica sobre huesos en niveles de la Galería y de Gran Dolina, tanto las de descarnación como las de posible servicio instrumental de huesos rotos. Se trata asimismo de averiguar el orden de aprovechamiento de los animales caídos en la dolina y de su carroña, si primero los cánidos y luego los humanos o viceversa, y se detecta una actividad instrumental accesoria en esa situación, constatando una abundancia notable de vestigios líticos del nivel siglado en el campo como TG10A. Este nivel corresponde en realidad a la base de TG11 (CTS.3 ó GIII); le subyace una fase erosiva y comprende intervalos no deposicionales, o con aportes de material sedimentario muy esporádicos y peculiares. En estas condiciones, los restos esqueléticos yacentes en un suelo kárstico quedan expuestos, se alteran y se destruyen, y esto ocurrió aquí durante un período bastante largo; los primeros depósitos finos de una nueva etapa predominantemente deposicional impiden la destrucción y facilitan así la fosilización de la última tanda de huesos de animales allí caídos o dejados por los carroñeros. Estos solos, los últimos, representan, como muestra seleccionada, la parte de fauna que por allí merodeó durante un período de probablemente, bastantes milenios, quizás una decena de milenios o más. No ocurre lo mismo con los artefactos de piedra allí abandonados por los merodeadores humanos: éstos no se destruyen, sino que se conservan todos los allí dejados a lo largo de ese período, no sólo los últimos. Se constata, pues, una distinta calibración del valor representativo del registro fósil en el sentido cronológico, según sean los ritmos sedimentarios, esto es según su carácter periódico y la magnitud temporal de las discordancias o intervalos no deposicionales, que, por otra parte afectan de modo diferente al registro de materiales líticos. Es ésta una cuestión de sumo interés.

La proporción de objetos instrumentales líticos relativa a la cantidad de restos esqueléticos de fauna, o su número de individuos, en un horizonte que representa una discordancia estratigráfica de larga duración, no es comparable con la proporción numérica de objetos líticos relativa a los números de restos óseos en estratos con sedimentación más regular o constante; ni tampoco con las proporciones que se constatan en horizontes representativos de fases interdeposicionales más breves, de orden circamilenario (entre poco menos de mil años y unos pocos milenios). Este es el caso, y éste puede haber sido el ritmo de los ciclos de deposición e interdeposicionales que se refleja en los horizontes con restos relativamente abundantes de grandes mamíferos y escasos objetos líticos de la Unidad GIII (antiguo TG.11), que se anotaron en el campo como suelos de utilización antrópica, con las siglas GSu-1 al 10. El GSu-11 y el intervalo interdeposicional que

representa, pueden tener carácter intermedio entre GSu-12 y los GSu-1 a 10, más rítmicos, representativos de ciclos ambientales —climáticos y sedimentogenéticos— de orden menor. También en estos horizontes, los utensilios y cantos pueden haber sido depositados sucesivamente, por varias generaciones o a lo largo de siglos, mientras que los fósiles, en su mayor parte, serán del final de ese intervalo. Por todo ello, salvo en los casos en que se tiene evidencia de tratarse de una ocupación o actuación única y singular, por gentes estrictamente contemporáneas, o en corto lapso de tiempo, no tiene sentido querer obtener información arqueológica de la distribución de los restos líticos en relación con la de restos óseos; no son comparables, como no lo son las proporciones numéricas de los lapsos de tiempo representados. El arqueólogo necesita conocer en detalle la interpretación de la dinámica sedimentaria y episedimentaria de sus materiales fosilizantes, pero se advierte la dificultad de comprensión diferenciada y de traducción de los lenguajes de referencia a “niveles” y “horizontes” arqueológicos y estratigráficos.

Merece resaltarse la investigación del uso diferencial de las cavidades conforme a la evolución de las mismas e inclusive en una misma época. La extensión de estos estudios en cavidades próximas tanto en niveles homocronos como en la sucesión cronológica representada en este mismo lugar de Atapuerca contiene una oferta para la reconstrucción de la vida de estos pobladores paleolíticos y sus cambios hasta ahora sin parangón.

OTROS RESULTADOS Y EXPECTATIVAS

Los estudios preliminares y los primeros resultados e interpretaciones sobre los fósiles mesopleistocenos de Atapuerca-Ibeas, su marco estratigráfico, cronológico y paleoambiental, en particular sobre los fósiles humanos y las evidencias arqueológicas y tafonómicas de actividad humana se presentaron y se han podido discutir en diversas reuniones de científicos, nacionales e internacionales, en estos primeros años de excavaciones y estudio en el Pleistoceno de Atapuerca.

A fines de 1976, E. Aguirre expuso en las III Jornadas de Arqueología y Prehistoria de Morella el hallazgo de fósiles humanos, y su expectativa y proyecto de intervención en Atapuerca y estudio comparativo.

En 1977 se presentó una descripción de los primeros restos mandibulares en el *VIII Panafrikan Congress of Prehistory and Quaternary Studies*, en Nairobi (Aguirre *et al.*, 1980). El año siguiente se reunió en Burgos y visitó los sitios, aún no excavados, la Subcomisión para Europa Occidental de la *Commission "Palaeoecology of Early Man"* de la Unión Internacional para estudio del Cuaternario (INQUA).

En 1982 se presentaron comunicaciones, no publicadas, en el *XI INQUA Congress*, Moscú (Aguirre, 1982) y en el *I Congrès International de Paleontologie Humaine*, en Niza (Schwarcz, 1982). Un año más tarde se participó con dos trabajos en el III Congreso de la Sociedad Española de Antropología Biológica (SEAB) en Santiago de Compostela (Aguirre, 1983a; Bermúdez de Castro y Arsuaga, 1983a), y dos años más tarde en el *Taung Diamond Jubilee International Symposium*, en Johannesburgo y Mmabatho (Aguirre y Rosas, 1985) y en el IV Congreso de la SEAB, en Barcelona (Martínez y Arsuaga, 1985; Pérez y Bermúdez de Castro, 1985; Rosas, 1985). Este mismo año, A. Sánchez (1987b) presentó el registro aviano de Atapuerca en una mesa redonda internacional sobre evolución de las aves, en Lyon.

Esta actividad se diversificó un año después, con participaciones en un “Coloquio sobre el microespacio” en Teruel (Díez *et al.*, 1986), en la “VI Reunión de la Asociación Europea de Paleopatología” en Madrid (Pérez *et al.*, 1986), en

el *Colloque International "L'Homme de Neandertal"*, Lieja, 1986 (Roth, 1988), en el “IX Congreso Internacional de Espeleología”, Barcelona (Torres, 1986) y en una *Réunion annuelle des Sciences de la Terre*, en Clermont-Ferrand (Gil y Sesé, 1991).

En 1987 se presentaron varias comunicaciones en el *2ème. Congrès International de Paléontologie Humaine*, en Turín (Aguirre *et al.*, 1987b; Martínez *et al.*, 1987; Rosas *et al.*, 1987 —que se publicaron resumidas en un solo capítulo, Aguirre *et al.*, 1989—, y Roth, 1989), en el *XII INQUA Congress*, Ottawa (Aguirre *et al.*, 1987d; Carbonell *et al.*, 1987d), y en los congresos nacionales VII de la Asociación Española del Cuaternario (AEQUA) Santander (Aguirre *et al.*, 1987c), 18.º de Arqueología (Carbonell *et al.*, 1987b) y 5.º de la SEAB en León (Rosas y Bermúdez de Castro, 1987). También en 1987 se celebró un coloquio conmemorativo del Centenario del descubrimiento de la mandíbula humana de Banyoles en esta ciudad: se presentaron trabajos con tratamiento más extenso sobre las mandíbulas de Atapuerca (Rosas, 1993), y se contó con sus rasgos y evidencias en otros varios (Lalueza *et al.*, 1993; Lumley *et al.*, 1993; Roth y Simón, 1993; F. Sánchez, 1993).

En 1988 se participó en la “I Reunión nacional de la Asociación Española de Paleopatología”, en Logroño (Pérez, 1988). El año siguiente hubo comunicaciones al VI Congreso nacional de la SEAB, Bilbao, 1989 (Arsuaga y Martínez, 1991; Carretero 1991; Gracia, 1991; Pérez, 1991a; Rosas, 1991a), en el *114e. Congrès des Sociétés Savantes "Les premiers européens"*, París, 1989 (Aguirre, 1991d), además de la “II Reunión de Cuaternario Ibérico”, en Madrid, con una de las Excursiones del Congreso, la C-5, para la que se editó un libro-guía (Aguirre y Fernández-Jalvo, 1989) con varias secciones (Aguirre, 1989c; Fernández-Jalvo, 1989ab; Ortega, 1989; B. Sánchez, 1989; Arsuaga *et al.*, 1989; Díez, 1989).

Las participaciones con trabajos sobre Atapuerca, o en que se valoraban aspectos de Atapuerca en contexto más amplio, fueron en 1990, en el *Ve. Colloque International sur le silex* (Carbonell, *et al.*, 1990), en una “Reunión hispanosoviética de prehistoriadores” de la Academia de Ciencias de Moscú y el CSIC, en Madrid-Santander-Granada (Aguirre, 1993bc), en un simposio sobre “Nuestros orígenes” en homenaje a Severo Ochoa, Oviedo (Aguirre, 1991a), en una primera “Reunión sobre Tafonomía y Fosilización”, en Madrid (Fernández-Jalvo, 1990; Rosas, 1990; Aguirre, 1992b).

La actividad en 1991 se repartió entre el *VI Flint International Symposium*, en Bilbao-Madrid-Granada (Martín Nájera *et al.*, 1991), un *NATO Advanced Research Workshop "Correlation Records of the Past"* sobre transición de interglacial a glacial, en Cabo Blanco, Mallorca (Aguirre y Hoyos, 1992), el *XIII INQUA Congress*, en Beijing (Aguirre, 1991bc; Aguirre y Fernández-Jalvo, 1991), el VIII Congreso de la AEQUA, Valencia (Pinilla *et al.*, 1991), y el Simposio del Instituto Senckenberg “100 years of Pithecanthropus - The Homo erectus problem”, en Frankfurt (Bermúdez de Castro, 1991; Rosas, 1991b; Aguirre, 1994ab).

En 1992, el “equipo de Atapuerca” participó en la “2.ª Reunión Nacional de Geoarqueología”, Madrid (Díez, 1992b; Carbonell *et al.*, 1992a; Bergamín *et al.*, 1992; además del Libro-Guía para una visita al yacimiento por Bermúdez de Castro *et al.*, 1992) y organizó una Mesa de trabajo Internacional para debatir las cuestiones de evolución humana en Europa presentando las aportaciones de los estudios en curso sobre los hallazgos de Atapuerca e Ibeas. Se mantuvieron “Jornadas”/Workshop en el castillo de La Mota, Medina del Campo, en las que participaron con comunicaciones 32 estudiosos, la mitad de ellos de distintos países y, además de coloquios y examen de piezas, se visitaron los yacimientos (se está imprimiendo un libro en dos idiomas con los trabajos). También hubo una participación en las Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología (Cervera, 1992).

En 1993 se ha participado en el VIII Congreso de la

SEAB, Madrid (Aguirre, 1993d), en el 2.º nacional de Paleopatología, Valencia, y en el III Congreso de Cuaternario Ibérico, Coimbra, con varias aportaciones sobre Atapuerca.

Desde los primeros hallazgos y trabajos se fueron dando a conocer los resultados preliminares y de progreso en revistas dedicadas a la extensión del conocimiento científico en España y otros países (Aguirre, 1978; 1985; 1988b; 1989d; Arsuaga, 1993ab; 1994; Carbonell y Enamorado, 1987; Sacristán, 1990; 1991; 1992a,b; Inada, 1991); en enciclopedias (Aguirre, 1977; 1981); en opúsculos de divulgación (Aguirre, 1978; Aguirre y Dorda, 1991; Corral *et al.*, 1991) en algunos artículos de prensa diaria (Aguirre, 1990; Arsuaga *et al.*, 1994b) y fueron objeto de un extenso reportaje en un semanario (Arsuaga, 1993a; Nieves y Mendoza, 1993). A lo largo de varios años, se atendió a las demandas de información sobre los hallazgos en la temporada de excavaciones por parte de los medios de comunicación dedicando un día a rueda de prensa y visita de equipos de radio y televisivos; se evitaban así el favorecer a uno de ellos con la primicia informativa y las interrupciones repetidas en las tareas de excavación.

Por iniciativa de colegas del Museo Británico de Historia Natural, se proyectó y montó una unidad museística sobre Atapuerca en el marco de una exposición itinerante sobre la humanidad fósil en Europa "*First Europeans/Primeros Europeos*" por colaboración de los dos museos, el Nacional de Ciencias Naturales de Madrid y el de Historia Natural de Londres (Seagrif, 1993). Bilingüe íntegramente, cuenta esta exposición con traducciones a otros cinco idiomas. Inaugurada en octubre de 1992 en Londres y en marzo de 1993 en Madrid, la magnitud y la importancia de los hallazgos de Atapuerca fueron recogidas y divulgadas en la prensa británica por los comentaristas científicos de "The Guardian", "The Observer", "The Independent", "The Sunday Express" y en "The New Scientist" a lo largo de aquel mes, y en la prensa de otros países. También en la Exposición mundial de Sevilla de 1992 hubo un espacio monográfico sobre Atapuerca en el Pabellón de Castilla y León. Finalmente, y como exponente de la extensión del conocimiento científico que deriva de los hallazgos de la Sierra de Atapuerca y de su estudio, así como del eco social de estos trabajos, cabe mencionar la creación, por algunos vecinos de Ibeas de Juarros, de una "Asociación Cultural de Amigos del Hombre de Ibeas y Atapuerca" (ACA-HIA). Esta asociación ya ha conseguido crear un Museo local en Ibeas de Juarros y editar un libro de divulgación científica (Domingo, 1993).

Desde otro punto de vista, cabe recordar el rendimiento que han tenido hasta ahora los yacimientos de Atapuerca e Ibeas en la formación de jóvenes investigadores. Hasta la fecha, proporcionó materia para seis tesis en Paleontología —las de Enrique Gil, Enrique Soto, Marta Ceballos, Antonio Rosas, Begoña Sánchez Chillón, Yolanda Fernández Jalvo—, seis en Arqueología paleolítica —de Aurora Martín Nájera, Marina Mosquera, Xosé Pedro Rodríguez, Victoria Moreno, Carlos Lorenzo y J. Rosell—, y una en Conservación y Restauración, de Ana Laborde. Se han concluido cinco tesis doctorales, las de E. Gil (1986), Mercedes García Antón (1989), Juan Carlos Díez Fernández-Lomana (1992), Yolanda Fernández Jalvo (1992) y Antonio Rosas (1992), en las Universidades de Zaragoza, Autónoma de Madrid y Complutense de Madrid, en diversas Facultades. Se han incluido materiales de Atapuerca, al menos en otras cuatro, las de T.J. Torres Pérez-Hidalgo (1984), Christophe Falguères (1986), Paloma Sevilla (1986), Josefa Enamorado (1992). Este curso 1994-95 puede doblarse el número de tesis doctorales sobre materiales de Atapuerca e Ibeas que significan avances considerables en varias de estas disciplinas. Hay otro lote de trabajos científicos a punto de salir de la imprenta, y un libro multiautor.

El potencial de los depósitos en karst de la Sierra de Atapuerca está muy lejos de agotarse. En Sima de los Huesos queda por excavar gran parte del corredor, quizás menos

fértil, y gran parte también de la acumulación mayor de fósiles humanos, además de cavidades próximas cegadas anejas a la Sala de los Cíclopes y la parte próxima a los derrumbes y la abertura obstruida. En el Complejo Tres Simas y en Gran Dolina sólo se ha intervenido en una extensión muy limitada; en este último sitio, quedan tramos fertilísimos por debajo de lo excavado, y en uno y otro sistema, incluido el Penal, falta excavar en cavidades cegadas y en proximidad de las antiguas entradas. La Sima del Elefante y la Galería Baja de Cueva Mayor reservan importantes novedades, y, lejos de estos aparatos, el de La Ciega también dará sorpresas. Valdrá la pena intentar la correlación de los depósitos de terrazas con los de las cuevas en la región. Habrá que trabajar todo esto, sin prisa y sin descuido, y creará un acervo excepcional, no sólo de datos, sino de conocimientos precisos e integrados en paleogeografía, paleoclimas, faunas, paisajes y recursos, evolución biológica, cultural, sociolaboral y psicológica de unas poblaciones humanas en el último millón de años. Por otra parte, no se puede descartar la expectativa de hallar registros de Paleolítico medio y superior en estas cavidades, ni la de que existan registros semejantes no explorados aún en otras regiones.

AGRADECIMIENTOS

Aun a riesgo de repetirme, quiero, una vez más, reconocer los principios de este trabajo debidos a T.J. Torres, A. Cobo y C. Puch que me comunicaron sus descubrimientos en 1976. Las primeras ayudas fueron las de J.M. Basabe, Ph. V. Tobias, y luego de M. Antoinette y Henri de Lumley: éstos me atendieron en el Laboratoire de Paléontologie Humaine et Préhistoire de la Universidad de Provenza en Marsella, y gracias a una beca del Programa de Cooperación científica entre España y Francia. Muy importante fue el apoyo de Manuel Hoyos Gómez en la elaboración del primer proyecto, en 1976. Pude estudiar mandíbulas humanas fósiles en el I.L.L.M.I.A.P., Nairobi en 1977 gracias a una invitación de Richard E. Leakey y B. Ogot. En 1978, gracias a una ayuda preliminar de la CAICYT, y con un grupo de estudiantes, desbrozamos el terreno y levantamos coluviones y suelos recientes despejando el techo de los depósitos mesopleistocenos de la Sima Norte y Gran Dolina y se hicieron los primeros muestreos; desde entonces conté con la ayuda de E. Carbonell en la logística y la dirección de las excavaciones. El proyecto ha sido subvencionado sucesivamente por la C.A.I.C.Y.T. 3228/79 y 1849/82 y la DGICYT, luego CICYT, con la ayuda 86-88/0615-CO3, proyecto coordinado con E. Carbonell, J.L. Arsuaga y J.M. Bermúdez de Castro como codirectores.

Aportaron ayudas a gastos de excavación la Subdirección General de Arqueología, del Ministerio de Cultura, hasta 1984, y desde ese año la Dirección General del Patrimonio Cultural de la Consejería de Cultura de la Junta de Castilla y León. Esta última patrocinó, con los Museos de Historia Natural de Londres y Madrid, la Mesa de Trabajo o *Workshop* internacional en el Castillo de la Mota, Medina del Campo, en 1992, y la Exposición sobre "Los Primeros Europeos". Una Acción Integrada Hispano-Británica permitió un intercambio y colaboración fecundos con la Universidad de Liverpool y luego con el Museo de Historia Natural de Londres (1989-1990): fueron fructíferas desde entonces las colaboraciones con B. Wood, con P. Andrews y C. Stringer, P. Chamberlain, N. Moloney y A. Turner. En 1983 nos ayudó participando en las excavaciones Takashi Inada, y en varias campañas H. Roth, M. Shanouni y M. Domínguez. En tareas geológicas L. Luque y J. Jordá; en los últimos años trabaja eficazmente en dataciones J. Bischoff. Nuevos contactos se traducirán en

nuevos sectores de avance junto con otros equipos de estudios gracias al estímulo de C. Bernis, D. Turbon, I. de Andrés, C. Cavada. La *Louis Leakey Foundation* subvenció estudios en Londres y Washington de Y. Fernández Jalvo. Ha sido de mucho peso en las tareas de estos años el apoyo y el estímulo de las autoridades municipales y los vecinos de Ibeas de Juarros, y la comprensión de los de Atapuerca; también la ayuda logística de los mandos militares en la zona, y muy especialmente, el entusiasmo de los jóvenes y fundadores de ACAHIA, que consiguieron en 1993 hacer realidad el sueño de un Museo monográfico en Ibeas de Juarros como foco de estudio y para difundir estos conocimientos.

BIBLIOGRAFÍA

El carácter de recopilación, o puesta al día, de este artículo, ha aconsejado reunir todo lo publicado hasta entrado 1994 en relación con el continuado proyecto sobre los sitios pleistocenos del karst de Atapuerca. Los trabajos anteriores a 1978 se distinguen con dos asteriscos (**); los que versan sobre yacimientos, en este karst, del Holoceno, con un asterisco (*). (a) significa que se cita un resumen de congreso; (b) referencia a Atapuerca en un trabajo sobre tema más comprensivo; (c) crónica o noticia; (d) trabajo de divulgación o didáctico; (e) artículo de enciclopedia.

- Abásolo, J. A. y Ruiz Vélez, I. 1977. *Carta arqueológica de la provincia de Burgos. Partido Judicial de Burgos*. Diputación Provincial de Burgos, Burgos, 16-19, 34 y 162. (b)**
- Aguirre, E. 1977. *El hombre fósil de Atapuerca, Libro del Año 1977*. Salvat, Barcelona, 241-243. (e)
- Aguirre, E. 1978. Homo de Atapuerca. *Investigación y Ciencia* (Novbre. 1978): 54-56. Reimpreso In: *Paleontología humana* (E. Aguirre, Ed. 1988). Prensa Científica, Colección. Libros de Investigación y Ciencia, Barcelona. (d)
- Aguirre, E. 1981. Hombres fósiles. *Gran Enciclopedia del Mundo. Apéndice, 24*. Durvan, Bilbao, 483-487. (e)
- Aguirre, E. 1982. Evolutionary trends in Mesopleistocene Fossil Men. *XI INQUA Congress, Moscow 1982. Abstracts, 1, 9*. (a)
- Aguirre, E. 1983a. El hombre fósil de Atapuerca. *III Congreso de Antropología Biológica de España. Santiago de Compostela 4-8 Julio 1983. Actas y Comunicaciones, 764-774* (preimpreso).
- Aguirre, E., 1983b. El proyecto Atapuerca-2 y los Pobladores de la Meseta en el Pleistoceno medio. *Kaite* (Burgos), 3, 71-89.
- Aguirre, E. 1984. Ibeas de Juarros. 7.4. Atapuerca-2. *Arqueología 83*. Ministerio de Cultura, Madrid, 122. (c)
- Aguirre, E. 1985. Nouveaux fossiles humains a la Sierra d'Atapuerca, Espagne. *L'Anthropologie* (París), 89, 145. (c)
- Aguirre, E. 1986. El hombre fósil de Ibeas y los yacimientos pleistocenos de la Sierra de Atapuerca (Burgos). *Tribuna d'Arqueología* (Barcelona), 1984-1985, 7-13.
- Aguirre, E. 1987. Los yacimientos mesopleistocenos en cavidades de la Sierra de Atapuerca. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 15-36.
- Aguirre, E. 1988a. Crónica y desarrollo de la Paleontología humana. In: *Historia de la Paleontología* (B. Meléndez, Ed.). Real Academia de Ciencias, Madrid, 89-119. (b)
- Aguirre, E. 1988b. Ibeas Man. Menschenfunde aus den Höhlen von Atapuerca. *Archäologie in Deutschland* (Stuttgart), 3, 27-30. (d)
- Aguirre, E. 1989a. Vertebrados del Pleistoceno continental. In: *Mapa del Cuaternario de España. Escala 1:1.000.000*. I.T.G.E. (E. Llorente, Ed.), Madrid, 47-69. (b)
- Aguirre, E. 1989b. Els primers pobladors de l'Espanya peninsular. *Cota Zero* (Vic), 5, 47-46. (b)
- Aguirre, E. 1989c. Contexto geológico y estratigrafía preliminar de los yacimientos kársticos de la Sierra de Atapuerca. In: *Excursión G5: Sierra de Atapuerca (Burgos). Sima de los Huesos. 2.ª Reunión del Cuaternario Ibérico* (E. Aguirre y Fernández-Jalvo, Eds.). AEQUA, GTPEQ, Madrid, 17-25.
- Aguirre E. 1989d. Excavaciones en Ibeas y la humanidad fósil. *Ibeas 89. Fiestas de San Miguel, 29-30 sep. 1 oct*. Burgos. (d)
- Aguirre, E. 1990. Los yacimientos de Ibeas y Atapuerca. *El Correo Español-El Pueblo Vasco*. 9 Septiembre. (d)
- Aguirre, E. 1991a. Origen y desarrollo del género humano: evidencias, modelos y aporías. In: *Nuestros orígenes: El Universo, la vida, el hombre* (A. Fernández-Rañada, Ed.). Fundación Areces, Oviedo, Madrid, 343-391. (b)
- Aguirre, E. 1991b. Ibeas fossil humans, Sierra de Atapuerca, Spain. *INQUA XIII International Congress, August 2-9, 1991, Beijing. Abstracts, 3*. (a)
- Aguirre, E. 1991c. Atapuerca Mid-Pleistocene fossil-bearing karst deposits. *INQUA XIII International Congress, August 2-9, 1991, Beijing. Abstracts, 4*. (a)
- Aguirre, E. 1991d. Les premiers peuplements humains de la Péninsule Ibérique. In: *Les premiers européens* (Bonifay, E., Vandermeersch, B., Eds.). C.T.H.S., París, 143-150. (b)
- Aguirre, E. 1992a. Atapuerca: land change, caves and humans over Middle Pleistocene. *Journal of Human Ecology* (Madrid), 2(3)-3(1), 227-270.
- Aguirre, E. 1992b. Horizontes de la Tafonomía en Ciencias de la Tierra y de la Vida. In: *Conferencias de la Reunión de Tafonomía y fosilización* (S. Fernández López, Ed.), 17-32. Madrid, Editorial Complutense, Madrid, 17-32. (b)
- Aguirre, E. 1992c. Paleontología humana en España. In: *Origen y evolución del hombre. Zaragoza* (E. Molina, Ed.). S.I.U.Z. Cuadernos Interdisciplinares, n. 2, Zaragoza, 11-36. (b)
- Aguirre, E. 1993a. Fósiles humanos en la Península Ibérica. Fossil humans in the Iberian Peninsula. In: *Primeros Europeos/First Europeans* (R. Seagrief, Ed.). Museo Nacional de Ciencias Naturales-The Natural History Museum, London-Madrid, 40-45. (d)
- Aguirre, E. 1993b. Paleontología humana y prehistoria en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. In: *Teoría y práctica de la Prehistoria: perspectivas desde los extremos de Europa. Theory and practice of Prehistory: views from edges of Europe* (M. J. Martínez-Navarrete, Ed.). Universidad de Cantabria, C.S.I.C., Santander, 103-127 (bilingüe). (b)
- Aguirre, E. 1993c. Neandertales y evolución humana en Eurasia. Enfoques actuales de estudio y controversia. In: *Teoría y práctica de la Prehistoria: perspectivas desde los extremos de Europa. Theory and Practice of Prehistory: views from edges of Europe* (M. I. Martínez Navarrete, Ed.). Universidad de Cantabria, C.S.I.C., Santander, 129-158 (bilingüe). (b)
- Aguirre, E. 1993d. Facts, dates and theory on the origin of modern humans. *Journal of Human Ecology* (Madrid), 4, 3-36.
- Aguirre, E. 1994a. Dating the Ibeas Humans: Attempts and Question Marks. *Courier Forschungs-Institut Senckenberg*, 171, 197-204.
- Aguirre, E. 1994b. *Homo erectus* and *Homo sapiens*: One or More Species? *Courier Forschungs-Institut Senckenberg*, 171, 333-339.

- Aguirre, E., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Ceballos, M., Díez, C., Enamorado, J., Fernández-Jalvo, Y., Gil, E., Gracia, A., Martín-Nájera, A., Martínez, I., Morales, J., Ortega, A. I., Rosas, A., Sánchez, A., Sánchez, B., Sesé, C., Soto, E. and Torres, T. J. 1990. The Atapuerca sites and the Ibeas Hominids. *Human Evolution*, 5, 55-73.
- Aguirre, E., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Ceballos, M., Díez, C., Enamorado, J., Fernández, Y., Gil, E., Martín-Nájera, A., Martínez, I., Rosas, A., Sánchez, A. et Sánchez, B. 1987a. Occupations humaines au Pleistocène moyen dans la Sierra d'Atapuerca (Ibeas, Burgos, Espagne). *L'Anthropologie*, 91, 29-44.
- Aguirre, E., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carretero, M., Gracia, A., Martínez, I., Pérez, P. J. et Rosas, A. 1991a. Les Hominidés fossiles d'Ibeas, mise à jour de l'inventaire. *L'Anthropologie*, 95, 473-500.
- Aguirre, E., Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Gracia, A., Martínez, I. and Rosas, A. 1989. Human remains from Atapuerca-Ibeas (Burgos, Spain). In: *Hominidae* (G. Giacobini, Ed.). Jaca Book, Milano, 251-255.
- Aguirre, E., Arsuaga, J. L. Bermúdez de Castro, J. M., Martínez, I. y Rosas, A. 1986. Los fósiles humanos de Ibeas (Sierra de Atapuerca, Burgos). Inventario y determinación del número mínimo de individuos. *Estudios Geológicos* 42, 511-519.
- Aguirre, E., Basabe, J. M. y Torres, T. 1976. Los fósiles humanos de Atapuerca (Burgos): Nota preliminar. *Zephyrus* (Salamanca), 26-27, 489-511.
- Aguirre, E. y Bermúdez de Castro, J. M. 1991. Ibeas (Atapuerca). In: *Hominid remains, an update. N.º 4, Spain* (R. Orban, Ed.). U.L.B., Bruxelles, 42-51.
- Aguirre, E., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Ceballos, M., Enamorado, J. and Rosas, A. 1987b. Human occupation, fossils and karst deposits of Atapuerca (Spain). *2ème Congrès International de Paléontologie Humaine*. Turin (Italie). Résumés des Communications. UNESCO, Torino, 154. (a)
- Aguirre, E., Bermúdez de Castro, J. M., Carbonell, E., Ceballos, M., Enamorado, J. y Rosas, A. 1987c. Cronología y correlaciones estratigráficas de la trinchera de Atapuerca y Sima de Ibeas. *VII Reunión sobre el Cuaternario, Santander*. AEQUA, Santander, 3-6.
- Aguirre, E., Bermúdez de Castro, J. M., Enamorado, J. and Rosas, A. 1987d. Mid-Pleistocene fossiliferous karst deposits of Atapuerca, Spain. *INQUA XII International Congress, Ottawa, Canada. Abstracts*. (a)
- Aguirre, E., Bermúdez de Castro, J. M., Martínez, I., Rosas, A. 1987e. Los fósiles humanos de la Sima de los Huesos (Cueva Mayor): inventario y número mínimo de individuos. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 219-225.
- Aguirre, E., Carbonell, E. y Bermúdez de Castro, J.M. (Eds.). 1987f. *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca. I*. Valladolid, Consejería de Cultura, Junta de Castilla y León, 439 pp.
- Aguirre, E. y Dorda, J. 1991. Los Primates: un orden precoz en la clase mamíferos. In: *Historia de la Vida* (E. Aguirre, C. Diéguez, J. Dorda, A. Montero, J. Morales, J. L. Sanz, D. Soria, Eds.). CSIC, Madrid, 58-68. (d)
- Aguirre, E. y Fernández, Y. (Eds.). 1989. *Excursión C-5: Sierra de Atapuerca (Burgos). Sima de Ibeas, 2.ª Reunión del Cuaternario Ibérico*. AEQUA-GTPEQ, Madrid.
- Aguirre, E. and Fernández-Jalvo, Y. 1991. Geoarchaeology and taphonomy in Atapuerca and Ibeas, Spain. *INQUA XIII International Congress, August 2-9, 1991, Beijing. Abstracts*, 4. (a)
- Aguirre, E., Gil, E., Morales, J., Sesé, C. y Soto, E. 1987g. Situación biostratigráfica de los yacimientos de Atapuerca e Ibeas. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 189-192.
- Aguirre, E. and Hoyos, M. 1992. Climate record in cave deposits. The Atapuerca TD case. In: *Start of a glacial* (G. J. Kukla, E. Went, Eds.). Springer Verlag, Heidelberg. NATO ASI ser. I, 3, 127-136.
- Aguirre, E. and Lumley, M.-A. de 1977. Fossil Men from Atapuerca, Spain: Their Bearing on Human Evolution in the Middle Pleistocene. *Journal of Human Evolution*, 6, 681-688.
- Aguirre, E. y Lumley, M.-A. de. 1987. Las mandíbulas AT-1, AT-2 y AT-3 de la Sima de Ibeas. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 229-269.
- Aguirre, E., Lumley, M.-A. de, Basabe, J. M. and Botella, M. 1980. Affinities between the mandibles from Atapuerca and l'Arago, and some East African fossil hominids. In: *Proceedings of the 8th Panafrikan Congress of Prehistory and Quaternary Studies* (Leakey, R. E., Ogot, B. A., Eds.). Nairobi, 5-10 Sept. 1977, 171-174. Nairobi, I.L.L.M.I.A.P.
- Aguirre, E. and Rosas, A. 1985. Fossil man from Cueva Mayor, Ibeas, Spain: New findings and taxonomic discussion. In: *Hominid evolution: Past, present and future* (P. V. Tobias, Ed.), 319-328. New York, Alan Liss.
- Alcover, J. A. 1992. Fossils and Caves. In: *The natural history of biospeleology* (A. I. Camacho, Ed.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, Monografías, 7, 199-221.
- Apellániz, J. M. 1978. Espeleología y población de cavernas. Atapuerca. *Kaite. Estudios de espeleología burgalesa*, 1, 82-87.*
- Apellániz, J. M. 1979. Analysis of artifactual materials from test excavations at the Cueva Mayor de Atapuerca, Ibeas de Juarros, Burgos, Spain. In: *The North Burgos Archeological Survey. Bronze and Iron Age Archaeology on the Meseta del Norte (Province of Burgos, North-Central Spain)* (G. A. Clark, Ed.). Arizona State University, Tempe (Arizona). *Anthropological Research Papers*, 19, 158- 209.*
- Apellániz, J. M., Domingo, S. 1987. Los materiales de superficie del santuario de la Galería del Sílex. In: *Estudios sobre Atapuerca (Burgos) II; Cuadernos de Arqueología de Deusto*, 10, 1-278.
- Apellániz, J. M. y Uríbarri, J. L. 1976. *Estudios sobre Atapuerca (Burgos) I - El Santuario de la Galería del Sílex*. Burgos, Diputación Provincial de Burgos, Universidad de Deusto. Burgos.*
- Arsuaga, J. L. 1990. Atapuerca, los primeros pobladores de Europa. *Gaceta Complutense* (Madrid), 74, 18-21. (c)
- Arsuaga, J. L. 1993a. Los yacimientos de la Sierra de Atapuerca. *Blanco y Negro* (Madrid), 3850, 64. (d)
- Arsuaga, J. L. 1993b. Les hommes fossiles de la Sierra de Atapuerca. *La Recherche*, 260, 1399-1400. Traducción castellana (1994): Los hombres fósiles de la Sierra de Atapuerca. *Mundo Científico*, 143, 167-168. (d)
- Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M. y Carbonell, E. 1994a. La Sierra de Atapuerca. Los homínidos y sus actividades. *Revista de Arqueología*, 15 (n. 159), 12-25. (d)
- Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M. y Carbonell, E., 1994b. Así era el primer europeo. *El Mundo*, 246, supl. 7 días, 12. (d)

- Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carretero, J. M., Gracia, A., Martínez, I., Pérez Pérez, P. J. y Rosas, A. 1993a. La población humana del Pleistoceno Medio de Atapuerca. *Biblioteca. Estudio e investigación*, **8**, 9-23.
- Arsuaga, J. L., Bermúdez de Castro, J. M., Carretero, J. M., Gracia, A., Martínez, I. y Rosas, A. 1989. Los fósiles humanos la Sima de los Huesos (Atapuerca-Ibeas, Burgos). In: *Excursión C-5: Sierra de Atapuerca (Burgos). Sima de Ibeas. 2.ª Reunión del Cuaternario Ibérico* (E. Aguirre, Y. Fernández, Eds.). AEQUA-GTPEQ, Madrid, 31-37.
- Arsuaga, J. L. and Carretero, J. M. 1994. Multivariate Analysis of the Sexual Dimorphism of the Hip Bone in a Modern Human Population and in Early Hominids. *American Journal of Physical Anthropology*, **93**, 241-258. (b)
- Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Gracia, A. and Martínez, I. 1990a. New discoveries of human fossils in the Middle Pleistocene site of Atapuerca/Ibeas. *Bulletin et Mémoires de la Société d'Anthropologie*, Paris, **1**, 93-96. (c)
- Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Gracia, A. and Martínez, I. 1990b. Taphonomical analysis of the human sample from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site (Atapuerca/Ibeas, Spain). *Human Evolution*, **5**, 505-513.
- Arsuaga, J. L., Carretero, J. M., Martínez, I. and Gracia, A. 1991. Cranial remains and long bones from Atapuerca/Ibeas (Spain). *Journal human Evolution*, **20**, 191-230.
- Arsuaga, J. L. y Martínez, I. 1991. Restos endocraneales de la Sima de los Huesos de Atapuerca/Ibeas. *Actas VI Congreso Español de Antropología Biológica, Bilbao 1989*, 307-313.
- Arsuaga, J. L., Martínez, I., Gracia, A., Carretero, J. M. and Carbonell, E. 1993b. Three new human skulls from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site in Sierra de Atapuerca, Spain. *Nature*, **362**, 534-537.
- Azanza, B. et Sánchez, B. 1990. Les Cervidés du Pleistocène moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *Quaternaire*, **3-4**, 197-212.
- Bergamín, J. F., Sánchez, F., Sánchez, N., Souto, J. y Arsuaga, J. L. 1991. Primeros resultados de la prospección en la zona suroeste de Cueva Mayor (Sima de los Huesos), Atapuerca (Burgos). In: *II.ª Reunión Nacional de Geoarqueología. Madrid* (J. F. Jordá, Ed.). ITGM-AEQUA, 19. (a)
- Bermúdez de Castro, J. M. 1986. Dental remains from Atapuerca (Spain). I. Metrics. *Journal Human Evolution*, **15**, 265-287.
- Bermúdez de Castro, J. M. 1987. Morfología comparada de los dientes humanos fósiles de Ibeas (Sierra de Atapuerca, Burgos). *Estudios Geológicos*, **43**, 309-333.
- Bermúdez de Castro, J. M. 1988a. Dental remains from Atapuerca/Ibeas (Spain), II. Morphology. *Journal Human Evolution*, **17**, 279-304.
- Bermúdez de Castro, J. M. 1988b. Dental diseases and Harris lines in the human fossil remains from Atapuerca-Ibeas (Spain). *Journal Paleopathology*, **1**, 131-146.
- Bermúdez de Castro, J. M. 1990. Los yacimientos mesopleistocénicos de la Sierra de Atapuerca (Burgos). Resultados (1978-1990) y expectativas. In: *Ciencia y Técnicas al servicio de la Investigación Arqueológica* (J. Barrio, Ed.). I.L.E. Fundación Fco. Giner de los Ríos, Madrid, 1-26. (d)
- Bermúdez de Castro, J. M. 1991. Patterns of dental sexual dimorphism in the Middle Pleistocene hominids from Atapuerca (Spain). *100 Years of Pithecanthropus - the Homo erectus problem, Franckfurt 1991. Abstracts*. Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt am Main. (praeprent) (a)
- Bermúdez de Castro, J. M. 1993. The Atapuerca dental remains. New evidence (1987-1991 excavations) and interpretations. *Journal human Evolution*, **24**, 339-371.
- Bermúdez de Castro, J. M., Aguirre, E. 1987. Los dientes del hombre fósil de Atapuerca. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 327-358.
- Bermúdez de Castro, J. M. y Arsuaga, J. L. 1983a. Surcos artificiales de desgaste dental en homínidos fósiles. *Actas III Congreso de Antropología Biológica de España, Santiago de Compostela*, 783-795.
- Bermúdez de Castro, J. M. et Arsuaga, J. L. 1983b. L'usure anormale du collet de la dent chez les populations préhispaniques des Canaries. *L'Anthropologie*, **87**, 521-533. (b)
- Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L. y Pérez, P. J. 1987. Anomalías de desgaste cervical en molares humanos de Atapuerca. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 359-366.
- Bermúdez de Castro, J. M., Arsuaga, J. L. y Carbonell, E. 1992. Guía de la Excursión a los yacimientos mesopleistocenos de la Sierra de Atapuerca (Ibeas de Juarros/Atapuerca, Burgos). *2.ª Reunión Nacional de Geoarqueología. Madrid*, ITGE-AEQUA, 23-44.
- Bermúdez de Castro, J. M., Bromage, T. and Fernández-Jalvo, Y. 1988. Buccal striations on fossil human anterior teeth: evidence of handedness in the Middle and early Upper Pleistocene. *Journal human Evolution*, **17**, 403-412.
- Bermúdez de Castro, J. M., Durand, A. I. and Ipiña, S. L. 1993. Sexual dimorphism in the human dental sample from the SH site (Sierra de Atapuerca, Spain): a statistical approach. *Journal human Evolution*, **24**, 43-56.
- Bermúdez de Castro, J. M. and Pérez, J. P. 1986. Anomalous toothneck wear in north-African mesolithic populations. *Paleopathology Newsletter*, **54**, 5-10. (b)
- Bermúdez de Castro, J. M. and Rosas, A. 1986. Dental pathology and lines of increased density in fossil hominids from Atapuerca (Burgos, Spain). *VI European Meeting of the Paleopathology Association. Madrid, Spain*. Universidad Complutense, Madrid, 277-284.
- Bermúdez de Castro, J. M. and Rosas, A. 1992. A human mandibular fragment from the Atapuerca Trench (Burgos, Spain). *Journal human Evolution*, **22**, 41-46.
- Carballo, J. 1910. De espeleología. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **10**, 468-481, (b)**
- Carballo, J. 1921. Las Cuevas de Atapuerca y San García (Burgos). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, **21**, 138.**
- Carbonell, E. 1987. Trabajos de intervención paleoetnoarqueológica en la Sierra de Atapuerca (Burgos). *Raña* (Madrid), **6**, 43. (c)
- Carbonell, E. 1991. Atapuerca. Un registro fósil paradigmático para un registro de futuro. *Política Científica* (Madrid), **27**, 52-55.
- Carbonell, E., Díez, C. y Enamorado, J. 1986. El Pleistoceno Medio en Atapuerca (Burgos). *Revista de Arqueología* (Madrid), **63**, 12-24. (d)
- Carbonell, E., Díez, C. y Martín, A. 1987a. Análisis de la industria lítica del complejo de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 389-423.
- Carbonell, E., Díez, C. y Soto, E. 1987b. Estudio preliminar de los suelos de ocupación de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 425-439.

- Carbonell, E., Díez, J. C., Martín, A. y Arnáiz, M. A. 1987c. Excavaciones de Atapuerca 1980-82. La industria lítica. *Actas XVIII Congreso Nacional de Arqueología*. Zaragoza. Universidad de Zaragoza, 153-176.
- Carbonell, E. y Enamorado, J. 1987. Excavaciones en Atapuerca, campaña 87. *Revista de Arqueología* (Madrid), **80**, 63. (c)
- Carbonell, E., Enamorado, J. and Mosquera, M. 1990. Introducing a model for an operational process in paleolithic cultures. *Le silex de sa genèse à l'outil. Actes du Ve. Colloque international sur le Silex. Cahiers du Quaternaire*, **17**, 531-536.
- Carbonell, E., Esteban, M., Giralt, S., Lorenzo, C., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Rosell, J., Sala, R., Vaquero, M. y Vergès, J. M., 1992a. Matrices morfológicas de la industria lítica de los niveles superiores de la Trinchera del ferrocarril de la Sierra de Atapuerca (Burgos). *2.ª Reunión Nacional de Geoarqueología*. Madrid, ITGE-AEQUA, 11-12.
- Carbonell, E., Esteban, M., Martín, A., Mosquera, M., Rodríguez, X. P., Rosell, J., Sala, R. y Vaquero, M. 1993. Gran Dolina (Sierra de Atapuerca, Burgos). *L'evolució humana i biològica en el Pleistocè mitjà ibèric*. Laboratori d'Arqueologia de la Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. *Arqueologia d'intervenció*, **2**.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Ollé, A., Rodríguez, X. P., Sala, R., Vaquero, M. and Vergés, J. M. 1992b. New elements of the Logical Analytic System. *Cahier Noir* (Tarragona), **6**, 1-61.
- Carbonell, E., Mosquera, M., Sala, R. i Cabañas, A. 1992c. Cadenes operatives d'Atapuerca en el marc del Pleistocè mitjà de l'Europa mediterrània. *Gala*, **1**, 45-52.
- Carracedo, J. C., Heller, F., Soler, V. y Aguirre, E. 1987. Estratigrafía magnética del complejo de Atapuerca. Determinación del límite Matuyama/Brunhes. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, **1** (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 193-199.
- Carretero, J. M. 1991. Restos del esqueleto poscranial del Hombre Fósil de Ibeas. *Actas del VI Congreso Español de Antropología Biológica*. Bilbao, 332-341.
- Carretero, J. M., Gracia, A., Arsuaga, J. L. y Martínez, I. 1990. Estudio tafonómico de los fósiles humanos de la Sima de los Huesos de Ibeas/Atapuerca. In: *Comunicaciones de la Reunión de Tafonomía y fosilización*. Madrid (S. Fernández López, Ed.). Universidad Complutense - CSIC, Madrid, 63-71.
- Castaño, P. M. 1987. Estudio de la fauna de la "Galería del Sílex" de Atapuerca (Burgos). In: *Estudios sobre Atapuerca (Burgos) II: Los materiales de superficie del santuario de la Galería del Sílex*. *Cuadernos de Arqueología de Deusto*, **10**, 321-334.*
- Cerdeño, E. 1990. *Stephanorhinus hemitoechus* (Falc.) (Rhinocerotidae, Mammalia) del Pleistoceno medio y superior de España. *Estudios Geológicos*, **46**, 465-479.
- Cerdeño, E. 1993. Remarks on the Spanish Plio-Pleistocene *Stephanorhinus etruscus* (Rhinocerotidae). *Comptes Rendus Academie Sciences de Paris*, **317**, série II, 1363-1367.
- Cerdeño, E., Sánchez, B. 1988. Le rhinocéros du Pleistocène moyen d'Atapuerca (Burgos, Espagne). *Géobios*, **21**, 81-99.
- Cervera, J. 1992. Nuevos hallazgos de Carnívoros en el complejo de yacimientos mesopleistocenos de la Sierra de Atapuerca, Burgos. *Revista española de Paleontología*. Núm. extraordinario, 21-27.
- Clark, G. A. (Ed.). 1979. *The North Burgos Archaeological Survey. Bronze and Iron Age Archaeology on the Meseta del Norte (Province of Burgos, North-Central Spain)*. Arizona State University, Tempe (Arizona), *Anthropological Research Papers*, **19**. (b)*
- Clark, G. A., Strauss, L. G., Burton, S. S. and Jackson-Clark, V. 1979. The North Burgos Archaeological Survey: an inventory of cultural remains. In: *The North Burgos Archaeological Survey. Bronze and Iron Age Archaeology on the Meseta del Norte (Province of Burgos, North-Central Spain)* (G. A. Clark, Ed.), 18-157. Tempe (Arizona), Arizona State University, *Anthropological Research Papers*, **19**. (b)*
- Corral, J. C., Alonso, J., San Martín, D. M., Aguirre, E. y Melero J. 1991. *Fósiles de Burgos. Una clave para la comprensión del pasado*. Diputación Provincial, Burgos. (d)
- De Juan Núñez, A. M., Martín Merino, M. A., Ortega Martínez, A. I. y Robador Bernal, J. I. 1992. Grandes cavidades burgalesas. *Kaite* (Burgos), **6**, 29 pp. (b)
- Delibes de Castro, G. 1992. La estrella es Atapuerca. *Anuario de Castilla y León*. Editorial Ambito, Valladolid, 369-370. (d)
- Díez, J. C. 1989. La industria lítica de Atapuerca. In: *Excursión C-5: Sierra de Atapuerca (Burgos)*. *Sima de Ibeas* (E. Aguirre, Y. Fernández-Jalvo, Eds.). *2.ª Reunión del Cuaternario Ibérico*. AEQUA-CTPEQ, Madrid, 38-44.
- Díez, J. C. 1990. Estudio fao-zooarqueológico del Pleistoceno medio. Aplicación a la Sima de los Huesos, Sierra de Atapuerca, Burgos. *I Jornadas Burgalesas de Historia. Monografías de Historia Castellano-Leonesa*, Burgos, C-4, 517-530.
- Díez, J. C. 1992a. *Zooarqueología de Atapuerca (Burgos) e implicaciones paleoecológicas del estudio tafonómico de yacimientos del Pleistoceno Medio*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía e Historia.
- Díez, J. C. 1992b. Interpretaciones arqueológicas de la formación de yacimientos por medio de los estudios faunísticos. *2.ª Reunión Nacional de Geoarqueología*, Madrid, **14**, **15** y **16** de Diciembre de 1992. *Documentación*. ITGE-AEQUA, Madrid, **5**.
- Díez, C., Sánchez, B., Arsuaga, J. L., Carbonell, E. y Enamorado, J. 1986. Análisis de los suelos 1,5 y 8 del yacimiento TG (Atapuerca, Burgos). *Arqueología espacial. Coloquio sobre el microespacio - 2* (Teruel), **8**, 17-32.
- Domingo, F. (Ed.). 1993. *Ibeas-Atapuerca. Primeros pobladores*. Publicaciones ACAHIA. Ibeas de Juarros, 144 pp.
- Enamorado Rivero, J. 1992. *Aprovechamiento del entorno por los grupos humanos del Pleistoceno Medio en la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Geografía e Historia.
- Falguères, Ch. 1986. *Datations de Sites Acheuléens et Moustériens par la Méthode de Résonance de Spin Electronique*. Tesis doctoral. Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Fernández-Jalvo, Y. 1989a. Introduction to the Middle Pleistocene deposits of Sierra de Atapuerca (Burgos). In: *Excursión C-5: Sierra de Atapuerca (Burgos)*. *Sima de Ibeas* (E. Aguirre y Y. Fernández-Jalvo, Eds.). *2.ª Reunión del Cuaternario Ibérico*. AEQUA-GTPEQ, Madrid, 6-9.
- Fernández-Jalvo, Y. 1989b. Tafonomía de microvertebrados en Gran Dolina. In: *Excursión C-5: Sierra de Atapuerca (Burgos)*. *Sima de Ibeas* (E. Aguirre y Y. Fernández-Jalvo, Eds.). *2.ª Reunión del Cuaternario Ibérico*. AEQUA-GTPEQ, Madrid, 45-52.
- Fernández-Jalvo, Y. 1990. Tafonomía de micromamíferos de Gran Dolina, Atapuerca (Burgos). In: *Comunicaciones de la Reunión de Tafonomía y fosilización* (S. Fernández López, Ed.). Universidad Complutense, C.S.I.C., Madrid, 95-104.
- Fernández-Jalvo, Y. 1992. *Tafonomía de microvertebrados del Complejo cárstico de Atapuerca (Burgos)*. Tesis doctoral.

- Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Geológicas.
- Fernández-Jalvo, Y. and Andrews, P. 1992. Small Mammal Taphonomy of Gran Dolina, Atapuerca (Burgos), Spain. *Journal of Archaeological Science*, **19**, 407-428.
- Fernández-Jalvo, Y. and Bermúdez de Castro, J. M. 1988. Buccal strations on the hominid anterior teeth from Atapuerca (Spain). In: *Scanning electron microscopy in Archaeology* (S. L. Olsen, Ed.). *BAR International Series*, **452**, 386-402.
- Galera, V. 1987. Antropología de las gentes inhumadas en la Galería del Sílex (Atapuerca, Burgos). In: *Estudios sobre Atapuerca (Burgos) II: Los materiales de superficie del santuario de la Galería del Sílex. Cuadernos de Arqueología de Deusto*, **10**, 279-319.*
- García Antón, M. 1987. Estudio polínico preliminar de los yacimientos de la Sierra de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 55-59.
- García Antón, M. 1989. *Estudio palinológico de los yacimientos mesopleistocenos de Atapuerca (Burgos): Reconstrucción paisajística y paleoclimática*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias.
- García Antón, M. y Casado, M. A. 1990. Aplicación de análisis numéricos para la zonación de diagramas polínicos: yacimientos de "Galería", Atapuerca (Burgos). *Actas VIII Simposio Palinología (APLE)*. Tenerife.
- García Antón, M. and Sainz-Ollero, H., 1991. Pollen records from the Middle Pleistocene Atapuerca site (Burgos, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **85**, 199-206.
- Gil Bazán, E. 1986. *Taxonomía y biostratigrafía de micromamíferos del Pleistoceno medio, especialmente Roedores, de los rellenos kársticos de la trinchera del ferrocarril de la Sierra de Atapuerca (Burgos)*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias.
- Gil, E. 1988. Los castores del Pleistoceno Medio de Atapuerca. *Geogaceta*, **5**, 44-46.
- Gil, E. 1990. Los múridos del Pleistoceno Medio de Atapuerca (Burgos, España). Distribución estratigráfica. *Geogaceta*, **7**, 31-33.
- Gil, E., Aguirre, E. y Hoyos, M. 1987. Contexto estratigráfico. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 47-54.
- Gil, E. and Sesé, C. 1991. Middle Pleistocene small mammals from Atapuerca (Burgos, Spain). In: *Datation et caractérisation des milieux pleistocènes (Actes des symposiums 11 et 17, XIe Réunion Annuel des Sciences de la Terre, Clermont-Ferrand* (J. P. Raynal et D. Miallier, Eds.). *Cahiers du Quaternaire*, **16**, 337-347.
- Gracia, A. 1991. Impresiones endocraneales del Hombre de Ibeas. *Actas VI Congreso Español de Antropología Biológica*. Bilbao. 1989, 351-360.
- Grun, R. y Aguirre, E. 1987. Datación por "ESR" y por la serie del "U" en los depósitos kársticos de Atapuerca. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 201-204.
- Inada, T. 1991. Report of a foreign site: Atapuerca caves in Spain. *Quarterly of Archeological Studies* (Okayama), **38**, 15-16 (en japonés).
- Jordá, F. 1965. Notas sobre la Trinchera de Atapuerca. *Zephyrus*, **16**, 149. (c)**
- Jordá, F. 1967. *Las raíces de España*. Instituto Español de Antropología Aplicada, **7**. (b)**
- Laborde Marqueze, A. 1986. Conservación y restauración en yacimientos prehistóricos (restos óseos, madera, piedra). *Cahier Noir* (Girona), **3**.
- Laborde, A. 1987. Conservación y restauración de los restos óseos y líticos del yacimiento de Atapuerca-2 (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell, J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 205-217.
- Lalueza, C., Pérez-Pérez, A. i Turbón, J. 1993. Estudi microscòpic de la dentició de la mandíbula de Banyoles: dieta, desgast, hàbits higiènics i culturals. In: *La mandíbula de Banyoles en el context dels fòssils humans del Pleistocè* (J. Maroto, Ed.). Centre d'Investigacions Arqueològiques, Girona. Sèrie monogràfica, **13**, 117-128. (b)
- Lumley, M.-A. de, Lumley, H. de et Fournier, A. 1993. Les mandibules de l'Arago et leur comparaison avec des autres mandibules anténéandertaliennes. In: *La mandíbula de Banyoles en el context dels fòssils humans del Pleistocè* (J. Maroto, Ed.). Centre d'Investigacions Arqueològiques, Girona. Sèrie monogràfica, **13**, 147-164. (b)
- Martín Merino, M. A., Domingo Mena, S. y Antón Palacios, T. 1981. Estudio de las cavidades de la zona BU-IV-A (Sierra de Atapuerca). *Kaite* (Burgos), **2**, 41-76.
- Martín-Nájera, A. 1990. *El complejo lítico de la Trinchera de Atapuerca*. (Burgos-España). L.A.U.B.T. y Museo Nacional de Ciencias Naturales, Tarragona. (preimpreso, 241 pp.)
- Martín-Nájera, A., Mosquera, M. and Rodríguez, X. P. 1991. Raw materials in the Middle Pleistocene sites of Atapuerca (Burgos, Spain). *VI Flint International Symposium*. Madrid-Bilbao-Granada, *Abstracts*. ITGE, Madrid, 239-242. (a)
- Martínez, I. y Arsuaga, J. L. 1985. Restos humanos neurocraneales del yacimiento de Atapuerca (Pleistoceno Medio): Estudio preliminar. *Actas IV Congreso Español de Antropología y Biológica*. Barcelona, 513-522.
- Martínez, I. y Arsuaga, J. L. 1987. Estudio antropológico de los fragmentos de parietal. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 369-376.
- Martínez, I., Arsuaga, J. L., Gracia, A. y Aguirre, E. 1987. Neurocranial remains of Ibeas man (Sierra de Atapuerca, Burgos, Spain). *2ème. Congrès International de Paleontologie Humaine. Turin (Italie). Résumé des Communications*. UNESCO, Torino, 158. (a)
- Morales, J., Soria, D. y Soto, E. 1987. Los carnívoros del Pleistoceno Medio de Atapuerca. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 135-141.
- Moreno Lara, V. 1993. *Estudio arqueológico de la fauna del nivel 10A de Galería, Sierra de Atapuerca (Burgos)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Geografía e Historia (inédito).
- Mosquera, M. y Carbonell, E. 1992. La talla lítica en Atapuerca (Burgos). *Trabajos de Prehistoria*, **49**, 131-154.
- Mosquera, M. y Rosas, A. 1992. Análisis de las relaciones técnicas entre los métodos de talla y la morfología final de los productos. *Butlletí Arqueològic*. (Tarragona) Època V, **14**, 37-70. (b)
- Nieves, J. M. y Mendoza, I. 1993. Atapuerca. ¿Quién era este hombre? *Blanco y Negro* (Madrid), **3850**, 63-78. (d)
- Olivé, A., Ramírez Merino, J. L. y Ortega, L. I. 1990. *Mapa Geológico de España a Escala 1: 50.000*. Belorado, 201. Madrid. Instituto Tecnológico y Geominero de España. (b)
- Ortega Martínez, A. I. 1989. Historia de los yacimientos de la

- Sierra de Atapuerca, Burgos. In: *Excursión C-5: Sierra de Atapuerca (Burgos) Sima de Ibeas* (E. Aguirre e Y. Fernández-Jalvo, Eds.). 2.^a Reunión del Cuaternario Ibérico. AEQUA-GTPEQ, Madrid, 10-16.
- Osaba, B. 1964. Catálogo arqueológico de la provincia de Burgos. *Noticiario Arqueológico Hispánico*, VI (1-3), 227-277. (b)**
- Osaba, B. 1965. Objetos recientemente ingresados en el Museo. *Boletín de la Institución Fernán González*, 164-XVI, 481-482. (c)**
- Osaba, B. 1969. Nuevos yacimientos arqueológicos de la provincia de Burgos. *Boletín de la Institución Fernán González*, 172- XVIII, 126-128. (c)**
- Osaba, B. 1972. Últimas novedades arqueológicas de la provincia de Burgos. *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, 1-2, 569. (c)**
- Osaba, B. 1978. Las cuevas prehistóricas burgalesas en relación con el Museo arqueológico. *Kaite. Estudios de espeleología burgalesa*, 1, 71-82. (b)*
- Pérez, P. J. 1987. Tibia humana de la Sima de los Huesos de Cueva Mayor, Sierra de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 377-385.
- Pérez, P. J. 1988. Evidencia de artritis temporomandibular en el hombre fósil de Ibeas (Sierra de Atapuerca, Burgos). *I Reunión Nacional de la Asociación Española de Paleopatología. Logroño*, 43-47.
- Pérez, P. J. 1991a. Paleopatología del Hombre Fósil de Ibeas (Sierra de Atapuerca, Burgos). *Actas VI Congreso Español Antropología Biológica. Bilbao, 1989*, 403-411.
- Pérez, P. J. 1991b. Evidence of disease and trauma in the fossil man from Atapuerca-Ibeas (Burgos, Spain). *International Journal of Osteoarchaeology*, 1, 253-257.
- Pérez, P. J., Arsuaga, J. L. and Bermúdez de Castro, J. M. 1982. Atypical tooth-wear in fossil man. *Paleopathology Newsletter*, 39, 11-13.
- Pérez, P. J. y Bermúdez de Castro, J. M. 1985. Estudio biométrico y comparativo de fragmentos de tibia del Pleistoceno Medio del yacimiento de Atapuerca (Burgos). *Actas IV Congr. Español Antropología Biológica. Barcelona*, 529-538.
- Pérez, P. J., González, O. T., Fraile, L. and Torres, T. 1986. Paleopathological study of skeletal remains of ursids of the Pleistocene-Holocene from the Iberian Peninsula. *VI European Meeting Paleopathology Association. Madrid*, 297-304.
- Pérez, P. J. y Martínez, I. 1990. Evidence of temporomandibular arthrosis in the Middle Pleistocene human fossils from Atapuerca/Ibeas (Spain). *Journal Paleopathology*, 3, 15-18.
- Pinedo, A. y Arce, J. M. 1993. *Mapa Geológico de España a Escala 1: 50.000. Burgos, 200*. Madrid: Instituto Tecnológico y Geominero de España. (b)
- Pinilla, A., Benayas, J., Martínez, M. J. y Aleixandre, T. 1991. Estudio sedimentológico sobre el yacimiento Gran Dolina (Sierra de Atapuerca). *VIII Reunión nacional sobre Cuaternario AEQUA. Valencia. Abstracts*. (a)
- Rosas, A. 1985. Falanges mesopleistocenas de la Sierra de Atapuerca. Estudio morfológico y comparativo. *IV Congreso Español Antropología Biológica. Barcelona*, 557-566.
- Rosas, A. 1987a. Two new mandibular fragments from Atapuerca/Ibeas (SH site). A reassessment of the affinities of the Ibeas mandibles sample. *Journal human Evolution*, 16, 417- 427.
- Rosas, A. 1987b. Clasificación y desarrollo evolutivo de la espina de Spix en la mandíbula humana. *Cuadernos de sección Antropología-Etnografía Sociedad Estudios Vascos*, 4, 379-388. Homenaje al Dr. José María Basabe.
- Rosas, A. 1987c. Fragmentos mandibulares AT-83 y AT-75 de la Sima de los Huesos (Cueva Mayor), Sierra de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, I* (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 273-324.
- Rosas, A. 1990. Patrones de distribución de microvertebrados en el relleno kárstico de "Tres Simas". Sierra de Atapuerca (Burgos). *Comunicaciones de la Reunión de Tafonomía y fosilización*. Universidad Complutense-C.S.I.C., Madrid, 307-318.
- Rosas, A. 1991a. Evolución en mosaico. Un ejemplo en las mandíbulas de Atapuerca/Ibeas. *Actas VI Congreso Español Antropología Biológica. Bilbao, 1989*, 432-436.
- Rosas, A. 1991b. Mandibular remains from Atapuerca/Ibeas, Spain. A very good example of intermediate fossil forms. *100 Years of Pithecanthropus - the Homo erectus problem, Abstracts*. Frankfurt am Main, Forschungsinstitut Senckenberg. (preprint) (a)
- Rosas, A. 1992. *Ontogenia y filogenia de la mandíbula en la evolución de los Homínidos. Aplicación de un modelo de morfogénesis a las mandíbulas fósiles de Atapuerca*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas.
- Rosas, A. 1993. Las mandíbulas humanas de Atapuerca: un planteamiento desde la biología del desarrollo. In: *La mandíbula de Banyoles en el context dels fòssils humans del Pleistocè* (J. Maroto, Ed.). *Centre d'Investigacions Arqueològiques, Girona. Sèrie monogràfica*, 13, 189-194.
- Rosas, A. y Bermúdez de Castro, J. M. 1987. Procesos de heterocronía y evolución humana durante el Pleistoceno Medio. *Actas V Congreso Español de Antropología Biológica. León*, 473-482.
- Rosas, A., Bermúdez de Castro, J. M. and Aguirre, E., 1987. Dental and mandibular remains from Ibeas (Spain). Phylogenetic implications. *2ème Congrès International de Paléontologie Humaine. Turin (Italie)*. UNESCO, 156-157. (a)
- Rosas, A., Bermúdez de Castro, J. M. et Aguirre, E. 1991. Mandibules et dents d'Ibeas (Espagne) dans le contexte de l'évolution humaine en Europe. *L'Anthropologie (Paris)*, 95, 89-102.
- Rosas, A. y Pérez, P. J. 1994. Evidencias en el sistema maxilofacial de los homínidos de Atapuerca/Ibeas de tendencias patológicas derivadas de factores construccionales. In: *Biología de las poblaciones humanas: problemas metodológicos e interpretación ecológica* (C. Bernis, C. Varea, F. Robles y A. González, Eds.) Ediciones Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 35-40.
- Rosell, J. 1992. *Impacte biològic a la base de "Gran Dolina" (Sierra de Atapuerca, Burgos)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Rovira i Virgili. Tarragona (inédito).
- Roth, H. 1988. Morphometric Study of Fossil Mandibles, Numerical Representation of Dental Arcades by a Biometric Method. In: *L'Homme de Neandertal*, 3. *L'Anatomie* (E. Trinkaus, Ed.). E.R.A.U.L., Liège, 111-123. (b)
- Roth, H. 1989. Comparison of the mandibular arcade shape of fossil hominids with special emphasis on Atapuerca I. In: *Hominidae* (G. Giacobini, Ed.). Milano, 257-265.
- Roth, H. 1992. The relationship of Pleistocene and Modern Mandibles Evaluated by Principal Component Analysis of the Arcade Dimensions. In: *Cinq millions d'années, l'aventure humaine* (M. Toussaint, Ed.). E.R.A.U.L. Liège, 111-124.
- Roth, H. et Simon, Ch. 1993. Situation de l'Homme de Banyoles: Anténeandertalien ou Néandertalien? Une évaluation

- tion métrique de l'arcade dentaire. In: *La mandíbula de Banyoles en el context dels fòssils humans del Pleistocè* (J. Maroto, Ed.). Centre d'Investigacions Arqueològiques, Girona. *Serie monogràfica*, **13**, 165-178. (b)
- Rubio Marcos, E. 1982. *30 años de exploraciones (1951-1980). Memoria del Grupo Edelweiss*. Burgos, Diputación Provincial. 194 pp. (d)
- Ruiz García, F. y García Gómez, R. F. 1992. Las grandes cavidades burgalesas. *Kaite* (Burgos), **6**, 55-216. (b)
- Sacristán de Lama, J. D. 1990. Sobre "descubrimientos" de Atapuerca. *Revista de Arqueología* (Madrid), **105**, 64. (c)
- Sacristán de Lama, J. D. 1991. Últimas excavaciones de Atapuerca. *Revista de Arqueología*, **117**, 7-9.
- Sacristán de Lama, J. D. 1992a. Acondicionamiento de yacimientos en la provincia de Burgos. *Revista de Arqueología*, **133**, 63-64. (c)
- Sacristán de Lama, J. D. 1992b. Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca. *Revista de Arqueología*, **139**, 61-62. (d)
- Sala, R. and Giral, S. 1992. Non-diffractive X-ray microanalysis to determine chemical dues to experimental work in lithic use objects. EUREM 92, Granada, Spain. *Electron Microscopy*, **1**, 317. (a)
- Sampayo, P. y Zuaznavar, M. 1868. *Descripción con planos de la cueva llamada de Atapuerca*. T. Arnáiz. Burgos.**
- Sánchez, A. 1987a. Aves fósiles de Atapuerca. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 67-74.
- Sánchez, A. 1987b. Saalian *s.l.* avian findings in the Northern Iberian Plateau. Trouvailles d'oiseaux du Saalien *s.l.* dans le Plateau du Nord de l'Espagne. In: *L'évolution des oiseaux d'après le témoignage des fossiles* (C. Mourer-Chauviré, Ed.). Table Ronde internationale du CNRS. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, **99**, 193-196.
- Sánchez, B. 1989. Macromamíferos pleistocenos de la Sierra de Atapuerca. In: *Excursión C-5: Sierra de Atapuerca (Burgos). Sima de los Huesos* (E. Aguirre y Y. Fernández-Jalvo, Eds.). 2.^a Reunión del Cuaternario Ibérico. AEQUA, GTPEQ, Madrid, 26-30.
- Sánchez, B. y Soto, E. 1987. Los équidos del Pleistoceno Medio de la Trincheras del ferrocarril de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 117-134.
- Sánchez, F. 1993. Presencia de caracteres autapomórficos en la mandíbula de Banyoles. In: *La mandíbula de Banyoles en el context dels fòssils humans del Pleistocè* (J. Maroto, Ed.). Centre d'Investigacions Arqueològiques, Girona. *Serie monogràfica*, **13**, 179-18-8. (b)
- Sanchiz, B. 1987. Nota preliminar sobre ictiofauna y herpetofauna del Pleistoceno de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 61-65.
- Schwarz, H. P. 1982. Uranium-series dating of early man sites in Europe, Asia and North Africa. *Ier. Congrès International de Paléontologie Humaine: Resumés des communications*, Nice, **95**. (a,b)
- Seagrif, R. 1993. *Primeros Europeos-Catálogo/First Europeans-The Catalogue*. The Natural History Museum, London. 46 pp. (d)
- Sesé, C. y Gil, E. 1987. Los micromamíferos del Pleistoceno Medio del complejo kárstico de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 75-88.
- Sevilla, P. 1986. *Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas.
- Sevilla, P. 1988. Estudio paleontológico de los quirópteros del Cuaternario español. *Paleontología i Evolució*, **22**, 113-233.
- Soto, E. 1987. Grandes herbívoros del Pleistoceno Medio de la trincheras del ferrocarril de Atapuerca (Burgos). In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 93-116.
- Stringer, C. 1993. Secrets of the Pit of the Bones. *Nature*, **362**, 501-502.
- Torres, T. J. de 1976. El karst de la Sierra de Atapuerca. In: *Estudios sobre Atapuerca I. El Santuario de la Galería del Sílex* (J. M. Apellániz y J. Uríbarri). Universidad de Deusto, Bilbao. *Cuadernos de Arqueología de Deusto*, 13-16.
- Torres, T. J. de 1978. Los osos fósiles de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España). *Boletín Geológico y Minero*, **89** (2), 123-132.
- Torres, T. J. de 1984. *Ursidos del Pleistoceno-Holoceno de la Península Ibérica*. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Madrid.
- Torres, T. J. de 1986. Spanish karstic filling: The key of Pleistocene Ursidae knowledge. *IX Congreso Internacional de Espeleología (Barcelona, 1986)*, vol. **2**, 215-217. (b)
- Torres, T.J. de 1987a. Histórica de la excavación de Atapuerca, 1976. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 37-38.
- Torres, T. J. de 1987b. Ursidos del Pleistoceno Medio del complejo de Atapuerca. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 153-187.
- Torres, T. J. de 1988. *Osos (Mammalia, Carnivora, Ursidae) del Pleistoceno de la Península ibérica*. ITGE, Publicaciones especiales del *Boletín Geológico y Minero*, **99**. Madrid.
- Torres, T., Quintero, I., Gómez, E., Mansilla, H. y Martínez, C. 1978. Estudio comparativo de las mandíbulas de *Ursus spelaeus*, Rosenmuller-Heinrooth, *Ursus deningeri*, Von Reichenau y *Ursus arctos*, Linneo. *Boletín Geológico y Minero*, **89** (3), 203-222. (b)
- Uríbarri, J. L. y Apellániz, J. M. 1975. Problemas prehistóricos de la "Galería del Sílex" de la cueva de Atapuerca (Burgos). *XIII Congreso Nacional de Arqueología*. Universidad de Zaragoza, 167-172.**
- Yokoyama, Y. 1989. Direct gamma-ray spectrometric dating of anteneandertalian and neandertalian human remains. In: *Hominidae* (G. Giacobini, Ed.). Jaca Book, Milano, 387-390.
- Zabala, J. 1987. Estudio de los micromamíferos de la Galería del Sílex de la Cueva de Atapuerca (Burgos). In: *Estudios sobre Atapuerca (Burgos) II: Los materiales de superficie del santuario de la Galería del Sílex*. *Cuadernos de Arqueología de Deusto*, **10**, 335-336.*
- Zazo, C., Goy, J. L. y Hoyos, M. 1983. Estudio geomorfológico de los alrededores de la Sierra de Atapuerca (Burgos). *Estudios Geológicos*, **39**, 179-185.
- Zazo, C., Goy, J. L. y Hoyos, M. 1987. Contexto geológico y geomorfológico. In: *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca*, I (E. Aguirre, E. Carbonell y J. M. Bermúdez de Castro, Eds.). Junta de Castilla y León, Valladolid, 41-46.