

6 El tiempo geológico. Bioestratigrafía.

Pavv 6: Gloria Cuenca-Bescós y José Ignacio Canudo

Desde que se formó la corteza terrestre hasta la actualidad, la tierra ha ido cambiando. Las masas continentales ocupan ahora áreas muy distintas de las que ocupaban hace 50, 130, 200 o 500 millones de años. La configuración de mares y continentes sigue cambiando en la actualidad y lo hará en el futuro. Los cambios geográficos de nuestro planeta están asociados a una serie de factores entre los que destaca la expansión del fondo oceánico que hace mover las placas en las que se divide la corteza terrestre; hecho que se conoce como tectónica de placas (<http://132.248.20.1/academia/Temas/Tectonica/Tectonica.htm>, www.astromia.com, <http://www.solarviews.com/span/earthint.htm>).

Las especies de animales y plantas tienen una distribución actual que refleja en muchos casos la disposición de las placas en el pasado. Por ejemplo los mamíferos marsupiales se han diversificado enormemente en Australia; probablemente por haber permanecido este continente aislado durante cerca de 35 millones de años. Australia se separa de la antártica a finales del Eoceno, sin competencia con los mamíferos placentados, que, salvo algunas especies de roedores, antes del Pleistoceno, no llegaron a volver nunca a este continente, en el que habían vivido cerca de 70 millones de años antes, en el Cretácico superior (Flannery, 2004) hasta la entrada de los seres humanos y sus animales domésticos.

Importancia de los microvertebrados, especialmente de los roedores en la bioestratigrafía de medios continentales

Microvertebrados es un término informal que se utiliza en paleontología y que incluye a todos los vertebrados de pequeño tamaño. Generalizando, se pueden considerar microvertebrados a los menores de 5 kilogramos de peso en vivo como la ardilla, la marmota, el puercoespín, la rata de agua, el conejo, los murciélagos, las musarañas, los lagartos, los peces, la mayoría de las aves, los anfibios. Todos ellos tienen en común su pequeño tamaño, o lo que es casi lo mismo, el pequeño tamaño de algunos de sus elementos esqueléticos (como dientes aislados, escamas, huesos axiales, huesos largos); lo que requiere técnicas especiales para su estudio.

Técnicas de estudio

El estudio de los microvertebrados utiliza técnicas parecidas a las utilizadas en micropaleontología:

1. Obtención de sedimento en el que están incluidos los microfósiles. En la mayoría de las ocasiones los restos no se ven a simple vista por lo que se extraen y procesan grandes cantidades de sedimento. El análisis en microvertebrados requiere un comienzo con técnicas de extracción en la que se usan herramientas que permitan la obtención de grandes cantidades de sedimento (picos, palas, badiles, excavadoras mecánicas...). En Atapuerca se recoge todo el sedimento (o tierra) que se extrae durante la excavación de los materiales arqueológicos y macro restos paleontológicos.

2. La concentración de los restos fósiles utiliza la técnica del levigado, es decir la reducción del volumen de sedimento por el proceso de lavado-tamizado de tierra, en el que las partículas inferiores a 0,5 mm son eliminadas por el tamizado con agua pues los fósiles de microvertebrados cuaternarios son siempre mayores de medio milímetro. En países desérticos el proceso se realiza en seco. En Atapuerca se lavan, con la ayuda de bombas de riego y el agua del río Arlanzón, cerca de 25 toneladas de tierra, extraída durante la excavación. durante la campaña de excavación que dura aproximadamente un mes.

3. La extracción o separación de los fósiles del sedimento concentrado o reducido se llama triado. Este se ha realizado casi íntegramente en el laboratorio de vertebrados del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza coordinando a un equipo de cerca de treinta personas que durante estos años han estado separando los fósiles del sedimento estéril. La separación, conservación, restauración en algunos casos y almacenamiento de los fósiles requiere de una ordenación metódica, con un cuidadoso etiquetado que permitirá el estudio posterior.

4. El estudio de los microvertebrados se realiza con la ayuda de microscopio óptico a 10, 25, 50 o 100 aumentos, con microscopio electrónico de barrido (MEB) y en el caso de los restos de mayor tamaño con lupas uni o binoculares de 10 aumentos de resolución. La abundancia de fósiles de un mismo elemento permite hacer análisis estadísticos impensables en grupos con escasos representantes fósiles. Hay niveles que tienen cientos y hasta miles de

dientes de una misma especie. Por esto mismo, la gran cantidad de restos permite abordar el estudio de la variabilidad en las asociaciones fósiles y la evolución de las mismas en el tiempo.

La datación biocronológica de los yacimientos paleontológicos: el valor de los roedores en medios continentales

Los roedores fósiles están en general bien representados en los yacimientos paleontológicos. El gran número de restos, así como su rápida evolución y amplia distribución geográfica hace de los roedores un instrumento básico para la datación y correlación de los yacimientos en medios continentales como rellenos de cuevas, antiguas orillas de lagos y depósitos de fondo de ríos.

Los roedores son la base de la datación en medios continentales de los yacimientos del terciario y del cuaternario (Cenozoico).

Las especies de mamíferos con interés en la biocronología del Terciario

Especialmente conocidos son los yacimientos con micromamíferos del Neógeno (Terciario) de la Cuenca de Calatayud-Teruel (Zaragoza y Teruel).

En esta cuenca se han definido más pisos continentales que en el resto de Europa ya que, siendo una cuenca de dimensiones reducidas (unos 100 kilómetros de largo por unos 30 de ancho) contiene un registro paleontológico que abarca desde el Oligoceno inferior de Montalbán hasta el Plioceno del Alhambra.

Los pisos continentales aragoneses son, desde cerca de la base del Mioceno hasta el Plioceno (series del Neógeno): Ramblense, Aragonense, (en edad, entre el Aragonense y el Turolense se encuentra el Vallesense, definido en la cercana cuenca del Vallés Penedés), Turolense y el Alhambriense (antes llamado Rusciniense).

El Ramblense (Biozonas Z y A de Daams y Freudenthal, 1988, 1990 y techo de la 2b y 3 completa de Mein, 1990) se caracteriza por la diversidad de ardillas y lirones en su parte inferior, el comienzo de la diversificación de unos roedores actualmente extinguidos, los eomiidos (*Ligerimys*) que sustituyen a los eomiidos del límite Oligoceno/ Mioceno como *Rhodanomys* y *Ritteneria* y la ausencia casi total de hámster en su parte alta: el "cricetid vacuum" (los

hámster son muy abundantes en los yacimientos europeos desde su aparición, en el Oligoceno. El final del Ramblense está marcado por la desaparición de los representantes primitivos de estos roedores). Los yacimientos que han sido utilizados para definir el Ramblense se encuentran en los alrededores de Calamocha-Navarrete del Río. En un trabajo reciente hemos podido darle una edad a la base del Ramblense, de 19,3 millones de años en una capa volcánica que se extiende por parte de la región central de la Cuenca del Ebro, entre Tardienta y Peñalba, en Huesca (Canudo et al., 1994, Odín et al., 1997). Esta capa volcánica no ha sido suficientemente buscada en la cuenca de Calatayud Teruel por lo que no sabemos si la encontraremos.

El Aragoniense tiene su comienzo con la entrada de los hámster o cricétidos modernos. La mayor parte de las subdivisiones (biozonas o zonas) de este piso (así como del Vallesiense inferior) está basada en el cambio de asociaciones de especies de estos roedores. El Aragoniense incluye todos los yacimientos de los alrededores de Daroca y Villafeliche, en el sur de Zaragoza. Yacimientos clásicos como los de Manchones, Las Planas, Artesilla son Aragonienses. La mayor parte de ellos contienen exclusivamente micromamíferos. El final del Aragoniense o comienzo del Vallesiense está marcado por la entrada de un équido de pequeño tamaño bien conocido: *Hipparion*. En la zona de Daroca, estos primeros équidos se encuentran en los yacimientos de Nombrevilla y Pedregueras. El final del Aragoniense está marcado también por la desaparición de los cricétidos aragonienses como *Megacricetodon*, *Democricetodon* y la aparición por primera vez de los múridos familia que incluye a los roedores más conocidos por su larga historia de comensales del hombre: las ratas y ratones, así como los topillos, que van a constituir la mayoría de las faunas de roedores (en número de individuos) desde ese momento hasta la actualidad (son los biocronoindicadores por excelencia del Pleistoceno).

El Tuoliense es un piso definido en las secuencias paleontológicas más importantes de los alrededores de la ciudad de Teruel. Incluye los yacimientos con mamíferos más conocidos de Teruel: Los Aljezares, Concud (Barranco de las Calaveras y Cerro de la Garita), Los Mansuetos, El Arquillo entre otros. Se caracteriza por la coexistencia de un cricétido hipsodonto, *Hispanomys* y la mayor diversidad de los múridos como *Valerymys* y *Parapodemus*. La base del

Turolense se reconoce por la entrada de un múrido, *Parapodemus lugdunensis* y de un *Hipparion* característico del area de Conclud: *Hipparion concudense*. El fin del Turolense está marcado por la entrada de mamíferos africanos y asiáticos, algunos de los cuales sobreviven en el siguiente piso, el Alfambriense, y la extinción de formas europeas como *Hispanomys* y *Valerymys*.

El Alfambriense, antes conocido como el Rusciniense es un piso definido en las secciones del río Alfambra, también cerca de la ciudad de Teruel. El Alfambriense coincide con el Plioceno Inferior. Con el Alfambriense comienza la edad de los arvicolinos, los topillos y ratas de agua (entra *Promimomys* desde Asia hace unos 5,3ma), es decir, comienza el deterioro del clima imparable ya hasta el Pleistoceno (los arvicolinos son roedores especialmente adaptados a una dieta de herbáceas, típica de medios abiertos y coincide con el momento en el que las masas forestales comienzan a desaparecer en Europa y Africa). Al final del Alfambriense se produce la primera radiación importante de arvicolinos y el comienzo del siguiente piso se caracteriza por la segunda radiación importante de estos roedores.

En el Pleistoceno, los roedores suelen estar asociados con restos humanos o con los restos de su actividad biológica. Junto con los roedores, otros microvertebrados nos ayudan también en el establecimiento de la bioestratigrafía y biocronología y en algunos casos a conocer el medio ambiente en el que vivieron los seres humanos.

Bioestratigrafía

Los resultados del estudio de los microvertebrados y, especialmente en el Cuaternario, de los micromamíferos (roedores) son utilizados en Bioestratigrafía. Esta es probablemente una de las disciplinas más aplicadas de la paleontología pues nos sirve para determinar la edad relativa de los sedimentos que los contienen y correlacionar entre secciones que se encuentran separadas en el espacio y pertenecen a distintas unidades geológicas en distintas cuencas. Su mayor aplicación en el Proyecto de Atapuerca consiste precisamente en determinar la edad relativa de los fósiles humanos.

Saber que *Homo antecessor* es el primer europeo se debe en parte a la comparación y correlación de los roedores que están asociados con los fósiles humanos con los de otros yacimientos de Europa occidental, centro y oriental.

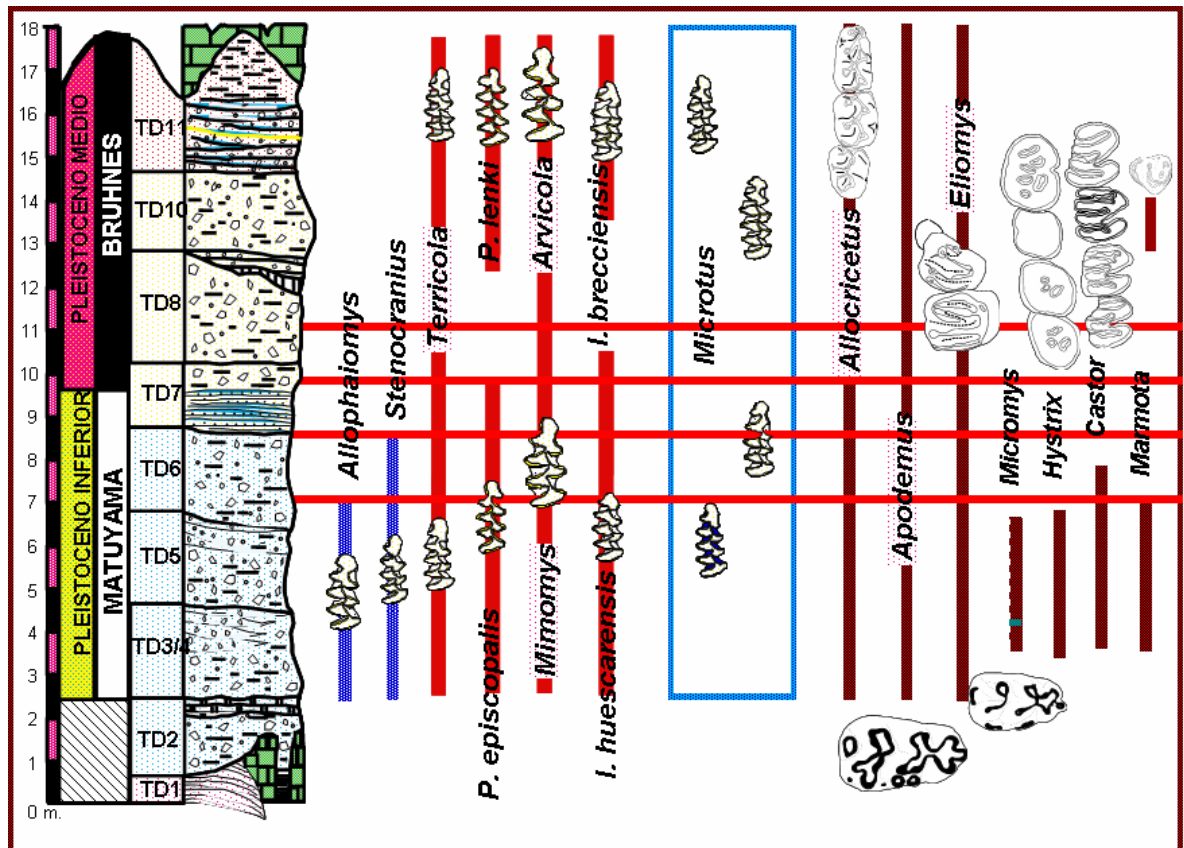
Como hipótesis de trabajo se supone que los roedores evolucionan a un ritmo rápido, gradual y más o menos constante especialmente durante el cuaternario. Los cambios son observables en la morfología de ciertos elementos del esqueleto, y en el caso de los roedores el elemento idóneo es la dentición. Los cambios se observan en las distintas poblaciones de la especie, y si el flujo genético entre poblaciones es suficiente, los cambios serán prácticamente simultáneos (a escala geológica) en poblaciones alejadas geográficamente. El gran número y la alta tasa reproductora de los roedores hace que la tasa de cambio evolutivo sea también muy rápida. La evolución de las poblaciones y de las especies se puede observar y calibrar con los cambios que se producen en la morfología de un elemento, por ejemplo la superficie de masticación u oclusal del primer diente de la mandíbula inferior (m1), a lo largo de una secuencia estratigráfica, es decir, en los sucesivos niveles de un corte geológico como los 11 niveles de Gran Dolina, en la Sierra de Atapuerca, en el que se han encontrado en el nivel 6 (TD6) los restos fósiles de *Homo antecessor*.

A las especies que evolucionan rápidamente, con cambios observables, cosmopolitas y numerosas se les denomina marcadores estratigráficos. Los marcadores estratigráficos más importantes en el Cuaternario son los roedores arvicólinos, que incluyen a los conocidos topillos y ratas de agua (Chaline, 1979). En el caso de los microvertebrados el número de especímenes está multiplicado por un factor tafonómico-biológico: los pequeños vertebrados son la principal fuente de alimento de las rapaces tanto diurnas como nocturnas. Las rapaces nocturnas como la lechuza, el búho, el cárabo consumen de dos a tres pequeños vertebrados (especialmente roedores e insectívoros) por jornada. La digestión de las rapaces nocturnas, al contrario que las rapaces diurnas o los mamíferos carnívoros (Bennàsar Serra, 2005) afecta poco o nada al esqueleto por lo que los sitios donde se acumulan sus egagrópilas o pelotas de regurgitación constituyen importantes yacimientos paleontológicos. A las rapaces les gusta reposar y regurgitar los restos no digeridos (pelo y huesos) en un mismo lugar, denominado reposadero o comedero de rapaces, por lo que

las egagrópilas, con dos o tres esqueletos completos de un pequeño vertebrado en su interior, se acumulan durante años en un solo punto. En este sentido, las entradas de las cuevas son uno de los sitios favoritos de las rapaces por lo que las cuevas se llenan con miles de restos de microvertebrados que, en este ambiente favorable, fosilizan bien y rápidamente.

En la figura de la distribución estratigráfica de los roedores de Trinchera Dolina se pueden ver los cambios morfológicos y la sustitución de especies a lo largo de la secuencia.

Con líneas azules se representa la distribución de los arvicolinos que sólo se encuentran en los niveles inferiores como *Stenocranius gregaloides* y *Allophaiomys chalinei*. Las líneas rojas representan la distribución de los géneros de arvicolinos más importantes en bioestratigrafía: *Iberomys*, *Terricola*, *Pliomys* y *Mimomys/Arvicola*. El recuadro azul representan el numeroso grupo de *Microtus*, los topillos más abundantes (verdaderas plagas en los prados y campos de cultivo) tanto en diversidad de especies como en número de especímenes.



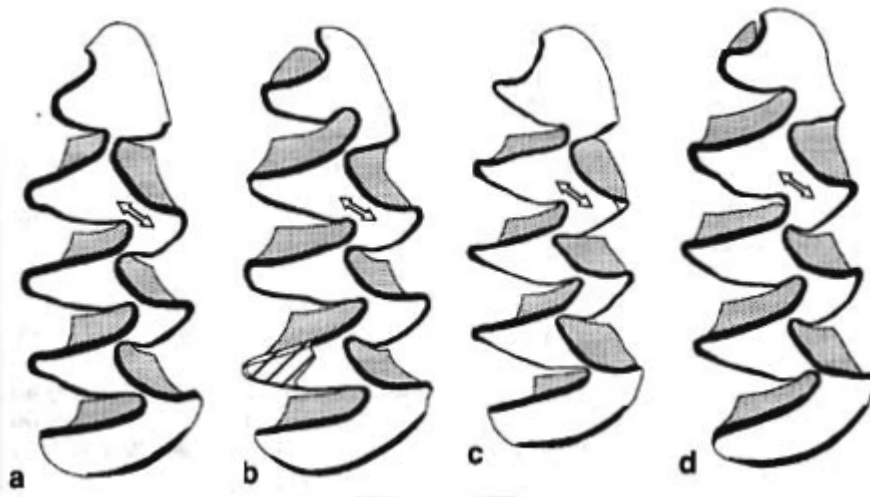
Con líneas marrones se representa la distribución de otros roedores no arvicolidos como *Allocricetus* (hámster), *Eliomys* (lirón), *Hystrix* (puercoespín), *Castor* (castor), *Marmota* (marmota), *Micomys* (ratón de las cosechas), *Apodemus* (ratón de campo y leonado). Es notable que los grandes puercoespines y el castor (son los roedores europeos de mayor tamaño) sólo aparecen en los niveles inferiores de Gran Dolina, y ni siquiera llegan hasta la parte superior del nivel de Gran Dolina 6 (TD6). El castor vive cerca de ríos por lo que es un indicador de que el río pasaba cerca de los lugares habitados por *Homo antecessor*. El puercoespín prefiere los climas templados a cálidos y la marmota los climas alpinos por lo que debieron producirse cambios frío-templado a lo largo de la secuencia TD3-TD6 y éstos están marcados por la presencia/ausencia de estos roedores (Cuenca-Bescós et al., 2005, 2009).

Las líneas evolutivas de estos roedores, así como los eventos paleobiológicos pueden ser estudiadas en la secuencia de Gran Dolina por los cambios morfológicos y las desapariciones/extinciones locales.

Algunas de las especies que encontramos en España son las mismas que encontramos en la misma época en Francia, Alemania, Italia, por lo tanto si tenemos una rata de agua (*Mimomys savini*) en Gran Dolina 6 con una

morfología semejante o algo más evolucionada (la de la superficie oclusal de su primer molar inferior) que la de un yacimiento alemán como por ejemplo Untermassfeld podemos decir que TD6 y Untermassfeld son de una edad similar, probablemente TD6 es ligeramente más moderno. La sustitución de la especie *Mimomys savini* por *Arvicola cantianus* es un evento (paleo)biológico importante que nos marca un horizonte de referencia. Por las dataciones radiométricas sabemos que este evento se produjo hace unos 450.000 años. Por lo tanto, cuando encontramos *Mimomys savini* sabemos que los sedimentos son más antiguos de 450.000 años. Si además se observa un islote de esmalte en la región anterior del primer molar inferior podemos decir que los restos tienen más de 700.000 años.

El actual topillo de cabrera (*Iberomys cabrerae*) es otro buen marcador estratigráfico aunque su ámbito de distribución es algo menor que el de *Mimomys*. Hace cerca de un millón de años, en los niveles inferiores de Gran Dolina, el ancestro de *Iberomys cabrerae* habitaba en la sierra de Atapuerca. Su morfología, algo más simple y su tamaño algo menor permiten identificar a este ancestro como a una especie distinta, *Iberomys huescarensis*. La sustitución de *Iberomys huescarensis* por otro ancestro del actual, *Iberomys brecciensis* se produce alrededor del medio millón de años. Los cambios morfológicos de *Iberomys* están acompañados también por cambios en el tamaño. Los niveles superiores de Gran Dolina tienen *Iberomys brecciensis* por lo que su edad es inferior a los 500.000 años. Sin embargo los niveles inferiores, con *Iberomys huescarensis*, una especie cercana al pequeño topillo europeo *Allophaiomys nutiense* (que está en Francia, en Les Valerots, fechado en alrededor del millón de años), nos indican una edad más cercana al millón de años (Laplana & Cuenca-Bescós, 1998, 1999).



En la figura vemos los primeros molares inferiores (m1) de los topillos mediterráneos agrupados dentro de *Iberomys*. A y B *Iberomys brecciensis* y C y D. *Iberomys huescarensis* de Gran Dolina 6 (en Laplana y Cuenca-Bescós, 1998)

Terricola es un topillo representado por dos especies distintas en la secuencia estratigráfica de Gran Dolina: *Terricola arvalidens* se encuentra sólo en los niveles inferiores TD3-TD6 y *Terricola atapuerquensis* que está en los superiores así como en otros yacimientos de la Sierra de Atapuerca como Trinchera Galería y Zarpazos. Es posible que sean dos especies pertenecientes a la misma línea evolutiva.

Pliomys es un pequeño arvicolino que prefiere los terrenos abiertos, su presencia, variable en número pero constante, junto con la del hámster (*Allocrietus*) a lo largo de toda la secuencia de Trinchera Dolina nos indica que la Sierra de Atapuerca se encontraba no lejos de una zona abierta y elevada, un paisaje de páramo, con vegetación casi exclusivamente herbácea. Allí irían las rapaces nocturnas (o diurnas) a aprovisionarse. La marmota podría proceder de los relieves más altos, probablemente de la vecina Sierra de la Demanda, pues necesita rocas sueltas, en zonas libres de vegetación para hacer sus colonias. El hámster, *Allocrietus*, evoluciona morfológicamente en el período de los aproximadamente 500.000 años que dura la secuencia de Trinchera Dolina (TD3-TD11).

En resumen, la bioestratigrafía es una herramienta de datación en geología, que utiliza a los roedores como marcadores más importantes. En la

Sierra de Atapuerca, los roedores nos permiten saber que *Homo antecessor* vivió cerca o junto con ellos alrededor de los 800.000 años.

Las especies de roedores con interés en la biocronología del Pleistoceno

En el Plio-Pleistoceno, las biozonas de roedores (intervalos de tiempo definidos por la presencia de una o más especies) están definidas con los arvicolinos (topillos). Así, para este intervalo temporal están definidas en sucesión las biozonas *Mimomys occitanus* - *Mimomys hajnackensis* - *Mimomys polonicus* - *Mimomys pliocaenicus* - *Mimomys savini*/*M. pusillus* - *M. savini* - *Arvicola cantianus* y *Arvicola terrestris*. Caracterizan la división biocronológica europea desde los 3,8 millones de años hasta la actualidad. Esta biozonación, propuesta por Fejfar & Heinrich (1990) y Fejfar et al., (1998) es la más usada en Europa aunque necesita precisar sus límites cronoestratigráficos. Cada biozona tiene el nombre de la especie que la define, en el Pleistoceno las especies del grupo *Mimomys* - *Arvicola*. En el Pleistoceno (algo menos de 2,6 millones de años hasta el holoceno, 10.000 años) hay definidas cuatro biozonas de arvicolidos. La aparición de *Mimomys savini* y *M. pusillus* (el límite inferior de esta biozona) coincide aproximadamente con el techo de la inversión paleomagnética de Olduvai, dentro de la magnetozona Matuyama, es decir, cerca de los 1,8 millones de años. La presencia conjunta de ambas especies de *Mimomys*, una grande, *M. savini* y una pequeña, *M. pusillus* es un buen indicador del final del Pleistoceno Inferior (1,8-0,78 Ma), aunque en varios yacimientos europeos de más de 780.000 años de antigüedad falta *M. pusillus*. Esta falta plantea serios problemas de correlación, puesto que la única diferencia entre esta biozona y la siguiente (la de *M. savini* solo) es la ausencia del pequeño *Mimomys*. Así que hay que buscar otros elementos que se encuentren asociados con *M. savini* y *M. pusillus* o solo con *M. savini* y podamos entonces asignarlos a una u otra biozona. Un elemento importante de apoyo a la biozonación propuesta es el estudio morfométrico de las especies. Como hemos mencionado, la gran abundancia de roedores en los yacimientos hace que podamos conocer la variabilidad de las especies y además su evolución en el tiempo. Por ello, la variación morfométrica de las líneas evolutivas calibrada con ayuda de la edad absoluta nos permite elaborar un

esquema cronológico (Cuenca Bescós et al., 1997; Maul et al., 1998). En la magnífica (por casi completa) sucesión de Trinchera Dolina, en Atapuerca, dicha calibración se está realizando entre datos radiométricos, paleomagnéticos y paleontológicos (Pares y Pérez González, 1995, Falgueres et al., 1999, Cuenca et al., 1997, 1999, García y Arsuaga, 1999 y van der Made, 1999). Nuestros datos son coherentes en el contexto biocronológico europeo y se pueden añadir al esquema propuesto por Maul et al. (1998) para la calibración absoluta de yacimientos franceses y alemanes, en el que la sucesión de los niveles inferiores de Gran Dolina llenaría el hiato biocronológico de aproximadamente entre el millón y el medio millón de años que tiene el registro europeo). El análisis morfométrico de las especies de *Microtus* s.l. de TD3-TD6 (Cuenca Bescós et al., 1995, 1999) revela que los valores A/L se acercan a los esperados para este grupo en yacimientos cercanos y por debajo de la inversión Matuyama/Brunhes (inversión fechada en 780.000 años).

Bibliografía y páginas web recomendadas

(Recordar que los trabajos de los miembros del equipo aragosaurus (**eA**) pueden descargarse en la web aragosaurus)

Bennàsar Serra, Maria Lluç. (2005): *Tafonomía de Micromamíferos. Metodología y Criterios tafonómicos para las interpretaciones paleoecológicas*. Dea Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 1-133. **eA**

Chaline, J. y Mein, P. (1979): *Les Rongeurs et l'évolution*. Doin éditeurs ; 235 pp.

Cuenca-Bescós, G., Canudo, J. I. & Laplana, C. (1995). Los arvicólidos (Rodentia, Mammalia) de los niveles inferiores de Gran Dolina (Pleistoceno Inferior, Atapuerca, Burgos, España). *Rev. Esp. Paleont.* 10, 202-218. **eA**

Cuenca-Bescós, G., Laplana Conesa, C., Canudo, J. I. & Arsuaga, J. L. (1997). Small mammals from Sima de los Huesos. *J. hum. Evol.* 33, 175-190. **eA**

Cuenca-Bescós, G., Laplana, C., Canudo, J. I. (1999). Biochronological implications of the Arvicolidae (Rodentia, Mammalia) from the Lower Pleistocene Hominid bearing level Trinchera Dolina 6 (TD6, Atapuerca, Spain). *J. hum. Evol.* **eA**

Cuenca-Bescós, G. Rofes, J. and García-Pimienta, J.C. (2005): Early europeans and environmental change across the Early-Middle Pleistocene transition: small mammalian evidence from Trinchera Dolina cave, Atapuerca, Spain. Head, M.J. and Gibbard, P.L. (eds.). *Early-middle Pleistocene transitions: the land-ocean evidence*. Geological Society of London, Special Publication, 247, 277-286. **eA**

Falguères, Ch., Bahain, J.-J., Yokoyama, Y., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E., Bischoff, J., Dolo, J.M. (1999). Earliest Humans in Europe: the age of TD6 Gran Dolina, Atapuerca, Spain. *J. hum. Evol.*

Fejfar, O. & Heinrich, W.-D. (1990). Muroid rodent biochronology of the Neogene and Quaternary in Europe. In (E. H. Lindsay, V. Fahlbusch, & P. Mein, Eds) *European Neogene Mammal Chronology*. pp. 91-118. New York: NATO ASI A, 180, Plenum Press.

Fejfar, O., Heinrich, W.-D. & Lindsay, E.H. (1998). Updating the Neogene Rodent biochronology in Europe. In (Th. van Kolfschoten & P.L. Gibbard Eds) *The dawn of the Quaternary*. pp. 533-554. Haarlem: Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen.

Flannery, T. (2004). *Country. A continent, a scientist & a kangaroo*. Text Publishing Melbourne Australia, 1-258.

García, N., & Arsuaga, J.L. (1999). Carnivores from the Early Pleistocene hominid-bearing Trinchera Dolina 6 (Sierra de Atapuerca, Spain). *J. hum. Evol.*

Laplana, C. y Cuenca-Bescós, G. (1998): Precisiones sobre la sistemática de *Iberomys Chaline, 1972* (Arvicolidae, rodentia, Mammalia) del Pleistoceno inferior de la Sierra de Atapuerca (Burgos, España). *Geogaceta*.24, 183-186. **eA**

Laplana, C. & Cuenca-Bescós (1999): The antecesor of *Iberomys Chaline, 1972*: *Microtus (Allophaiomys) chalinei* or *Microtus (Allophaiomys) nutiensis*?. IV European Workshop on Vertebrate Paleontology, Albarracín, Spain, junio-1999. Programme and Abstracts Field Guide. Eds: J.I. Canudo, G. Cuenca-Bescós, 57. **eA**

López Antoñanzas, R. & Cuenca Bescós, G. (2002): The Gran Dolina Site (Lower to Middle Pleistocene, Atapuerca, Burgos, Spain): new palaeoenvironmental data based on the distribution of small mammals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeocology*, 186, 311-334. **eA**

Made, J. van der (1999). Ungulates from Atapuerca TD6. *J. hum. Evol.*

Maul, L., Masini, F., Abbazzi, L. & Turner, A. (1998). The use of different morphometric data for absolute age calibration of some South- and Middle European arvicolid populations. *Palaeontographia Italica*, 85, 111-151.

Parés, J. M. & Pérez-González, A. (1995). Paleomagnetic age for hominid fossils at Atapuerca Archaeological Site, Spain. *Science*, 269, 830-832.

www.aragosaurus.com

www.astromia.com

<http://132.248.20.1/academia/Temas/Tectonica/Tectonica.htm>

<http://www.solarviews.com/span/earthint.htm>.