

# Los yacimientos alaveses de ámbar. Una extraordinaria puerta de acceso hacia el Cretácico Inferior

Jesús ALONSO

Museo de Ciencias Naturales de Álava. Diputación Foral de Álava. C/ Siervas de Jesús, nº 24. E-01001 Vitoria-Gasteiz.  
C/e: jalonso@alava.net

## Introducción

Hace ya siete años que los yacimientos de ámbar de la localidad alavesa de Peñacerrada se dieron a conocer a la comunidad



Figura 1. MCNA 8645.  
Diptera. Cecidomyiidae.  
Cretohaplusia ortunoi  
ARILLO & NEL, 2000.

científica, y a la opinión pública en general, como uno de los yacimientos más singulares en el panorama paleontológico internacional. Su edad Aptiense y la presencia de un altísimo número de inclusiones biológicas convierten a Peñacerrada

en una excelente puerta de acceso hacia el conocimiento de los sistemas ecológicos y físicos de un planeta radicalmente diferente al que ahora habitamos. El planeta cretácico giraba sobre su eje en aproximadamente 22 horas; la composición de la atmósfera presentaba volúmenes de oxígeno del 15 al 20 % superiores al actual, así como unos porcentajes de CO<sub>2</sub> muy elevados; debido a esto, la capa de ozono era prácticamente inexistente y, por tanto, la radiación ultravioleta del sol alcanzaba la superficie terrestre con una intensidad que haría imposible la vida tal como ahora la conocemos.

Una puerta de acceso a tal escenario exigía la configuración de un

equipo interdisciplinar que, en un principio, mejorase la definición del contexto geológico de los yacimientos, al presentar la zona una enorme complejidad estructural. Para ello se desarrolló un denso protocolo de actuación e implementación de numerosas técnicas geológicas, de cara a la consecución de dos objetivos fundamentales: La comprensión y plasmación cartográfica de la distribución real de las capas portadoras de ámbar, y el conocimiento de la vida diagenética de los yacimientos.

El primero de ellos nos permitiría dimensionar objetivamente los recursos existentes y proceder a su protección física y jurídica. Sólo desde el conocimiento estricto de su distribución se podría proceder al diseño de los adecuados proyectos de extracción y conservación. El segundo objetivo aportaría datos técnicos indispensables para la comprensión del ámbar alavés, tales como su estado de madurez, naturaleza y origen. Datos todos ellos fundamentales para la correcta interpretación y posicionamiento de los resultados procedentes del resto de las áreas de trabajo que conformaban el *Proyecto Ámbar-2000*.



Figura 2. Muestra de mano obtenida durante la excavación.

El citado proyecto incluía, además de los aspectos geológicos señalados, el desarrollo de todo un cúmulo de acciones estructuradas en otras tres áreas de trabajo; a saber, la relativa a los aspectos sistemáticos y taxonómicos, la relativa a los aspectos fisico-químicos y la relativa a los

aspectos patrimoniales.

Realizamos a continuación una síntesis de los resultados obtenidos hasta la fecha en cada uno de los ámbitos de actuación señalados.

### Aspectos Geológicos

En primer lugar se delimitó el área de actuación con indicios de ámbar y se elaboró una cartografía geológica de detalle a escala 1:5.000.



*Figura 3. Afloramiento de capas carbonosas entre las barras arenosas de la Formación Escucha. Estado anterior a la excavación.*

Más tarde, debido a la escasez de afloramientos, se excavaron 395 m de calicatas y una veintena de catas puntuales, que permitieron el estudio de series continuas, la recogida de muestras y la mejora de la cartografía geológica. Paralelamente se efectuaron varias visitas a distintos afloramientos de la Formación Escucha en el borde sur de la Cuenca Vasco-Cantábrica. En ninguno de los puntos visitados se encontraron indicios de ámbar, lo cual resalta la singularidad del yacimiento de Montoria-Peñacerrada.

En la zona de actuación cada grupo de trabajo desarrolló los distintos aspectos temáticos considerados de interés en la definición del contexto geológico de formación del ámbar. Los grupos de investigación fueron:

- Estratigrafía, sedimentología, paleogeografía y tectónica.
- Estratigrafía paleomagnética.
- Petrología del ámbar y las rocas carbonosas.
- Mineralogía de arcillas, diagénesis y modelización subsidente y térmica.

La Formación Escucha, donde se encuentran los niveles con ámbar, constituye una compleja unidad esencialmente siliciclástica, de un ambiente de transición marino-continental. En

su mitad inferior muestra una tendencia vertical de regresión deposicional, y una tendencia vertical de transgresión deposicional en la mitad superior. Las acumulaciones más importantes de ámbar se localizan en la parte media de la unidad, en las partes superiores de secuencias de relleno de bahías de interdistribuidores.

La Formación Escucha aflora a favor de la «Estructura de Montoria» que está constituida por tres cabalgamientos intercutáneos en una secuencia de bloque superior. El acortamiento mínimo medido es muy importante, del 47,5 %, con un desplazamiento en rampa lateral hacia el Suroeste de al menos 720 m. La presencia de Jacintos de Compostela en la Formación Escucha, y en la suprayacente Formación Utrillas,

sugiere que el vecino Diapiro de Peñacerrada, situado al Oeste de la Estructura de Montoria, ya estaba emergido, lo cual explica las discordancias basales en ambas formaciones y su progresivo acuña-



Figura 4. Lote de fragmentos de ámbar procedentes de la excavación del yacimiento de la figura 3.

miento hacia el diapiro.

La estratigrafía magnética, aunque muy condicionada por la mala calidad de las litologías, ha permitido demostrar la existencia de una magnetozona inversa y otra normal por debajo del yacimiento Peñacerrada-II. Ello permite aceptar una edad para el ámbar netamente Aptiense, concretamente entre 115 y 121 Ma. Por otra parte, el paleomagnetismo demuestra que el ámbar se formó en una paleolatitud cercana al trópico, aproximadamen-

te de 30° N. Asimismo se deduce una rotación horaria de 40 ° de los materiales que contienen ámbar, explicable por su posición en una rampa lateral de la Estructura de Montoria.

La mineralogía de arcillas indica que los materiales que contienen ámbar están constituidos exclusivamente por illita y caolinita de origen heredado, procedentes de un área fuente metamórfica e ígnea (Macizo Hespérico), en un clima cálido y húmedo. Aunque hay evidencias texturales de formación de caolinita en las etapas tempranas de la diagénesis, los procesos diagenéticos no han alterado la mineralogía original de las arcillas.

La petrografía y geoquímica de materia orgánica en los niveles con ámbar definen un origen continental/terrestre. Los macerales pertenecen a los grupos huminita, liptinita e inertinita. Es característica la excelente conservación de los tejidos humoteliníticos (luminita), en el que se conservan con detalle la estructura botánica. Todas las series muestran un carácter inmaduro, aunque con una alta relación H/C debido a la abundancia de material liptinítico. El ámbar aparece asociado a los niveles con contenidos en resinita más elevados.

Por último, el modelo subsidente y térmico de la Formación Escucha, a partir de la reflectancia de la vitrinita y de la información geológica regional, ha deducido una temperatura máxima para el muro de la formación de tan solo 51,8 °C. Dicha temperatura se alcanzaría en el Maastrichtiense (65 Ma), previamente al máximo enterramiento (53 Ma).

En conclusión, el cúmulo de características geológicas descritas en cada uno de los apartados previos permite explicar la excepcionalidad de los yacimientos de ámbar de Montoria-Peñacerrada y su pervivencia hasta la actualidad. No dudamos de que, dada la extraordinaria conservación del ámbar y sus inclusiones, será abundante la información paleontológica y paleoambiental que pueda derivarse de las investiga-

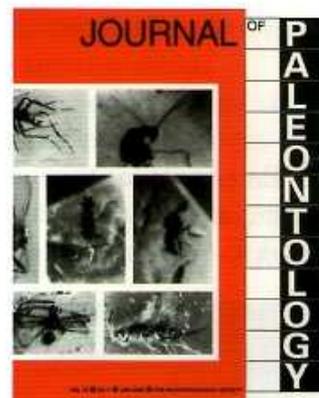


Figura 6. El artículo relativo a los yacimientos de ámbar de Peñacerrada fue galardonado con el Best Paper Award – Honorable Mention for the Journal of Paleontology's volume 74.

Figura: Jesús Alonso.

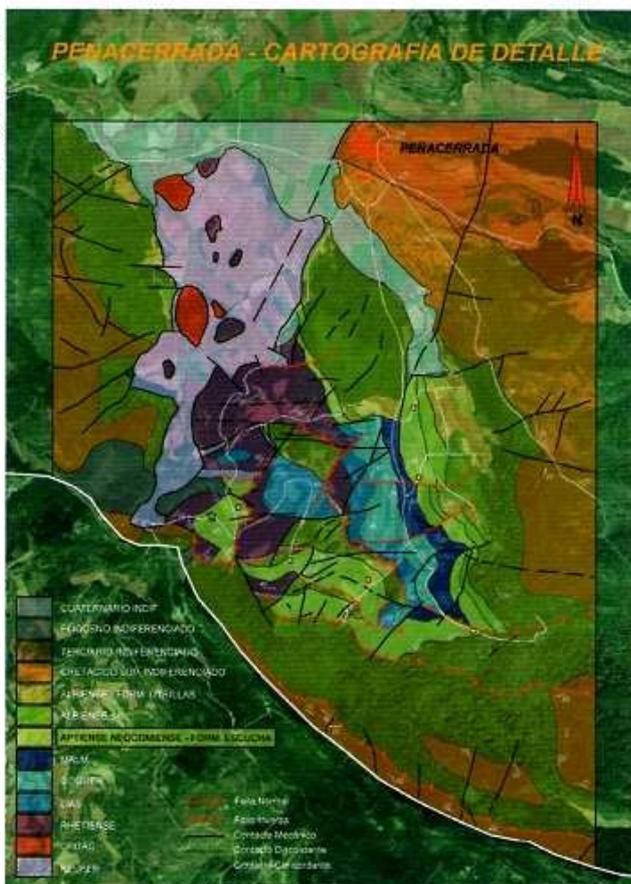


Figura 5. Cartografía de detalle de la estructura diapírica de Peñacerrada y de su entorno mesozoico.

ciones presentes y futuras.

Los resultados citados, así como su desarrollo y contexto, pueden verse en el volumen especial nº 3 (2003) de la publicación *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, que con el título «*Los yacimientos de ámbar del Cretácico Inferior de Montoria-Peñacerrada*» se encuentra en estos momentos en proceso de impresión.

### Aspectos sistemáticos y taxonómicos

El análisis de la composición molecular del ámbar de Peñacerrada arroja un origen coniferal próximo al género *Agathis* (Araucariaceae). Aunque se observan importantes diferencias composicionales con el ámbar báltico (también de origen araucariaceo), se estima que éstas se deben a un mayor grado de maduración del ámbar alavés, donde son reconocibles subproductos de moléculas presentes en el ámbar báltico. La ausencia de algunos compuestos orgánicos, así como la de los subproductos a que pudieran haber dado lugar con maduraciones más prolongadas, separan al ámbar alavés del



Figura 7. MCNA 8648.

Diptera. Phoridae.

*Euliphora* GRIMALDI ARILLO & MOSTOVSKI, 1999. Se trata de la mosca más antigua conocida en el registro fósil.

producido por Podocarpaceae, Burseraceae, Cupressaceae, Dipterocarpaceae y de *Hymenaea*. Los análisis palinológicos realizados en los sedimentos portadores de ámbar ponen igualmente de manifiesto una elevada presencia de polen de inaperturados relacionados con Araucariaceae.

Los estudios realizados hasta la fecha han aportado ya citas de tres palinomorfos para Briophyta, siete para Lycophyta, cuarenta y tres para Pteridophyta, siete para Coniferophyta, dos para Cycadophyta/Ginkgophyta, uno para Gnetophyta y ocho para Magnoliophyta. Información detallada relativa a esta temática puede verse en *Coloquios de Paleontología* (2001), 52, págs. 135-156.

El altísimo número de inclusiones biológicas detectadas hasta la fecha corresponden fundamentalmente a artrópodos de pequeño tamaño

entre los que destacan por su abundancia los Hexapoda. También están presentes los Crustacea y Chelicerata.



Figura 8. MCNA 8648. Diptera. Phoridae. *Euliphora* GRIMALDI ARILLO & MOSTOVSKI, 1999.

Entre los **Hexapoda** se han reconocido ya 13 órdenes, siendo los Diptera e Hymenoptera los mejor representados numéricamente. Están presentes también Collembola, Thysanura, Orthoptera, Blattodea, Psocoptera, Thysanoptera, Hemiptera, Neuroptera, Trichoptera, Lepidoptera y Coleoptera.

Entre los **Crustacea** se han reconocido ejemplares atribuibles a los Malacostraca, concretamente individuos de Amphypoda e Isopoda (Oniscoidea).

Entre los **Chelicerata** se han encontrado ácaros del orden Actinotrichida. Se han reconocido varios Actinedida y un Oribatida. También están presentes algunos ejemplares de Araneida.

Señalamos a continuación el material tipo puesto de manifiesto hasta la fecha por el equipo de sistemáticos, así como el resto de taxones citados procedentes de nuestros materiales:



Figura 9. MCNA 8881. Diptera. Microphoridae. *Microphorlabrus denticulabrus*.

**MCNA 8837.** Holotipo. Hybotidae: *Alavesia subiasi* WATERS & ARILLO, 1999. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Waters, S. B. & Arillo, A. (1999). A new Hybotidae



Figura 10. MCNA 8880. Diptera. Microphoridae. *Microcathophorites hispanica*.

(Diptera, Empidoidea) from Lower Cretaceous amber of Alava (Spain). *Studia Dipterologica*, 6 (1), 59-66.

**MCNA 8838.** Paratipo. Hybotidae: *Alavesia subiasi* WATERS & ARILLO, 1999. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Waters, S. B. & Arillo, A. (*op. cit.*).

**MCNA 8841.** Paratipo. Hybotidae: *Alavesia subiasi* WATERS & ARILLO, 1999. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Waters, S. B. & Arillo, A. (*op. cit.*).

**MCNA 8640.** Paratipo. Archaeatropidae: *Archaeatropos alavensis* BAZ & ORTUÑO, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (2000). Archaeatropidae, a New Family of Psocoptera from the Cretaceous Amber of Alava, Northern



Figura 11. MCNA 9509. Delicado ejemplar de himenóptero en el que se conservan perfectamente sus dos pares de alas.

Spain. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 93 (3), 367-373.

**MCNA 8802.** Paratipo. Archaeatropidae: *Archaeatropos alavensis* BAZ & ORTUÑO, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

**MCNA 8834.** Holotipo. Archaeatropidae: *Archaeatropos alavensis* BAZ & ORTUÑO, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

**MCNA 8646.** Alotipo. Archaeatropidae: *Archaeatropos alavensis* BAZ & ORTUÑO, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

**MCNA 8868.** Paratipo. Archaeatropidae: *Archaeatropos alavensis* BAZ & ORTUÑO, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

**MCNA 8889.** Paratipo. Archaeatropidae: *Archaeatropos alavensis* BAZ & ORTUÑO, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

**MCNA 8866.** Holotipo. Archaeorchestidae: *Archaeorchestes minguezae* ARILLO & SUBÍAS, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Arillo, A. & Subías, L. S. (2000). A new fossil oribatid mite *Archaeorchestes minguezae* n. gen. n. sp. from the Spanish Lower Cretaceous amber. *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg*, 84, 231-236.

**MCNA 8836.** Holotipo. Ceratopogonidae: *Archiaustroconops alavensis* SZADZIEWSKI & ARILLO, 1998. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Szadziewski, R. &



Figura 12. MCNA 8645. Diptera. Ceratopogonidae. *Protoculicoides skalskii* SZADZIEWSKI & ARILLO, 1998. Se observan los dos balancines o halterios para estabilizar el vuelo.



Figura 13. MCNA 8880. Diptera. Microphoridae. *Microcathophorites hispanica*.

Arillo, A. (1998). Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) from the Lower Cretaceous Amber from Alava, Spain). *Polish Journal of Entomology*, **67**, 291-298.

**MCNA 8839.** Paratipo. Ceratopogonidae: *Archiaustroconops alavensis* SZADZIEWSKI & ARILLO, 1998. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Szadziewski, R. & Arillo, A. (*op. cit.*).

**MCNA 8840.** Paratipo. Ceratopogonidae: *Archiaustroconops alavensis* SZADZIEWSKI & ARILLO, 1998. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Szadziewski, R. & Arillo, A. (*op. cit.*).

**MCNA 8842.** Paratipo. Ceratopogonidae : *Archiaustroconops alavensis* SZADZIEWSKI et Arillo, 1998. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Szadziewski, R. & Arillo, A. (*op. cit.*).

**MCNA 8744.** Holotipo. Cecidomyiidae: *Cretohaplusia ortunoi* ARILLO & NEL, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Arillo, A. & Nel, A. (2000). Two new fossil cecidomyiid flies from Lower Cretaceous amber of Alava (Spain) (Diptera, Cecidomyiidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **105** (3), 285-288.

**MCNA 8824.** Holotipo. Cecidomyiidae: *Eltxo cretaceus* ARILLO & NEL, 2000. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Arillo,

A. & Nel, A. (*op. cit.*).

**MCNA 8677.** Holotipo. Empheriidae: *Empheropsocus arilloi* BAZ & ORTUÑO, 2001.



Figura 14. MCNA 8635. Vista ventral de uno de los numerosos arácnidos presentes en el yacimiento de Peñacerrada. Los movimientos para liberarse de la resina fresca produjeron numerosas burbujas de aire, que también han quedado fosilizadas.

Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (2001). New genera and species of empheriids (Psocoptera: Empheriidae) from the Cretaceous amber of Alava, northern Spain. *Cretaceous Research*, **22**, 575-584.

**MCNA 9731.** Paratipo. Empheriidae: *Empheropsocus arilloi* BAZ & ORTUÑO, 2001.



Figura 15. MCNA 8649. El más grande: Diptera, Mycetophiloidea. Sobre él: Hymenoptera, Stigmaphronidae.

Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).



Figura 16. MCNA 9775. Tisanóptero. Este espécimen muestra una abundante pilosidad en sus alas plegadas.

MCNA 9755.

H o l o t i p o .  
E m p h e r i i d a e :  
*Empheropsocus marginelabrus* BAZ & ORTUÑO, 2001. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

MCNA 8648.

Holotipo. Phoridae: *Euliphora grimaldii* ARILLO & MOSTOVSKI, 1999. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Arillo, A. & Mostovski, M. B. (1999). A new genus of Priophorinae (Diptera, Phoridae) from the Lower Cretaceous amber of Álava (Spain). *Studia Dipterologica*, 6 (2), 251-255.

MCNA 8798. Paratipo. Manicapsocidae?: *Manicapsocidus enigmaticus* BAZ & ORTUÑO, 2001. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (2001). A new electrentomoid psocid (Psocoptera) from the Cretaceous amber of Alava (Northern Spain). *Mitt. Mus. Nat. kd. Berl., Dtsch. entomol. Z.*, 48, 1, 27-32.

MCNA 8867. Holotipo. Manicapsocidae?: *Manicapsocidus enigmaticus* BAZ & ORTUÑO, 2001. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

MCNA 8874. Paratipo. Manicapsocidae?: *Manicapsocidus enigmaticus* BAZ & ORTUÑO, 2001. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

MCNA 8872. Paratipo. Empheriidae: *Preempheria antiqua* BAZ & ORTUÑO, 2001. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (2001). New genera and species of empheriids (Psocoptera: Empheriidae) from the Cretaceous amber of Alava, northern Spain. *Cretaceous Research*, 22, 575-584.



Figura 17. MCNA 8658. Larva de coleóptero con dos apéndices posteriores en forma de gancho.

MCNA 8888. Holotipo. Empheriidae: *Preempheria antiqua* BAZ & ORTUÑO, 2001. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Baz, A. & Ortuño, V. M. (*op. cit.*).

MCNA 8645. Holotipo. Ceratopogonidae: *Protoculicoides skalskii* SZADZIEWSKI & ARILLO,



Figura 18. MCNA 8938. Detalle de una araña en el que se observa el vello que recubre su cuerpo y en un segundo plano uno de sus apéndices copuladores.

1998. Cretácico Inferior, Aptiense. Peñacerrada (Álava). Szadziewski, R. & Arillo, A. (1998). Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) from the Lower Cretaceous Amber from Alava, Spain. *Polish Journal of Entomology*, **67**, 291-298.

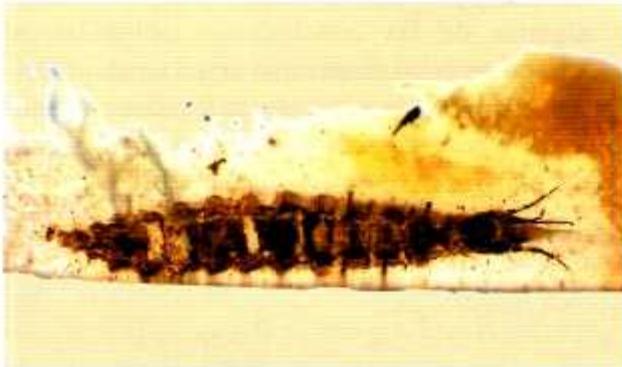


Figura 19. MCNA 9294. Larva de la que se desconoce el grupo de insectos al que pertenece.

Lo que hace un total de 12 géneros, 9 especies y 2 familias descritas por primera vez. En el ámbito de la entomología han sido citados también los siguientes taxones:

NEANURIDAE: *Micranurida?* sp. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

ONYCHIURIDAE: *Onychiurus?* sp. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

ISOTOMIDAE: *Anurophorus?* sp. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

ISOTOMIDAE: *Proisotoma (Ballistura)?* sp. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

ISOTOMIDAE: *Cryptopygus?* sp. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

SMINTHURIDAE: *Sminthurus?* sp1. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

SMINTHURIDAE: *Sminthurus?* sp2. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

BOURLETIELLIDAE: *Fasciosminthurus?* sp. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).



Figura 20. MCNA 8938. Araña atrapada junto a gran cantidad de polvo atmosférico y materia orgánica.

ARRHOPALITINIDAE: *Arrhopalites* sp. Benito, Ortuño & Espantaleón (2002).

Dentro de las inclusiones de categoría no artropodiana presentes en el ámbar alavés cabe destacar varios ejemplares de plumones y fragmentos de coberteras de aves o de dinosaurios avianos. Constituyen ya la mejor colección de plumas existente para el Cretácico Inferior.

## Aspectos físico-químicos



Figura 21. MCNA 8852. Díptero de la familia de los loncoptéridos en un excelente estado de conservación.

El Museo de Ciencias Naturales de Alava ha diseñado y planificado un programa de investigación en el que se contempla, entre otras cosas, la prospección continuada de los contenidos microscópicos atrapados en la resina, ya sean éstos de origen biológico o no. Tradicionalmente, las inclusiones biológicas estudiadas en los materiales ambarígenos de otros yacimientos del mundo lo han sido fundamentalmente bajo la óptica de la entomología, no habiendo estudios relevantes sobre el mundo unicelular y microscópico de las inclusiones.

El desarrollo reciente y la puesta a punto de nuevas técnicas de microscopía, de muy diversas características y niveles de resolución, ha supuesto un avance fundamental en los estudios sobre el interior de los organismos (fundamentalmente microorganismos litobióticos) y el entorno pétreo de los mismos. La aplicación de estas técnicas para la caracterización y determinación de los microorganismos atrapados en ámbar, así como para todas aquellas microinclusiones orgánicas e inorgánicas incluidas, requeriría una nueva aproximación metodológica y la posterior definición de nuevos protocolos de actuación. No existe en la literatura ningún dato sobre la naturaleza y estado de conservación de

los microorganismos incluidos dentro del ámbar. Son desconocidos los procesos que regulan la mineralización de los microorganismos y otras especies pluricelulares atrapadas en resinas. También desconocíamos el comportamiento del ámbar durante los complejos procedimientos de preparación de las muestras para su posterior observación, así como su resistencia a la iluminación con haz de electrones.

Durante los últimos tres años se han aplicado con intensidad las técnicas que citamos a conti-



Figura 22. MCNA 9931. Araña en la que se observa un vestigio de su ornamentación caracterizada por las bandas de sus patas y abdomen.

nuación con resultados sorprendentes (algunas de ellas utilizadas por primera vez en el ámbar):

- Microscopía Electrónica de Barrido en modo de electrones secundarios (SEM-SE).
- Microscopía Electrónica de Barrido en modo de electrones retrodispersados (SEM-BSE). Técnica aplicada por primera vez en el estudio de inclusiones en ámbar.
- Microscopía Electrónica de Barrido en Bajas Temperaturas (LT-SEM) en modo de electrones secundarios (LT-SEM-SE) y retrodispersados (LT-SEM-BSE). Técnica aplicada por primera vez en el estudio de inclusiones en ámbar.
- Microanálisis por dispersión de energía de los rayos X (EDS).
- Microscopía Láser *Scanning* Confocal (CLSM). Técnica aplicada por primera vez en el estudio de inclusiones en ámbar.
- Microscopía Electrónica de Transmisión.
- Microscopía Óptica (MO).

Con todo ello hemos avanzado notablemente en la percepción de importantes comunidades de microorganismos, en su distribución tridimensional, en sus relaciones simbióticas, en su caracterización morfoestructural y ultraestructural, en la definición del grado de mineralización

de sus estructuras orgánicas, etc. Las citadas técnicas nos han permitido efectuar estudios tipológicos, estructurales y de composición de inclusiones no biológicas, así como el análisis de numerosas burbujas y de sus contenidos.

El manuscrito con los resultados preliminares y algunas de las conclusiones obtenidas se encuentra en estos momentos en proceso editorial, bajo la denominación «*Fossilised microcenosis and microdebris in Cretaceous amber from Álava (Northern Spain)*».

## Aspectos patrimoniales

El Departamento de Cultura de la Diputación Foral de Álava, en cumplimiento de sus responsabilidades en materia de Patrimonio Cultural del Territorio Histórico de Álava, y a tenor de lo dispuesto en la Ley de Patrimonio Cultural Vasco, solicitó la incoación del correspondiente expediente de calificación ante los Servicios Técnicos del Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco.

Visto el interés científico, cultural y patrimonial que representa el ámbar del yacimiento de Peñacerrada, y atendiendo a la propuesta de resolución presentada por los Servicios Técnicos del citado Centro de Patrimonio Cultural, el Viceconsejero de Cultura del Gobierno Vasco decidió proceder a la incoación del correspondiente expediente de calificación, en resolución de 30 de marzo de 1998, otorgando al yacimiento de Peñacerrada la máxima protección jurídica marcada por la ley, esto es, la de «Bien Cultural Catalogado».

Dicho expediente de calificación es sometido a información pública en el Boletín Oficial del País Vasco N° 109 de 12 de junio de 1998. No presentándose alegaciones al mismo, prosigue su tramitación. Es en Consejo de Gobierno de 15 de septiembre de 1998 cuando se procede a la aprobación definitiva de la calificación solicitada para el yacimiento de Peñacerrada, siendo publicado el correspondiente Decreto 230/98 en el Boletín Oficial del País Vasco N° 187 de fecha 1 de octubre de 1998.

El yacimiento de ámbar de Peñacerrada es el primer yacimiento paleontológico al que se le otorga la calificación de «Bien Cultural Catalogado», al amparo de la Ley de Patrimonio Cultural Vasco.

Por otro lado, la categoría de «bien mueble» de las piezas de ámbar rescatadas, así como la misma praxis museológica, exigían, entre otras

cosas, la correcta **catalogación** de las mismas, así como el desarrollo de todas aquellas labores encaminadas a su adecuado **tratamiento y conservación**.

España es un país que no posee una significativa experiencia en el manejo de colecciones de ámbar, en lo relativo a su adecuado tratamiento y conservación. Ello es debido a la ausencia histórica del suficiente valor patrimonial en este ámbito. El *I Congreso Mundial de Inclusiones en Ámbar*, celebrado en Vitoria en octubre de 1998, permitió el intercambio de experiencias en este sentido. Concretamente, el Dr. D. A. Grimaldi, del *American Museum of Natural History* de Nueva York, centró su intervención en este sentido. Con anterioridad, fue el Dr. Schlee, conservador de ámbar del *Staatliches Museum für Naturkunde* de Stuttgart, quien nos sugirió algunos de los protocolos utilizados por él. Con todo ello, el Departamento de Geología del MCNA procedió a elaborar sus propios protocolos de actuación en materia de limpieza, consolidación, preparación de muestras de investigación, etc.

El ámbar es una sustancia orgánica, derivada de resinas insolubles en agua que fueron segregadas por plantas superiores. Es un material polimérico que, como el resto de materiales orgánicos, está sujeto a un proceso natural de deterioro y reciclado en la naturaleza. Mediante la conservación se pretende minimizar o retardar este deterioro, causado principalmente por reacciones físicas y químicas, cuyo origen está en el incremento de energía térmica o fotoquímica y en el efecto que algunos gases y productos químicos tienen sobre el ámbar, incluso en atmósferas controladas dentro del museo.

Los métodos utilizados por el MCNA, así como un análisis pormenorizado de diagnósticos y procedimientos preventivos y paliativos, pueden verse en el volumen especial nº 2 (1999) de la publicación *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, bajo el título: «*La conservación del ámbar. Revisión de los principales agentes de deterioro y soluciones publicado*». Así como en el titulado: «*El ámbar Cretácico de Álava (Cuenca Vasco-Cantábrica, norte de España). Su colecta y preparación*», presente en el mismo volumen.

## Epílogo

Hemos resaltado ya la enorme potencialidad de los yacimientos ambarígenos de Montoria-Peñacerrada, debido al abundante material recolectado y al altísimo número de inclusiones biológicas y no biológicas presentes en su seno. Todo un cúmulo de circunstancias acaecidas a lo largo de los más de cien millones de años transcurridos desde su formación han hecho posible que dichos yacimientos hayan llegado hasta nosotros. Y lo han hecho en las mejores condiciones imaginables. El modelo subsidente y térmico, así como los estudios de la materia orgánica asociada a los niveles portadores, en términos de composición y grado de evolución o rango, a fin de conocer su naturaleza, origen e historia diagenética, han aportado datos reveladores para poder comprender la calidad del ámbar presente (en términos de poco «ruido» o niveles de alteración/destrucción muy inferiores a los que cabría esperar a priori para un yacimiento tan antiguo). Temperaturas muy inferiores a 51,8 °C a lo largo de casi toda su historia, una materia orgánica poco evolucionada o inmadura (equivalente al rango de los *carbones subbituminosos*) y un proceso diagenético que no ha superado el estadio de *diagénesis orgánica* han obrado el milagro.

En términos coloquiales podríamos afirmar que «la naturaleza se ha portado». ¿Cabe esperar lo mismo de la naturaleza humana? Tal regalo de conocimiento confiere a la vez una tremenda responsabilidad, la de su adecuada conservación y gestión. Un estricto posicionamiento intelectual, que permita formular las preguntas adecuadas y comprender las respuestas, se hace más que nunca necesario. Pero todo ello no será suficiente sin el imprescindible apoyo institucional. Sólo desde una institución garante de la conservación a perpetuidad del patrimonio generado podrá transformarse la singularidad que nos ocupa en una fuente de nuevos valores culturales, científicos, económicos y sociales.



Figura 23. MCNA 9423. Coleóptero. *Sus largas y robustas patas traseras pueden significar que poseía cualidades de saltador.*

*Nota: Todas las figuras (excepto Fig. 5), de Rafael López del Valle y J. Carmelo Corral.*