

REVISTA PH94

INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO

JUNTA DE ANDALUCÍA

JUNIO 2018



Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico
CONSEJERÍA DE CULTURA

panorama

- 002 **El Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid transforma en exposición casi 30 años de esfuerzo y trabajo paleontológicos**
María Carrillo Tundidor, Enrique Baquedano Pérez, Jorge Morales Romero
- 006 **La difusión del patrimonio paleontológico. La experiencia con el legado personal de Bartomeu Darder i Pericàs**
Francesc X. Bonnín Salamanca, María Sebastián Sebastián
- 009 **Inventario y problemas de conservación de las huellas de dinosaurio en Marruecos**
Félix Pérez-Lorente, Mohamed Boutakiout, Moussa Masrour
- 012 **El blog *Folklore de los fósiles ibéricos* divulga desde 2007 las influencias del registro fósil sobre la cultura popular**
Heraclio Astudillo Pombo
- 016 **La SEP impulsa desde 1984 la difusión y protección de la paleontología en España a través de diversas iniciativas**
María José Comas-Rengifo, Francisco J. Rodríguez-Tovar, Ana Rosa Gómez Cano
- 018 **El Museo Paleontológico de Elche apuesta desde sus orígenes por que la ciudadanía se implique en su gestión diaria**
Ainara Aberasturi Rodríguez, Ignacio Fierro Bandera, José Manuel Marín, Esteban José Sánchez Ferris
- 020 **La fotogrametría se convierte en una poderosa herramienta para la conservación y difusión del patrimonio paleontológico**
Ignacio Díaz-Martínez, Paolo Citton, Silvina de Valais, Esperanza García-Ortiz
- 023 **Interpretación, conservación y divulgación de los valores fósiles del entorno de cabo Roche (Cádiz)**
Jorge Sáez Jiménez

investigación **Monográfico El patrimonio paleontológico español**

- 026 **Introducción**
Bienvenido Martínez-Navarro
- 028 **Condicionantes geológicos en la conservación del patrimonio paleontológico**
José Manuel García-Aguilar, Antonio Guerra-Merchán, Sergio Ros-Montoya, M.ª Patrocinio Espigares, Paul Palmqvist
- 064 **Principales yacimientos marinos de interés para el patrimonio paleontológico en la Península Ibérica e Islas Baleares**
Eustoquio Molina, Miguel Company, María Eugenia Dies, José Sandoval, Francisco J. Sierro
- 116 **Dinosaurios de la Península Ibérica**
Luis Alcalá, Alberto Cobos, Rafael Royo-Torres
- 154 **Aves fósiles de la Península Ibérica, Canarias y Baleares: balance de los estudios realizados**
Antonio Sánchez Marco
- 182 **Las faunas de mamíferos del Mioceno continental de la Península Ibérica**
Jordi Agustí
- 206 **Los mamíferos del Plioceno y Pleistoceno de la Península Ibérica**
Bienvenido Martínez-Navarro, Sergio Ros-Montoya, María-Patrocinio Espigares, Joan Madurell-Malapeira, Paul Palmqvist

- perspectivas** **El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?**
coordina Eloísa Bernáldez Sánchez
- 250 **Introducción al debate**
Eloísa Bernáldez Sánchez
- 252 **La protección del patrimonio paleontológico en Castilla y León**
Antonio Bellido Blanco
- 255 **El patrimonio paleontológico: valorización y simbolismo de un pasado desconocido**
Francisco José Casado Pérez
- 257 **La conservación del patrimonio paleontológico en Canarias**
Esther Martín González
- 259 **Faltan técnicos en la gestión del patrimonio paleontológico español**
Ángela Delgado Buscalioni
- 260 **Acciones para la salvaguardia y el uso sustentable del patrimonio paleontológico en la comuna de Caldera, Región de Atacama, Chile**
Mauricio Lorca
- 263 **Algunas reflexiones sobre la gestión del patrimonio paleontológico por parte de las administraciones españolas**
José Ignacio Canudo
- 265 **Reflexión sobre la consideración del patrimonio paleontológico**
Juan Carlos García Pimienta
- 267 **¿Es una ley garantía de protección del patrimonio? Previsión, prevención y negociación como posibles alternativas de protección**
Ángel Galobart
- 270 **Fósiles y yacimientos paleontológicos: un patrimonio en la encrucijada**
Esperanza Fernández Martínez
- 273 **Algunas consideraciones sobre la gestión del patrimonio paleontológico**
Esperanza Fernández Martínez, Esperanza García-Ortiz de Landaluze
- 276 **Encontré un icnofósil y tampoco supe qué hacer con él**
Eduardo Mayoral Alfaro
- 278 **El reglamento de actividades arqueológicas y la investigación paleontológica en Andalucía: ¿El estudio del registro fósil debe ser competencia de los licenciados en humanidades?**
Paul Palmqvist Barrena, Matías Reolid, Borja Figueirido, Juan Antonio Pérez-Claros, Antonio Guerra-Merchán, José Manuel García-Aguilar, Francisco J. Serrano
- 283 **Patrimonio paleontológico en Colombia: ¿esperanzas en el horizonte?**
Sandra Patricia Maya Ealo, Harold Fernando Jiménez Velandia
- 286 **Patrimonio paleontológico: un legado olvidado**
Cristina Sousa Macías
- 288 **Paleontología, ciencia, patrimonio y futuro**
Gloria Cuenca-Bescós
- 290 **Reseteo: patrimonio paleontológico 2.0**
Ignacio Fierro Banderai
- 292 **El patrimonio paleontológico del centro de Argentina como parte del patrimonio cultural, una relación social y legal**
Guillermo Heider

- 294 **La paleontología en el marco legal de la Comunidad Valenciana**
Esteban José Sánchez Ferris
- 296 **Una mirada a la Tierra. Valoración del patrimonio paleontológico**
Francisco Giles Pacheco, Esperanza Mata Almonte
- 299 **Marco legal del patrimonio paleontológico en la Comunidad Valenciana**
Andrés Santos-Cubedo
- 301 **Principio de precaución y agravios comparativos en la gestión de la arqueología y la paleontología por parte de las administraciones: el caso de la Comunidad Valenciana**
Francisco Javier Ruiz Sánchez
- 304 **Patrimonio paleontológico en áreas naturales protegidas: el caso del ANP municipal Paso Córdoba (provincia de Río Negro, Patagonia, Argentina)**
Leonardo Salgado, Ignacio Díaz-Martínez
- 307 **El patrimonio paleontológico en Andalucía: un gran problema con una sencilla y razonable solución**
Alfonso Arribas Herrera
- 309 **El patrimonio geológico y paleontológico en la región de Aragón**
Guillermo Meléndez, Alizia Nuñez, Marta Tomás, Olga López Guajardo, Javier Lorente Obón, Monserrat Soria, Paola Infante
- 316 **El patrimonio paleontológico a partir de la experiencia de “Caminando sobre gliptodontes y tigres dientes de sable”. Un proyecto de extensión universitaria en la Argentina**
Facundo Iacona, Esteban Soibelzon, Raúl Montero, Martín R. Ciancio, Analía Francia, Victoria Penzo, Juan S. Salgado, Sergio G. Rodríguez, M. Mercedes Gould, Victoria L. López, Malena Morell
- 319 **La dualidad del patrimonio paleontológico y su divulgación**
Alberto Leandro Aranda Quirós
- 321 **Más allá de los dinosaurios: nuevas perspectivas para el patrimonio paleontológico de La Rioja**
Esperanza García-Ortiz, Ignacio Díaz-Martínez, Angélica Torices, Mireia Ferrer Ventura, Pablo Navarro Lorbés, Raúl San Juan Palacios
- 324 **El dilema del patrimonio paleontológico: ¿es posible su protección a través de las leyes de conservación de espacios naturales?**
Rafael Marquina Blasco, Francisco Javier Ruiz Sánchez
- 326 **El patrimonio paleontológico en España: una necesidad de consenso sobre su gestión y marco legal**
Juana Vegas, Graciela Delvene, Silvia Menéndez, Isabel Rábano, Ángel García-Cortés, Enrique Díaz-Martínez, Ramón Jiménez
- 330 **Luces y sombras del tiempo profundo. Venezuela y el patrimonio paleontológico**
Hiram A. Moreno
- 333 **Sobre el sentido de la protección jurídica del patrimonio paleontológico y su inserción sectorial en la legislación del patrimonio cultural**
Rosario Leñero Bohórquez
- 335 **El patrimonio paleontológico de mi comunidad**
Julio Fabián Merlo

reseñas

- 338 **Patrimonio geológico y paleontológico del término municipal de Elche: el Clot de Galvany y el Pantano** por Enrique Peñalver Mollá
- 340 **Colecciones de Ciencias Naturales de la Universidad de Granada** por Manuela García Lirio
- 342 **40 años inmersos en el pasado** por Jessica Serrano Granados

344 **Caracterización patrimonial de los depósitos laminados de la cuenca de Lorca** por Jose Navarro Pedreño

346 **Las Hoyas: a Cretaceous Wetland: A multidisciplinary synthesis after 25 years of research on an exceptional fossil Lagerstätte from Spain** por Fernando Sanguino González

348 **Paleontología en El Manantial. La bahía de Cádiz hace millones de años** por Antonio Monclova Bohórquez

investigación Otros

352 **Hongos entomopatógenos: de la agricultura a la conservación del patrimonio histórico**
Eva Crespo Martín, Luis Miguel Gallego Sánchez, Samuel Gámez Arcas, Marta Mozo Mulero, María Patricia Nevado Berzosa, Inmaculada Pérez Camacho, Jesús José Soriano Bermúdez, Elan Alexis Téllez Pueblas, Fernando P. Molina-Heredia, Mercedes Roncel, José R. Pérez-Castiñeira

Cubierta *Chilesaurus diegosuarezi* | imagen realizada por el ilustrador en ciencias Mauricio Álvarez Abel, y asesorado por los científicos chilenos: Alexander Vargas M., Dr. Ciencias, profesor Universidad de Chile; David Rubilar R., Dr. Ciencias, Jefe del Área Paleontológica del Museo Nacional de Historia Natural; Sergio Soto A., Paleontólogo del Consejo de Monumentos Nacionales. arbalbel@gmail.com; <https://www.facebook.com/mauricio.alvarez>

Revista PH (ISSN 23-40-7565) es una publicación en línea cuatrimestral (febrero, junio y octubre), destinada a los profesionales e investigadores del patrimonio histórico/cultural.

Sus contenidos están disponibles, de manera gratuita y sin restricciones, en el sitio web www.iaph.es/revistaph. En esa misma dirección encontrará publicadas las contribuciones de la etapa impresa.

Este fichero constituye una recopilación de todos los artículos del número, que pretende facilitar la descarga e impresión personal, pero no constituye, en ningún caso, una versión impresa de la publicación periódica digital.

Revista PH se edita bajo una licencia creative commons 3.0 BY-NC-ND, por lo que usted es libre de difundir su contenido siempre que cite claramente la fuente original, no utilice la obra para fines comerciales y no altere o transforme la obra.

El Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid transforma en exposición casi 30 años de esfuerzo y trabajo paleontológicos

Los yacimientos del cerro de los Batallones (Torrejón de Velasco, Comunidad de Madrid) son una referencia mundial en el campo de la paleontología del Mioceno. Tras casi treinta años de campañas de excavación e innumerables estudios científicos y actividades de difusión, el Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid (MAR) ofrece al público una exposición que reúne las conclusiones de tantos años de esfuerzo y trabajo concienzudo. La muestra, organizada en torno a cinco áreas temáticas, presenta una lectura completa, amena y rigurosa de los yacimientos. Tanto la exposición como las publicaciones editadas tienen una intención evidentemente divulgativa y formativa.

María Carrillo Tundidor, Enrique Baquedano Pérez | respectivamente, responsable de exposiciones y director del Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid

Jorge Morales Romero | comisario científico, Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC)

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4199>

Desde su descubrimiento fortuito en 1991, mientras se producían en la zona trabajos de extracción de minerales, los yacimientos situados en el cerro de los Batallones (Torrejón de Velasco, Comunidad de Madrid) despertaron el interés de la comunidad científica, que ha asistido expectante durante años a los continuos y sorprendentes hallazgos en las sucesivas campañas de excavación que se han realizado durante veintisiete años.

Las publicaciones científicas y la labor de difusión del proyecto de investigación liderado por uno de nosotros (Jorge Morales Romero) han sido una constante desde el principio, y así lo demuestran, entre otros muchos estudios científicos, las nueve tesis doctorales leídas en torno a los hallazgos de los yacimientos.

No obstante, tras veintisiete años de trabajo, el Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid consideró que había llegado el momento de ofrecer al público una exposición que reuniera las conclusiones de tantos años de esfuerzo y de trabajo concienzudo, y que permitiera contemplar por primera vez los extraordinarios restos de un anónimo cerro que escondía la clave para entender el paisaje natural de la cuenca de Madrid de hace nueve millones de años. Esta exposición ofrecía al museo ade-

más la posibilidad de demostrar la riqueza paleontológica del territorio, y que se ha puesto de manifiesto en las continuas obras públicas acometidas en los últimos años.

Los yacimientos del cerro de los Batallones son, efectivamente, una referencia mundial en el campo de la paleontología del Mioceno por diversas razones: la gran acumulación de restos óseos, su excelente conservación, destacando sobre todo la posición anatómica en la que se encuentran, la diversidad de la fauna (especialmente de carnívoros) y, obviamente, la antigüedad asignada al yacimiento, que se calcula en más de nueve millones de años. Representa además un caso de estudio en lo que se refiere a las condiciones geológicas del entorno, que han permitido no sólo la formación de los propios yacimientos, sino también su preservación. La importancia de los yacimientos fue avalada por la Comunidad de Madrid quien apoyó los trabajos de excavación desde los inicios y quien declaró el entorno bien de interés cultural en el año 2001, lo que supuso una medida definitiva para su protección.

El equipo encargado de diseñar los contenidos de la exposición ha tenido como objetivo prioritario ofrecer una lectura completa, amena y rigurosa de los yacimen-



Entrada a la exposición | fotos Museo Arqueológico Regional (Mario Torquemada), titular de todas las imágenes que ilustran este texto, mientras no se indique lo contrario



Sala central de la exposición



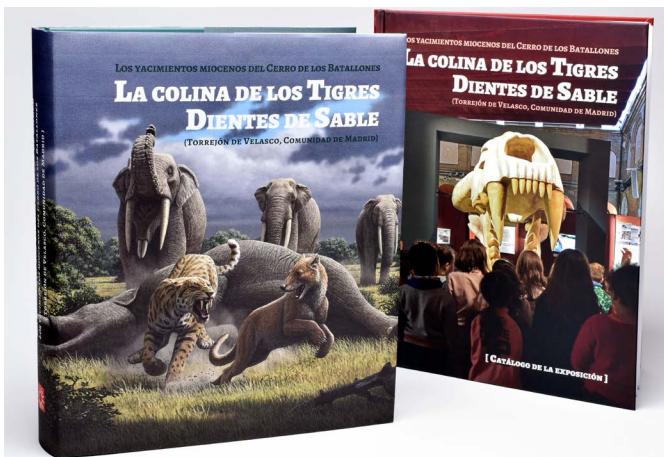
Reproducción del tigre dientes de sable *Machairodus aphanistus*

tos, exponiendo no sólo una selección de los restos aparecidos, sino las conclusiones a las que se ha llegado a lo largo de los años de estudio. Para ello, se ha recurrido a herramientas expositivas que jerarquizan la información en diversos niveles de comprensión: paneles informativos, cartelas, audiovisuales, reconstrucciones en 3D e ilustraciones.

Las ilustraciones, realizadas por el ilustrador y artista paleontológico Mauricio Antón, ocupan un lugar destacado dentro de la exposición, no sólo por el formato de reproducción, en cajas retroiluminadas de 2,20 x 3,40 m, sino también por su vocación evocadora, al remitirnos a las reconstrucciones del ambiente natural en el que se formaron los yacimientos.



Montaje anatómico de *Decennatherium rex*



Publicaciones de la exposición

La información ofrecida al visitante se organiza en torno a cinco áreas temáticas: en la introducción se presenta, junto a un video de tres minutos de duración, la historia del descubrimiento de los yacimientos, localizados durante las tareas de explotación minera de sepiolita en la zona. En esta área se presentan los primeros restos encontrados, que dieron origen al inicio de las investigaciones y excavaciones científicas en la zona. A continuación, se analiza el contexto geológico de los yacimientos, poniéndolo en relación con otros yacimientos de la cuenca de Madrid. En la tercera área se trata el origen y formación de las cavidades que han dado lugar a los yacimientos. En esta área se muestran tres grandes ilustraciones retroiluminadas de Mauricio Antón que reconstruyen el ambiente ecológico de Madrid hace nueve millones de años y el interior de una de las cavidades, junto al fósil de una tortuga gigante (*Titanochelon*) y una gran acumulación de huesos en la que se aprecian los restos de dos individuos distintos, un antepasado de la jirafa (*Decennatherium rex*) y un caballo (*Hipparion*). Se incluye además un video con una duración de dos minutos y medio en el que se explica el proceso de formación y sedimentación de las cavidades que ha dado lugar a la excepcional concentración de fósiles que presentan los yacimientos del cerro de los Batallones.

La cuarta área de la exposición, dedicada a la fauna de cerro de los Batallones, es la que reúne la mayor parte de los fósiles presentes en la exposición: carnívoros, herbívoros, pequeños mamíferos, aves, peces... Se configura una gran isla central dedicada a los restos de carnívoros presidida por una reproducción a escala real de un tigre dientes de sable (*Machairodus aphanistus*), y rodeada de las vitrinas dedicadas a los herbívoros y al resto de animales. Los fósiles se presentan en posición anatómica sobre siluetas dibujadas, junto a animaciones en 3D que reconstruyen el movimiento y características de los animales.

La quinta y última sección de la exposición se denomina "Más allá de los fósiles", e introduce al visitante en los diferentes análisis e investigaciones que se realizan en torno al yacimiento a fin de recabar información sobre las condiciones ambientales en las que se desarrolló la vida hace nueve millones de años. En esta área se



Ambiente ecológico de Madrid hace nueve millones de años | ilustración Mauricio Antón

incluye una pequeña sala de proyección con la película de 34 minutos de duración *Devolviendo a la vida a los félidos dientes de sable*, sobre las técnicas de reconstrucción de esqueletos, tejidos blandos, ambiente, vegetación, locomoción, caza, así como sobre las técnicas artísticas tradicionales y digitales.

La exposición tiene una evidente naturaleza comunicadora y formativa: trata de ofrecer un panorama lo más exacto posible, con toda fidelidad, de los descubrimientos científicos que nos aportan sus restos. Las publicaciones que se han editado con motivo de la exposición recogen esta misma voluntad, tratando de cubrir los diferentes públicos a los que se dirige. Para ello, se ha realizado una publicación de más de 600 páginas y más de cuarenta artículos redactados por los principales especialistas que han trabajado en el cerro de los Batallones desde su descubrimiento. Junto a esta publicación de carácter científico, se ha editado un catálogo que contiene todos los textos incluidos en los paneles y cartelas de la exposición, junto a las piezas (más de 160) que el visitante puede contemplar a lo largo del recorrido.

Las actividades organizadas en torno a la exposición tratan de recoger el enorme impacto que está teniendo entre

el público, y que avalan las cifras de visitantes, como talleres infantiles, visitas guiadas, una mesa redonda coincidiendo con La Noche de los Museos y conferencias el Día Internacional de los Museos, así como la participación activa en el Geolodía 18, en la que uno de los platos fuertes es la visita a la exposición.

La tienda del museo no ha sido ajena a la invasión faunística que esta exposición ha traído, mediante la incorporación de gran número de objetos con los principales motivos de la exposición: camisetas, tazas, cuadernos, delantales, postales, marca páginas...

Se trata, sin duda, de que todo el museo participe al unísono en el mensaje que se quiere transmitir mediante la organización de esta exposición: la difusión del rico patrimonio paleontológico de la Comunidad de Madrid y la excelente labor investigadora que se lleva a cabo en torno a él.

La difusión del patrimonio paleontológico. La experiencia con el legado personal de Bartomeu Darder i Pericàs

En 2013 se puso en marcha la web que recoge el legado de Bartomeu Darder i Pericàs (1894-1944), geólogo y paleontólogo mallorquín muy activo en el primer tercio del siglo XX. Tras la donación del fondo personal del científico realizada por su hijo Josep Darder a la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, se inician las tareas de sistematización y difusión. La primera fase de digitalización y catalogación archivística de cuadernos de campo y fotografías finaliza con la creación del sitio <http://legatdarder.balearsfaciencia.org> que pone al alcance del usuario estos materiales, además de información sobre la biografía y la obra de Bartomeu Darder.

Francesc X. Bonnín Salamanca | Arxiu del So i de la Imatge de Mallorca

María Sebastián Sebastián | Universitat de les Illes Balears

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4187>

Bartomeu Darder Pericàs (Palma, 1894-Tarragona, 1944) fue uno de los científicos mallorquines más destacados y con más proyección internacional de la primera mitad del siglo XX. Desde las disciplinas de la geología, la paleontología y la hidrología, se dedicó sin descanso y con pasión a la investigación, a la docencia y a la divulgación. Referente científico y humano en la sociedad mallorquina de la época, fue el causante de un avance sustantivo del conocimiento geológico de la isla y del levante peninsular, así como de su difusión. Fue colaborador y continuador del trabajo del científico francés Paul Fallot (1889-1960), lo que abrió las puertas de su carrera. Su participación en el XIV Congreso Geológico Internacional (Madrid, 1926) le otorgó reconocimiento entre sus colegas y la posibilidad de la publicación y difusión de sus investigaciones en el ámbito europeo.

El fondo documental y fotográfico acumulado por el científico mallorquín durante su trayectoria profesional fue conservado en el despacho profesional de su hijo, el también geólogo e hidrólogo Josep Darder Seguí (1925-2008), que en el año 2007 donó desinteresadamente todos los materiales a la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares (CAIB). La Dirección General de Universidades, Investigación y Transferencia del Conocimiento (DGURT) de la Consejería de Educación,

Cultura y Universidades del Gobierno de las Islas Baleares asumió la donación y puso en marcha un plan para su preservación, catalogación y difusión, que contó con la participación de diferentes profesionales de la Universitat de les Illes Balears, la misma Consejería y colaboradores independientes.

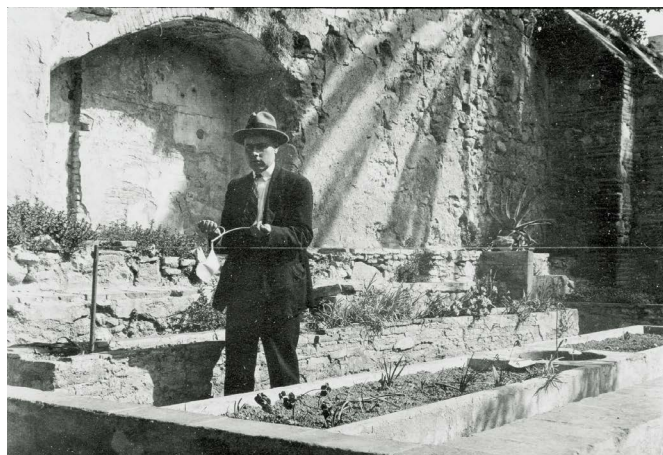
El legado Bartomeu Darder Pericàs permite documentar la actividad científica del productor, su labor investigadora y docente y su participación en diferentes organismos y sociedades relacionadas con el mundo de la geología desde diferentes ámbitos, tanto a nivel nacional como internacional. Está formado por cuadernos de campo, separatas, mapas, libros y revistas de geología, paleontología y otras disciplinas científicas, y por un destacable fondo fotográfico de producción propia.

La digitalización del legado, que en una primera fase se ha ceñido a los cuadernos de campo y las fotografías, se ha realizado como medida de preservación del mismo y a la vez como el medio más directo para obtener su difusión y accesibilidad. La conversión digital es una tarea compleja, sobre todo en el caso de los materiales fotográficos. Para realizarla con el máximo de fidelidad y precisión, se han aplicado pautas adaptadas a los protocolos y estándares de las instituciones de referencia en el ámbito de la conservación documental.

Tras la digitalización se ha llevado a cabo la catalogación con dos objetivos principales. Por una parte, sistematizar rigurosamente la introducción de información; por otra, facilitar su búsqueda posterior teniendo en cuenta que todo el material tenía que estar disponible en una web y, por tanto, al alcance de un público muy amplio que podía ser general o especializado.

La base de datos se ha diseñado con un programa informático (Filemaker) y se organiza en dos secciones, cuadernos de campo y fotografías, que corresponden a los materiales gestionados en la primera fase del plan de conservación y difusión. Para cada una de ellas se crea una ficha tipo organizada por áreas según se establece en las normas ISAD (Norma Internacional General de Descripción Archivística) e ISAAR (Registros de Autoridad de Archivos Relativos a Instituciones, Personas y Familias). En las destinadas a los cuadernos de campo se recogen los topónimos y los nombres de personas que acompañan a Darder y se indica qué dibujos ilustran el texto. Las del fondo fotográfico se centran en la identificación de la imagen. Es un trabajo complejo debido a la gran diversidad de temas plasmados (aspectos geológicos, fósiles, retratos, imágenes de Mallorca y de otros lugares). Tan sólo un pequeño número de placas llevaba una inscripción relativa al lugar de toma, por lo que fue necesario un trabajo de investigación y documentación con el asesoramiento del Doctor Joan J. Fornós en las algo más de doscientas imágenes de fósiles. El trabajo se ha complementado con el establecimiento de relaciones entre fotografías, que en ocasiones han podido unirse reconstruyendo panorámicas, y con los bocetos que complementan el texto de los cuadernos de campo.

Para culminar los objetivos de difusión y accesibilidad del Legado de Bartomeu Darder Pericàs se ha desarrollado una página web en cooperación con los técnicos de la Fundación Bit (Fundación Balear de Innovación y Tecnología), organismo público vinculado a la CAIB. El diseño en cascada de la interfaz y el uso del sistema ICA-ATOM, un *software* libre específico para bases de datos para catálogos archivísticos, permiten compaginar varios niveles de lectura sobre los diferentes fondos, siendo tanto una herramienta para investigadores como un canal de divulgación para público general.



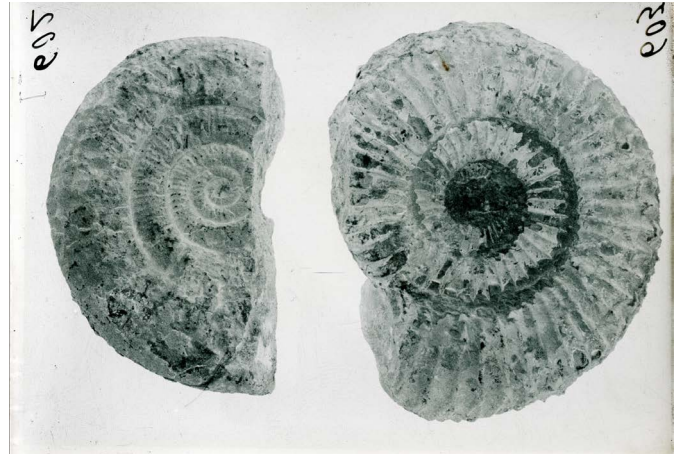
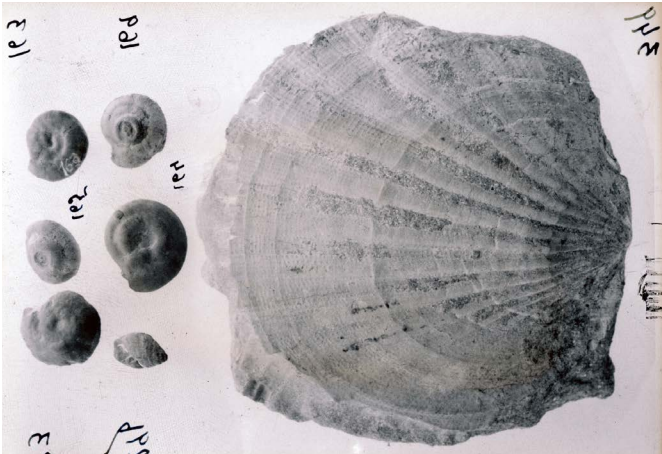
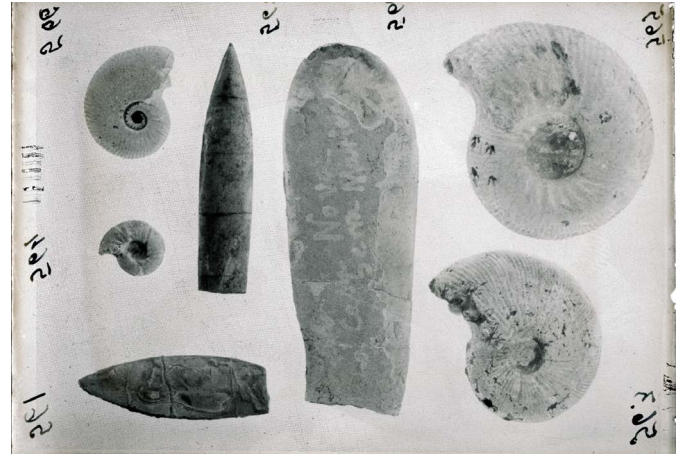
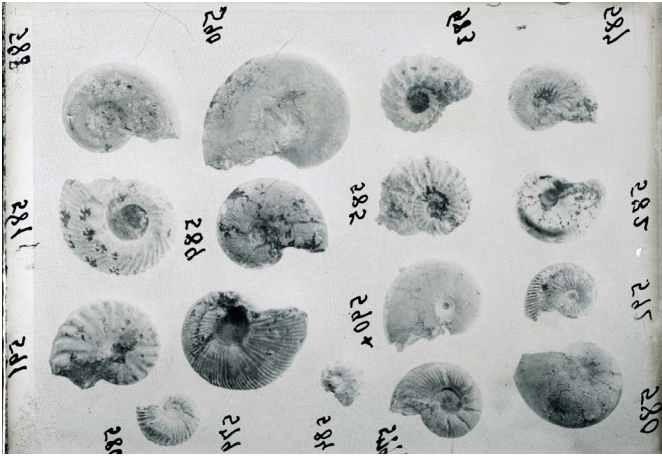
Bartomeu Darder haciendo experimentaciones en torno a los zahoríes. Positivo sobre papel. Gelatina de plata. 1923-1944 | fotos Llegat Darder (CAIB), titular de todas las imágenes que ilustran este texto



Participantes del XIV Congreso Internacional de Geología. Positivo sobre papel. Gelatina de plata. 11 de junio de 1926

Desde la entrada en funcionamiento del sitio web (<http://llegatdarder.balearsfaciencia.org/>), otras páginas se han hecho eco de su apertura y en la actualidad aparece referenciada por instituciones como la Associació de Geòlegs de les Illes Balears. Asimismo, la amplitud del legado y su disponibilidad en abierto permiten su utilización por parte de investigadores de disciplinas muy amplias, desde la paleontología o la geología hasta la historia del arte.

La experiencia llevada a cabo con el fondo personal de Bartomeu Darder pone de manifiesto la importancia de conservar, sistematizar y, sobre todo, difundir el



Fósiles. Negativos sobre placa de vidrio. Gelatina de plata, 1910-1944

patrimonio científico. La utilización de las nuevas tecnologías ha sido clave para posibilitar su acceso sin restricciones geográficas ni temporales. Su legado engrosa así el todavía escaso número de fondos paleontológicos que universidades y otros centros de investigación ponen a disposición del público a través de webs y entre los que cabe destacar los de Guillem Colom, Joan Bauzá y William Waldren en el Museo Balear de Ciències Naturals, a nivel local; las colecciones fotográficas del CSIC, en el marco nacional; y los fondos del Museum of Paleontology de la Universidad de Berkeley y del Lapworth Museum Geology de la Universidad de Birmingham en el plano internacional.

Inventario y problemas de conservación de las huellas de dinosaurio en Marruecos

El aumento de estudios y publicaciones pone de manifiesto el valor natural, cultural y científico de las huellas de dinosaurio de Marruecos. Más de 3.000 huellas inventariadas y un número desconocido en los yacimientos todavía inexplorados componen la riqueza patrimonial del país norteafricano, con más de 27 lugares con huellas ubicados mayoritariamente en la cordillera del Atlas. A pesar de la constancia de la riqueza patrimonial, los yacimientos se ven sometidos a problemas de conservación como la meteorización, la explotación de canteras o la descoordinación entre administraciones.

Félix Pérez-Lorente | Dpto. de Química, Universidad de La Rioja

Mohamed Boutakiout | Facultad de Ciencias, Universidad Mohamed V de Rabat

Moussa Masrour | Universidad Ibn Zohr de Agadir

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4143>

Las huellas fósiles de dinosaurio son un bien paleontológico, de interés científico y cultural cuyo valor patrimonial se puede cuantificar con los datos que exponemos. Los lugares con huellas de dinosaurio en Marruecos se extienden, sobre todo, por la cordillera del Atlas. Hay veintisiete lugares con huellas que engloban treinta y seis yacimientos. Su extensión varía desde unos cientos de metros cuadrados (Talmest, 200 m²) a más de 56.000 m² (Iouaridène). Algunos contienen un solo afloramiento (como Aït Blal, Talmest), pero otros tienen varios afloramientos en su interior (es el caso de Aït Bou Guemez, Imilchil, El Mers...). La distancia entre algunos afloramientos es del orden del kilómetro (Aït Bou Guemez, Ibaqallwn, Aguer n Ouzrou, Tabant, Ibaqallwn, Ahbak, Sidi Moussa); en otros, de menos de 10 metros (Iouaridène). El inventario de lugares y yacimientos cambiará porque quedan lugares inexplorados (como El Mers).

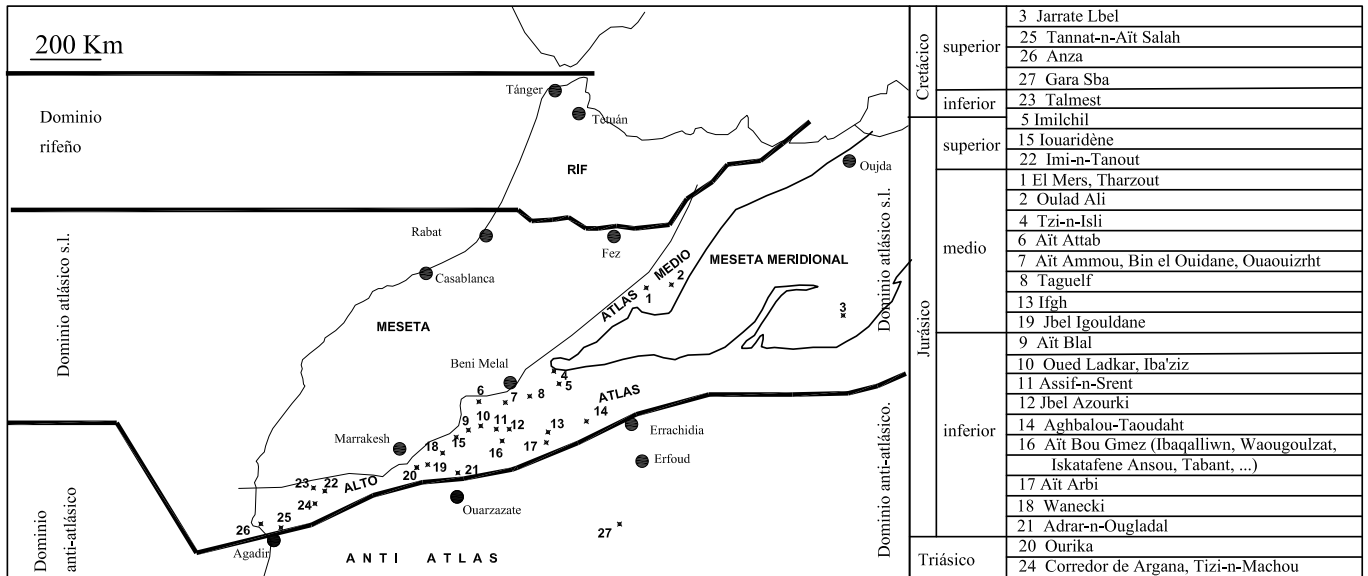
El total de huellas, según los datos de yacimientos completos (Jarrate Lbel, Anza, Talmest, Ifgh, Aït Blal, Arghbalou-Taoudaat, Adrar-n-Ougladal) y yacimientos parciales (Imilchil, Iouaridène, El Mers, Bin el Ouidane, Aït Bou Guemez y Aït Arbi), es de 2.253 huellas terópodos, 33 ornitisquias, 998 saurópodos, 102 prosaurópodos, 11 pterosaurias y 102 de cocodrilos. No se sabe cuántas huellas hay en los demás yacimientos conocidos



Aspecto parcial del yacimiento de Imi-n-Tanout | foto Félix Pérez-Lorente

ni los cientos de pisadas de la pared de más de 150 m de largo de Imi-n-Tanout.

Las huellas marroquíes (ciertas huellas de pterosaurios se supusieron de dinosaurios) representan la mayor parte de los grupos taxonómicos de dinosaurios (inclui-



Distribución de los 27 lugares con huellas de dinosaurio descubiertos en Marruecos | gráfico Pérez-Lorente, Boutakiout, Masrouf

das las aves). Pterosaurios, cocodrilos y dinosaurios (Arcosauria) y tortugas (Anapsida) dejaron sus huellas:

1. Dinosaurios:

<i>Otozoum</i>	<i>Breviparopus</i>	<i>Parabrantopodus</i>
<i>Iguanodontipus</i>	<i>Deltapodus</i>	<i>Anomoepus</i>
<i>Boutakioutichnium</i>	<i>Bresaniochnus</i>	<i>Carmelopodus</i>
<i>Changepeipus</i>	<i>Deferrariichnium</i>	<i>Dineichnus</i>
<i>Macropodosaurus</i>	<i>Megalosaurus</i>	<i>Megalosauripus</i>
<i>Moraesaichnus</i>	<i>Stegopodus</i>	<i>Therangospodus</i>
<i>Trisauropodiscus</i>	<i>Wildeichnus</i>	

2. Pterosaurios: *Agadirichnus*, *Pteraichnus*.

3. Anápsidos: *Emydhipus*.

4. Cocodrilos: *Hatcherichnus*, *Crocodylopodus*.

5. Otros dinosaurios no clasificables a nivel icnogénico.

En Marruecos se definieron:

- *Agadirichnus elegans* Ambroggi y De Lapparent, 1954, las primeras huellas descubiertas de pterosaurio;
- *Breviparopus taghbaloutensis* Dutuit y Ouazzou,

1980, que estableció una base de clasificación de las huellas saurópodos;

- *Boutakioutichnium atlasicus* Nouri, Díaz-Martínez y Pérez-Lorente, 2011, de anatomía anormal de los huesos metatarsianos.

En Marruecos están los únicos ejemplares africanos de *Otozoum* y *Macropodosaurus*. Este último solo se conocía en tres yacimientos (Asia, Europa y América del Norte). De la misma manera fue el país donde se describió la huella (90 cm de largo) del mayor dinosaurio carnívoro conocido, que, con interrupciones, pisó en un trayecto de unos 2 km (Iouaridène). También hay rastri-lladas (secuencias continuas de pisadas de un animal) excepcionalmente largas o con muchas huellas (80 pisadas en Adrar-Ouglaldal) que visualizan bastante tiempo de actividad y gran espacio atravesado. En ellas se deduce: cojera, lateralidad, corrección de rumbo, variabilidad de los morfotipos y el estado del suelo. Hay yacimientos con varios tipos de dinosaurios (Ait Arbi) y otros con grupos monoespecíficos o manadas (saurópodos en Imi-n-Tanout). Ciertos dinosaurios eligen el tipo de marcha según las condiciones del suelo: al SE de Iouaridène predomina la marcha semiplantígrada (apoyan el metatarso) mientras que al NO predomina la digitígrada.



Huellas grandes de Iouaridène | foto Félix Pérez-Lorente



Rastrillada saurópoda de Jarrate Lbel | foto Moussa Masrouf

Plateau, Rouch y Giboulet publicaron en 1937 el primer trabajo sobre huellas de dinosaurio marroquíes. Entre 1937 y 1980 se publicaron seis; y siete, entre 1980 y 2000. Desde el año 2000 se han publicado unos 50 trabajos y se han leído dos tesis doctorales sobre icnitas, una en la Universidad de Rabat. Actualmente investigan universidades de seis países en colaboración con las de Agadir, El Jadida, Marrakesh, Oujda y Rabat. Hay que destacar a la Asociación para la Protección del Patrimonio Paleontológico de Marruecos en investigación y divulgación. Por su parte, el Geoparque M'Goum, reconocido por la UNESCO desde 2014, situado en el Alto Atlas Central de Azilal-Demnate, es un conjunto patrimonial basado en los yacimientos con huellas de dinosaurio.

A pesar de la constancia de tanta riqueza patrimonial en la zona, existen problemas de conservación de los yacimientos marroquíes. Los principales son:

> La meteorización, la metaestabilidad de afloramientos en taludes y, en Anza, la erosión marina. Se han hecho campañas anuales de restauración (2007-2012) con alumnos dirigidos por especialistas, en Iouaridène, Aït Blal e Ibaqualliw.

> Las canteras para extraer roca. Algunos yacimientos marroquíes han aflorado por este sistema de explotación (Ifgh) y puede que desaparezcan por el mismo procedimiento.

> El desconocimiento: vandalismo, destrucción en el borde de parcelas cultivadas, paso de ganado o de vehículos por encima de las superficies con huellas

> La falta de coordinación entre organismos públicos condujo a la destrucción de parte de Ouzanwrou en Iouaridène. Hay que señalar también lo contrario en el caso de la carretera que pasa por el yacimiento de Aït Blal desviada para no afectarlo.

Las huellas de dinosaurio de Marruecos son patrimonio natural, cultural y científico. Su interés se muestra por el aumento de los estudios y publicaciones. Su conservación depende de las medidas de protección que se tomen, fundamentalmente de educación de la población.

El blog *Folklore de los fósiles ibéricos* divulga desde 2007 las influencias del registro fósil sobre la cultura popular

Folklore de los fósiles ibéricos es un blog especializado en la divulgación de los resultados de un proyecto académico, iniciado en 1995, acerca de las influencias del registro fósil ibérico sobre la cultura popular española y portuguesa, a lo largo de los últimos cuatro siglos. Durante los once años de funcionamiento ininterrumpido ha difundido a través de casi 200 entradas multitud de datos inéditos o muy poco conocidos, recogidos de innumerables fuentes, intentando informar sobre diferentes casos y aspectos relativos a la paleontología popular peninsular, estudiados con un enfoque etnopaleontológico o paleontológico-cultural.

Heraclio Astudillo Pombo | Dpto. Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4185>

Nacimiento, objetivos, funcionamiento y resultados

Las publicaciones del blog *Folklore de los Fósiles Ibéricos* se inician el 30 de agosto de 2007 habiendo sido concebido, realizado y mantenido por el autor desde entonces. Surge de la necesidad de difundir pública y regularmente los avances de un complejo y extenso proyecto de investigación académica personal iniciado en 1995, de manera atractiva, rigurosa, comprensible y variada. La finalidad principal era atraer la atención y despertar la simpatía colaborativa de los conocedores de casos regionales de paleontología popular¹. La finalidad secundaria era difundir conceptos fundamentales de reciente creación: paleontología popular, paleontología cultural² y etnopaleontología³, así como sus diferentes manifestaciones entre investigadores en temas afines. Se aprovechaba la oportunidad de disponer de un instrumento de comunicación muy potente, fácil de gestionar y de gran utilidad como sistema alternativo, independiente y autogestionado de publicación.

La difusión pública por Internet de los primeros planteamientos teóricos, resultados o conclusiones y propuestas iniciales se inicia cuando ya se disponía de abundantes casos localizados y estudiados, con infinidad de datos recopilados que confirmaban predicciones, facilitaban establecer tipologías, validaban hipótesis iniciales y permitían construir un marco general de referencia. El idioma utilizado ha sido el español por ser la Península Ibérica el territorio estudiado y por disponer

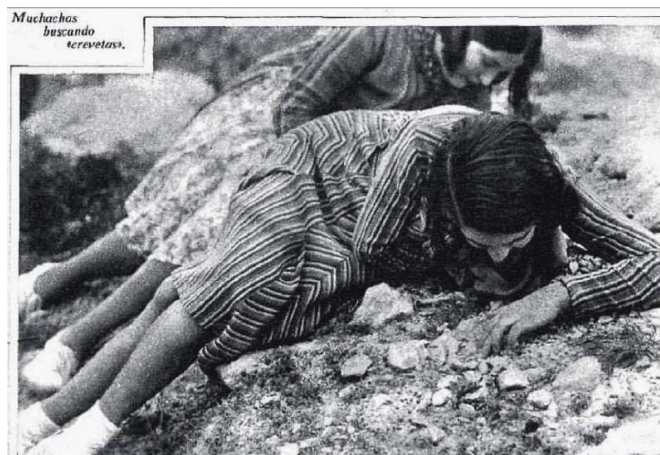


Ejemplo de uso apotrópico: peculiar joya religiosa elaborada hacia 1998 por un joyero de Soria, con un ejemplar de erizo marino fósil (*Mecaster scutigera*) del Cretácico, recogido por una devota en las inmediaciones de la ermita de la Virgen de Inodejo, en Las Fraguas (Soria). En montura de plata sobredorada para ser llevado colgando del cuello. La propietaria es una señora mayor de Nódalo (Soria). Son llamados popularmente piedrecitas de la Virgen, tradicionalmente se le atribuyeron origen prodigioso y milagrosas virtudes protectoras por lo que se recogían el día de la romería patronal | foto J. Soria, 2012

el blog de un traductor a cualquier otro idioma al que podían optar los consultantes extranjeros que no dominasen nuestra lengua común. Durante los 11 años de funcionamiento ininterrumpido, ha difundido de forma permanente y regular multitud de datos inéditos o muy poco conocidos, recogidos de innumerables fuentes, intentando informar sobre diferentes casos y aspectos relativos a la paleontología popular peninsular, estudiados con un enfoque etnopaleontológico o paleontológico-cultural. Se han publicado 194 entradas, todas originales de extensión considerable, distribuidas en 26 secciones temáticas, con un éxito muy variable de visitantes, entre 109 y 6874 por entrada, siendo la gran mayoría peninsulares o hispanoamericanos.

En cuanto a los fracasos reseñables, destaca la incapacidad del blog para desencadenar la empatía colaborativa. No ha servido para captar datos ni asociar expertos con los que formar grupos regionales colaboradores. Ha servido para dar a conocer conceptos como paleontología cultural y etnopaleontología y diversas particularidades de la paleontología popular ibérica, siendo citado y elogiado como referencia por algunos estudiosos y publicaciones, nacionales y extranjeras. La ineficacia captadora y agregadora del blog se mitigó mediante centenares de mensajes de correo electrónico, dirigidos a informantes potenciales, solicitando colaboraciones informativas muy específicas y poco dificultosas. Aunque su efectividad ha sido baja, la mayoría de datos recibidos tienen gran valor testimonial por ser inéditos. Además las aportaciones colaborativas de algunos contactados han resultado cruciales para el desarrollo regional de la investigación y dotar de contenido algunas entradas del blog.

Conseguir la formación de equipos de colaboradores regionales hubiera sido un gran logro, pues se hubieran explorado más intensamente y conocido más profundamente las diversas realidades etnopaleontológicas o paleontológico-culturales regionales. Además hubiera facilitado la participación en más eventos académicos regionales y la multiplicación de las publicaciones científicas, consiguiéndose una mayor difusión de las particularidades de la paleontología popular regional y de las utilidades de la etnopaleontología y de la paleontología cultural como instrumentos de estudio de la rea-



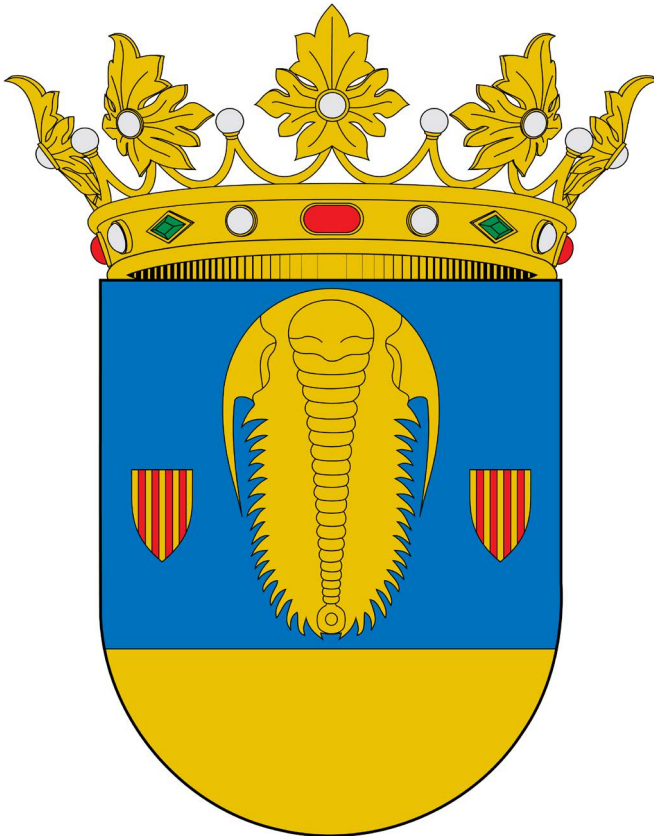
Los muchachos buscando serretetas en las inmediaciones de la ermita de Ntra. Sra. de la Providencia (Tortosa), durante la romería de la fiesta patronal de 1933. Tradicionalmente a estos fósiles se le atribuyeron origen prodigioso y múltiples virtudes protectoras y milagrosas, entre otras muchas librar a las mujeres de la soltería, de dolores menstruales y de favorecer la concepción, el embarazo y el parto. Se trata de minúsculas piezas articulares de forma estrellada, desprendidas *post mortem*, del tallo peduncular de unos pequeños crinoideos marinos de la especie *Pentacrinus neocomiensis*, del Cretácico | fuente ARENAS, 1933: 7-10

lidad social y como herramientas auxiliares para otras disciplinas indirectamente relacionadas con el registro fósil (ASTUDILLO, 2010: 295). La validez de todos estos hipotéticos planteamientos organizativos se ha podido demostrar plenamente para el caso de las Baleares.

Vinculaciones y usos de algunos fósiles ibéricos

De resultados de la investigación sobre paleontología popular ibérica realizada por el autor, durante los últimos 12 años se han dado a conocer, a través del blog y de otras publicaciones, multitud de influencias paleontológicas sobre la cultura popular ibérica, que se han puesto de manifiesto implícitamente por decenas de creencias y prácticas supersticiosas, relatos legendarios y costumbres tradicionales sorprendentes, asociadas a la religiosidad popular y a determinados santuarios rurales, españoles o portugueses.

En tiempos pasados, en ciertas localidades, se relacionaron míticamente con el rayo determinados tipos de fósiles, algunos de estos mismos fósiles se vincularon con personajes sagrados como Santiago Apóstol, Dios, la Trinidad y algunos santos, o con las brujas o el Diablo. En otros casos, ciertos tipos de fósiles se relacionaron legendariamente con Jesucristo, el Espíritu Santo,



Ejemplo de uso heráldico: actual escudo municipal de Murero (Zaragoza), adoptado desde el 19 de mayo 1998 como reconocimiento a la fama y beneficios económicos reportados por el estudio y difusión de un yacimiento excepcional de trilobites del Cámbrico en la rambla de Valdemiedes. El yacimiento estrictamente paleontológico (sin restos arqueológicos asociados) fue declarado bien de interés cultural en la categoría de sitio histórico el 8 de julio de 1997. Se eligió como emblema heráldico principal la representación de un ejemplar de *Paradoxides mureoensis*, la especie descrita por vez primera en Murero | fuente Wikipedia (Anenja, Taller de Heráldica y Vexilología in the Spanish Wikipedia)

la Virgen María o diversos santos, o con moros, judíos, paganos o herejes. También que los grandes huesos fósiles hallados se consideraron auténticas reliquias de los gigantes bíblicos y testimonios del Diluvio. Algunos fósiles por su vinculación mítica sagrada, fueron usados como amuleto o medicamento. Las marcas de pisadas fosilizadas de dinosaurios y otros animales prehistóricos, se relacionaron legendariamente con diversos personajes sagrados o ciertos animales fabulosos.

También se ha podido constatar y publicar que la localización geográfica o la forma de ciertos tipos de fósiles motivó e inspiró la creación del léxico local con el que se

los nombra en las diversas lenguas vernáculas regionales. Se han descubierto y recopilado centenares de nombres vulgares de fósiles, publicando decenas de ellos en el blog. Además forma y localización motivaron la invención de relatos legendarios para justificar su presencia en un lugar y su forma peculiar. Así mismo los nombres vulgares de algunos tipos de fósiles aparecen integrados en la toponimia local, indicando allí su presencia y dando nombre a elementos geográficos naturales y artificiales. Se han recopilado centenares de nombres de lugar españoles asociados a ciertos tipos de fósiles, dándose a conocer decenas de ellos en el blog⁴.

También se ha publicado que en tiempos recientes ciertos tipos de fósiles sirvieron para promocionar el turismo en lugares en los que son el principal atractivo, motivando la revaloración del patrimonio natural y activando la economía local; que se utilizaron como emblema en la promoción de ciertos vinos y licores o que inspiraron la creación de productos comerciales relacionados con la hostelería, la alimentación, la joyería, la ropa y complementos o la juguetería; que incluso se utilizaron como ornamentación en la arquitectura popular. Algunos tipos de fósiles emblemáticos han sido convertidos en icono heráldico⁵, numismático o filatélico o en logotipo corporativo institucional, empresarial o asociativo, además de haber servido para poner nombres a empresas, asociaciones y rutas culturales o clubes y competiciones deportivas o dar título y contenido a poemas y canciones.

NOTAS

1. La paleontología popular es la base de partida para toda investigación etnopaleontológica o cultural-paleontológica. Es el conjunto de creencias, conocimientos, actividades y creaciones materiales e inmateriales relacionadas con determinados tipos de restos fósiles presentes en el entorno, surgidas con finalidades interpretativas o manipulativas, sustentadas en la tradición o la intuición pero nunca en la ciencia. Constituye una parte del conjunto de concepciones y prácticas características e identitarias de los individuos de una comunidad particular, en un lugar y momento histórico concretos.

2. La paleontología cultural es una nueva área académica de estudio de la realidad social, desde una perspectiva no étnica, recientemente definida, con los correspondientes objetivos y procedimientos asociados, válidos para el estudio de la paleontología popular de un cierto lugar y momento. Estudia algunos aspectos socioculturales muy generales y modernos, de ámbito regional, continental o intercontinental, relacionados con la asimilación de ciertos tipos de restos fósiles. Sintéticamente se puede decir que la paleontología cultural estudia las generalidades más extendidas, más deslocalizadas o globalizadas de la paleontología popular que son propias de muchas sociedades culturalmente heterogéneas y de distribución geográfica muy extensa, como la asimilación emblemática del registro fósil por la heráldica, la numismática, las artes, etc. en la Europa o Norteamérica contemporáneas.

3. La etnopaleontología es una nueva área académica de estudio de la realidad social desde una perspectiva étnica, en localidades fosilíferas, recientemente definida, con los correspondientes objetivos y procedimientos asociados, válidos para el estudio de la Paleontología popular de un cierto lugar y momento. Estudia algunos aspectos socioculturales muy particulares, propios de una pequeña comunidad humana, relacionados con ciertos tipos de restos fósiles existentes en el territorio de un municipio, comarca o comunidad autónoma, por causas geológicas o mercantiles. Sintéticamente: la Etnopaleontología estudia las particularidades de la Paleontología popular, menos extendidas o más localizadas, propias de unas pocas comunidades, muy afines culturalmente, coetáneas y distribuidas en una región geográfica pequeña. Por ejemplo. la asimilación religiosa de un cierto tipo de crinoideos fósiles por la cultura popular de la población de Tortosa y su comarca durante los siglos XVIII-XX.

4. En el caso particular de Andalucía, hasta el momento actual se llevan recogidos veinticinco nombres vulgares de fósiles y cuarenta y siete "paleontotopónimos", algunos de los cuales aparecen en el blog.

5. Consultar en el blog *Glossopetrae*, los casos ibéricos de Canelas-Arouca (Portugal), Murero (Zaragoza), Kor-

tezubi (Vizcaya) y Orís, (Barcelona) en sección temática: El registro fósil en la heráldica municipal europea.

BIBLIOGRAFÍA

- ARENAS, P. (1933) La Virgen de las estrellas. Estampa. *Revista gráfica*, n.º 281, 27 de mayo 1933, pp. 7-10
- ASTUDILLO POMBO, H. (2010) Paleontología cultural y Etnopaleontología. Dos nuevos enfoques sobre el registro fósil. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 18, n.º 3, pp. 284-297

La SEP impulsa desde 1984 la difusión y protección de la paleontología en España a través de diversas iniciativas

La Sociedad Española de Paleontología (SEP) desde su creación tiene como objetivos principales la promoción y difusión de la paleontología a nivel científico y social, el apoyo a su enseñanza en todos los ámbitos, así como la protección del patrimonio paleontológico. Agrupa a un número importante de miembros que se reúnen anualmente en las Jornadas de Paleontología y cuenta con una revista científica, *Spanish Journal of Palaeontology*, de ámbito internacional, que difunde contribuciones de las diversas disciplinas paleontológicas.

María José Comas-Rengifo | Dpto. de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid

Francisco J. Rodríguez-Tovar | Dpto. de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada

Ana Rosa Gómez Cano | Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4200>

El 19 de octubre de 1984 en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid tuvo lugar una reunión científica a la que asistieron 36 paleontólogos de todo el país. En esta reunión se creó una comisión gestora de la Sociedad Española de Paleontología (SEP) y también se acordó la celebración de jornadas científicas periódicas, la creación de una revista y que la protección del patrimonio paleontológico sería una de sus funciones prioritarias. Dicha comisión gestora, formada por los doctores y doctoras Alberdi Alonso, Goy Goy, Granados Granados, Lamolda Palacios, Santafé Llopis, Sequeiros San Román y Truyols Santonja, fue la encargada de elaborar un proyecto de estatutos. Transcurrido un año, el 24 de octubre de 1985 se celebró en Zaragoza la asamblea constituyente de la Sociedad en la que se aprobaron los estatutos y fue elegida la primera junta directiva, cuyo presidente y vicepresidente fueron Truyols Santonja y Sequeiros San Román, respectivamente.

En la actualidad la SEP está presidida por M. José Comas-Rengifo, y Francisco J. Rodríguez-Tovar como vicepresidente, manteniendo el objetivo de la promoción y difusión de la paleontología y de las actividades relacionadas con ella, tanto en España como a nivel internacional. Así mismo, representa los intereses generales de carácter científico de la comunidad paleontológica



Web de la Sociedad Española de Paleontología (<http://sepaleontologia.es/>)

española ante las distintas administraciones con competencias en política científica o de gestión del patrimonio paleontológico. La protección de dicho patrimonio, a través del asesoramiento a los departamentos administrativos correspondientes, es una finalidad fundamental de la SEP.

La promoción cultural de la paleontología y el apoyo a su enseñanza en todos los ámbitos y aspectos posibles son objetivos primordiales de la Sociedad Española de Paleontología, además de facilitar su acercamiento a la sociedad, actuando como interlocutor científico de referencia ante las distintas administraciones en todo lo relativo al valor patrimonial y social de los fósiles y el conocimiento paleontológico. Esto se lleva a cabo mediante diversas actuaciones entre las que se incluyen

el fomento de las relaciones científicas entre sus miembros a través de reuniones y publicaciones, y también de su página web, así como su incorporación en las redes sociales Facebook y Twitter.

Las jornadas de paleontología nacieron con el objetivo fundamental de ser el punto de encuentro de especialistas en los diferentes campos de la paleontología, de tal modo que constituyeran el foro de presentación, discusión e intercambio de conocimientos sobre las investigaciones desarrolladas. Las primeras tuvieron lugar en Zaragoza en el año 1985. A partir de esta fecha las sucesivas reuniones, realizadas con carácter anual y celebradas ininterrumpidamente, han contado con comunicaciones de contenido libre dedicadas a diferentes áreas de la paleontología, así como con trabajos sobre temas monográficos. Es importante resaltar que en ocasiones las jornadas han alcanzado un carácter internacional al desarrollarse en Portugal, como las XVI Jornadas que tuvieron lugar en Évora o las XXVI en Lisboa. También este año, las XXXIV Jornadas de Paleontología de la SEP coincidirán con el IV Congreso Ibérico de Paleontología y tendrán lugar en la Universidad de Trás-os-Montes e Alto Douro, en VilaReal (Portugal), siendo el tema monográfico los “fósiles y yacimientos paleontológicos ibéricos de relevancia internacional”.

La SEP publica, desde su fundación en 1986, la revista *Revista Española de Paleontología*, actualmente *Spanish Journal of Palaeontology (SJP)*, que difunde contribuciones científicas de las diversas disciplinas contenidas en la paleontología. Por lo que desde su constitución la SEP ha cumplido la mayoría de los objetivos propuestos, entre ellos la periodicidad de sus jornadas y la publicación de dos números de la revista al año.

El número de socios creció primero muy rápidamente y de los 36 asistentes iniciales se pasó a unos 100 socios en 1985, 304 en 1990 y 348 en 1995. Luego el crecimiento ha sido más lento y casi se ha estabilizado. En la actualidad la SEP cuenta con 332 miembros, de los cuales 7 son socios corporativos y 325 son socios ordinarios, de los que 30 son estudiantes menores de 27 años (12 hombres y 18 mujeres) y, entre los 293 socios restantes, 207 son hombres y 88 mujeres.

En su preocupación por apoyar la investigación de las y los jóvenes paleontólogos en cualquiera de las ramas o especialidades de la paleontología, la SEP convoca anualmente desde el año 2013, un programa de ayudas de investigación dirigidas a este colectivo. Hasta el momento se han concedido 31 proyectos cuyos interesantes resultados han sido publicados en nuestra revista. Con el mismo objetivo, se otorgan dos premios a las dos mejores comunicaciones presentadas en los encuentros de jóvenes investigadores en paleontología (EJIP) que se celebran de manera anual e ininterrumpida desde el año 2001.

La paleontología forma una parte esencial de los grados en geología y en biología de las universidades españolas y, a nivel de postgrado, se imparten estudios de máster en paleontología en la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad de Valencia.

En los últimos años, debido en parte a la crisis económica que ha afectado particularmente a los sectores jóvenes con puestos temporales en instituciones académicas e investigadoras, han surgido nuevas vías laborales para personas especializadas en paleontología. Este impulso se ha debido en particular a la creación de pequeñas y medianas empresas.

Cabe destacar la incorporación de profesionales al ámbito de la difusión y divulgación de la paleontología, lo que permite trasladar los conceptos de ciencias de la tierra y evolución adaptándolos a distintas necesidades educativas. Unidos al avance de la sociedad digital han surgido numerosos canales de divulgación de paleontología y se hacen necesarios profesionales que proporcionen y verifiquen estos contenidos. Además, son indispensables profesionales cualificados para realizar tareas de consultoría, seguimiento y prospección de obras ante la posibilidad de encontrar restos fósiles. En conclusión, es imprescindible contar con personas formadas en paleontología para preservar y poner en valor el patrimonio paleontológico.

El Museo Paleontológico de Elche apuesta desde sus orígenes por que la ciudadanía se implique en su gestión diaria

Después de más de 20 años de esfuerzo y dedicación del Grupo Cultural Paleontológico de Elche en favor de la riqueza patrimonial de la provincia, el Museo Paleontológico de Elche (MUPE) se inauguró en el año 2004. Estamos ante un museo que no surge al amparo de un centro de investigación o universidad, sino a partir de las inquietudes de un grupo de aficionados. En la actualidad la gestión del museo corre a cargo de la Fundación Cidarís.

Ainara Aberasturi Rodríguez | Fundación Cidarís-MUPE

Ignacio Fierro Bandera | GeaLand Patrimonio

José Manuel Marín | Fundación Cidarís-MUPE

Esteban José Sánchez Ferris | Fundación Cidarís, responsable Proyecto FOPALI. Fósiles y Patrimonio de Alicante

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4188>

En el año 1982, tres años antes de la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español, un grupo de aficionados a la paleontología, ante motivaciones e intereses comunes, decide reunirse y crear el Grupo Cultural Paleontológico de Elche (GCPE). Sin ser conscientes, estaban dando el primer paso para lo que años más tarde daría lugar al actual Museo Paleontológico de Elche (MUPE).

El GCPE supuso un punto de encuentro para los aficionados en paleontología de Elche y alrededores. Así, y tras crear una junta directiva, comenzaron los contactos con el Ayuntamiento de Elche para conseguir los objetivos inicialmente marcados: unir las colecciones y disponer de un espacio donde poder albergarlas y darlas a conocer a la sociedad. Con el tiempo se fueron incorporando nuevos miembros al grupo y se establecieron contactos con diferentes universidades españolas y museos de todo el mundo. En dicho momento también comienza a publicarse la revista de paleontología y mineralogía *Cidarís*, de la que se han editado 32 números. La riqueza paleontológica de Elche comenzaba a conocerse y también se detectaba la destrucción de yacimientos, aspectos que ya por el entonces eran denunciados.

El año 1996 (dos años antes de la entrada en vigor de la Ley de Patrimonio Cultural Valenciano) supone un hito

para el Grupo Cultural ya que la colección es declarada como Colección Museográfica de Paleontología e incorporada a la Red de Museos de la Comunidad Valenciana (*Diari Oficial de la Generalitat Valenciana*, del 14 de mayo). A partir de este momento comienzan a organizarse actividades para difundir la paleontología.

El interés creciente por parte de la sociedad por conocer el patrimonio paleontológico y el trabajo del GCPE hace que el Ayuntamiento de Elche adapte un espacio para albergar el actual Museo Paleontológico de Elche, el cual se inaugura el 3 de diciembre de 2004.

Desde entonces, el museo se ha convertido en un referente en Alicante al ser el único museo de paleontología de toda la provincia que desarrolla proyectos de investigación y que han desembocado por ejemplo en dos tesis doctorales (FIERRO, 2015; SÁNCHEZ-FERRIS, 2016), proyectos de conservación y de difusión del patrimonio geológico y paleontológico (ABERASTURI; SÁNCHEZ; FIERRO et ál., 2014), tres pilares básicos sobre los que se sustenta todo museo.

Estamos ante un museo que no surge al amparo de un centro de investigación o universidad; nace a partir de las inquietudes de un grupo de aficionados y que con el tiempo incorpora geólogos y biólogos a la institución. En



La implicación de la sociedad en el museo es una herramienta fundamental. En la imagen un grupo realiza un gran dinosaurio con materiales de una empresa de calzado de la ciudad | foto MUPE



Las visitas de escolares en el museo son una constante, conociendo desde pequeños parte del patrimonio natural del entorno y disfrutando a la vez que aprenden | foto MUPE

este sentido es de destacar que el MUPE apuesta por un museo en el que la sociedad se implique en su día a día. Los museos han evolucionado, quedando atrás modelos que podríamos definir como “museos escaparate”, dando lugar a espacios abiertos a la sociedad, de concienciación, buscando en todo momento la participación y su uso como lugares donde el aprendizaje y el entretenimiento van parejos. Resulta fundamental, por tanto, la implicación de la ciudadanía en el museo, aspecto que favorecerá la conservación y divulgación del patrimonio paleontológico.

Con todo, el MUPE se encuentra inmerso en un proyecto de divulgación de las ciencias de la Tierra denominado proyecto didacPAL, gracias al cual se realizan actividades muy diversas, que van desde visitas guiadas, talleres, conferencias, exposiciones hasta itinerarios geológicos y paleontológicos que sirven para dar a conocer el patrimonio. Además, desde el año 2007 también se desarrolla un proyecto de gestión del patrimonio paleontológico, denominado Proyecto FOPALI (Fósiles y Patrimonio de Alicante). Hasta la fecha son numerosos los trabajos realizados en este sentido, que son también dados a conocer a la sociedad, buscando con ello sinergias con la ciudadanía para comprender la fragilidad del patrimonio paleontológico y favorecer su conservación.

A lo largo del año, es habitual que algún visitante venga al museo con un fósil que ha recogido en el campo, siendo necesario explicar la situación de la legislación actual, desde la concienciación. En este sentido cabe destacar que el patrimonio paleontológico es un gran desconocido, mientras la sociedad comprende que el hallazgo de un elemento arqueológico hay que comunicarlo y tomar las medidas oportunas, no ocurre lo mismo en el marco paleontológico. Es más, mientras se sobreentiende la necesidad de realizar seguimientos arqueológicos durante la realización de determinadas obras cuesta plantear lo mismo en el caso paleontológico. Esta labor de información también se realiza desde el museo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABERASTURI, A.; SÁNCHEZ, E. J.; FIERRO, I.; MARÍN, J. M.; NAVARRO, J. (2014) El proyecto didáctico del Museo Paleontológico de Elche: didacPAL. En *XVIII Simposio sobre la enseñanza de la geología (18º. 2014. Bilbao)*. sl: Universidad del País Vasco, Servicio Editorial, 2014, pp. 165-174
- FIERRO, I. (2015) *Caracterización patrimonial de los depósitos laminados de las cuencas de Lorca*. Elche: Universidad Miguel Hernández, 2015 (ver sección Reseñas)
- SÁNCHEZ-FERRIS, E. J. (2016) *Patrimonio geológico y paleontológico del término municipal de Elche: el Clot de Galvany y el Pantano*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Valencia (ver sección Reseñas)

La fotogrametría se convierte en una poderosa herramienta para la conservación y difusión del patrimonio paleontológico

La fotogrametría es una disciplina que permite reconstruir un objeto en tres dimensiones mediante fotografías sacadas desde diferentes ángulos. En los últimos años ha habido un apogeo del estudio de fósiles por medio de visualizaciones digitales tridimensionales. Sus ventajas para la investigación paleontológica son evidentes: se trata de una técnica no invasiva que permite la exploración in situ, a menor coste que otros métodos. Por tanto, la fotogrametría digital está convirtiéndose en una herramienta poderosa y de amplia utilización para la conservación, la divulgación y difusión del patrimonio paleontológico.

Ignacio Díaz-Martínez, Paolo Citton, Silvina de Valais | Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología, Universidad Nacional de Río Negro-CONICET

Esperanza García-Ortiz | Instituto de Estudios Riojanos

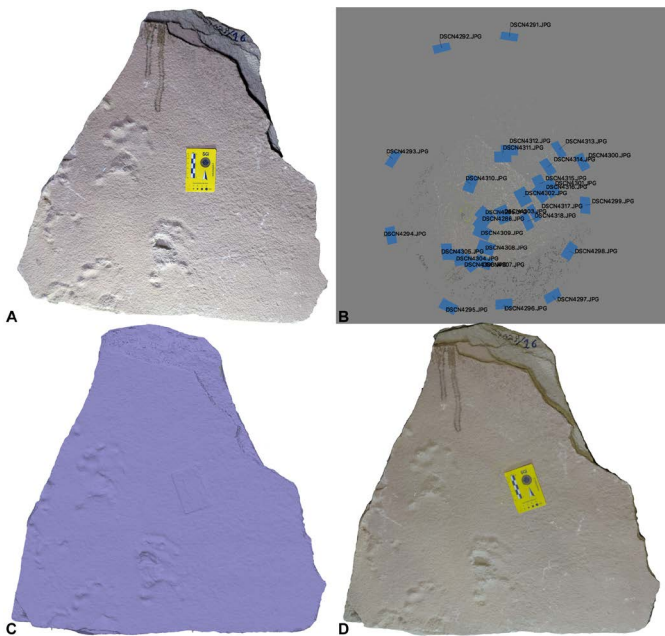
URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4191>

La fotogrametría es una disciplina que permite reconstruir un objeto en tres dimensiones (3-D) mediante fotografías sacadas desde diferentes ángulos. Hoy en día, esta técnica aprovecha la capacidad de cálculo de los ordenadores modernos, el relativo bajo coste de las cámaras digitales y la consiguiente capacidad de tomar fotos de alta resolución.

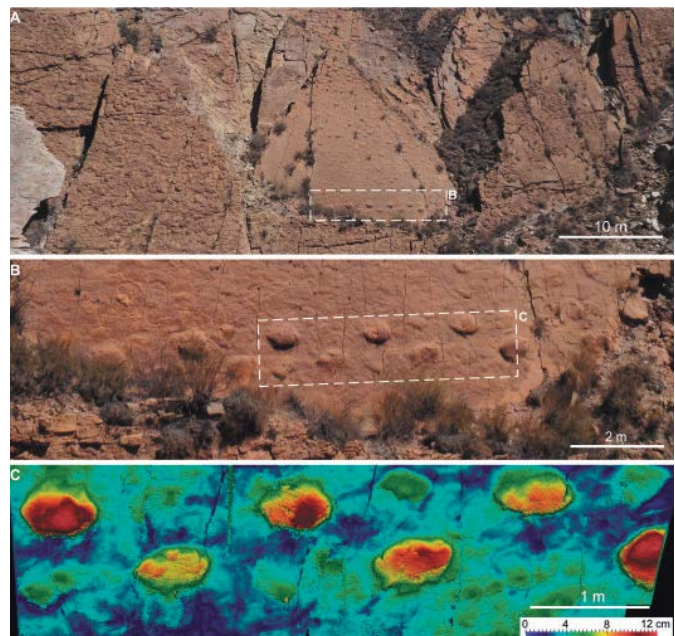
En paleontología, tradicionalmente los fósiles se han figurado mediante dibujos o fotografías. No obstante, en los últimos años ha habido un apogeo de la "paleontología virtual", es decir, el estudio de fósiles por medio de visualizaciones digitales tridimensionales (3-D) o fósiles virtuales (véase SUTTON; RAHMAN; GARWOOD, 2016: 1-20, para más información). La mayor parte de las veces, estos modelos se han obtenido gracias a la fotogrametría, tomografía o láser escáner. Uno de los beneficios que presenta la fotogrametría respecto a otros métodos de digitalización es que no hace falta mover el fósil del lugar donde esté, ya sea en el campo o depositado en una colección, tal como sucede con la tomografía. Por otro lado, es un método no invasivo, donde únicamente se sacan fotografías y no se ejerce ningún contacto con el fósil. Asimismo, tiene un coste más bajo que el láser escáner y que el de un tomógrafo, ya que se puede trabajar con programas informáticos gratuitos y con dispositivos de uso doméstico (e.g., cámaras

digitales compactas, teléfonos móviles). Otra cualidad de la presente técnica se refiere a la posibilidad de alcanzar un gran realismo al texturizar el modelo 3-D obtenido con las propias fotografías utilizadas. Finalmente, cabe destacar que el resultado (la generación del modelo 3-D) es casi inmediato y únicamente depende de la capacidad de cada ordenador para procesar los datos. Gracias a los beneficios que sustenta, el interés por la generación de modelos 3-D en paleontología se ha incrementado recientemente. La mayor parte de las veces dichos modelos se han usado con fines meramente científicos. No obstante, también se ha considerado su utilización con otros fines, tales como orientados hacia la gestión del patrimonio (REMONDINO, 2011: 1104-1138; CAYLA; HOBLÉA; REYNARD, 2014: 89-90; FERNÁNDEZ-LOZANO; GUTIÉRREZ-ALONSO, 2017: 163-173), siendo empleados en su conservación, divulgación y uso turístico.

El patrimonio paleontológico está integrado por la suma de colecciones, ejemplares, museos y exposiciones, que reúnen el material utilizado en investigación, enseñanza o divulgación (i.e., patrimonio mueble) y por el conjunto de yacimientos conocidos (i.e. patrimonio inmueble) (CARCAVILLA, 2014: 5-17). La fotogrametría es una herramienta que se puede usar en ambos tipos de patrimonio adaptándose a las particularidades de cada



Ejemplo de procesado fotogramétrico de una laja con huellas de tetrápodos. A. Fotografía de la laja MPCA 27029-16, conservada en el Museo Provincial Carlos Ameghino, Cipolletti, provincia de Río Negro, Argentina. B. Nube de puntos en común obtenida por el programa y basada en el alineamiento de las fotografías. C. Sólido obtenido a partir de una malla calculada desde la nube de puntos. D. Modelo con textura de la laja real | modelo fotogramétrico Agisoft Photoscan Pro; fotografía y modelos Paolo Citton



Modelo de elevación digital de un yacimiento icnológico. A. Fotografía general del yacimiento icnológico del valle del Tonco en Jujuy, Argentina (el estrato con huellas está invertido). B. Detalle de una rastrillada de un dinosaurio saurópodo. C. Modelo de elevación calculado a partir de un modelo fotogramétrico de parte de la rastrillada (los colores representan diferentes alturas) | modelo fotogramétrico Agisoft Photoscan Pro, modelo de elevación ParaView; fotografías Carlos Cónsole-Gonellas; modelo Ignacio Díaz-Martínez

uno de ellos (e. g., tamaño, ubicación, complejidad, iluminación). Es muy común su utilización en yacimientos de gran tamaño, como por ejemplo en yacimientos de huellas de vertebrados fósiles (e.g., DÍAZ-MARTÍNEZ; GARCÍA-ORTIZ; PÉREZ-LORENTE, 2015: 167-175; CITTON; ROMANO; CARLUCCIO et ál., 2017: 47-59). Mayoritariamente, estos yacimientos se encuentran a la intemperie y expuestos a los agentes atmosféricos y a riesgos antrópicos (GARCÍA-ORTIZ; FUERTES-GUTIÉRREZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2014: 463-479; GARCÍA ORTIZ DE LANDALUCE, 2017).

El uso de la fotogrametría permite realizar un control de su conservación mediante la superposición de modelos 3-D periódicos para observar si han sufrido algún daño con el paso del tiempo. Con respecto al patrimonio paleontológico mueble, la fotogrametría aporta numerosos usos y ventajas. Por ejemplo, sería posible tener una base de datos digital de las colecciones, salvaguardándolas de cara a futuras investigaciones. Asimismo, se podrían analizar desde cualquier lugar del mundo sin

tener que trasladarse a la colección, ni tener que manipularlos. Incluso en el caso de que el fósil haya sufrido algún desperfecto, es posible hacer una copia con una impresora 3-D.

De esta forma, la fotogrametría digital está convirtiéndose en una herramienta poderosa y de amplia utilización para la conservación, la divulgación y difusión del patrimonio paleontológico, no solo en el campo científico. Estas posibilidades también se ven facilitadas por la existencia de plataformas en línea que actúan como repositorios digitales (e.g., MorphoMuseum, MorphoSource) que almacenan tanto el material electrónico como la autoría de la digitalización. La técnica, por lo tanto, se torna prioritaria para aquellos elementos que se encuentran expuestos a agentes de deterioro que incrementan su riesgo de degradación, y permite conservar su información para el beneficio de las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- CARCAVILLA, L. (2014) Guía práctica para entender el patrimonio geológico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22, 2014, pp. 5-17
- CAYLA, N.; HOBLÉA, F.; REYNARD, E. (2014) New Digital Technologies Applied to the Management of Geoheritage. *Geoheritage*, 6 (2), 2014, pp. 89-90
- CITTON, P.; ROMANO, M.; CARLUCCIO, R.; D'AJELLO CARACCILO, F.; NICOLOSI, I.; NICOSIA, U.; SACCHI, E.; SPERANZA, G.; SPERANZA, F. (2017) The first dinosaur tracksite from Abruzzi (Monte Cagno, Central Apennines, Italy). *Cretaceous Research*, 73, 2017, pp. 47-59
- DÍAZ-MARTÍNEZ, I.; GARCÍA-ORTIZ, E.; PÉREZ-LORENTE, F. (2015) A new dinosaur tracksite with small footprints in the Urbión Group (Camereros Basin, Lower Cretaceous, La Rioja, Spain). *Journal of Iberian Geology*, 41 (1), 2015, pp. 167-175
- FERNÁNDEZ-LOZANO, J.; GUTIÉRREZ-ALONSO, G. (2017) The Alejico Carboniferous Forest: a 3D-Terrestrial and UAV-Assisted Photogrammetric Model for Geologic Heritage Preservation. *Geoheritage*, 9 (2), 2017, pp. 163-173
- GARCÍA-ORTIZ, E.; FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (2014) Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: fragility and natural vulnerability, a case study. *Proceedings of the Geologists' Association*, 125, 2014, pp. 463-479
- GARCÍA ORTIZ DE LANDALUCE, E. (2017) *Análisis de los yacimientos de icnitas de dinosaurios de La Rioja (N de España) como recurso patrimonial y aplicación de nuevas tecnologías a su estudio*. CD-ROM. Memoria de Tesis Doctoral. León: Universidad, Área de Publicaciones, 2017 (Serie TESIS DOCTORALES)
- REMONDINO, F. (2011) Heritage recording and 3D modeling with photogrammetry and 3D scanning. *Remote Sensing*, 3(6), 2011, pp. 1104-1138
- SUTTON, M.; RAHMAN, I.; GARWOOD, R. (2016) Virtual paleontology—An overview. *The Paleontological Society Papers*, 22, 2016, pp. 1-20

Interpretación, conservación y divulgación de los valores fósiles del entorno de cabo Roche (Cádiz)

SOLDECOCOS es una ONG especializada en desarrollo comunitario y gobernanza en espacios naturales y recursos marinos, cuyo marco de acción son las comunidades costeras y comarcas vinculadas al mar. Desde 2015, desarrolla junto a WWF España la iniciativa Seguimiento y mejora de pesquerías del Golfo de Cádiz, mediante procesos de gobernanza en zonas de alta productividad biológica, siendo el registro fósil de cabo Roche un lugar clave para su interpretación.

Jorge Sáez Jiménez | Sociedad para el Desarrollo de Las Comunidades Costeras (SOLDECOCOS)

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4201>

Los acantilados de las calas de cabo Roche se encuentran al pie de la zona de especial conservación (ZEC) del pinar de Roche, espacio Red Natura 2000 protegido por el hábitat de interés comunitario 2270. Alberga una serie de especies amenazadas y endémicas de flora, como *Thymus albicans* (tomillo blanco), especie catalogada en peligro de extinción, y como especie más característica de la zona tenemos el *Juniperus oxycedrus* subsp. macrocarpa (enebro marítimo).

Sin embargo, el yacimiento fósil de alta singularidad de sus acantilados colindantes no se encuentra protegido de forma específica, más allá de formar parte del dominio público marítimo terrestre (DPMT). La interpretación de los recursos fósiles es de alta importancia para la divulgación del medio marino en la actualidad, así como para entender la evolución del espacio costero y la productividad de los ecosistemas marinos actuales.

En las paredes de estos accidentes geográficos altamente transitadas en épocas estivales, encontramos un registro fósil en buen estado de conservación del Plioceno, entre 3.000 y 5.000 millones de años (m.a.). En ellas se localizan tres unidades sedimentarias pertenecientes al Pleistoceno inferior o superior.

La base del acantilado está conformado por limos-arenas finas grisáceas con algunos restos de foraminíferos, como *Globorotalia magaritae* y *Globigerina nepentes*. Para facilitar la lectura cabe reseñar que los foraminíferos son animales de pequeño porte con una concha

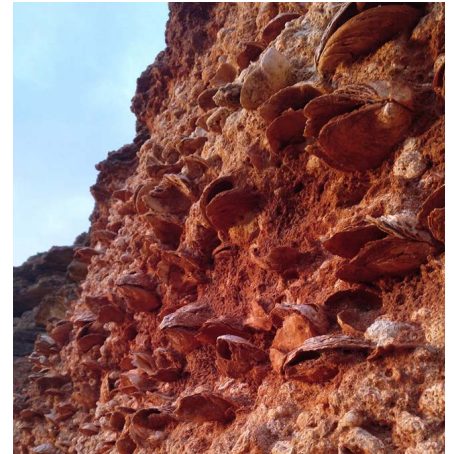
conformada por diversas cavidades que fosiliza con facilidad y forma parte de las arenas tanto submareales como intermareales.

La segunda unidad que encontramos pertenece a los depósitos calcoarenitas, bioclastos y arenas cementadas. Y la tercera unidad, que ocupa la mayor superficie visible de los acantilados pertenecientes a la submareal del Pleistoceno superior (3.000-3.500 m.a.) es una unidad de gran importancia para el estudio de la evolución y riqueza de los ecosistema marinos de este tramos del litoral debido a su abundancia de fósiles marinos predominando de forma clara las algas coralináceas que conforman los rodolitos, así como varios grupos de animales como son moluscos bivalvos, briozoos y equinodermos.

Dentro del grupo de los bivalvos encontramos de forma mayoritaria *Pecten* sp. y *Ostrea edulis*. De forma menos abundante se localizan *Anomia ephippium* y *Pholas* sp.

Los briozoos se asientan formando colonias generalmente sobre rodolitos. Este grupo de animales tapizan los distintos grupos de animales y vegetales sésiles (pegados al fondo marino) y se asientan en aguas limpias. Debido a sus lofóforos cavidades que les sirven para captar alimento (nutrientes de pequeñas partículas) su registro fósil se aprecia como puntos radialmente organizados de dentro hacia fuera.

En esta unidad, también podemos visualizar con facilidad fósiles de poliquetos formando estructuras propias



Imágenes de espacios fósiles del entorno de cabo Roche (Cádiz). De izquierda a derecha, de arriba a abajo: Rodolito; *Pecten* sp.; *Ostrea edulis*; *Anomia ephippium*; Estructuras generadas por los poliquetos (*Polychaeta*, anelíida) | fotos Jorge Sáez Jiménez

o tapizando conchas de otros bivalvos. Estos animales pertenecen al filo animal de los anélidos.

Debido a la importancia para la divulgación de los distintos grupos de animales presentes en la zona, la potencialidad del espacio para la sensibilización ambiental y las necesidades de conservación del espacio, la Sociedad para el Desarrollo de Las Comunidades Costeras-SOLDECOCOS se encuentra diseñando diversas iniciativas junto con las administraciones con competencia, así como con distintos agentes de interés para la interpretación, conservación y divulgación de los valores naturales del entorno de cabo Roche. Además actualmente SOLDECOCOS participa en un proyecto desarrollado por WWF España en colaboración con el sector

pesquero, científicos y la propia administración estatal y autonómica. Se actúa sobre el área marina de cabo de Roche por la importancia de la zona para cubrir las carencias de red natura marina en la región biogeográfica marina atlántica en aguas españolas, siendo clave este espacio para garantizar la continuidad ecológica de la red natura marina al conectar los siguientes espacios: ZEC de la Breña y marismas del Barbate (ES6120008); LIC punta de Trafalgar (ES6120017); LIC fondos marinos de la bahía de Cádiz (ES6120009); LIC/ZEPa (ES0000140) de la bahía de Cádiz. El proyecto cuenta con el apoyo financiero del Fondo Europeo Marítimo Pesquero (FEMP), a través del programa PLEAMAR, de la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Pesca y Alimentación (MAPAMA).

El presente volumen de *revista PH* está dedicado al patrimonio paleontológico de España. En él se describe, desde la perspectiva de profesionales cualificados, investigadores y académicos de larga trayectoria profesional y reconocida experiencia, la importancia de los registros fósiles de nuestro país, tanto marinos como continentales. Con ello se pretende explicar, en el contenido de un número monográfico, las principales cuencas sedimentarias y yacimientos de las distintas épocas de la historia geológica en la Península Ibérica.

En esta representación general del patrimonio paleontológico, esperamos no haber olvidado algún referente importante. Si así ha sido, pedimos disculpas por anticipado. Si se ha obviado algún afloramiento o yacimiento paleontológico cuyo valor patrimonial no ha sido citado, en ningún caso, dichas potenciales omisiones han ocurrido de manera deliberada y, como coordinador de este monográfico, asumo toda la responsabilidad.


Este volumen comienza con un capítulo, realizado por José Manuel García Aguilar y sus colaboradores de la Universidad de Málaga, sobre los condicionantes geológicos que permiten la formación de los yacimientos con fósiles en los distintos paleoambientes. Además informa sobre la legislación española relacionada con el patrimonio geológico.

Continúa con una revisión general sobre el patrimonio paleontológico en registros marinos de la Península Ibérica, por Eustoquio Molina, de la Universidad de Zaragoza, y sus colaboradores adscritos a diversas universidades españolas. En este capítulo nos muestran, de manera muy documentada, las principales series estratigráficas con sus principales especies fósiles y su localización, incluyendo el Paleozoico (que abarca los diferentes periodos de la era Primaria: Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico), el Mesozoico (que incluye el Triásico, Jurásico y Cretácico) y el Cenozoico (con el Paleógeno y el Neógeno).

Sigue un capítulo sobre los registros de dinosaurios en España y Portugal por Luis Alcalá y sus colaboradores de la Fundación Dinópolis en Teruel, en el que nos informan sobre los extraordinarios yacimientos presentes en la Península Ibérica, sobre la historiografía de los hallazgos y, finalmente, sobre el estado actual de este patrimonio de cara a su explotación cultural y turística, destacando el éxito de Dinópolis.

El siguiente capítulo está dedicado a los registros con aves fósiles, por Antonio Sánchez Marco, adscrito al Institut Català de Paleontologia "Miquel Crusafont", de Bellaterra-Sabadell, en el que nos documenta sobre el registro de estos vertebrados con plumas, desde su aparición en el Mesozoico hasta los extraordinarios registros cuaternarios, tanto en la Península como en las islas.

En el capítulo siguiente, saltándonos el Paleógeno continental que, aunque interesante, los registros continentales no son muy abundantes, pasamos al Neógeno, concretamente a su parte basal, el Mioceno, que abarca desde hace 23 hasta hace 5,3 millones de años, donde Jordi Agustí, del ICREA-IPHES de



Monográfico El patrimonio paleontológico español

coordina **Bienvenido Martínez-Navarro**

Tarragona, nos ilustra con una visión general cronológica del interesante patrimonio registrado en las grandes cuencas continentales, tales como las del Ampurdán, Vallés-Penedés, Calatayud-Teruel, Cabriel, las cuencas intrabéticas como la de Baza y Guadix, o las intramesetarias del Duero y del Tajo. Entre ellos, destacamos los interesantes hallazgos de simios fósiles en los yacimientos catalanes del Vallés-Penedés, como Can Llobateres al lado de Sabadell o el vertedero de Can Mata en Hostalets de Pierola, o de los espectaculares hallazgos de fauna con grandes carnívoros en el yacimiento del Cerro de los Batallones en la localidad madrileña de Torrejón de Velasco.

El monográfico concluye con un capítulo dedicado a los yacimientos continentales del Plioceno y Cuaternario (últimos 5,3 millones de años), realizado conjuntamente con mis colaboradores de la Universidad de Málaga y del Institut Català de Paleontologia "Miquel Crusafont", en el que intentamos resumir la enorme cantidad de información sobre el patrimonio paleobiológico de los principales yacimientos españoles en cuencas sedimentarias como las de Besalú-Bañolas, Vallés-Penedés, Calatayud-Teruel y, especialmente, la cuenca intrabética de Baza y Guadix, donde se encuentra el registro más continuado y mejor conservado de todo el Plio-Pleistoceno del continente europeo, con especial referencia al yacimiento pliocénico de Baza 1 y a los yacimientos del Pleistoceno inferior de Orce, tales como Venta Micena, Fuente Nueva 1 y 3, o Barranco León. Por supuesto, se citan también las acumulaciones en los maares, que son las cuencas que se forman en los cráteres volcánicos, como el del Camp dels Ninots en la localidad catalana de Caldas de Malavella, o el de Las Higuieruelas en la Mancha, así como los registros en las terrazas fósiles de los ríos y, especialmente, las acumulaciones en los extraordinarios sistemas kársticos, tan abundantes en toda la Península Ibérica, entre los que destaca por la espectacularidad de los hallazgos allí realizados el de la Sierra de Atapuerca en Burgos.

Espero que este paseo por el patrimonio paleontológico español sea de su agrado y aprovecho para reiterar mis disculpas por las omisiones que se hayan realizado.

Bienvenido Martínez-Navarro | IPHES, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili (URV), ICREA

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4208>

Condicionantes geológicos en la conservación del patrimonio paleontológico

José Manuel García-Aguilar, Antonio Guerra-Merchán, Sergio Ros-Montoya, M.^a Patrocinio Espigares, Paul Palmqvist | Dpto. de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4082>

RESUMEN

Se lleva a cabo una revisión de los conceptos, procedimientos y normativa legal vigente utilizados en la definición, catalogación, conservación y puesta en valor del patrimonio geológico y paleontológico. Así mismo, se analizan de modo específico los condicionantes geográficos y geológicos ligados a los lugares de interés paleontológico definidos hasta el momento en España, así como los factores involucrados en la formación y conservación de los yacimientos paleontológicos. Para este último elemento, se han tomado como ejemplos ilustrativos los yacimientos arqueopaleontológicos presentes en la cuenca neógeno-cuaternaria de Baza-Orce (Granada).

Palabras claves

Conservación | Cuenca de Baza-Orce (Granada) | Lugares de interés paleontológico | Paleontología | Patrimonio geológico | Patrimonio paleontológico | Yacimientos paleontológicos |



Los lugares de interés paleontológico ligados a medios sedimentarios marinos constituyen una clara mayoría en España. En la imagen, huella fósil de *Arisphinctes*, ammonoideo del Malm (Jurásico superior) ligado a una sedimentación carbonatada de plataforma marina (Torcal de Antequera, Málaga) | foto José Manuel García-Aguilar, autor de todas las imágenes, tablas y gráficos que ilustran este artículo, salvo que se indique lo contrario

INTRODUCCIÓN

Al igual que la paleontología es una disciplina de la geología, el patrimonio paleontológico se considera incluido dentro del patrimonio geológico. La Ley 42/2007, relativa al Patrimonio Natural y la Biodiversidad, considera al patrimonio geológico como “el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente, y d) el origen y evolución de la vida”. El patrimonio geológico está formado por todos aquellos lugares de interés geológico, conocidos en España como LIG e internacionalmente como *Geosites*, cuyo valor les hace destacar del entorno circundante por su interés científico y/o educativo (DURÁN; CARCAVILLA; LÓPEZ-MARTÍNEZ, 2005; CARCAVILLA; PALACIO, 2010; CARCAVILLA; DELVENE; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014; GARCÍA-CORTÉS; CARCAVILLA; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014).

Un concepto íntimamente ligado al de patrimonio geológico es el de geodiversidad, entendida en esta misma Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad como “la variedad de elementos geológicos, incluidos rocas, minerales, fósiles, suelos, formas del relieve, formaciones y unidades geológicas y paisajes que son el producto y registro de la evolución de la Tierra”. Tal definición se refiere al número, variedad y calidad de los elementos geológicos presentes en un lugar, los procesos que dan lugar a cada uno de ellos y los recursos naturales de origen geológico, frente al valor de los mismos, representado por el patrimonio geológico. La geodiversidad representa la memoria de la Tierra, que pertenece al patrimonio natural y cultural de la humanidad (CARCAVILLA; LÓPEZ-MARTÍNEZ; DURÁN, 2007; CARCAVILLA; DELVENE; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014). Por otra parte, un georrecurso se considera todo elemento, conjunto de elementos o espacios de valor geológico que posean un elevado valor científico–didáctico o sean utilizables como recurso para aumentar los valores culturales, socioeconómicos o recreativos de la zona donde se halla (ELIZAGA, 1988). Así, cada elemento del patrimonio geológico se considera un georrecurso.

La geodiversidad, el patrimonio geológico y los georrecursos mantienen una estrecha relación, permitiendo relacionar a la Tierra con la sociedad humana, ya que ofrece oportunidades para el desarrollo social, cultural y económico a escala local y regional. En este sentido, España posee un enorme potencial para el aprovechamiento de su patrimonio geológico y su geodiversidad mediante la declaración de figuras de protección específicas como son los parques geológicos y geoparques, y su adecuada puesta en valor social, divulgativa y turística (DURÁN; CARCAVILLA; LÓPEZ-MARTÍNEZ,



2005; CARCAVILLA; PALACIO, 2010; CARCAVILLA; LÓPEZ-MARTÍNEZ; DURÁN, 2007; CARCAVILLA; DELVENE; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014; GARCÍA-CORTÉS; CARCAVILLA; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014).

En las últimas décadas, la importancia del patrimonio geológico y la geodiversidad ha llevado al desarrollo de numerosas iniciativas por parte de instituciones que fomentan su conocimiento, conservación, divulgación y uso sostenible, quedando estos lugares protegidos mediante la declaración de diferentes figuras de protección, como es el caso del Torcal de Antequera, situado en la provincia de Málaga. Entre estas instituciones cabe destacar al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España (SGA), la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero de España (SEDPGYM), la Asociación Europea para la Conservación del Patrimonio Geológico (pro-GEO) y distintas administraciones estatales, autonómicas y locales.

ANTECEDENTES

La preocupación por el conocimiento, la conservación y la valoración del patrimonio geológico surgió en países como Gran Bretaña a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, pues algunos científicos entendían que ciertos enclaves naturales poseían un valor intrínseco por sí mismos y, por lo tanto, debían ser protegidos y conservados. En este sentido, resulta incuestionable que la mayoría de enclaves con alto valor geológico están constituidos por recursos no renovables y su destrucción resulta normalmente irreversible (CARCAVILLA; LÓPEZ-MARTÍNEZ; DURÁN, 2007; CARCAVILLA; DELVENE; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014).

El Torcal de Antequera (Málaga) constituye uno de los lugares de interés geológico más importantes de España y una de las zonas exokársticas más espectaculares de Europa. Incluye una extraordinaria geodiversidad, centrada en aspectos geomorfológicos, estratigráficos, sedimentológicos, paleontológicos, tectónicos e hidrogeológicos. En la actualidad, el Torcal de Antequera se halla bajo la figura de protección de paraje natural y cuenta con un centro de interpretación, rutas balizadas y numerosas actividades divulgativas encaminadas al conocimiento de la geología en sentido amplio

En todo caso, la divulgación social y cultural del patrimonio geológico comienza su desarrollo sistemático en la década de los 70 del siglo XX, en países con gran tradición geológica como Estados Unidos, Gran Bretaña o Alemania, donde se inician programas al respecto a través de instituciones encargadas de su estudio y puesta en valor, así como la creación de zonas turísticas en las que ofrecer maravillas geológicas, como el Cañón del Colorado (Arizona, Estados Unidos), una de las principales atracciones geoturísticas mundiales, con más de seis millones de visitantes en 2016 (documento en línea: <https://www.nps.gov/grca/learn/news/6-millionth-visitor-2016.htm>, consulta 7/junio/2017). A partir de estos inicios, el desarrollo del patrimonio geológico y los recursos geológicos como elementos culturales, sociales y económicos despegan en numerosos países de Europa, América y Oceanía, incluyendo la creación de leyes y fórmulas de protección para aquellos espacios de especial interés geológico, al igual que sucedía ya con los de interés biológico.

En España, los antecedentes iniciales sobre difusión del patrimonio geológico aparecen en las primeras décadas del siglo XX, ligados a la labor de Eduardo Hernández Pacheco y Estevan, pionero en la divulgación de la geología en España, quien desde el comienzo de su carrera científica estuvo en contacto con la Institución Libre de Enseñanza. Así, en 1918 se crearon los primeros parques naturales en España (Ordesa y Covadonga) y, en 1917, la Cueva de Altamira (Cantabria), “capilla sixtina” del arte parietal del Paleolítico, se abre al público, siendo declarada monumento nacional en 1924. Algo más tarde, comienzan las visitas turísticas a la Cueva del Drach (Mallorca), visitable desde 1935, y a la Cueva de Nerja (Málaga), abierta al público en 1960, siendo las precursoras del turismo geológico en nuestro país (GARCÍA-AGUILAR, 2014). Ya en la década de los 70 del pasado siglo comienza una primera difusión general de los recursos geológicos españoles, diseminada en publicaciones, guías de campo o reportajes televisivos relacionados con el conocimiento de los ecosistemas, así como mediante actividades turísticas llevadas a cabo en espacios naturales y zonas de montaña.

En el periodo 1995-1999 comienzan a darse en el conjunto del Estado Español los primeros pasos hacia la creación de parques geológicos y la definición de “geosites” a través de distintas instituciones públicas, propiciando el establecimiento de figuras de protección legal sobre recursos geológicos y un aumento significativo de publicaciones sobre estas temáticas (CENDRERO, 1996; MORALES, 1996; ELIZAGA; PALACIO, 1996; ARANA; RODRÍGUEZ-ESTRELLA; MANCHEÑO et ál., 1999, entre otras). Paralelamente, en esos años se incrementa el número de propuestas turísticas, culturales y didácticas sobre contenidos geológicos en nuestro país. Es a partir de 2004 cuando el panorama sobre el conocimiento y la difusión del patrimonio geológico a nivel mundial logran un mayor desarrollo. Varios hitos marcan esta tenden-

cia, entre ellos la creación de una red mundial de “geoparques” y “geosites” en 2004 por parte de la UNESCO, cuya implementación ha permitido la catalogación, protección y puesta en valor de estos recursos en muchos países. Fruto de este programa es la creación a fecha 2017 en España de 12 geoparques y la definición de un listado de cientos de *geosites* o puntos de interés geológico en todo el territorio español (CARCAVILLA; PALACIO, 2010; INVENTARIO, 2017).

También en España, varias leyes aprobadas en 2007 (5/2007 de la Red de Parques Nacionales, 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad y 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural) se encargan de dar figura jurídica de protección a las zonas de especial interés geológico. En la actualidad, el estudio, protección, divulgación y puesta en valor del patrimonio geológico constituye una de las apuestas más firmes y decididas sobre el medio natural. Prueba de ello es la elaboración, desde el año 2000, de más de un centenar de estudios sobre geodiversidad y patrimonio geológico en casi todas las comunidades españolas, ofreciendo multitud de propuestas para su conocimiento y disfrute. Además, se han multiplicado los centros de interpretación, museos, agencias y organismos que desarrollan actuaciones específicas sobre su promoción y puesta en valor, así como la definición de cientos de puntos y lugares de interés geológico mediante programas e informes elaborados por instituciones públicas y privadas. Como ejemplo, cabe citar a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (ESTRATEGIA, 2011), que llevó a cabo desde 2002 un protocolo de actuación sobre geodiversidad y patrimonio geológico en el territorio andaluz, fruto del cual ha sido la delimitación de 14 zonas de especial interés geológico mediante la definición de 655 puntos de interés geológico catalogados según 11 temáticas geológicas. De todos los puntos de interés geológico definidos en Andalucía, un 11% tratan sobre recursos paleontológicos.

Otro hito en esta historia aparece con el desarrollo de Internet, donde se vienen publicando desde comienzos del siglo XXI numerosas páginas web, portales y blogs sobre rutas y zonas de interés naturalista, las cuales incluyen la descripción, con mayor o menor rigor, de lugares y fenómenos de interés geológico. Esta información, elaborada por instituciones, asociaciones, colectivos e incluso particulares, constituye en la actualidad una importante base informativa.

El horizonte de futuro frente al desarrollo del patrimonio geológico pasa por una adecuada estrategia de conservación y divulgación a través de los distintos medios de comunicación social y, sobre todo, por la creación de iniciativas turísticas, culturales y de ocio, diseñadas a tales efectos por agencias, organismos e instituciones encargadas de dinamizar y ofrecer tales actividades. Por último, sería deseable una extensión sobre el conocimiento de este patrimonio al ámbito educativo, a través de la creación de cursos, progra-

mas, materias o contenidos específicos donde difundir, investigar, valorar y aprovechar las múltiples posibilidades que ofrece toda esta riqueza desde el punto de vista cultural, científico, social y económico.

GEOPARQUES

Un elemento íntimamente relacionado con la conservación y la puesta en valor del patrimonio geológico son los geoparques. Un geoparque, en el sentido en que lo define la UNESCO, es un territorio que presenta un patrimonio geológico excepcional, sujeto a un proyecto de fomento basado en su promoción turística y desarrollo socioeconómico. La declaración de un geoparque se basa en tres principios: uno, la existencia de un patrimonio geológico que sirva de protagonista y eje conductor; en segundo lugar, la puesta en marcha de iniciativas de geoconservación y divulgación; y, por último, el potencial de desarrollo socioeconómico y cultural a escala local. Por ello, los geoparques deben tener unos límites claramente definidos y una extensión adecuada para asegurar el desarrollo económico de la zona, pudiendo incluir áreas terrestres, marítimas o subterráneas. Las zonas adecuadas para proponer un geoparque deben contener varios puntos de interés geológico, preferentemente con accesos practicables, y que abarquen una geodiversidad singular.

Los geoparques surgieron a principios de la década de los 90 del siglo XX en Europa, siendo Francia, Alemania, Grecia y España los socios fundadores. En junio del año 2000 se creó la Red de Geoparques Europeos (European Geoparks Network, EGN) y, más tarde, la UNESCO auspició este programa europeo, extendiéndolo a todo el mundo. Se creó de este modo la red mundial de geoparques (World Geoparks) como una actividad complementaria del Programa Internacional de Geociencias (PICG).

Desde entonces el número de geoparques ha ido en aumento, hasta un total de 120 repartidos en 33 países (a fecha de septiembre de 2017), de los cuales 66 están en Europa, repartidos por 22 naciones. España posee doce geoparques: El Maestrazgo (Teruel), Zumaia-Costa Vasca (Guipúzcoa), Sobrarbe (Pirineo de Huesca), Las Loras (Burgos-Palencia), Parque Natural de las Sierras Subbéticas (Córdoba), Parque Natural del Cabo de Gata (Almería), Sierra Norte de Sevilla, Villuercas-Ibores-Jara (Cáceres), Cataluña Central (Barcelona), Comarca de Molina de Aragón-Alto Tajo (Guadalajara), Isla del Hierro (Islas Canarias) y Lanzarote y Archipiélago Chinijo (Islas Canarias). Además, existen otras muchas iniciativas en marcha para nuevas propuestas.

Una vez otorgado el certificado de geoparque, éste no tiene validez indefinida, pues es evaluado cada tres años. Para ello, se valora especialmente el desarrollo de las actividades geoturísticas, la conservación del medio natu-

ral y la colaboración entre los miembros de la red. También existe la figura local de “parque geológico”. Sus objetivos son similares a los de los geoparques, aunque no pertenecen a la Red de Geoparques y, por tanto, su funcionamiento no está regulado por la UNESCO. En España existen a fecha de septiembre de 2017 dos parques geológicos: Chera, en Valencia, y Aliaga, en Teruel.

EL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

Dentro del patrimonio geológico se puede definir el patrimonio paleontológico como el conjunto de restos directos o indirectos de organismos, resultado de su actividad biológica, que se han conservado en el registro geológico y al cual se le ha asignado un valor científico, didáctico o cultural (MORALES, 1996; MORALES; GÓMEZ; AZANZA, 2002; CARCAVILLA; LÓPEZ-MARTÍNEZ; DURÁN, 2007; CARCAVILLA, DELVENE; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014). El patrimonio paleontológico se divide en “inmueble” y “mueble”. El primero de ellos se refiere a los yacimientos fosilíferos o afloramientos con un interés especial desde el punto de vista de su registro fósil, ya sea por su especial conservación, singularidad, abundancia, diversidad o importancia científica. El patrimonio paleontológico mueble se refiere a restos fósiles de especial interés y que se encuentran fuera del yacimiento o de su emplazamiento original, e incluye colecciones de fósiles expuestas en museos, instituciones académicas y científicas, exposiciones o centros de interpretación.

Estos lugares han proliferado en los últimos años, suponiendo un importante recurso didáctico y de ocio cultural para las poblaciones donde se encuentran. Al igual que el resto del patrimonio geológico, el patrimonio paleontológico está formado por los lugares de interés paleontológico (LIP). Algunos aspectos considerados a la hora de definir los LIP son: la representatividad y/o singularidad del registro geológico y del intervalo cronoestratigráfico

Ejemplos de patrimonio paleontológico mueble (izquierda, Museo Paleontológico de Orce, Granada) e inmueble (derecha, yacimiento de Fuentenueva-3 de edad Pleistoceno inferior en Orce, Granada)



representado; un contenido paleontológico singular; una singularidad mineralógica, petrológica o sedimentaria asociada; y ser registro de paleogeografías o paleoambientes que muestren la evolución geológica y biológica regional (MORALES, 1996).

La vulnerabilidad y los factores de riesgo (erosión, explotaciones mineras, urbanización, obras públicas, vertederos o expolios) que afectan al patrimonio paleontológico son habitualmente mayores que las de otros elementos del patrimonio geológico. Los fósiles tienen un interés social y cultural muy importante, constituyendo elementos susceptibles de ser expoliados por los coleccionistas. En este sentido, una vez se extrae un fósil del yacimiento y no se cataloga, el fósil deja de ser patrimonio geológico. Esta circunstancia ocurre cada vez que se lleva a cabo el expolio y la comercialización de un yacimiento paleontológico o de una parte del mismo. Este empleo ornamental de los fósiles puede derivar en un recurso comercial y económico, hasta el punto de entrar en conflicto con la administración o con los centros de investigación.

Por todo ello, la puesta en valor del patrimonio paleontológico tiene como objetivo promover su conservación y protección, divulgando el conocimiento científico para uso y disfrute de toda la sociedad, y acercando la paleontología al ciudadano. De hecho, los nuevos conocimientos obtenidos en la investigación del patrimonio paleontológico, por ejemplo, los relativos al contexto tafonómico en el que se generó un yacimiento concreto o los aspectos paleobiológicos relativos al género de vida de una especie pretérita en particular, constituyen en sí mismos un patrimonio de carácter inmaterial, cuyo valor divulgativo intrínseco puede exceder del que despierta la belleza del fósil en sí misma. Por ello, es necesario cuantificar, proteger y conservar aquellos yacimientos paleontológicos de alto valor patrimonial.

En la actualidad, dada la naturaleza dual histórica-natural del patrimonio paleontológico, la gestión de este patrimonio se enmarca entre la legislación referida al patrimonio histórico-artístico (Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español) y la normativa correspondiente a la conservación del medio natural. Se da la contradicción de que este patrimonio, de indiscutible origen natural, queda gestionado por el Ministerio de Cultura y los Departamentos y Consejerías de Cultura de las comunidades autónomas. Como consecuencia, numerosas autonomías han desarrollado leyes específicas para regular la recuperación y la investigación del patrimonio paleontológico. Un caso particular es la asociación de yacimientos fosilíferos con restos arqueológicos, como las industrias líticas, donde intervienen la paleontología (a veces paleoantropología) y la arqueología. No suele ser tarea fácil valorar estos yacimientos desde un punto de vista patrimonial, porque los límites de competencias entre la paleontología y la arqueología se solapan en la mayoría de los casos (CARCAVILLA; DELVENE; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014). La

Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad considera el patrimonio geológico en su conjunto, incluyendo el paleontológico, como patrimonio natural.

Una idea de la importancia científica actual del patrimonio paleontológico la tenemos en las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología celebradas en Molina de Aragón (Guadalajara) en septiembre de 2016 donde, de las 89 comunicaciones presentadas, 37 de ellas (un 42%) trataban sobre patrimonio paleontológico. En estos casos, las temáticas abarcaron aspectos tales como la definición de nuevos lugares de interés paleontológico (LIP), cuestiones legislativas, metodologías de valoración, aplicaciones didácticas y elementos de paleontología urbana, entre otras.

Otro dato sobre la relevancia del patrimonio paleontológico en el contexto del patrimonio geológico lo tenemos en el número de lugares de interés geológico de contenido específicamente paleontológico presentes en España. Así, de los 142 LIG catalogados en 2010 dentro del proyecto Global Geosites (CARCAVILLA; PALACIO, 2010), 43 (un 30%) corresponden a lugares de interés paleontológico. Hay que tener en cuenta que el conjunto de LIG abarcan múltiples temáticas geológicas: estratigrafía, sedimentología, geomorfología, paleontología, tectónica, petrología-geoquímica, minería, mineralogía, hidrogeología e historia de la geología, evaluados según una metodología específica (GARCÍA-CORTÉS; FERNÁNDEZ-GIANOTTI, 2005; GARCÍA-CORTÉS; CARCAVILLA; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál. 2014).



La coexistencia de elementos arqueológicos y paleontológicos en un mismo yacimiento hace que, a menudo, existan conflictos de competencias y objetivos ligados a su exploración. En la imagen, el yacimiento arqueológico romano del Haza del Algarrobo (Mijas, Málaga), donde convergen restos de una antigua factoría romana (siglo I d. de C.) con fósiles marinos de edad Plioceno inferior

LOS LUGARES DE INTERÉS PALEONTOLÓGICO EN ESPAÑA: CONTEXTOS GEOLÓGICOS Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) muestra en su página web (www.igme.es), a fecha de junio de 2017, un inventario de 3.154 lugares de interés geológico (LIG) catalogados en el conjunto de España (INVENTARIO, 2017). Junto a esta información, aparece también un documento metodológico sobre las directrices y protocolos seguidos para el establecimiento de dicho inventario (DOCUMENTO, 2017). La información aportada sobre cada uno de los 3.154 lugares de interés geológico recogidos en este inventario se refiere a su código; nombre-topónimo; interés principal y secundario (en su caso) a través de 11 posibles temáticas geológicas (mineralogía, petrología-geoquímica, minería-metalogenia, geotecnia, hidrogeología, tectónica, estratigrafía, sedimentología, paleontología, geomorfología e historia de la geología); unidad geológica regional a la que pertenece; grado de confidencialidad; edad y descripción detallada, en la que se ofrecen: datos generales, localización (municipio, cota, hoja topográfica 1:50.000 y coordenadas geográficas), situación geológica, interés, uso y seguimiento, infraestructura del lugar (equipamiento público, accesos, duración de los itinerarios existentes, etc.), documentación gráfica y bibliografía. En el caso de tratarse de lugares de interés paleontológico, se incluye además el tipo de interés específico, la presencia de microfauna y/o macrofauna, así como los tipos de rocas sedimentarias donde se ubican los fósiles. A todo este compendio informativo se añade un mapa interactivo de España, donde se posiciona cada uno de los lugares de interés geológico.

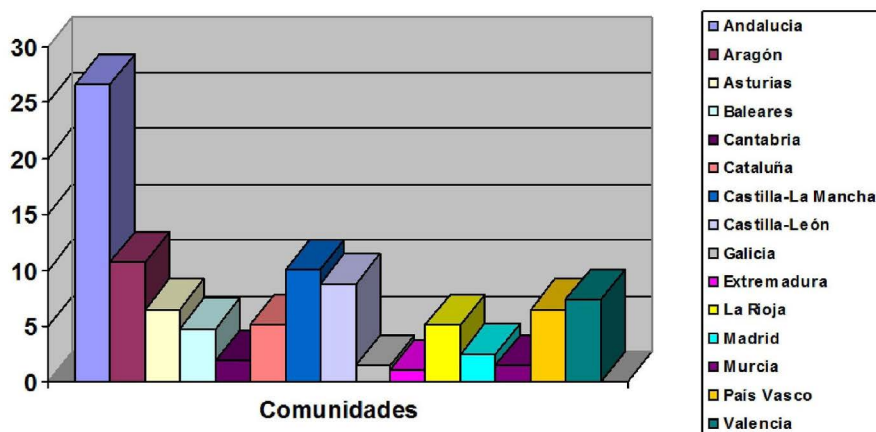
Mediante el análisis de esta información, a fecha de junio de 2017, se han deducido los siguientes datos en relación con los lugares de interés paleontológico (LIP) en España: de los 3.154 LIG inventariados, 525 corresponden a LIP (un 16,6% del total de LIG). De ellos, 224 presentan un interés paleontológico principal (42,7% del total de LIP y 7,1% del total de LIG) y 301 presentan un interés paleontológico secundario (57,3% del total de LIP y 9,5% del total de LIG).

Toda la información anterior permite deducir una serie de conclusiones relevantes sobre la distribución del patrimonio paleontológico en España. Un primer dato de interés apunta a que sólo el 7,1% de todos los lugares de interés geológico presentan como temática principal algún fenómeno paleontológico. El porcentaje se eleva hasta el 16,5% si añadimos aquellos LIG que presentan a la paleontología como interés secundario. Este dato invita a considerar la necesidad de una mayor prospección, catalogación y puesta en valor de los yacimientos paleontológicos a nivel estatal. Otras temáticas geológicas, como son el caso de la geomorfología o la estratigrafía, presentan en este sentido un número mucho mayor de lugares de interés geológico que aquellos relacionados con la paleontología.

A partir de la información contenida en los 525 lugares de interés paleontológico definidos hasta la fecha se ha llevado a cabo un análisis específico mediante gráficas que recogen la distribución de los LIP en España por comunidades autónomas, por edades geológicas y por ambientes sedimentarios.

En cuanto a la distribución espacial de lugares de interés paleontológico, tenemos que de las 15 comunidades autónomas que presentan un patrimonio paleontológico catalogado, ocho exponen cada una de ellas entre un 5 y un 11% del total de LIP: Aragón, Asturias, Cataluña, Castilla-La Mancha, Castilla-León, La Rioja, Valencia y País Vasco. Otras seis exponen menos del 5% de este patrimonio en cada caso: Baleares, Cantabria, Galicia, Murcia, Madrid y Extremadura. Finalmente, una comunidad (Andalucía) concentra el 26,5% de los LIP españoles. Las causas de estas diferencias se deben a varios factores, entre los que destacan en primer lugar la superficie de las distintas comunidades y, especialmente, su variedad geológica, puesto que la presencia mayoritaria de formaciones sedimentarias de distintas edades, como es el caso de Andalucía, favorece la aparición de yacimientos paleontológicos. No obstante, deben ser considerados en este sentido otros factores, como son las políticas llevadas a cabo a nivel autonómico para la prospección, catalogación y puesta en valor de su patrimonio paleontológico.

En todo caso, cabe realizar un análisis sobre la concentración y riqueza paleontológica de cada comunidad española promediando el factor superficie. Un valor significativo en este sentido es la relación entre la superficie de cada comunidad y su número de LIP. En este caso, podemos diferenciar 4 tipos de comunidades según este factor: las que poseen un índice menor de 0,5; las que poseen un índice entre 0,5 y 1; las que poseen un índice entre 1 y 2; y las que poseen un índice mayor de 2. El primer grupo de comunidades, con índices SNL menores de 0,5, incluye a Castilla-León, Galicia y, sobre todo, Extremadura, regiones que pese a poseer una extensión considerable



Porcentaje de lugares de interés paleontológico por comunidades españolas

COMUNIDAD	NÚMERO DE LIP	% SOBRE EL TOTAL	SUPERFICIE (KM ²)	ÍNDICE SNL (*)
Andalucía	139	26,5	87.268	1,59
Aragón	56	10,7	47.719	1,17
Asturias	34	6,5	10.604	3,21
Baleares	25	4,8	4.992	5,01
Cantabria	10	1,9	5.321	1,88
Cataluña	27	5,1	32.108	0,84
Castilla-La Mancha	53	10,1	79.463	0,67
Castilla-León	46	8,8	94.222	0,49
Galicia	8	1,5	29.574	0,27
Extremadura	6	1,1	41.634	0,14
La Rioja	27	5,1	5.045	5,35
Madrid	13	2,5	8.030	1,62
Murcia	8	1,5	11.313	0,71
País Vasco	34	6,5	7.234	4,70
Valencia	39	7,4	23.255	1,68

Tabla 1. Datos sobre la distribución de lugares de interés paleontológico por comunidades españolas

(*): índice calculado mediante la fórmula $(n.º \text{ de LIP's} / \text{superficie en km}^2) \times 1.000$

y una catalogación adecuada de sus recursos geológicos, su contexto geológico se encuentra dominado por formaciones metamórficas y plutónicas, lo que hace que su patrimonio paleontológico sea limitado.

En el segundo grupo de comunidades, aquellas con un índice SNL entre 0,5 y 1, se encuentran Castilla-La Mancha, Cataluña y Murcia. Conviene destacar que, aunque las tres abarcan superficies muy diferentes, presentan todas ellas una variedad geológica notable. Por ello, su discreto índice cabe interpretarlo en base a una limitada prospección y catalogación de sus recursos paleontológicos frente al potencial existente.

El tercer grupo de comunidades, con índices SNL entre 1 y 2, comprende a Andalucía, Aragón, Cantabria, Madrid y Valencia, las cuales poseen extensiones muy dispares, contextos geológicos variados y políticas activas de puesta en valor del patrimonio geológico. Se consideran dentro del estándar medio en cuanto a este factor.

El resto de comunidades, con un índice SNL mayor de 2 (Asturias, Baleares, La Rioja y País Vasco), muestra extensiones limitadas y marcos geológicos dominados por formaciones sedimentarias. En todos estos casos, se considera que una acertada política de prospección y puesta en valor de los recursos paleontológicos ha favorecido una relación adecuada entre su extensión y el número de LIP inventariados.

Las comunidades españolas no catalogadas en cuanto a la aparición de LIG (Navarra, Canarias, Ceuta y Melilla), lo son en respuesta a distintos factores. En el caso de Canarias, resulta lógico hasta cierto punto si tenemos en cuenta su contexto geológico, dominado por formaciones volcánicas, mientras que, en Ceuta y Melilla, su escasa extensión y variedad geológica no ha permitido aún la definición de LIG. El caso de Navarra resulta llamativo, pues muestra una extensión apreciable, una variedad geológica de formaciones sedimentarias y políticas activas de prospección y puesta en valor del patrimonio geológico. De este modo, cabe esperar en un futuro cercano la aparición en esta comunidad de lugares de interés paleontológico.

Un nuevo valor numérico de interés de cara al análisis del patrimonio paleontológico español se refiere al índice SCL (tabla 2), que relaciona la superficie cartográfica estimada de cada periodo geocronológico (épocas para el Neógeno-Cuaternario) en España con el número de LIP catalogados en cada uno de los mismos. Este índice nos informa sobre varios factores, como la riqueza paleontológica de cada periodo geocronológico, el grado de conservación de los distintos yacimientos paleontológicos presentes, en principio tanto mejor cuanto más modernos, y la presencia en cada periodo de los medios sedimentarios adecuados para la formación de tales yacimientos paleontológicos.

Respecto a los valores del índice SCL, destaca el periodo Cretácico con un valor de 13,73, seguido del Plioceno, Pleistoceno, Jurásico y Mioceno,



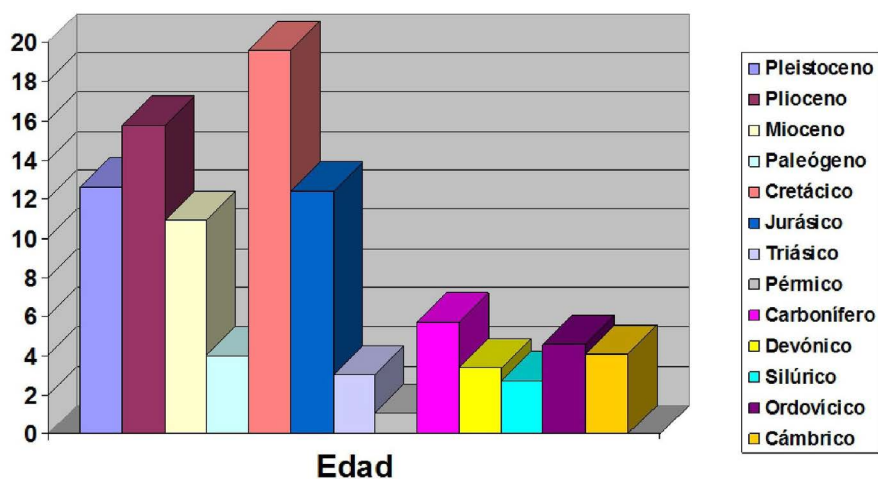
Índices SNL por comunidades autónomas. En el caso de Navarra, no hay catalogado a fecha 2017 ningún lugar de interés paleontológico

con índices SCL que oscilan entre 7 y 8,5. En el otro extremo tenemos el Paleógeno y el Triásico, con índices menores de 4. El resto de periodos geocronológicos, correspondientes al Paleozoico, muestra índices SCL bastante similares, entre 4 y 6.

Estos datos sugieren que el Cretácico es el periodo más productivo en España desde el punto de vista de la definición de LIP, y que muestra buenas condiciones geológicas para la formación de yacimientos paleontológicos, como son una adecuada extensión cartográfica, buenos afloramientos y ambientes sedimentarios apropiados. Le siguen en este sentido tres épocas y un periodo, Plioceno, Pleistoceno, Jurásico y Mioceno.

Los periodos del Paleozoico se estiman dentro de la media frente a estos parámetros, mientras que el Paleógeno y el Triásico muestran en España las peores condiciones geológicas para la presencia y conservación de patrimonio paleontológico, lo que se debe esencialmente a su limitada extensión cartográfica y la presencia de medios sedimentarios poco prolíficos en cuanto al desarrollo de yacimientos paleontológicos, como los ambientes continentales aluviales o marinos profundos, en general azoicos.

Además de la información indicada anteriormente, el análisis de los 525 lugares de interés paleontológico ofrece una serie de datos de interés acerca de LIP de carácter especial. Entre ellos, destaca la catalogación hasta la fecha en España de 48 yacimientos paleontológicos con restos de dinosaurios (un 9,1% del total de LIP), concentrados sobre todo en las comunidades de La Rioja y Aragón. Ocho lugares de interés paleontológico (1,5% del total de LIP) lo son por mostrar en su registro sedimentario el límite K-T (Cretácico-Terciario), de notorio interés desde el punto de vista paleobiológico.



Porcentaje de lugares de interés paleontológico en España por edades geológicas (en el caso del Paleógeno, se incluyen los periodos Paleoceno, Eoceno y Oligoceno)

PERIODO GEO-CRONOLÓGICO	NÚMERO DE LIP	(%) SOBRE EL TOTAL	ÍNDICE SCL (**)
Pleistoceno	66	12,6	7,76
Plioceno	83	15,8	8,30
Mioceno	57	10,9	7,13
Paleógeno	21	4,1	3,23
Cretácico	103	19,6	13,73
Jurásico	65	12,4	7,65
Triásico	16	3,0	3,55
Pérmico	6	1,1	4,00
Carbonífero	30	5,7	4,29
Devónico	18	3,4	6,00
Silúrico	14	2,7	4,00
Ordovícico	24	4,6	6,00
Cámbrico (1)	21	4,1	6,00

gico. Por último, tenemos 49 lugares de interés paleontológico correspondientes a icnitas, de los que 42 son de carácter continental (8% del total de LIP) y siete de carácter marino (1,3% del total de LIP).

RELACIÓN ENTRE AMBIENTES SEDIMENTARIOS Y YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS

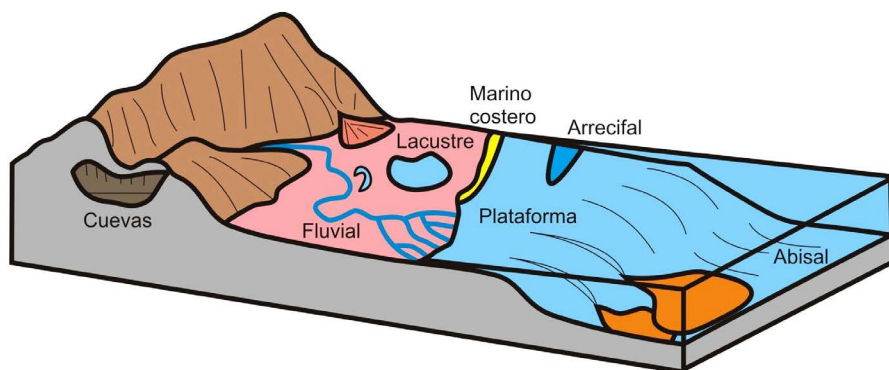
Resulta evidente la relación entre el tipo de ambiente sedimentario y la formación de yacimientos paleontológicos. La gráfica que relaciona el tipo de medio sedimentario con el porcentaje de LIP presentes en España nos ofrece una idea precisa sobre el particular. De este modo, vemos cómo los medios sedimentarios marinos ligados a márgenes continentales (plataformas continentales, zonas costeras y arrecifes) suponen el origen de casi el 61% de los lugares de interés paleontológico españoles. Tales ambientes sedimentarios ofrecen las características idóneas para la formación de yacimientos fósiles, incluyendo la presencia de biotas muy productivas con alta biomasa y diversidad, la abundancia de especies de pequeño tamaño bien esqueletizadas, lo que favorece su conservación, y la existencia de tasas de sedimentación elevadas en respuesta a patrones tectónicos de subsidencia apreciable.

El siguiente conjunto de medios sedimentarios, en orden de abundancia de LIP ligados a ellos, son los de carácter continental. Los medios de tipo fluvial (llanuras de inundación esencialmente) y lacustres suponen el origen de

Tabla 2. Datos sobre la distribución de lugares de interés paleontológico en España por edades geológicas.

(**): índice calculado mediante la fórmula (Número de LIP's definidos en ese periodo / % estimado de la superficie cartográfica nacional del periodo geológico considerado). La estimación de las distintas superficies cartográficas se ha realizado mediante el mapa geológico de España a escala 1:1.000.000 en su edición digital del año 2015 (documento en línea: [http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/geologicos1M/Geologico1000_\(2015\)/pdfs/EditadoG1000_\(2015\).pdf](http://info.igme.es/cartografiadigital/datos/geologicos1M/Geologico1000_(2015)/pdfs/EditadoG1000_(2015).pdf)) (Consulta: 24/04/2018), considerando los afloramientos de rocas sedimentarias de las distintas edades.

(1): algunos de estos lugares de interés geológico pueden pertenecer al Precámbrico.



Ambientes sedimentarios ligados a la aparición de yacimientos paleontológicos

casi un 30% de los lugares de interés paleontológico españoles. Los rasgos sedimentológicos de estos ambientes son claramente diferenciales respecto a los marinos someros: menor tasa de sedimentación general, lo que induce a concentrar en la columna estratigráfica los posibles yacimientos paleontológicos, facies específicas como lutitas, areniscas y carbonatos lacustres, una menor productividad orgánica general, salvo excepciones, y la presencia de especies fósiles características, como plantas y diversos taxones de (micro)-vertebrados.

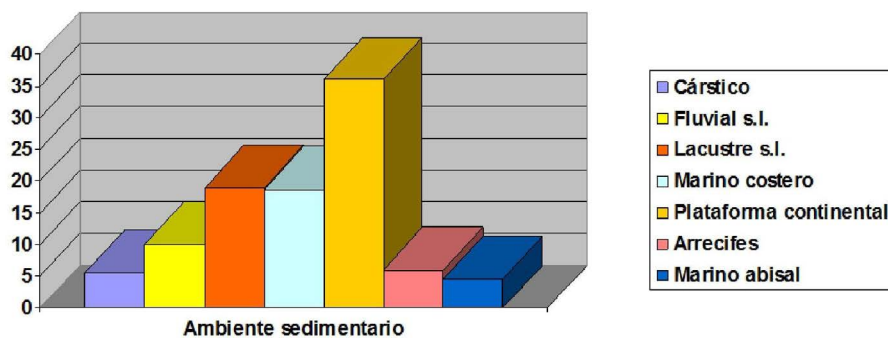
También resulta común en estos ambientes la presencia de icnitas. Prueba de ello es que de los 49 LIP que contienen icnitas, 42 (un 86%) corresponden a especies continentales. Además, estos escenarios sedimentarios fluvio-lacustres resultan idóneos para la aparición de yacimientos de dinosaurios. En España se han catalogado hasta el momento 48 lugares de interés paleontológico que contienen restos de dinosaurios. La repercusión social y educativa de estos lugares, fomentada por los medios de comunicación, hace que posean un especial interés.

Los ambientes sedimentarios restantes ligados a puntos de interés paleontológico en España son claramente minoritarios, en torno al 10%. Se trata de cavidades cársticas, con un 5,5% de los LIP, que suelen albergar yacimientos de grandes vertebrados y, de modo particular, fósiles humanos. Pese a su escasa representación, tales ambientes resultan de extraordinario interés por sus repercusiones paleoantropológicas, como es el caso de la Sima de los Huesos en Atapuerca, Burgos (CERVERA; ARSUAGA; BERMÚDEZ DE CASTRO et ál., 1998), Cueva de El Sidrón en Asturias (ROSAS; AGUIRRE, 1999) o la Cueva de Maltravieso en Cáceres (documento en línea: <http://maltravieso.rupestre.org>) (Consulta: 24/04/2018).

Por último, los ambientes sedimentarios de tipo marino abisal marcan el origen del 4,6% de LIP. Las condiciones biogeológicas de estos escenarios, como su baja subsidencia general, menor productividad orgánica, dificultad

de llegar a aflorar en superficie, etc., explican esta escasa representación y los tipos de fósiles que conservan, en general microscópicos (como por ejemplo foraminíferos). No obstante, estos ambientes presentan el interés especial de estar ligados en muchas ocasiones a LIP donde aparecen el límite estratigráfico K-T (Cretácico-Terciario, 65 m.a.), de relevantes repercusiones en la extinción de los dinosaurios. En España, hay definidos hasta el momento ocho de estos lugares donde es posible observar tal límite estratigráfico, entre los que podemos destacar los situados en Agost (Alicante), Zumaia y Sopelana (País Vasco) y Caravaca (Murcia).

A su vez, el catálogo de ambientes sedimentarios descritos presenta una correlación bastante efectiva con las edades de los distintos lugares de interés paleontológico. De este modo, los medios marinos de plataforma continental fueron mayoritarios en el Paleozoico inferior, Jurásico y Cretácico. El conjunto de estos tres periodos cronológicos supone más del 43% de la edad de todos los LIP españoles. Por otra parte, los medios continentales suelen dominar durante el Carbonífero, Pérmico, Triásico, Plioceno y Pleistoceno. El conjunto de estos periodos supone en torno al 42% del total. El 15% restante de las edades marcan la presencia habitual de ambientes sedimentarios arrecifales (Devónico y Mioceno) y marinos pelágicos (Paleógeno).



AMBIENTE SEDI-MENTARIO	NÚMERO DE LIP	(%) SOBRE EL TOTAL
Cárstico	29	5,5
Fluvial s.l.	53	10,1
Lacustre s.l.	100	19
Marino costero	98	18,7
Plataforma continental	189	36
Arrecifes	32	6,1
Marino pelágico	24	4,6

Porcentaje de lugares de interés paleontológico en España por ambiente sedimentario

Tabla 3. Datos sobre la distribución de lugares de interés paleontológico en España por ambientes sedimentarios

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS ESPECÍFICOS EN LA FORMACIÓN DE UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO

La formación de un yacimiento paleontológico implica una serie de circunstancias geológicas que permitan básicamente dos fenómenos: la acumulación concentrada de restos orgánicos *post-mortem* (tanatocenosis) en un área sujeta a una subsidencia neta y el enterramiento rápido que permita su conservación, aislando estos restos orgánicos de microorganismos y agentes mecánicos y/o atmosféricos que induzcan a su desaparición (ABEL, 1928; MELÉNDEZ, 1977). En tales circunstancias tafonómicas, los tejidos blandos de los seres vivos suelen desaparecer, fosilizando sus partes minerales (conchas, caparazones, huesos y dientes esencialmente) o las huellas de su actividad biológica, denominadas genéricamente icnitas, donde cabría contemplar desde las pistas de reptación y madrigueras de invertebrados marinos a las huellas de dinosaurios o las industrias líticas talladas por homínidos, en cuanto evidencias de la actividad vital de un taxón pretérito. Por consiguiente, tenemos como factor geológico más relevante a la hora de formar un yacimiento paleontológico la existencia de escenarios sedimentarios adecuados a estos dos condicionantes claves para el taforregistro, la acumulación inicial y el enterramiento rápido, escenarios que corresponden, sobre todo, a las plataformas marinas, zonas costeras, marismas, lagos y llanuras de inundación, sujetos todos ellos a una subsidencia neta.

Otras variables involucradas en la constitución de yacimientos paleontológicos son la presencia de factores hidrodinámicos, que tiendan a transportar y concentrar los restos esqueléticos antes de su enterramiento, hasta constituir yacimientos con fauna alóctona al medio sedimentario de registro; procesos diagenéticos que puedan modificar la forma, composición y estructura de los restos fósiles mediante incrementos de presión (compactación diagenética) y presencia de fluidos (lixiviación, recristalización, etc.); factores tectónicos y deformaciones que puedan condicionar la tasa de subsidencia del medio (MELÉNDEZ, 1977); estructura y configuración de los ambientes sedimentarios y, por supuesto, los distintos factores paleoecológicos que condicionen los grados de diversidad y biomasa en los antiguos ecosistemas, a través de variables paleoclimáticas, paleogeográficas y de relaciones tróficas entre las especies, entre otras.

Uno de los ejemplos mejor estudiados en España en cuanto a los condicionantes geológicos involucrados en la formación de yacimientos paleontológicos lo tenemos en el área Orce-Venta Micena (Granada), donde se han definido hasta el momento más de 25 yacimientos pleistocenos de vertebrados, algunos de ellos considerados de interés a escala mundial (Barranco León-D, Fuente Nueva-3 y Venta Micena) debido a su extraordinaria diversidad faunística registrada, la ingente concentración de restos óseos y, en



El área Orce-Venta Micena expone uno de los patrimonios paleontológicos de vertebrados pleistocenos más importantes del mundo, condicionado por una serie de factores tecto-sedimentarios favorables

los dos primeros casos, la presencia de restos pertenecientes a *Homo* sp. (ESPIGARES; MARTÍNEZ-NAVARRO; PALMQVIST et ál., 2013; TOROMOYANO; MARTÍNEZ-NAVARRO; AGUSTÍ et ál., 2013). El modelo geológico asociado a estos yacimientos parte de la existencia de un área de sedimentación lacustre carbonatada durante el Villafranquiense superior (1,2 a 2 millones de años atrás) (GARCÍA-AGUILAR; MARTÍN, 2000; GARCÍA-AGUILAR; PALMQVIST, 2011).

Tales sistemas lacustres se hallaban en este periodo dentro de una cuenca sedimentaria cerrada de unos 25 km de longitud, satélite de la cuenca neógena de Guadix-Baza (Granada), situada en posiciones centrales dentro de la cordillera bética. En este caso, los aportes detríticos se concentraban en zonas perimetrales de los sistemas lacustres someros de contexto climático templado, que mostraban amplias zonas emergidas entre ellos. Estos lagos se hallaban rodeados en buena parte de su perímetro por relieves del sustrato geológico que favorecían este carácter cerrado y endorreico.

Las señales climáticas a lo largo del Villafranquiense superior hicieron que tales lagos presentasen ciclos de expansión y regresión (etapas alternantes de nivel alto-nivel bajo de la lámina de agua en los lagos, con frecuencias temporales correspondientes a ciclos de Milankovitch de 40 y 100 ka), gobernando el depósito mayoritario de margas y calcilutitas en las etapas de nivel alto y calizas s.l. y facies detríticas finas durante las etapas de nivel bajo, donde la superficie de los sistemas lacustres en estas etapas era mucho menor (GARCÍA-AGUILAR; ESPIGARES; GUERRA-MERCHÁN et ál., 2016). La potencia máxima observada de esta unidad Villafranquiense superior es de unos 35 m, lo que supone una tasa de sedimentación promedio de 4,4 cm/ka, relacionada con una subsidencia de claro origen tectónico. Todos estos condicionantes geológicos de tipo tecto-sedimentario favorecen un marco tafonómico adecuado para la formación de los yacimientos paleontológicos en la zona, puesto que la acumulación de restos orgánicos



Los sedimentos lacustres villafranquienses del área Orce-Venta Micena muestran una sucesión cíclica de margas y (margo)calizas, ligadas respectivamente a situaciones de nivel alto y nivel bajo en el desarrollo de los lagos. En la imagen, sección estratigráfica de potencia métrica correspondiente al corte III de excavación en el yacimiento paleontológico de Venta Micena (1,6 m.a.)



La presencia de indicadores geoquímicos, mineralógicos y sedimentológicos ligados a la actividad hidrotermal en las formaciones lacustres villafranquienses del área Orce-Venta Micena (Granada) resulta común. En la imagen, nivel oscuro compuesto por sílice amorfa a techo de la sección estratigráfica del yacimiento Barranco León-D

quedaría aislada de alteraciones atmosféricas y microbiológicas al quedar enterrada con cierta rapidez en un sedimento carbonatado o detrítico fino bajo lámina de agua.

Dicha acumulación, además, se vio favorecida por la actividad recolectora de restos óseos de la hiena gigante *Pachycrocuta brevirostris*, que generaba basureros ingentes en el entorno de sus cubiles de cría (PALMQVIST; MARTÍNEZ-NAVARRO; PÉREZ-CLAROS et ál., 2011). No obstante, a este escenario sedimentológico cabe añadir otro factor, determinante en la concentración y diversidad de paleopoblaciones de vertebrados en buena parte de los yacimientos, consistente en la presencia de surgencias hidrotermales en la zona. Tales surgencias habrían aportado parte del caudal necesario para evitar la desecación de los lagos, incluso en épocas de altas temperaturas, además de un entorno microclimático estable a lo largo de todo el año, y el aporte de minerales esenciales para el desarrollo de las bases tróficas de estos antiguos ecosistemas (GARCÍA-AGUILAR, GUERRA-MERCHÁN, SERRANO et ál., 2014).

La presencia simultánea de varios marcadores sedimentológicos y geoquímicos en los sedimentos situados junto a los principales yacimientos paleontológicos de la zona, como son las anomalías de magnesio, materializadas en la aparición de dolomita primaria y arcillas magnésicas (paligorskita y sepiolita), yeso primario, travertinos termógenos y capas oscuras de sílex amorfo, demuestran la presencia de surgencias hidrotermales, e indirectamente informan acerca de la hidroquímica de estos lagos, caracterizada por la presencia dominante de iones, Mg^{++} , $SO_4^{=}$, Ca^{++} y SiO_2 . De este

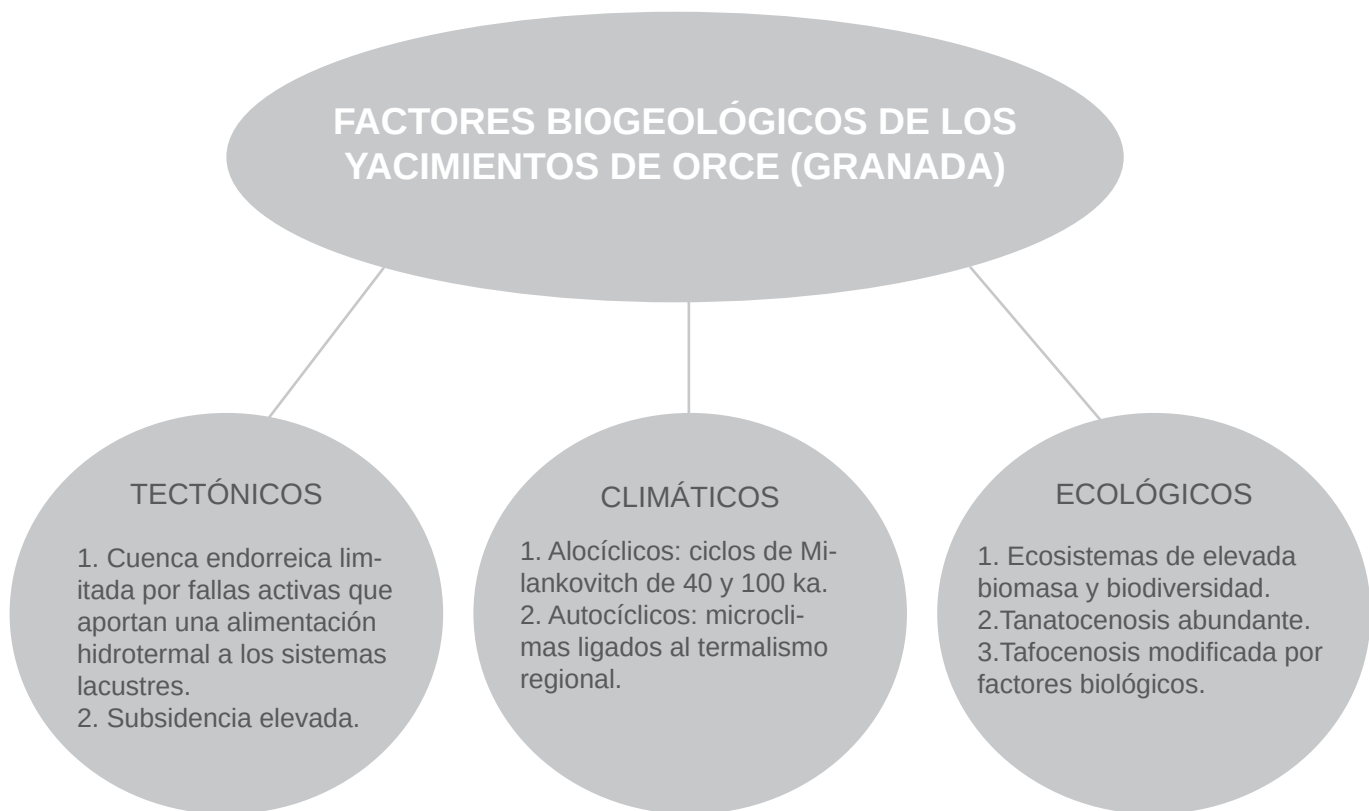


Tabla 4. Relación de factores involucrados en la formación de los yacimientos paleontológicos del área Orce-Venta Micena (Granada)

modo, tenemos una interesante relación encadenada de factores geológicos y paleobiológicos que permiten explicar la formación de los yacimientos paleontológicos del área Orce-Venta Micena.

CONDICIONANTES GEOLÓGICOS EN LA PRESERVACIÓN DE UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO

En ocasiones, otros factores geológicos pueden ocasionar la pérdida de un yacimiento paleontológico. Entre ellos tenemos los de carácter catastrófico, como son el vulcanismo, la actividad sísmica o los deslizamientos. En estos casos, las consecuencias pueden ser muy destructivas y ocasionar importantes pérdidas en el patrimonio paleontológico. Otros agentes, como la actividad hidrológica, factores climáticos, presencia de minerales explotables y otras características de los yacimientos, exclusivamente geológicas, entre las que se puede citar la litología o tasa de sedimentación, también pueden influir en la génesis, preservación y/o modificación de estos yacimientos o de parte de los elementos que lo componen. Si nos centramos en la cuenca de Guadix-Baza, y concretamente en los yacimientos arqueopaleontológicos de

Orce y Baza, algunos de los condicionantes geológicos que han influido en la conservación son los siguientes:

> Deslizamientos o *slumps*: la influencia de este condicionante geológico se ha detectado en el yacimiento de Baza-1 (Baza, Granada). Los *slumpings* son deslizamientos de sedimentos que en ocasiones puede ser de grandes dimensiones. Estos materiales, que se mantienen en equilibrio precario, se ven desestabilizados en muchas ocasiones por pequeños seísmos, lo que inicia su desplazamiento a favor de la gravedad. Tales deslizamientos pueden afectar a zonas en las que se localiza un yacimiento y destruirlo completamente, o puede desplazar parte del material y reorganizarlo espacialmente (ROS-MONTOYA; MARTÍNEZ-NAVARRO; ESPIGARES et ál., 2017).

> Meteorización: es la alteración que han sufrido los elementos óseos debido a la exposición a los agentes atmosféricos. Para cuantificar el grado de modificación de los fósiles por esta causa, en condiciones previas a su enterramiento en el sedimento, el método más utilizado es el propuesto por Behrensmeyer (1978). Esta autora establece seis estados de meteorización, aplicables a mamíferos cuyo peso sea superior a 5 kg, y asigna rangos de tiempo de exposición para cada una de las categorías a partir de sus observaciones en el Parque Nacional de Amboseli, en Kenia.

Con posterioridad a este estudio, diversos autores han analizado los efectos de la exposición subaérea sobre los elementos óseos en diversos medios naturales, proponiendo ligeras modificaciones a dicha clasificación en función del clima de la región, lo que condiciona el grado de cobertura vegetal y, con ello, la exposición directa a la insolación (GIFFORD, 1977, 1981; JOHNSON, 1985; TODD; WITTER; FRISON, 1987; TAPPEN, 1994, 1995; CUTLER; BEHRENSMEYER; CHAPMAN, 1999). En cualquier caso, el grado de meteorización es una medida relativa, ya que en la tasa de meteorización influyen tres factores:

1. Los diferentes elementos esqueléticos se meteorizan a diferente velocidad, probablemente debido a diferencias en su densidad estructural. Así, los huesos pequeños y compactos, como los elementos del carpo, el tarso y las falanges, se meteorizan más lentamente que otros elementos del mismo esqueleto (BEHRENSMEYER, 1978; LYMAN; FOX, 1989; TODD; WITTER; FRISON, 1987).

2. Los huesos de diferentes especies se meteorizan a distinta tasa, debido a diferencias de tamaño corporal o estructurales (BEHRENSMEYER, 1978, GIFFORD, 1981). A estos efectos, resultan particularmente notables las diferencias entre la velocidad a la que se destruyen los restos de las especies de dimensiones reducidas frente a los huesos de grandes herbívoros, lo que puede llevar a estimaciones discrepantes con unas y otras sobre el período

ESTADO DE METEORIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	AÑOS
0	La cortical ósea se encuentra intacta, sin presentar grietas ni escamas. En este estado el hueso se encuentra todavía fresco, con la médula intacta, pudiendo conservar aún adheridos restos de piel, ligamentos o tejidos blandos.	0-1
1	La superficie cortical muestra estrías longitudinales, alineadas en los huesos largos con el eje mayor del elemento; en las superficies articulares puede aparecer ya un agrietamiento en mosaico. En este estado no se conserva ya la médula ósea del interior.	0-3
2	La superficie externa de hueso aparece exfoliada en mosaico y las grietas longitudinales están más marcadas, mostrando algunas los bordes angulares.	2-6
3	Los huesos compactos se encuentran muy alterados, de manera homogénea, presentando una textura fibrosa y grietas con los bordes redondeados. La meteorización penetra 1-1,5 mm como máximo en el interior del hueso.	4-15
4	La meteorización progresa, de forma que las fracturas se profundizan y penetran en las cavidades internas. Los huesos presentan una superficie muy fibrosa y rugosa, produciéndose el desprendimiento de astillas y la pérdida de tejido cortical.	6-15
5	El hueso aparece muy alterado y se vuelve sumamente frágil y quebradizo, lo que lleva a su destrucción, dando lugar a la génesis de grandes astillas de material óseo muy frágiles. En este estado el hueso no se suele conservar en una tafocenosis.	6-15

Tabla 5. Estados de meteorización ósea | fuente BEHRENSMEYER, 1978

de tiempo transcurrido por los restos a la intemperie antes de su enterramiento (PALMQVIST; DE RENZI; ARRIBAS et ál., 2002).

3. El medio físico en el que se encuentra el elemento óseo puede ralentizar o acelerar la tasa de meteorización (BEHRENSMEYER, 1978). La clasificación de Behrensmeyer (1978) fue definida en la sabana africana, con unas condiciones ambientales concretas y no se puede extrapolar directamente a todas las asociaciones fósiles. Otros autores (ANDREWS,1990; FERNÁNDEZ-JALVO; SÁNCHEZ-CHILLÓN; ANDREWS et ál., 2002; TAPPEN, 1994) muestran que los restos expuestos en condiciones ambientales más húmedas, templadas y con mayor cobertura de vegetación sufren un proceso de meteorización más lento. Los estudios de conservación en medios áridos también indican una ralentización de la meteorización para estos últimos ambientes (ANDREWS; WHYBROW, 2005). Por otra parte, Lyman (1988) y Lam (1992) muestran que los huesos depositados en el interior de las cuevas están menos meteorizados que aquellos que se encuentran en el exterior de éstas. De igual forma, Todd (1983) establece que la presencia de múltiples

esqueletos tiende a crear un microambiente diferente al existente cuando los elementos óseos aparecen aislados unos de otros.

> **Relieve:** si los fósiles se encuentran muy próximos a la superficie topográfica, la vegetación actual puede afectar a los huesos enterrados y/o fosilizados, ya que la gran mayoría de las plantas secretan sustancias químicas osteolíticas (auxinas, cinetinas y ácido indolacético) que pueden disolver su superficie, creando a menudo surcos poco profundos de morfología dendrítica. Las raíces suelen penetrar en los huesos, sobre todo por los orificios craneales y los forámenes nutricios, llegando en algunas ocasiones a hacer estallar el hueso. En los elementos que presentan un grado de meteorización avanzado, la actividad de las raíces se ve favorecida, al quedar expuesto el tejido esponjoso, lo que permite que penetren más hacia el interior del hueso. Estos surcos se han interpretado a menudo como resultado de la disolución de la cortical ósea por ácidos, fenómeno asociado al crecimiento y la descomposición de las raíces en contacto directo con la superficie de los huesos, o a los efectos ocasionados por los ácidos secretados por los hongos involucrados en la descomposición de la vegetación (BEHRENSMEYER, 1978; LYMAN, 1994; MORLAN, 1980; GRAYSON, 1988).

> **Trasporte hidrodinámico:** existen numerosos indicios dentro de las asociaciones fósiles que pueden sugerir que los elementos han estado sometidos a transporte hídrico, tales como la presencia de fracturación, abrasión y pulido superficial, la alineación de los restos óseos en una dirección preferente y la selección de distintos elementos anatómicos según su flotabilidad.

El transporte fluvial constituye uno de los mecanismos de dispersión de elementos más analizado (BEHRENSMEYER, 1975, 1982; BOAZ Y BEHRENSMEYER, 1976; COARD, 1999; DODSON, 1973; FERNÁNDEZ-JALVO; ANDREWS, 2003; FROSTICK Y REID, 1983; HANSON, 1980; KORTH, 1979; VOORHIES, 1969; WOLFF, 1973). Así, Voorhies (1969) desarrolló un estudio experimental con huesos de ovejas y coyotes, cuyos resultados indican que algunos elementos esqueléticos son más fácilmente transportables por los procesos fluviales que otros, clasificando los huesos en tres grupos conforme a su potencial de transporte hidrodinámico. Behrensmeyer (1975) realizó otro trabajo en el que incluye algunas modificaciones de los grupos de Voorhies, señalando que la densidad estructural de los huesos, así como su tamaño y su forma, influyen decisivamente sobre la probabilidad de que un determinado hueso pueda ser transportado fluvialmente.

Por ello, presumiendo que el transporte de los huesos comienza en el lugar de muerte del animal, las proporciones de los diferentes grupos de Voorhies en una asociación fósil puede proporcionar evidencias de la proximidad de los fósiles a la tanatocenosis original. Igualmente, la proporción entre dientes

(los elementos más densos y resistentes gracias al esmalte) aislados de porciones anatómicas (maxilares y mandíbulas) y vértebras (los componentes más ligeros y meteorizables del esqueleto, dada su naturaleza esponjosa, por lo que muestran una mayor susceptibilidad al transporte hidrodinámico) en un esqueleto de mamífero es próxima a 1:1, aunque existen variaciones según los órdenes. Por ello, encontrar un ratio próximo a este valor en la tafocenosis indicaría un enterramiento inmediato de los restos tras la muerte de los animales, mientras que un valor más sesgado en favor de los dientes pondría de manifiesto la selección resultante del transporte *post mortem*.

Otros autores (DOBSON, 1973; KORTH, 1979) han completado los estudios de Voorhies y Behrensmeyer con el análisis de micromamíferos e invertebrados. La selección hidrodinámica de los distintos elementos esqueléticos depende de dos parámetros: 1) distancia de transporte desde la zona fuente, donde los restos de los animales se depositaron inicialmente, hasta su posición final; y 2) energía de la corriente de agua (WOLFF, 1973).

No obstante, otros parámetros operan en los diferentes contextos sedimentarios, como el tipo de sustrato, la topografía del cauce, la presencia de turbulencias en el caudal y diversos aspectos morfológicos de los propios huesos, pudiendo influir también en los resultados del transporte (FERNÁNDEZ-JALVO; ANDREWS, 2003). Boaz y Behrensmeyer (1976) documentaron grandes diferencias en la capacidad de transporte entre los huesos completos y los fragmentados, por un lado, y según los distintos taxa, por otro. Las diferencias también son importantes cuando se considera el transporte de los elementos desarticulados o articulados. Así, los experimentos realizados por Coard y Dennell (1995) y por Coard (1999) han demostrado que un grupo de elementos anatómicos articulados posee por lo general una mayor flotabilidad y, con ello, mayor capacidad de ser transportado que la de esos mismos elementos una vez desarticulados. En estos experimentos también se pone de manifiesto que el estado del hueso lo hace más o menos susceptible a ser transportado. Así, los huesos frescos y desarticulados son mucho menos transportables que los mismos elementos “secos” y articulados.

> Modificaciones postdeposicionales: al margen de las modificaciones producidas por los agentes bióticos durante la fase bioestratinómica, son numerosos los factores que pueden influir en la conservación, la alteración e incluso la desaparición de los restos esqueléticos una vez producido su enterramiento definitivo en el sedimento. Estos factores pueden ser intrínsecos al elemento óseo (su tamaño, porosidad, estructura química y molecular) o extrínsecos al mismo, como el tipo de sedimento, el pH del medio, la presencia de agua, la temperatura y la acción de bacterias (LYMAN, 1994). Las modificaciones postdeposicionales se pueden producir de varias formas, dando como resultado la petrificación, la corrosión, la mineralización,

la deformación, la fracturación y el desplazamiento de los huesos dentro del sedimento (LYMAN, 1994).

La composición y el pH del suelo son uno de los factores que puede incidir de forma más determinante en la conservación de los elementos óseos. Los huesos en contacto con sedimentos con $\text{pH} < 4$ suelen presentar evidencias de corrosión (ANDREWS, 1990). Igualmente, los suelos altamente alcalinos también pueden provocar la corrosión de los tejidos óseos durante la fosilización (FERNÁNDEZ-JALVO; SÁNCHEZ-CHILLÓN; ANDREWS et ál., 2002). La presencia de microbios como bacterias, hongos y protozoos también es importante, ya que pueden atacar los huesos, desmineralizando los tejidos y produciendo su destrucción.

Esta actividad se manifiesta en forma de túneles o agujeros de pequeñas dimensiones (TRUEMAN; MARTILL, 2002). Andrews (1990) documenta que los elementos que se encuentran en medios con una importante presencia de agua muestran ennegrecimientos ocasionados por depósitos de óxidos de manganeso sobre su superficie. Kuman y Clarke (2000) citan en el "Member 5" del yacimiento paleontológico de Sterkfontain (Sudáfrica) la presencia de manchas negras en la superficie de ciertos útiles líticos, debidas a la precipitación de óxidos de manganeso procedentes de la disolución de las capas de dolomitas que cubren el yacimiento. Lockwood y Tobias (2002) también mencionan la existencia de estas manchas en el cráneo Stw-13, procedente del "Member 4".

La sobrecarga de sedimento sobre los elementos óseos puede ocasionar la deformación y fracturación de dichos elementos. Si el depósito se produce de forma rápida, la presión puede fracturar o aplastar a los huesos enterrados, mientras que si se produce de forma lenta es más frecuente la deformación plástica, con cambios en la morfología y las dimensiones del fósil sin que se produzca su fracturación (SHIPMAN, 1981). Las fracturas producidas por sobrecargas suelen originar fragmentos de un mismo elemento que se disponen de forma adyacente (VILLA; MAHIEU, 1991). Según Klein y Cruz-Urbe (1984), la sobreabundancia en un yacimiento de dientes aislados y de elementos óseos pequeños, como carpales, tarsales, sesamoideos y falanges, indica que la asociación ósea probablemente ha sufrido una importante destrucción postdeposicional.

En función de su morfología se observan dos tipos diferentes de fracturas: a) circulares, con borde liso o ligeramente rugoso, debidas a la sobrecarga producida por el sedimento en los elementos óseos que se encuentran depositados sobre superficies horizontales; y b) fracturas con bordes muy irregulares y de forma denticulada, que se originan en elementos dispuestos sobre superficies irregulares. En todo caso, la presencia de fracturas diagenéticas

ofrece claves importantes para establecer el estado tafonómico de una asociación ósea.

Así, si tales fracturas delimitan ambas porciones anatómicas, indicaría que el fósil es acumulado (esto es, enterrado en el lugar donde sobrevino la muerte del individuo) o resedimentado (es decir, enterrado tras un transporte lateral); pero si solo aparece una de tales porciones, el estado tafonómico deducible sería el de reelaborado (*reworked*), lo que supondría que, tras el enterramiento inicial y la fosilización del elemento esquelético, tuvo lugar su exhumación y, posteriormente, un nuevo enterramiento en un contexto cronológico más moderno, quedando asociado con los restos fósiles de organismos con los que esta especie no llegó a coexistir en el tiempo. Aclarar esto resulta crucial en tafonomía, pues ni que decir tiene que las inferencias paleoecológicas efectuadas sobre dicha "comunidad" carecerían de valor.

CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO

La necesidad de reconocimiento y conservación de la geodiversidad y el patrimonio geológico radica en que su destrucción es siempre irreversible, por lo que su desaparición supone una pérdida parcial del valioso registro geológico. En la actualidad, distintas iniciativas persiguen promover la conservación, uso y disfrute de estos recursos, además de buscar, identificar, valorar y divulgar aquellos lugares que posean un elevado valor geológico y paleontológico, mediante la realización de inventarios, la aprobación y el desarrollo de leyes adecuadas, la puesta en marcha de planes de conservación y la ejecución de programas divulgativos. En muchas ocasiones, el patrimonio geológico guarda una estrecha relación con otros aspectos científicos, ecológicos, histórico-artísticos o culturales.

La necesidad de su conservación se basa en su fragilidad, su valor intrínseco y su potencial, tras su adecuada investigación, para la divulgación, la educación y el desarrollo local. Por ello, esta conservación constituye una obligación y una responsabilidad de las administraciones públicas y de la sociedad en general. Una síntesis de estas ideas aparece recogida en la "Declaración de Girona" de 1997 sobre el patrimonio geológico (<http://www.igme.es/patrimonio/links/declaracionGirona.htm>): "La conservación de los lugares de interés geológico es absolutamente necesaria e indisoluble con la del patrimonio natural y cultural en general, es un rasgo de sociedades culturalmente avanzadas. Cualquier política ambiental y de conservación de la naturaleza que no contemple adecuadamente la gestión del patrimonio geológico nunca será una política ambiental correcta. Es necesario que los responsables de las diferentes administraciones públicas y centros de investigación, técnicos, científicos, investigadores, ambientalistas, naturalistas, ecologistas, periodistas y educadores, se movilicen activamente en una campaña de sensibiliza-

ción del conjunto de la población a fin de lograr que el patrimonio geológico, indudable cenicienta del patrimonio, deje de serlo en beneficio de todos”.

El objetivo final del estudio del patrimonio geológico y paleontológico es promover su conservación. Existen muchas maneras de afrontar la preservación de este patrimonio, por lo que se suele hablar de geoconservación para referirse al conjunto de técnicas y medidas (estrategias, programas y acciones) encaminadas a asegurar la conservación del patrimonio geológico. Se basa en el conocimiento del valor de los lugares a conservar, sus características intrínsecas, su fragilidad, los procesos genéticos que intervinieron en su formación, así como en la evaluación de las amenazas presentes o potenciales de degradación y su posible evolución en el futuro.

La geoconservación no sólo busca evitar la destrucción de elementos geológicos singulares, sino también prevenir, corregir o minimizar las afecciones que puedan sufrir. Además, en el caso de estar sujetos a la acción de algún proceso geológico activo, la geoconservación busca asegurar el mantenimiento del ritmo natural de los procesos y permitir su evolución. La geoconservación también abarca la preservación de los valores culturales, estéticos o paisajísticos relacionados con el patrimonio geológico y paleontológico, así como sus aplicaciones turísticas, recreativas y económicas. Por ello, no debe enfocarse de una manera aislada contemplando sólo aspectos científicos, sino intentando conjugar otros aspectos dentro de un enfoque multidisciplinar. Este patrimonio tiene la particularidad de que, a veces, su exposición es producto de la transformación antrópica del territorio, como pueden ser las secciones puestas al descubierto en los taludes de las carreteras y vías férreas. Esto no significa que cualquier lugar de interés geológico o paleontológico pueda ser modificado con fines científicos o didácticos, sino que, en ciertos casos, cabe asumir un cierto grado de transformación.

La complejidad de esta gestión requiere que sea realizada por equipos multidisciplinarios. En el IV Congreso Mundial de Conservación que tuvo lugar en Barcelona en 2008, la Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) aprobó la moción titulada “Conservación de la geodiversidad y del patrimonio geológico”. La adopción de esta resolución inició una nueva etapa para tratar de poner fin a un olvido injustificable y supone un primer paso para detener la destrucción del patrimonio geológico o, dicho de otra manera, para evitar que la Tierra continúe perdiendo “su memoria”. Esta resolución se basó en el reconocimiento “del patrimonio geológico como un patrimonio natural con valores culturales, estéticos, de paisaje, económicos y/o intrínsecos que es necesario preservar y transmitir a las futuras generaciones” (Resolución 4.040 de la UICN).

La geoconservación requiere la existencia de una legislación que defina mecanismos concretos de protección del patrimonio geológico. El sistema de

conservación de la naturaleza más importante es la declaración de espacios naturales protegidos, cuya gestión tiene como objetivo la conservación de sus valores naturales. En ellos se establece un sistema de gestión y un régimen jurídico que garantice esta conservación y la práctica de usos compatibles con la misma, regulada a través de sus instrumentos de planificación: los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) y los Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG). Ambos deben recoger la existencia y las necesidades de gestión para la adecuada conservación del patrimonio natural (geológico y paleontológico incluidos) contenido en las áreas protegidas.

España cuenta con una legislación favorable para la protección del patrimonio geológico, especialmente mediante la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad, que entre sus principios aborda de forma específica los conceptos de geodiversidad y patrimonio geológico e incluye la preservación de la geodiversidad. Pero, además, la conservación de la geodiversidad y del patrimonio geológico es en nuestro país una obligación contemplada en la Ley 42/2007, en varios de sus artículos. Por otro lado, casi todas las comunidades autónomas cuentan con leyes de conservación de la naturaleza y/o de espacios naturales protegidos que no pueden ser menos restrictivas que la nacional. Sin embargo, aún queda mucho camino por recorrer para alcanzar un nivel adecuado de protección del patrimonio geológico español. Además de la Ley 42/2007, existen otras que defienden y promueven el desarrollo, conservación y conocimiento del patrimonio geológico como recurso científico, cultural y turístico: Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, Ley 5/2007 de la Red de Parques Nacionales y Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural.

En la Ley 5/2007 se define la figura de parque nacional como los “espacios naturales de alto valor ecológico y cultural, poco transformados por la explotación o actividad humana que, en razón de la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna, de su geología o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, culturales, educativos y científicos destacados cuya conservación merece una atención preferente y se declara de interés general del Estado”. En la actualidad, la conservación de la naturaleza es competencia de las comunidades autónomas, si bien el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino dicta un marco general de referencia al que deben ceñirse las autonomías según la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad.

Otro hecho a destacar es el reconocimiento del valor de la geodiversidad y el patrimonio geológico por parte de la Carta Rural Europea, que los considera a los mismos niveles que otros recursos naturales, culturales o etnográficos, a pesar de estar infrutilizados como iniciativas turísticas y socioeconómicas. En el caso de Andalucía, la declaración de monumentos naturales, pre-

vista en la Ley 2/89 de Espacios Naturales protegidos de Andalucía, refuerza el tratamiento de la geodiversidad y el patrimonio geológico en la Red de Espacios Protegidos mediante la incorporación de algunos monumentos geológicos como, por ejemplo, el conocido Tornillo del Torcal de Antequera (Málaga). Además, en este periodo comienzan algunas experiencias de dinamización turística del patrimonio geominero como motor del desarrollo socioeconómico en zonas de economía recesiva, debido a la paralización de la actividad minera, como es el caso de las minas de Río Tinto (Huelva), donde existen programas turísticos y didácticos que ponen en valor los antiguos equipamientos e infraestructuras mineras, hoy abandonadas.

ELEMENTOS LIGADOS A LA PUESTA EN VALOR DE UN YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO

Resulta evidente la necesidad de impulsar una adecuada puesta en valor del patrimonio paleontológico. Una vez realizada la primera etapa de cobertura legislativa, su definición y catalogación, cabe llevar a cabo actuaciones centradas en su proyección socio-cultural, educativa y turística, la cual incidirá en el fomento del empleo de las zonas donde se hallan tales yacimientos y, por tanto, en un aliciente económico para los habitantes de la región, últimos garantes de su conservación. Entre las iniciativas posibles destacan las rutas y visitas turísticas guiadas por especialistas a estos lugares de interés paleontológico, rutas didácticas para alumnado de educación primaria y secundaria, así como actividades específicas de bajo impacto ambiental, como por ejemplo rutas fotográficas, recreación artística de escenarios paleoecológicos, creación de museos, exposiciones temáticas o rutas de senderismo.

Otra modalidad de patrimonio paleontológico se refiere a la "paleontología urbana". Nuestros pueblos y ciudades ofrecen a menudo edificios, solerías y otros elementos urbanos compuestos de rocas sedimentarias que incluyen restos fósiles de diversas edades, características y grados de conservación. En muchos casos, estos elementos pueden ser constitutivos de rutas paleontológicas urbanas mediante una adecuada investigación, catalogación y puesta en valor, tal y como sucede en ciudades como Málaga (GARCÍA-AGUILAR, 2014) o Bilbao (ORDIALES; MARTÍNEZ-GARCÍA; MURELAGA, 2016). En el caso de Málaga, varias calles y monumentos contienen rocas de edad Mioceno superior pródigas en fósiles marinos, que constituyen un pequeño museo paleontológico al aire libre. En el caso de Bilbao, algunas de sus rocas ornamentales con presencia de fósiles han permitido elaborar una ruta didáctica abierta de gran interés.

No obstante, todas estas iniciativas no llegarían a buen puerto sin la adecuada inversión en infraestructuras, publicidad y difusión mediante los medios de comunicación social. Una de las posibles actuaciones más demandadas de



Restos fósiles marinos de escala centimétrica y edad Mioceno superior presentes en las rocas que forman parte de la fachada de la catedral de Málaga. La presencia de fósiles en edificios y otros elementos urbanos constituye también una parte del patrimonio paleontológico

esta puesta en valor del patrimonio paleontológico sería, sin lugar a dudas, la proyección turística.

España, tercera potencia turística mundial en términos absolutos, con más de 75 millones de visitantes en 2016 (FERNÁNDEZ, 2017), y primera en términos relativos a su población, tiene en esta actividad un 11% de su PIB y más del 12% del empleo nacional (periodo 2010-2014) (GARCÍA, 2016).

Más allá de los clásicos escenarios turísticos de “sol y playa”, monumentos y ciudades, el turista de cierto nivel socio-cultural demanda cada vez más propuestas sugerentes para el disfrute de sus vacaciones. En este sentido, la oferta de actividades turísticas responsables a lugares de interés geológico y paleontológico dotaría a estos recursos de una repercusión social, cultural y económica que en la actualidad sigue siendo residual. Países como Estados Unidos o Islandia tienen en su patrimonio geológico una importante fuente de recursos turísticos mediante una acertada política de conservación, puesta en valor y publicidad.

Ejemplo de ello lo tenemos en los numerosos parques naturales de Estados Unidos centrados específicamente en la observación y disfrute de recursos geológicos y paleontológicos, como Grand Canyon (Arizona), Oak Canyon (Utah), Monument Valley (Arizona) o Bryce Canyon (Utah). El acceso a estos lugares aparece regulado por empresas concesionarias que cobran una entrada a cada visitante, controlando el cupo de visitas diarias y ofreciendo toda una serie de servicios turísticos: aparcamiento, rutas (auto)guiadas, paneles explicativos, centros de interpretación, museos, tiendas, restaurantes e incluso hoteles, además de algunos servicios específicos como los vuelos en globo o helicóptero, actividades deportivas, actividades didácticas para centros escolares e incluso actividades científicas para especialistas.

Naturalmente, todas estas propuestas carecerían de sentido sin una adecuada publicidad y difusión a través de agencias, tour-operadores, redes sociales, medios de comunicación, apoyo institucional por parte de administraciones locales, regionales y estatales, empresas privadas, fundaciones, etc. Sin duda, estas actuaciones suponen un gran reto y un desafío a medio y largo plazo. No obstante, las experiencias desarrolladas en torno a la puesta en valor de este patrimonio invitan al optimismo. España posee unos recursos geológicos y paleontológicos grandiosos en número y variedad, muy por encima de algunos países que destacan como motores del turismo geológico, buenas infraestructuras y la posibilidad de llevar a cabo una adecuada puesta en valor de tales recursos. Todo este potencial se puede desarrollar a medio plazo mediante los canales y actuaciones adecuadas, o permanecer de modo residual en el contexto de los recursos naturales del país. De las iniciativas públicas y privadas que se realicen en este sentido dependerá el que todo este patrimonio pueda contar con un adecuado desarrollo para el mejor progreso social, cultural y económico de España.

CONCLUSIONES

España posee un importante patrimonio geológico y paleontológico, de interés a escala mundial, que merece una especial atención como recurso cultural y motor de actividades socioeducativas de bajo impacto ambiental. Del inventario de 3.154 lugares de interés geológico (LIG) catalogados a fecha de junio de 2017 por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), 525 (un 16,5%) son de carácter paleontológico. A su vez, el 26,5% de estos 525 LIP se hallan catalogados en Andalucía, aunque las comunidades de Baleares, La Rioja y el País Vasco presentan una mayor cantidad de LIP en proporción a su superficie. Por edades geológicas, Cretácico y Plioceno concentran el 34,5% de LIP, mientras que, por medios sedimentarios, el 61% de los LIP en España presentan un origen ligado a plataformas marinas, costas y arrecifes.

Con relación al patrimonio paleontológico, resulta necesario potenciar todas aquellas políticas encaminadas a su prospección, conservación, investigación y puesta en valor. Una vez realizada la primera etapa de cobertura legislativa y la definición y catalogación de los distintos lugares de interés paleontológico, cabe llevar a cabo actuaciones centradas en su proyección socio-cultural, educativa y turística, la cual incidirá en el fomento del empleo de las zonas donde se hallan tales yacimientos y, por tanto, en un aliciente económico y social para ellas.

BIBLIOGRAFÍA

- ABEL, O. (1928) *Los animales prehistóricos*. Barcelona: Labor, 1928
- ANDREWS, P. (1990) *Owls, caves and fossils*. Chicago: University Press, 1990
- ANDREWS, P.; WHYBROW, P. (2005) Taphonomic observations on a camel skeleton in a desert environment in Abu Dhabi. *Palaeontologia electronica*, vol. 8, n.º 1, 2005, pp. 1-17
- ARANA, R.; RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T.; MANCHEÑO, M. A.; GUILLÉN, F.; ORTIZ, R.; FERNÁNDEZ TAPIA, T.; RAMO, A. (DEL) (1999) *El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia*. Murcia: Fundación Séneca, 1999
- BEHRENSMEYER, A. K. (1975) The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages east of Lake Rudolf, Kenya. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 146, 1975, pp. 473-578
- BEHRENSMEYER, A. K. (1978) Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Paleobiology*, 4(2), 1978, pp. 150-162
- BEHRENSMEYER, A. K. (1982) Time resolution in fluvial vertebrate assemblages. *Paleobiology*, vol. 8, n.º 3, pp. 211-228
- BOAZ, N. T.; BEHRENSMEYER, A. K. (1976) Hominid taphonomy: transport of human skeletal parts in an artificial fluvial environment. *American Journal of Physical Anthropology*, 45, 1976, pp. 53-60
- CARCAVILLA, L.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J.; DURÁN, J. J. (2007) *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2007 (Cuadernos del Museo Geominero; 7)
- CARCAVILLA, L.; PALACIO, J. (2010) *Geosites, aportación española al patrimonio geológico mundial*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2010
- CARCAVILLA, L.; DELVENE, G.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; GARCÍA CORTÉS, A.; LOZANO, G.; RÁBANO, I.; SÁNCHEZ, A.; VEGAS, J. (2014) *Geodiversidad y patrimonio geológico*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2014
- CENDRERO, A. (1996) El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. En *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996, pp. 17-38
- CERVERA, J.; ARSUAGA, J. L.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; CARBONELL, E. (1998) *Atapuerca: un millón de años de historia*. Madrid: Plot ediciones; editorial Complutense, 1998
- COARD, R. (1999) One bone, two bones, wet bones, dry bones: transport potentials under experimental conditions. *Journal of Archaeological Science*, 26, 1999, pp. 1369-1375
- COARD, R.; DENNELL, R. W. (1995) Taphonomy of some articulated skeletal remains: transport potencial in an artificial environment. *Journal of Archaeological Science*, 22, 1995, pp. 441-448
- CUTLER, A. H.; BEHRENSMEYER, A. K.; CHAPMAN, R. E. (1999) Environmental information in a recent bone assemblage: roles of taphonomic processes and ecological change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149, 1999, pp. 359-372
- DODSON, P. (1973) *The significance of small bones in paleoecological interpretation*. University of Wyoming Contributions to Geology, 12, 1973, pp. 15-19
- DURÁN, J. J.; CARCAVILLA, L.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. (2005) Patrimonio geológico: una panorámica de los últimos 30 años en España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, 100 (1-4), 2005, pp. 277-287
- ELÍZAGA, E. (1988) Georrecursos culturales. En AYALA-CARCEDO, F. J.; JORDÁ, J. (coord.) *Geología Ambiental*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 1988, pp. 85-100
- ELÍZAGA, E.; PALACIO, J. (1996) Valoración de puntos y/o lugares de interés geológico. En CENDRERO, A. (ed.) *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996, pp. 61-79
- ESPIGARES, M. P.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST, P.; ROS-MONTOYA, S.; TORO, I.; AGUSTÍ, J.; SALA, R. (2013) Homo vs. Pachycrocuta: earliest evidence of competition for an elephant carcass between scavengers at Fuente Nueva-3 (Orce, Spain). *Quaternary International*, 295, 2013, pp. 113-125
- *ESTRATEGIA Andaluza de gestión Integrada de la Geodiversidad* (2011) Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
- FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; ANDREWS, P. (2003) Experimental effects of water abrasión on bone fragments. *Journal of Taphonomy*, 1(3), 2003, pp. 147-163
- FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; SÁNCHEZ-CHILLÓN, B.; ANDREWS, P.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S.; ALCALÁ MARTÍNEZ, L. (2002) Morphological taphonomic transformations of fossil bones in continental environments, and repercussions on their chemical composition. *Archaeometry*, 44, 2002, pp. 353-361
- FERNÁNDEZ, S. (2017) España recibió 75,3 millones de turistas en 2016. *El Mundo* [en línea], 12/01

/2017 <<http://www.elmundo.es/economia/2017/01/12/587751a246163f6d518b4600.html>> [Consulta: 25/04/2018]

- FROSTICK, L.; REID, I. (1983) Taphonomic significance of sub-aerial transport of vertebrate fossils on steep semi-arid slopes. *Lethaia*, 16, 1983, pp. 157-164
- GARCÍA, I. (2016) El turismo gana peso en el empleo y en el PIB español. *Expansión* [en línea], 22/06/2016 <<http://www.expansion.com/empresas/transporte/2016/06/22/576a595ee5fdea8f348b45db.html>> [Consulta: 25/04/2018]
- GARCÍA-AGUILAR, J. M. (2014) *Patrimonio Geológico de la provincia de Málaga*. Málaga: Servicio de publicaciones de la Universidad de Málaga, 2014
- GARCÍA-AGUILAR, J. M.; MARTÍN, J. M. (2000) Late Neogene to recent continental history and evolution of Guadix-Baza basin (SE Spain). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 13, 2000, pp. 65-77
- GARCÍA-AGUILAR, J. M.; PALMQVIST, P. (2011) A model of lacustrine sedimentation for the early Pleistocene deposits of Guadix-Baza basin (southeast Spain). *Quaternary International*, 243, 2011, pp. 3-15
- GARCÍA-AGUILAR, J. M.; GUERRA-MERCHÁN, A.; SERRANO, F.; PALMQVIST, P.; FLORES-MOYA, A.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2014) Hydrothermal activity and its paleoecological implications in the latest Miocene to middle Pleistocene lacustrine environments of the Baza basin (Betic Cordillera, SE Spain). *Quaternary Science Reviews*, 96, 2014, pp. 204-221
- GARCÍA-AGUILAR, J. M.; ESPIGARES, M. P.; GUERRA-MERCHÁN, A.; RODRÍGUEZ-GÓMEZ, G.; JIMÉNEZ-ARENAS, J. M.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ROS-MONTOYA, S.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; FIGUEIRIDO, B.; PALMQVIST, P. (2016) Los yacimientos del Pleistoceno inferior de la cuenca de Baza y el primer poblamiento humano de Europa (II): inferencias poblacionales y estrategias de subsistencia de los homínidos. *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad española de Paleontología, Molina de Aragón (Guadalajara)*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2016, pp. 347-352 2007 (Cuadernos del Museo Geominero; 20)
- GARCÍA-CORTÉS, A.; FERNÁNDEZ-GIANOTTI, J. (2005) Estrategia del Instituto Geológico y Minero de España para el estudio y protección del Patrimonio Geológico y la Geodiversidad. En LAMOLDA, M. A. (ed.) *Geociencias, recursos y patrimonio geológicos*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2005, pp. 59-72 (Geología y Geofísica; 3)
- GARCÍA-CORTÉS, A.; CARCAVILLA, L.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; VEGAS, J. (2014) *Propuesta para la actualización metodológica del inventariado español de lugares de interés geológico (IELIG)* [en línea] Madrid:

Instituto Geológico y Minero de España, 2014 <<http://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20web.pdf>> [Consulta: 20/04/2018]

- GIFFORD, D. P. (1977) *Observations on modern human settlements as an aid to archaeological interpretation*. Ph. D. Thesis. California-Berkeley University, 1977
- GIFFORD, D. P. (1981) Taphonomy and paleoecology: a critical review of archaeology's sister discipline. *Advances in archaeological method and theory*, vol. 4, 1981 pp. 365-438
- GRAYSON, D. K. (1988) Danger Cave, Last Super Cave, and Hanging Rock Shelter: the faunas. *American Museum of Natural History Anthropological Papers*, 66(1), 1988, pp. 1-130
- HANSON, C. B. (1980) Fluvial taphonomic processes: models and experiments. En BEHRENSMEYER, A. K.; HILL, P. (ed.) *Fossils in the making*. Chicago: University of Chicago Press, 1980, pp. 156-181
- *INVENTARIO español de lugares de interés geológico (2017)* [en línea] Instituto Geológico y Minero de España, 2017 <<http://info.igme.es/ielig>> [Consulta: 20/04/2018]
- *DOCUMENTO metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG) (2017)* [en línea] Instituto Geológico y Minero de España, 2017 <<http://www.igme.es/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20web.pdf>> [Consulta: 25/04/2018]
- JOHNSON, E. (1985) Current Developments in Bone Technology. *Advances in Archaeological Method and Theory*, vol. 8, 1985, pp. 157-235
- KLEIN, R. G.; CRUZ-URIBE, K. (1984) *The Analysis of Animal Bones from Archaeological Sites*. Chicago: University of Chicago Press, 1984
- KORTH, W. W. (1979) Taphonomy of microvertebrate fossils assemblages. *Annals of the Carnegie Museum*, 48, 1979, pp. 235-285
- KUMAN, K.; CLARKE, R. J. (2000) Stratigraphy, artifact industries and hominid associations for Sterkfontein, Member 5. *Journal of Human Evolution*, 38, 2000, pp. 827-847
- LAM, Y. M. (1992) Variability in the behaviour of spotted hyenas as taphonomic agents. *Journal of Archaeological Science*, 19, 1992, pp. 389-406
- LOCKWOOD, C. A.; TOBIAS, P. V. (2002) Morphology and affinities of new hominid cranial remains from Member 4 of the Sterkfontein Formation, Gauteng Province, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 42, 2002, pp. 389-450
- LYMAN, R. L. (1988) Was there a last supper at Last Supper Cave? En GRAYSON, D. K. (ed.) *Danger cave, Last Supper Cave, and Hanging Rock Shelter: the faunas*. New

York: American Museum of Natural History, 1988, pp. 81-104 (American Museum of Natural History Anthropological Papers, vol. 66)

• LYMAN, R. L. (1994) *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge: University Press, 1994

• LYMAN, R. L.; FOX, G. L. (1989) A critical evaluation of bone weathering as an indication of bone assemblage formation. *Journal of Archaeological Science*, 16, 1989, pp. 293-317

• MELÉNDEZ, B. (1977) *Paleontología*. Tomo I. Madrid: Paraninfo, 1977

• MORALES, J. (1996) El patrimonio paleontológico. Bases para su definición, estado actual y perspectivas futuras. En CENDRERO, A. (ed.) *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1996, pp. 39-51

• MORALES, J.; GÓMEZ, E.; AZANZA, B. (2002) El patrimonio paleontológico español: marco legal, titularidad, gestión y conservación. En MELÉNDEZ HEVIA, G.; PEÑALVER MOLLÁ, E. (coord.) *El patrimonio paleontológico de Teruel. Jornadas sobre el Patrimonio de la provincia de Teruel, Paleontología: Rubielos de Mora, 24, 25 y 26 de septiembre de 1998*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, 2002, pp. 53-62

• MORLAN, R. E. (1980) *Taphonomy and archaeology in the upper Pleistocene of the northern Yukon Territory: a glimpse of the peopling of the New World*. Ottawa: National Museum of Man (Mercury Series), Archaeological Survey of Canada n.º 94, 1980

• ORDIALES, A.; MARTÍNEZ-GARCÍA, B.; MURELAGA, X. (2016) Los fósiles de las rocas ornamentales de Bilbao (Bizkaia, N de España) como herramienta para la didáctica de la Paleontología. *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología (Guadalajara)*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2016, pp. 251-256 (Cuadernos del Museo Geominero; 20)

• PALMQVIST, P.; DE RENZI, M.; ARRIBAS, A.; ÁLVAREZ-COTO, G. G.; TORREGROSA, V. (2002) Characterizing the sedimentary context and taphonomic mode of vertebrate assemblages: towards a multidimensional approach. En DE RIENZI, M.; PARDO ALONSO, M. V.; BELINCHÓN, M.; PEÑALVER E.; MONTOYA, P.; MÁRQUEZ-ALIAGA, A. (ed.) *Current Topics in Taphonomy and Fossilization*. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 2002, pp. 361-383

• PALMQVIST, P.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; TORREGROSA, V.; FIGUEIRIDO, B.; JIMÉNEZ-ARENAS, J. M.; PATROCINIO-ESPIGARES, M.; ROS-MONTOYA, S.; DE RENZI, M. (2011) The giant hyena *Pachycrocuta brevirostris*: modelling the bone-cracking behavior of an extinct carnivore. *Quaternary International*, 243, 2011, pp. 61-79

• ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ESPIGARES, M. P.; GUERRA-MERCHÁN, A.; GARCÍA-AGUILAR, J. M.; PIÑERO, P.; RODRÍGUEZ-RUEDA, A.; AGUSTÍ, J.; OMS, O.; PALMQVIST, P. (2017) A new Ruscinian site in Europe: Baza-1 (Baza basin, Andalusia, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 16, 2017, pp. 746-761

• ROSAS, A.; AGUIRRE, E. (1999) Restos humanos neandertales de la cueva del Sidrón, Piñola, Asturias. Nota preliminar. *Estudios Geológicos*, 55, 1999, pp. 181-190

• SHIPMAN, P. (1981) *Life history of a fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology*. Cambridge: Harvard University Press, 1981

• TAPPEN, M. (1994) Bone weathering in the tropical rain forest. *Journal of Archaeological Science*, 21, 1994, pp. 667-673

• TAPPEN, M. (1995) Savanna ecology and natural bone deposition: implications for early hominid site formation, hunting and scavenging. *Current Anthropology*, 36, 1995, pp. 223-260

• TODD, L. C. (1983) Taphonomy: fleshing out the dry bones of Plañís prehistory. *The Wyoming Archaeologist*, 26 (3-4), 1983, pp. 36-46

• TODD, L. C.; WITTER, R. V.; FRISON, G. C. (1987) Excavation and documentation of the Princeton and Smithsonian horner Site assemblages. En FRISON, G. C.; TODD, L. C. (ed.) *The Horner Site: the type site of the Cody Cultural Complex*. Orlando, Fla.: Academic Press, 1987, pp. 39-91

• TORO-MOYANO, I.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; AGUSTÍ, J.; SOUDAY, C.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; MARTINÓN-TORRES, M.; FAJARDO, B.; DUVAL, M.; FALGUERES, C.; OMS, O.; PARÉS, J. M.; ANADÓN, P.; JULIÁ, R.; GARCÍA-AGUILAR, J. M.; MOIGNE, A. M.; ESPIGARES, M. P.; ROS-MONTOYA, S.; PALMQVIST, P. (2013) The oldest human remain in Europe, from Orce (Spain). *Journal of Human Evolution*, 65, 2013, pp. 1-9

• TRUEMAN, C. N.; MARTILL, D. M. (2002) The long-term survival of bone: the role of bioerosion. *Archaeometry*, 44 (3), 2002, pp. 371-382

• VILLA, P.; MAHIEU, E. (1991) Breakage patterns of human long bones. *Journal of Human Evolution*, 21, 1991, pp. 27-48

• VOORHIES, M. (1969) *Taphonomy and population dynamics of an early Pliocene vertebrate fauna, Knox County, Nebraska*. Laramie: University of Wyoming, (Contributions to geology, Special paper, no. 1), 1969

• WOLFF, R. G. (1973) Hydrodynamic sorting and ecology of a Pleistocene Mammalian assemblage from California (U.S.A.) *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 13, 1973, pp. 91-101

Principales yacimientos marinos de interés para el patrimonio paleontológico en la Península Ibérica e Islas Baleares

Eustoquio Molina | Dpto. de Ciencias de la Tierra e IUCA, U. de Zaragoza

Miguel Company | Dpto. de Estratigrafía y Paleontología, U. de Granada

María Eugenia Dies | Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales e IUCA, U. de Zaragoza

José Sandoval | Dpto. de Estratigrafía y Paleontología, U. de Granada

Francisco J. Sierro | Dpto. de Geología, Universidad de Salamanca

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4197>

RESUMEN

Se describen los principales yacimientos marinos de interés para el patrimonio paleontológico situados en la Península Ibérica y en las Islas Baleares. Estos yacimientos son relevantes principalmente por distintas razones. Unos por haber servido para la definición de estratotipos de pisos o de límites; otros por su excelente registro fósil que ha permitido definir nuevas especies; así como otros por su buen desarrollo estratigráfico que ha permitido realizar estudios de alta resolución sobre distintos eventos de extinción y evolución. Muchos de estos yacimientos han sido protegidos por su gran interés patrimonial. Las secciones más relevantes del Paleozoico son: Murero, Río Luna, Arnao, Cabañeros, Checa, Sierra Norte de Sevilla, Demués y Las Llacerías. Las secciones más relevantes del Mesozoico son: Sierra de Lúgar, Agua Larga, Cúber, Fuentelsaz, Puerto Escaño, Cañada Luenga, Río Argos, Organyà y Olazagutía. Las secciones más relevantes del Cenozoico son: Caravaca, Zumaya, Ilerdiense, Arguis, Gorrondatxe, Fuente Caldera, Navazuelo, Sorbas-Níjar, Casa del Pino, Andaluciense y Estepona-San Pedro.

Palabras claves

Baleares | Cenozoico | Estratotipos | Eventos | Mesozoico | Paleontología | Paleozoico | Patrimonio | Península Ibérica | Registro de fósiles | Yacimientos marinos |



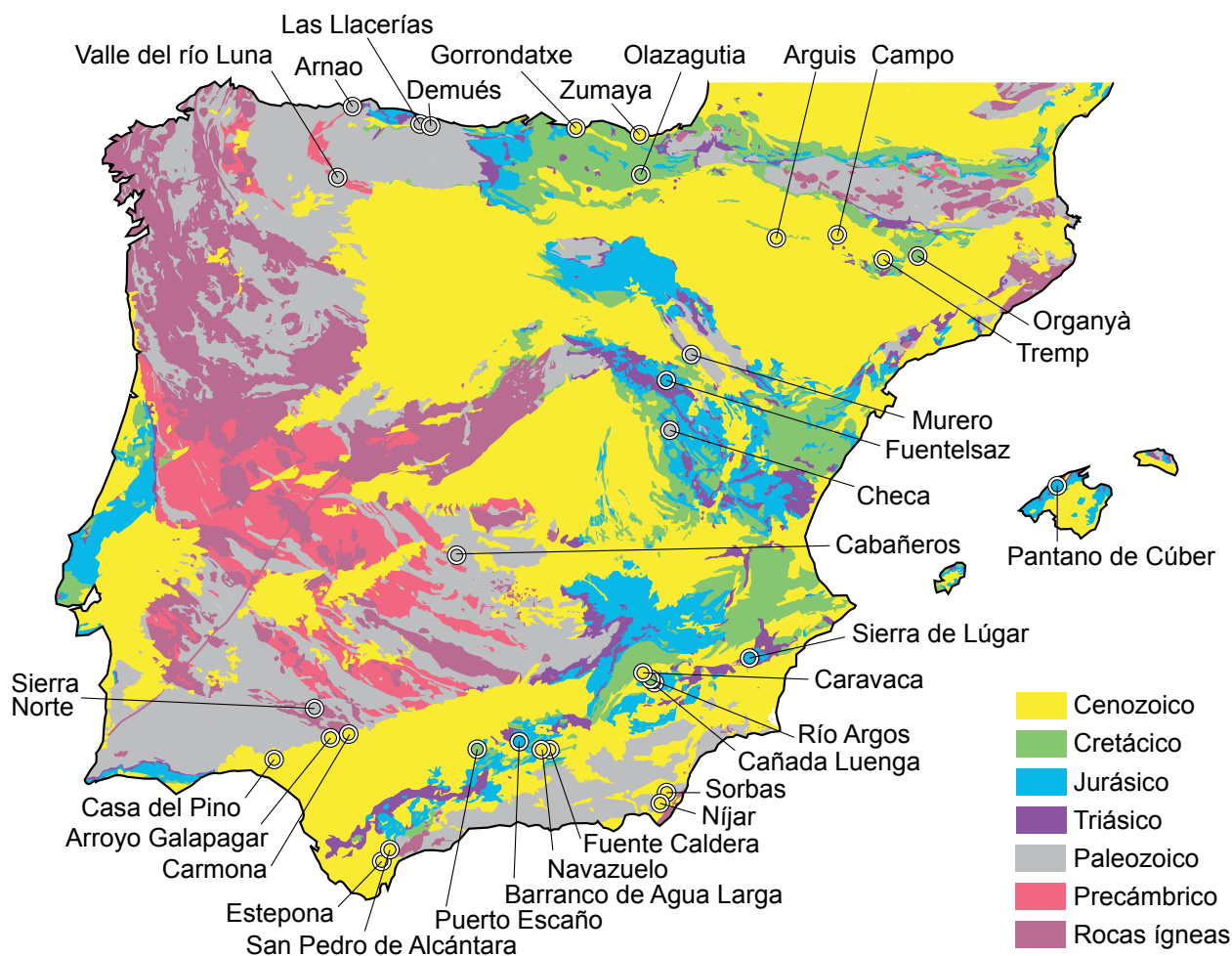
Sección de Arguis. Formaciones Margas de Arguis, Belsue-Atarés y Campodarbe | foto Eustoquio Molina

INTRODUCCIÓN

En la Península Ibérica y en las islas Baleares, principalmente en Mallorca, existe una serie de yacimientos, generalmente llamados cortes o secciones cuando están formados por sedimentos marinos, que son muy interesantes para el estudio y conservación del patrimonio paleontológico. Los cortes principales son aquellos que tienen un buen registro fósil y han permitido aplicarlo a la solución de problemas geológicos (datación y reconstrucción paleoambiental) y biológicos (evolución y extinción). Algunos de estos cortes fueron descritos en 2008 por distintos autores en una publicación del Instituto Geológico y Minero de España, editada por Ángel García-Cortés.

A diferencia de los yacimientos continentales, los marinos suelen tener una mayor extensión y un diferente valor patrimonial. Los continentales pueden tener una extensión que varía desde una cueva a un lago y casi siempre su

Mapa de situación geográfica y geológica de los distintos yacimientos | mapa Eustoquio Molina



extensión suele estar limitada a un sitio más reducido dentro de ellos. Estos pueden tener valor enorme como ocurre con los yacimientos de homínidos o dinosaurios. Por el contrario, los marinos pueden variar desde un ambiente restringido costero a un ambiente oceánico profundo, los fósiles suelen estar muy diseminados y no tener tanto valor por sí mismos. En consecuencia, los yacimientos marinos suelen tener un valor patrimonial más aplicado que la simple recolección de fósiles y este interés puede variar desde la definición de estratotipos a la creación de parques geológicos.

El objetivo de este trabajo es describir los principales yacimientos marinos de la Península Ibérica e Islas Baleares, destacando las excelentes características de las distintas secciones para el estudio del patrimonio paleontológico y promocionando su conocimiento y protección.

YACIMIENTOS PALEOZOICOS

Son numerosos los puntos de interés paleontológico que muestran registro paleozoico a lo largo y ancho del territorio peninsular. En Gutiérrez-Marco, Rábano, Liñán et ál. (2008) se seleccionan y describen con detalle dentro de este patrimonio siete puntos de interés geológico para el Paleozoico Inferior y Medio de los que pasaremos a hacer un resumen. Estos son el yacimiento de Murero (Zaragoza), la sección estratigráfica del valle del río Luna (León), el arrecife y plataforma del Devónico de Arnao (Asturias), el Cámbrico y Ordovícico del Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real-Toledo), los depósitos glaciomarininos y yacimiento paleontológico de Checa (Guadalajara), el Paleozoico del sinclinal del Valle (Sevilla) y el Silúrico de Salas de la Ribera (León). Cabe además añadir a estos lugares el yacimiento del Cámbrico del Cerro del Hierro, también en la provincia de Sevilla (MIRAS, 1990; MAYORAL; LIÑÁN; GÁMEZ VINTANED et ál., 2008) y los yacimientos carboníferos asturianos de Las Llacerías y Demúes (MARQUÍNEZ; MÉNDEZ; MENÉNDEZ-ÁLVAREZ, 1982; SÁNCHEZ DE POSADA; VILLA; MARTÍNEZ CHACÓN et ál., 1999).

Sección de Murero (Zaragoza)

El yacimiento de Murero se encuentra a 1 km de la localidad homónima, en la Rambla de Valdemiedes, a unos 80 km al sur de Zaragoza. Aparece citado por primera vez en 1862 por el naturalista francés Edouard de Verneuil donde señala haber descubierto allí restos de la fauna primordial (nombre con que se conocían los fósiles más antiguos, especialmente pertenecientes al grupo de los trilobites). Desde entonces se cuentan por cientos las publicaciones realizadas sobre el yacimiento y su contenido fosilífero. Además, ha sido estudiado en varias tesis doctorales. Su importancia es tal que en 1997 fue el primer yacimiento paleontológico español protegido por ley bajo la figura de bien de interés cultural. La litología del yacimiento



Cartel explicativo de la sección de Murero y escudo del municipio con trilobites | foto M.^a Eugenia Dies

es mayoritariamente siliciclásica con algunos nódulos carbonatados, en su mayoría degradados. Aquí se definieron el techo del piso Bilbiliense (final del Cámbrico Inferior) y el piso Caesaraugustiense (Cámbrico Medio). Murero presenta tres características fundamentales que lo hacen único y especial.

Una de ellas es que muestra, de manera ininterrumpida, una secuencia estratigráfica de más de 200 metros que abarca unos 10 millones de años de edad Cámbrico Inferior y Medio, y en la que se han encontrado más de 70 especies de trilobites (LIÑÁN; GOZALO, 1986), que pueden ser estudiadas desde un punto de vista filogenético al estar registradas en continuidad. En total se conocen unas 100 especies de invertebrados pertenecientes no sólo a los trilobites sino también a otros grupos como equinodermos, braquiópodos (calcíticos y fosfáticos), crustáceos, hiolítidos u organismos sin partes mineralizadas de diversos tipos, algas o gran variedad de icnofósiles. Gracias a esta continuidad en el registro se pudo realizar uno de los primeros estudios sobre dimorfismo sexual en trilobites (GOZALO; LIÑÁN; DIES, 2003). La segunda característica fundamental del yacimiento tiene que ver con los citados organismos sin cuerpo mineralizado, que raramente suelen fosilizar y que hacen de este lugar un verdadero yacimiento de conservación excepcional (*konsevatlagerstätte*) al haberse encontrado gusanos paleoescolécidos, esponjas sin espículas (demospongia), onicóforos o las nombradas algas. Por último, en Murero se registra un evento de extinción en los niveles del final del Cámbrico Inferior (Bilbiliense) en el que toda la fauna de trilobites se ve renovada, desapareciendo la totalidad de las especies existentes hasta ese momento y siendo reemplazadas por nuevos grupos en la base del Cámbrico Medio.

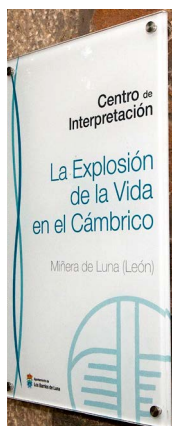
La importancia internacional de Murero la ha hecho sede de varios congresos en los que especialistas de todo el mundo han visitado el lugar (LIÑÁN; GOZALO; DIES ÁLVAREZ et ál., 2008). Los fósiles en él encontrados han permitido la correlación con lugares tan distintos como Marruecos, Cerdeña, Alemania o Turquía. En los últimos años, se ha llevado a cabo una serie de mejoras en el yacimiento para su visita turística como la colocación de carteles explicativos de aspectos geológicos y paleontológicos que además guían una serie de recorridos o rutas. Para terminar, además de señalar la gran concienciación existente entre los vecinos en relación con la protección del patrimonio paleontológico, no podemos olvidarnos de que Murero es uno de los pocos lugares del mundo que muestra en su escudo un trilobites.

Sección del Valle del Río Luna (León)

Al noroeste de la provincia de León, en el entorno al municipio de Los Barrios de Luna, se encuentra una sucesión que contiene materiales que abarcan casi 250 millones de años repartidos en unos 5.000 metros de serie estrati-

gráfica bastante continua. Esta localidad se conoce desde 1860 cuando, De Prado por un lado, y Verneuil y Barrande por otro, citaron la presencia de la fauna primordial en ella. La zona está dividida en 22 formaciones geológicas con composiciones tanto de tipo siliciclástico como carbonatado. La sección comienza en una discordancia sobre rocas precámbricas y continúa mostrando rocas depositadas desde el Cámbrico al Carbonífero.

El contenido fosilífero es abundante y variado (se han definido 18 especies nuevas) y está conformado por trilobites cámbricos y ordovícicos, icnofósiles, palinomorfos continentales silúrico-devónicos, braquiópodos, equinodermos, corales devónicos. La riqueza paleontológica de Los Barrios de Luna ha permitido la apertura de un centro de interpretación que facilita la comprensión de la zona de forma didáctica. Así, Cantabrana Cortés, Núñez-Lahuerta, Gámez Vintaned et ál. (2014) describen con detalle las características del Centro de Interpretación de la explosión de la vida en el Cámbrico abierto en Miñera de Luna. Además, la situación al lado del embalse de Los Barrios de Luna suma un aspecto lúdico a la zona con abundancia de oferta para senderistas y amantes de la naturaleza y la cultura histórica.



Sección del Valle del Río Luna. Esquema de las formaciones geológicas y Centro de Interpretación | fotos modificadas a partir de CANTABRANA CORTÉS; NÚÑEZ-LAHUERTA; GÁMEZ VINTANED et ál., 2014



Sección de Cabañeros, vista de la ruta del Boquerón de Navas de Estena | foto modificada a partir de GUTIÉRREZ-MARCO; RÁBANO; BARRÓN, 2011

Sección de Arnao (Asturias)

Arbizu y Méndez Bedia (2006) califican esta zona costera del municipio de Castrillón, en el Principado de Asturias, como “auténticos museos paleontológicos” al aire libre que precisan de herramientas de protección que eviten que siga sometiéndose al deterioro continuo que su fácil accesibilidad y fama le están provocando. Los estratos afloran entre las playas de Santa María del Mar y Salinas y en ellos puede verse un arrecife devónico formado por corales de diversos tipos (rugosos solitarios, coloniales, tabulados) y estromatopóridos de unos 150 metros de espesor, así como su evolución en el tiempo. Además, también se registran briozoos, braquiópodos, bivalvos, gasterópodos, crinoideos, trilobites e incluso vertebrados pisciformes. Completan el yacimiento los sedimentos correspondientes a la llamada Plataforma de Arnao (ARBIZU; MÉNDEZ-BEDIA; SOTO, 1995) cuya preservación permiten estudiar la evolución de diversas comunidades marinas y su relación con las variaciones del nivel del mar.

Sección de Cabañeros (Ciudad Real)

Situado en los Montes de Toledo (entre la provincia homónima y la de Ciudad Real), que ha sido protegido como Parque Nacional de Cabañeros, registra más de 250 especies pertenecientes a taxones de trilobites, braquiópodos, cefalópodos, bivalvos, graptolitos, equinodermos. En especial, cabe destacar la importancia de los restos fósiles de edad Ordovícico Inferior y Medio, que hacen de esta sección una de las más representativas del oeste de Europa.

Desde un punto de vista de la geología estructural, es uno de los lugares donde puede observarse la discordancia Toledánica en la que, sobre los materiales plegados del Neoproterozoico y Cámbrico Inferior, se depositan los citados sedimentos del Ordovícico en un episodio relacionado con una bajada del nivel del mar de esta edad (SAN JOSÉ LANCHA; GUTIÉRREZ-MARCO; RÁBANO, 1997; GUTIÉRREZ-MARCO; SAN JOSÉ LANCHA; PIEREN et ál., 2007). El interés por la zona queda ya demostrado en la publicación de Gómez de Llarena y Pou (1914), donde describen con detalle una excursión geológica a Navas de Estena en la que ya figura su importancia paleontológica.

En 2011, Gutiérrez-Marco, Rábano y Barrón, dentro de la XIX Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural, describen detalladamente la Ruta del Boquerón de Estena (a lo largo del río del mismo nombre), resaltando la gran geodiversidad y biodiversidad de la zona. Señalan la presencia de mesas de interpretación y señalizaciones que facilitan la visita. En la sucesión estratigráfica figurada destacan la presencia de diversos icnogéneros, como *Cruziana*, *Skolithos* o espectaculares galerías de más de 11 metros de longitud y 25 centímetros de diámetro producidas por gusanos gigantes.

Sección de Checa (Guadalajara)

En Checa (provincia de Guadalajara) existen unos depósitos glaciomarineros de edad Ordovícico terminal, que Gutiérrez-Marco, Rábano, Liñán et ál. (2008) indican que afloran visiblemente al este de esta localidad manchega y en la carretera que la une con Orea (provincia de Guadalajara). En este contexto se registran conodontos contenidos en los fragmentos de roca formados previamente a la glaciación y arrastrados durante ella. En el tránsito Ordovícico-Silúrico se encuentra un depósito cuarcítico de potencia irregular, seguido de unas pizarras de gran potencia y llamativo contenido en graptolitos, con más de 60 tipos distintos, y que permiten correlacionar con Alemania, Cerdeña, Reino Unido o el norte de Europa, Norteamérica e incluso Australia, además de ver cómo evolucionan a lo largo del extenso tramo sedimentado. También existe registro de conodontos, moluscos, trilobites y euriptéridos. En la actualidad, el yacimiento se encuentra incluido en el Geoparque de la comarca de Molina y Alto Tajo y se puede visitar, aunque ha habido una protección con vallado de los puntos de mayor interés científico.

Secciones de la Sierra Norte (Sevilla)

El sinclinal del valle incluido en el Geoparque de la Sierra Norte de Sevilla, los depósitos paleozoicos cercanos a Cazalla de la Sierra, representan un periodo que abarca desde el Ordovícico al Devónico. Si bien su descubrimiento se produjo a mitad del siglo XX, su relevancia ha hecho que ya haya sido visitado por la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Silúrico y el grupo de trabajo de Graptolitos de la Asociación Paleontológica Internacional (GUTIÉRREZ-MARCO; RÁBANO; LIÑÁN et ál., 2008). Su importancia reside en la abundancia de fósiles de ambiente pelágico, especialmente graptolitos, que ha posibilitado la delimitación de 25 biozonas que permiten la correlación precisa con otras áreas del mundo, además de la identificación de eventos globales como el calentamiento y posterior glaciación del final del Ordovícico o la posterior radiación y extinción silúrica.

El yacimiento del Cerro del Hierro, también dentro del Geoparque de la Sierra Norte de Sevilla, en el término de San Nicolás del Puerto, se encuentra un yacimiento singular de edad Cámbrico Inferior situado en una antigua zona minera (MIRAS, 1990). Se trata de un espectacular paisaje paleokárstico con gran abundancia de registro fósil entre el que cabe destacar los trilobites en los materiales siliciclásticos y los biohermos de arqueociatos en las calizas karsificadas. La peculiaridad del enclave se centra en que representa una karsificación intracámbrica rellenada posteriormente por más materiales de esta misma edad. Mayoral, Liñán, Gámez Vintaned et ál. (2008) proponen una serie de recorridos para su visita que clasifican en función del interés del visitante.

Secciones de Demués y las Llacerías (Asturias)

Según Sánchez de Posada, Martínez Chacón y Villa (2002) la excepcionalidad de los yacimientos carboníferos de la Zona Cantábrica reside en que,



Sección de la Sierra Norte de Sevilla. Vista general del Paleokarst y detalle de las lutitas que rellenan el karst | fotos modificadas a partir de MAYORAL; LIÑÁN; GÁMEZ VINTANED et ál., 2008

al contrario que en otras zonas del oeste de Europa, están formados por sedimentos mayoritariamente marinos o con alguna intercalación de depósitos continentales. La sección de Las Llacerías se sitúa cerca de Covadonga (Asturias), está formada por unos 1.100 m de calizas con conodontos y foraminíferos que facilitan la datación de los estratos que los contienen y permiten establecer asociaciones de faunas típicas de la edad a pesar de no ser una sección continua y estar interrumpida por vegetación (MARQUÍNEZ; MÉNDEZ; MENÉNDEZ-ÁLVAREZ, 1982).

Sánchez de Posada, Villa y Martínez Chacón (1999) indican que la sección de Demués (Asturias) se extiende a lo largo de unos 200 m en forma de sedimentos siliciclásticos y carbonatados, con alguna intercalación de niveles de carbón. Entre los grupos fósiles registrados se encuentran ejemplares de braquiópodos (de los que se han descrito nuevas especies), espongiarios, moluscos, crinoideos, corales, foraminíferos y ostrácodos. Como curiosidad negativa, los conodontos son muy poco frecuentes en esta sección.

YACIMIENTOS MESOZOICOS (JURÁSICOS)

Los afloramientos de materiales jurásicos están ampliamente distribuidos tanto en la España peninsular (cordilleras Cantábrica, Ibérica, Litoral Catalana y Bética) como en Baleares, principalmente en Mallorca, Ibiza y Cabrera (OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002; VERA; ARIAS; GARCÍA-HERNÁNDEZ et ál., 2004). La gran cantidad de afloramientos con interés paleontológico patrimonial hace difícil elegir aquellos que puedan considerarse más representativos. Como más significativos se han elegido los de sierra de Lúgar (cordillera Bética, provincia de Murcia), barranco de Agua Larga (cordillera Bética, provincia de Jaén), pantano de Cúber (sierra de Tramuntana, Mallorca) y Fuentelsaz (cordillera Ibérica, provincia de Guadalajara).

Sección de la sierra de Lúgar (Murcia)

Las sierras de Quípar, Lúgar y Corque, situadas en el sector oriental del subbético externo (cordillera Bética) presentan afloramientos jurásicos de gran relevancia patrimonial (ROMERO; SANDOVAL; CARACUEL, 2004). Entre las diversas secciones que afloran en estas sierras cabe destacar la denominada Sierra Lúgar 1. La sección de Lúgar 1 es la más representativa del Jurásico de todo el Subbético Externo. Esta sección aflora a ~6 km al NO de Fortuna (provincia de Murcia) y aproximadamente 1 km al oeste de la carretera que une Fortuna y La Garrapacha. Desde mediados del siglo XX (FALLOT, 1945) la sierra de Lúgar ha sido objeto de numerosos estudios. Esta sección incluye gran parte del Jurásico, extendiéndose desde el Jurásico Inferior hasta el Tithoniense Superior. Entre los macrofósiles, los ammonites son muy abundantes y bien preservados en diferentes intervalos de la sección, pero otros invertebrados, especialmente braquiópodos (BAEZA-CARRATALÁ, 2008; BAEZA-CARRATALÁ; GARCÍA-JORAL; SANDOVAL, 2014) y belemnites, también son comunes en algunos tramos. Los microfósiles, foraminíferos bentónicos y planctónicos, radiolarios, calpionélidos, etc., son asimismo muy significativos en varios intervalos. La buena exposición de la sección, junto a la abundancia, diversidad y buena preservación de los fósiles que contiene, hace que la misma pueda considerarse bien de interés del patrimonio paleontológico. En la sección de la sierra de Lúgar se observa una serie de discontinuidades estratigráficas, que limitan las distintas formaciones estratigráficas, ligadas a las cuales aparecen las concentraciones fósiles de mayor interés.

La sección (Jurásico Inferior) comienza con una potente serie carbonatada (más de 200 m) de dolomías (parte basal) y de calizas micríticas y oolíticas (parte superior) típicas de plataforma marina carbonatada. Estas calizas acaban en una discontinuidad estratigráfica, ligada a la cual aparecen niveles condensados (10 cm a 1,6 m) de calizas amarillentas, verdosas o rojizas con abundantes macrofósiles que forman una lumaquela de ammonites y braquiópodos a los que se unen belemnites, bivalvos y gasterópodos (SEYFRIED, 1978; BRAGA, 1983; BAEZA-CARRATALÁ, 2008). Los microfósiles, especialmente foraminíferos bentónicos, son también abundantes y están bien preservados. La excelente exposición de estos niveles junto a la buena preservación de sus fósiles hace que los mismos tengan alto interés patrimonial y científico. La parte superior del Jurásico Inferior (~20 m de espesor) son margas y margocalizas, primero, y calizas margosas, después, que contienen ammonites bioestratigráficamente representativos (SEYFRIED, 1978), pero de menor interés patrimonial.

Sobre una segunda discontinuidad con *hard ground* y costras ferruginosas, existe un nuevo nivel condensado (escala decimétrica) de calizas nodulosas amarillentas, rojas o violáceas, con abundantes ammonites (de edad Aalenense Tardío-Bajociense Temprano), belemnites y braquiópodos



Sección de sierra de Lúgar. Vista general del Jurásico Medio/Superior | foto Luis O'Dogherty y José Sandoval



Sección de Lúgar. A la izquierda, corte del Bathoniense; a la derecha, discontinuidad del Calloviense inferior | fotos Gregorio Romero y José Sandoval

(SEYFRIED, 1978; BAEZA-CARRATALÁ; GARCÍA-JORAL; SANDOVAL, 2014), que corona al Jurásico Inferior.

El resto del Jurásico Medio comienza con ~25 m de calizas micríticas, a veces con nódulos de sílex, que finalizan en una discontinuidad, ligada a la cual existe nivel condensado calizo verdoso, con costras ferruginosas y abundantes ammonites de la base del Bajociense Superior (SANDOVAL, 2016). La sección continúa con calizas micríticas grisáceas con sílex (~7,5 m de espesor) con escasos ammonites y belemnites y con abundantes radiolarios y bivalvos de concha fina. Éstas pasan gradualmente a calizas nodulosas con intercalaciones de margas (~3 m) que pasan de gris o blanco a violeta o amarillento. Los ammonites, abundantes y diversificados, datan Bajociense Superior (SANDOVAL, 2016). Además, existen frecuentes belemnites y braquiópodos (BAEZA-CARRATALÁ; GARCÍA-JORAL; SANDOVAL, 2014). Hacia arriba en la sección, los bivalvos pelágicos (*Bositra*) llegan a ser muy abundantes y los radiolarios son progresivamente más escasos. En el Bathoniense (~9 m) dominan las calizas nodulosas y las margas con nódulos calcáreos de color violeta a rojizo. En la parte inferior predominan las margas y, hacia el techo, dominan las calizas con estratos calcáreos más gruesos y compactos. El Bathoniense culmina en una nueva discontinuidad estratigráfica fácilmente observable sobre el terreno por la presencia de costras ferruginosas, abundantes concreciones ovoides de Fe-Mn, y porque las conchas de ammonites aparecen a veces corroídas y truncadas (SANDOVAL; CHECA, 2002; SANDOVAL, 2016). Los ammonites, abundantes y diversificados en la transición Bajociense-Bathoniense y en todo el Bathoniense, permitieron obtener una bioestratigrafía detallada (SEYFRIED, 1978; BAEZA-CARRATALÁ; GARCÍA-JORAL; SANDOVAL, 2014; SANDOVAL, 2016). Esto conlleva, a su vez, a que se haya podido correlacionar la escala bioestratigráfica con las escalas de estratigrafía isotópica (SANDOVAL; O'DOGHERTY; BILL et ál., 2011) y paleomagnética (OSETTE, 1999). Sierra Lúgar 1 representa



Sección de Lúgar. A la izquierda, detalle de la discontinuidad con fósiles; a la derecha, corte del límite Jurásico Medio/Superior | fotos Gregorio Romero y José Sandoval

la localidad más apropiada para el estudio del límite inferior del Bathoniense en el dominio mediterráneo, el cual viene marcado por la primera aparición del género *Morphoceras* que sustituye a *Dimorphinites* y por el reemplazamiento de *Nannolytoceras polyhelictum* por *N. tripartitum* (SANDOVAL, 2016). El holotipo (género tipo) de un género nuevo y una especie nueva de ammonites (*Lugariceras lugarensis*), definidos por Schlögl, Elmi, Rakús et ál. (2006), procede del Bathoniense Inferior de esta sección, la cual es, por tanto, su localidad tipo y las calizas nodulosas del Bathoniense Inferior el estratotipo del nuevo taxón.

La transición Jurásico Medio-Jurásico Superior (Calloviense-Oxfordiense Inferior) se caracteriza por la presencia de discontinuidades, hiatos asociados, y por un espesor estratigráfico extremadamente reducido (~1 m). Los macrofósiles, especialmente ammonites, son abundantes y bien preservados en Calloviense Inferior donde frecuentemente aparecen corroídos. Muchos de los fósiles constituyen núcleos recubiertos con láminas de Fe-Mn generando grandes oncoides (SANDOVAL; CHECA, 2002; SANDOVAL, 2016). Una discontinuidad con costra ferruginosa asociada existe en la parte superior del Calloviense Inferior donde aparecen concreciones nodulares de Fe-Mn del tamaño de cm a dm, las cuales contienen bioclastos reelaborados, especialmente ammonites, y litoclastos. El Jurásico Medio finaliza en una capa decimétrica de calizas nodulosas rojas en donde continúan existiendo concreciones de Fe-Mn reelaboradas. Los bivalvos de concha fina son los principales componentes de las microfacies del Jurásico Medio, siendo especialmente abundantes en el intervalo Bajociense Superior-Calloviense. El paso Jurásico Medio-Jurásico Superior coincide con un cambio profundo en la litología, en las asociaciones de ammonoideos y, especialmente, en las microfacies. Es destacable el reemplazamiento de los bivalvos de concha fina (Bositra), que dominaron el Jurásico Medio, por foraminíferos planctónicos (*Globuligerina*) que dominarán todo el Oxfordiense.

El Jurásico Superior comienza con calizas nodulosas, margas rojas con nódulos calcáreos y calizas nodulosas margosas (~11 m) de edad Oxfordiense-Kimmeridgiense Inferior. Los ammonites, abundantes y bien preservados, son los macrofósiles dominantes, pero también aparecen belemnites, equinodermos, corales aislados y bivalvos. Las microfases son *wackestones* de foraminíferos planctónicos (*Globuligerina*) con *Saccocoma*, *Globochaete*, escasos bivalvos de concha fina, foraminíferos bentónicos, radiolarios y ammonites juveniles. Conforme se sube en la sección, se observa una disminución en tamaño y abundancia de foraminíferos planctónicos, paralela con un aumento en radiolarios. Existen abundantes trazas fósiles como *Thalassinoides*, *Chondrites* y *Planolites* (CARACUEL; OLÓRIZ; RODRÍGUEZ-TOVAR, 2000), las cuales también tienen interés patrimonial. Estudios que actualmente se están llevando a cabo muestran que los eventos bióticos están ligados a cambios paleoceanográficos y, posiblemente, climáticos.

EL resto del Jurásico Superior, Kimmeridgiense Superior-Tithoniense (~35 m de espesor), está constituido por calizas bien estratificadas, de carácter noduloso, rojas a gris-crema, en su parte inferior, y solo parcialmente nodulosas de colores grises a rosa en la parte superior, donde aparecen pequeñas intercalaciones margosas. Todo el intervalo contiene ammonites y algunos belemnites. Entre los microfósiles observables en lámina delgada destacan, según los niveles, Saccocómidos, *Globochaete* y Calpionélidos. El interés patrimonial de este tramo radica en su buena exposición y estratificación, así como en los fósiles de ammonites que aparecen en algunos niveles (SEYFRIED, 1978), los cuales aún no han sido estudiados en detalle.

En sierra de Lúgar y en otras áreas próximas como en sierra de Corque o sierra de Quípar, los niveles con mayor contenido en ammonites están prácticamente expoliados por coleccionistas y comerciantes de fósiles, por lo que sería conveniente aplicar una protección especial. En áreas próximas a sierras de Lúgar y Corque, materiales equivalentes a los existentes en este tramo se explotan como rocas ornamentales. Sería conveniente proteger estas secciones con fin de que no acaben convirtiéndose en canteras para explotaciones similares.

En conclusión, el Jurásico de sierra de Lúgar tiene gran interés patrimonial en los siguientes apartados: a) tiene excelente exposición permitiendo una perfecta observación y el levantamiento detallado de secciones estratigráficas; b) contiene abundantes macrofósiles, muchos de ellos observables a simple vista en el campo; c) los fósiles tienen gran valor bioestratigráfico lo que admite mejorar la escala cronoestratigráfica; d) los buenos afloramientos permiten además observar las diversas discontinuidades estratigráficas que existen en la Subbética y analizar los eventos ligados a las mismas; e) sierra de Lúgar es la localidad tipo de un nuevo género y una nueva espe-

cie de ammonites, *Lugariceras lugarensis* (SCHLÖGL; ELMI; RAKÚS et ál., 2006); f) los análisis de isótopos estables, $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{16}\text{O}$, muy bien registrados, permiten mejorar las escalas de estratigrafía isotópica; g) la presencia de materiales que conservan la señal paleomagnética permite correlacionar los datos paleomagnéticos con la escala cronoestratigráfica; h) especial interés tiene la correlación entre la abundancia relativa de bivalvos pelágicos (*Bositra*) y de foraminíferos planctónicos (conoglobigerínidos).

Sección del Barranco de Agua Larga (Jaén)

La sección de barranco de Agua Larga, ubicada en el sector central del Subbético Medio, aflora a lo largo del arroyo de ese nombre, a 500 m al NW del Cortijo Alorí, cerca del pueblo de Campillo de Arenas, provincia de Jaén. En esta sección afloran materiales que abarcan todo el Jurásico, pero sólo el intervalo Aalenense-Bajociense Inferior muestra especial interés desde el punto de vista patrimonial. Desde el último cuarto del siglo pasado, este intervalo ha sido objeto de estudio bajo diferentes enfoques (SANDOVAL, 1983; LINARES; SANDOVAL, 1990, 1996; SANDOVAL; CHANDLER, 2000; O'DOGHERTY; SANDOVAL; BARTOLINI et ál., 2006; SANDOVAL; HENRIQUES; LINARES, 2000; SANDOVAL; O'DOGHERTY; BILL et ál., 2011; SILVA; CANALES; SANDOVAL et ál., 2017; AGUADO, O'DOGHERTY; SANDOVAL, 2017). Agua Larga es, sin ningún tipo de dudas, la sección más completa y más desarrollada de Aalenense marino de todo el Tetis occidental y probablemente de todo el mundo. Están representados los límites inferior y superior del Aalenense y todas las biozonas (zonas y subzonas de ammonites) del mismo. También en Agua Larga está representado y ha sido bien estudiado todo el Bajociense Inferior.

El intervalo Aalenense Inferior-Bajociense basal (~125 m de espesor) se compone de una alternancia rítmica de margocalizas micríticas y margas grises (*mudstones* y *wackestones* con radiolarios, algunos bivalvos de concha fina y foraminíferos bentónicos). Las trazas fósiles, especialmente *Zoophycos* y *Chondrites*, son localmente abundantes. Los ammonites son altamente representativos. En el Aalenense inferior (zona de Opalinum) se encuentran *Leioceras lineatum*, *L. bifidatum*, *L. crassicoatum*, *Tmetoceras scissum*, *Erycites fallifax*, *Vacekia stephensi*, etc., las cuales proporcionan una bioestratigrafía precisa.

El Aalenense Medio destaca la abundancia y buena preservación de los radiolarios. Los estratos margosos, muy oscuros, predominan sobre los calcáreos. Los ammonites son relativamente abundantes, bien conservados y diversificados apareciendo grafoceratinos, tmetocerátidos, erycítidos Lytoceratida y Phylloceratida. Las zonas estándar de ammonites de Murchisonae y Bradfordensis, están bien representadas y sus límites son fácilmente determinables. El Aalenense Superior tiene litología y microfacies similares a la de capas subyacentes. En su parte inferior, las calizas



Sección de Agua Larga. A la izquierda, corte del límite Aalenense/Bajociense; a derecha, corte del Bajociense inferior | fotos Luis O'Dogherty y José Sandoval

margosas predominan sobre las margas, y los fósiles de ammonites son significativos, pero no abundantes. En el Aalenense terminal, los depósitos margosos predominan sobre los margocalizos. Estos presentan abundantes ammonites, bien preservados y diversificados, con grafoceratinos y erycítidos (*Haplopleuroceras*) como elementos dominantes. Otros ammonites como grammoceratinos, hammatocerátidos, sonnínidos, otoítidos, strigoce-rátidos, haplocerátidos, *Phylloceratina* y *Lytoceratina* son más escasos. En el estrato JAQ1.(-49) de Linares y Sandoval (1990) se estableció el límite inferior del Bajociense, el cual viene marcado por los primeros registros de los géneros de ammonites *Hyperlioceras* y *Reynesella*.

La parte inferior del Bajociense presenta caracteres muy similares a las capas subyacentes con estratos margosos que generalmente tienen mayor espesor que los margocalizos. Las trazas fósiles (*Zoophycos*) son comunes. Las asociaciones de ammonites están dominadas por grafoceratinos y erycítidos (*Haplopleuroceras*), muy abundantes en la base y más escasos, hasta desaparecer, conforme se avanza en la sección. Otros ammonites como sonnínidos, haplocerátidos, otoítidos, *Phylloceratida* y *Lytoceratida* también pueden ser relativamente comunes. De la parte inferior de este tramo proceden los holotipos de dos nuevas especies de ammonites: *Haplopleuroceras mouterdei* (LINARES; SANDOVAL, 1996) y *Riccardiceras westermanni* (SANDOVAL; LINARES; HENRIQUES, 2000). Consecuentemente esta sección representa la localidad tipo y en ella se sitúa el estratotipo de estas dos especies. La ritmita de margocalizas-margas es coronada por un tramo (~6, 5 m de espesor) de calizas nodulosas o parcialmente nodulosas rojas o grises con pequeñas intercalaciones margosas. La parte inferior del tramo contiene ammonites (*Witchellia* y *Labyrinthoceras dietzei*) pertenecientes a la Zona de *Laeviuscula* (SANDOVAL, 1983; SANDOVAL; CHANDLER, 2015). La parte superior, con ammonites menos significativos (*Sonninites*, *Bradfordia*, *Phylloceratida* y *Lytoceratida*) se corresponde con la base de la Zona de

Propinquans (SANDOVAL, 1983; O'DOGHERTY; SANDOVAL; BARTOLINI et ál., 2006; AGUADO; O'DOGHERTY; SANDOVAL, 2017). El resto del Bajociense Inferior (~39 m de espesor) está compuesto por margas y margocalizas de color gris-claro que pasan progresivamente a calizas casi blancas con abundantes nódulos de sílex (SANDOVAL, 1983; O'DOGHERTY; SANDOVAL; BARTOLINI et ál., 2006; AGUADO; O'DOGHERTY; SANDOVAL, 2017). Las microfacies más representativas son mudstones o packstones con radiolarios y bivalvos de concha fina (*Bositra*). La presencia de *Zoophycos* es un carácter típico de todo el tramo. Las asociaciones de ammonites, no abundantes, pero bien preservados, están dominadas por Phylloceratida, sonnínidos, otofítidos y estefanocerátidos, pero otros grupos como esfaerocerátidos, estrigocerátidos, bradfordiinos y Lytoceratida pueden ser también comunes. Estos ammonites permiten diferenciar las zonas de Propinquans y de Humphriesianum del Bajociense Inferior (SANDOVAL, 1983; O'DOGHERTY; SANDOVAL; BARTOLINI et ál., 2006; AGUADO; O'DOGHERTY; SANDOVAL, 2017). El Jurásico de la sección de Larga continúa con una colada de rocas subvolcánicas, margas silíceas y pelitas silíceas rojas del Bajociense Superior-Oxfordiense.

La excelente exposición de la sección, buena conservación de sus microfósiles (foraminíferos bentónicos y radiolarios) y nanofósiles calcáreos, así como la buena señal isotópica, hace de esta sección un lugar adecuado para la realización de estudios sobre estos grupos de microorganismos y sobre estratigrafía isotópica (O'DOGHERTY; SANDOVAL; BARTOLINI et ál., 2006; SANDOVAL; O'DOGHERTY; BILL et ál., 2011; SILVA; CANALES; SANDOVAL et ál., 2017; AGUADO; O'DOGHERTY; SANDOVAL, 2017).

En la reunión del BWG (*Bajocian Working Group*) que tuvo lugar en 1988 en Piobbico (Las Marcas, Italia), la sección de Agua Larga fue propuesta como candidata a estratotipo de límite del Bajociense (LINARES; SANDOVAL, 1990). Después de una larga discusión en disputa con las secciones de la Bahía de Bearreraig (Isla de Skye, Escocia), de Digne (Bajos Alpes, Sureste de Francia) y de Cabo Mondego (Portugal), esta última fue elegida como estratotipo (PAVIA y ENAY, 1997) del Bajociense. No obstante, la sección de Agua Larga mostró tener ammonites tan abundantes y significativos como Cabo Mondego y, posiblemente, mejor registro estratigráfico, sin lagunas estratigráficas aparentes en el Aalenense y Bajociense Inferior.

Se puede concluir que Aalenense-Bajociense Inferior del Barranco de Agua Larga tiene interés patrimonial en lo siguiente: a) tiene excelente exposición permitiendo una perfecta observación y el levantamiento detallado de secciones estratigráficas; b) abundancia de macrofósiles y de microfósiles con gran significado bioestratigráfico y medioambiental; c) la sección es la localidad tipo de dos especies de ammonites (*Haplopleuroceras mouterdei* LINARES y SANDOVAL, 1996 y *Riccardiceras westermanni* SANDOVAL;

LINARES; HENRIQUES, 2000); d) los análisis de isótopos estables, $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{16}\text{O}$, bien registrados, permiten mejorar las escalas de estratigrafía isotópica y su correlación con la escala cronoestratigráfica; e) la comparación de abundancia y diversidad de nanofósiles calcáreos y radiolarios con los cambios isotópicos permite comprobar la respuesta de estos organismos a cambios medioambientales.

Sección del pantano de Cúber (Mallorca)

La Serra de Tramuntana o Sierra Norte de Mallorca se extiende a lo largo de unos 90 km, con anchura máxima de 15 km, lo que supone casi un 30% del territorio de la isla. Varios picos superan los 1.000 m de altura, destacando el Puig Major (1.443). La Serra de Tramuntana fue declarada, en todo su conjunto, Patrimonio Mundial por la UNESCO en el año 2010, en la categoría de paisaje cultural. Gran parte de la superficie de Serra de Tramuntana está constituida por afloramientos jurásicos.

Dentro del Jurásico de la Sierra de Tramuntana existen diferentes áreas con interés paleontológico patrimonial. Quizá la más interesante, tanto por exposición, cantidad y preservación de microfósiles como por su fácil acceso, sea el área de Pantano de Cúber. Los mejores afloramientos para levantar la sección están localizados cerca del embalse Cúber, entre los puntos kilométricos 33 y 35 de la carretera Ma10 y a ambos lados de la misma. Los primeros estudios geológicos de la Sierra Norte de Mallorca datan del siglo XIX (LA MARMORA, 1835; HAINE, 1855; HERMITE, 1879; NOLAN, 1893, etc.). En ellos se hace referencia a microfósiles (ammonites, belemnites y braquiópodos) del Jurásico de Mallorca, muchos de los cuales proceden del área del pantano de Cúber. Fue Fallot en 1922 quien, en su tesis doctoral, dio a conocer por primera vez listas detalladas de fósiles de la Sierra Norte de Mallorca, indicando las localidades de procedencia, entre las que aparece la zona donde se encuentra el pantano de Cúber. De gran interés para el estudio de los fósiles de Mallorca son los trabajos, especialmente sobre micropaleontología, de Guillermo Colom, entre los que se encuentran algunos del Jurásico del área de Cúber (COLOM, 1970, etc.).

En la sección de Cúber, como en toda la Sierra de Tramuntana, los materiales jurásicos muestran muchos caracteres comunes con los del Subbético Externo (OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002). El intervalo Hettangiense-Pliensbachiense está formado por sedimentos carbonatados de plataforma marina de energía baja o media, pero también presenta algunos niveles de depósitos característicos de alta energía. En este intervalo, sin apenas interés paleontológico, salvo por los foraminíferos bentónicos y algunos niveles con laminaciones estromatolíticas, se diferencian tres formaciones (ÁLVARO; BARNOLAS; CABRA et ál., 1989): a) formación Mal Pass, brechas calcáreas y dolomías masivas (~150 m de espesor) con laminaciones estromatolíticas, típicas de sedimentos de plataforma poco profunda (Hettangiense);



Sección de Cúber. A la izquierda, vista general; a la derecha, José Sandoval en el corte del Bajociense inferior | fotos Luis O'Dogherty y José Sandoval

b) formación Sóller (~200 m espesor), de calizas de plataforma poco profunda, bien estratificadas que en su parte superior pueden cambiar progresivamente a margas ocre o calizas margosas (~ 30 m de espesor) con fauna nerítica (Sinemuriense-Pliensbachiense Inferior); éstas son seguidas por microconglomerados y areniscas silíceas (miembro Es Raco), un nivel guía en toda la isla (ÁLVARO; BARNOLAS; CABRA et ál., 1989; BARÓN; FORNÓS; GELABERT et ál., 2004); c) formación El Cosconal; calizas grises (~50 m de espesor) con abundantes crinoideos, donde, localmente, aparecen belemnites y ammonites (Pliensbachiense Superior). Esta formación está tapizada por un "hard ground" con costras limoníticas y una discontinuidad con hiato asociado, con abundantes macrofósiles (ammonites, belemnites, etc.) de gran interés paleontológico. El hiato separa al Pliensbachiense del Toarciense Medio o Superior y marca un cambio profundo en la sedimentación de carbonatos de plataforma a una ritmita de margas hemipelágicas y de calizas margosas.

En el intervalo Toarciense-Jurásico Medio predominan los sedimentos pelágicos, con margas y calizas margosas que alternan con calizas con sílex y calizas nodulosas en su parte superior, donde también aparecen algunos niveles radiolaríticos (ÁLVARO; BARNOLAS; CABRA et ál., 1989; SANDOVAL, 1994; OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002; BARÓN; FORNÓS; GELABERT et ál., 2004; BARNOLAS; LLAVE, 2012). En toda la Sierra de Tramuntana, y por tanto en la sección de Cúber, se diferencian las formaciones Gorg Blau, Cúber, y Puig d'en Paré. La formación Gorg Blau (~25 m de espesor) es una unidad compleja cuyo límite basal es el nivel con costras de Fe-Mn y abundantes ammonites del Toarciense. Este nivel pasa gradualmente a calizas nodulosas rojas o grises, a ritmitas de margas y margocalizas grises o blancas y, finalmente, calizas parcialmente nodulosas. Los fósiles son abundantes, destacando ammonites que datan el intervalo Toarciense-Bajociense Inferior, foraminíferos bentónicos,

radiolarios y bivalvos de concha fina (ÁLVARO; BARNOLAS; CABRA et ál., 1989; GOY; URETA, 1988; SANDOVAL, 1994; OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002).

Sobre la Fm Gorg Blau existen alternancias de margas y margocalizas con niveles que contienen nódulos de sílex (~50m de espesor) de la Fm Cúber (ÁLVARO; BARNOLAS; CABRA et ál., 1989; OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002; BARNOLAS; LLAVE, 2012), las cuales contienen trazas fósiles (*Zoophycos* y *Chondrites*). Los ammonites, abundantes, bien preservados y representativos, permiten diferenciar las biozonas del Bajociense de Discites, Laeviuscula, Propinquans, Humphriesianum, Niortense y Garantiana (SANDOVAL, 1994).

El intervalo Bajociense Terminal-Calloviense constituye la formación Puig d'en Paré (~10 m espesor), en la que se pueden diferenciar dos tramos. En el inferior dominan las calizas nodulosas con microfacies de bivalvos de concha fina (*Bositra*) y con abundantes ammonites del intervalo Bajociense Superior-Bathonense Medio (SANDOVAL, 1994). La parte superior, después de una pequeña discontinuidad, está constituida por unos 125 cm, donde alternan niveles con bivalvos de concha fina y *Clobochaete*, en cuya base se han reconocido ammonites (*Macrocephalites gracilis*) del Calloviense Inferior (SANDOVAL, 1994; OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002), y niveles silíceos con abundantes radiolarios muy bien conservados (CARACUEL; EL KADIRY; OLÓRIZ, 1995). Sobre estos niveles existe una discontinuidad que abarca parte del Calloviense y el Oxfordiense Inferior (OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002; BARÓN; FORNÓS; GELABERT et ál., 2004; BARNOLAS; LLAVE, 2012).

El Jurásico Superior continua con la formación Alfabia (~20 m de espesor), la cual está formada por calizas nodulosas, alternantes con margas grises en la parte inferior, y por niveles de calizas tableadas en la parte superior. En algunos niveles aparece sílex formando nódulos o bandas continuas. Las microfacies son ricas en radiolarios, protoglobigerinas y *Saccocoma* (CARACUEL, 1996; CARACUEL; EL KADIRY; OLÓRIZ., 1995; CARACUEL; OLÓRIZ, 1998; OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002; BARÓN, FORNÓ; GELABERT et ál., 2004; BARNOLAS; LLAVE, 2012). Los ammonoideos son relativamente abundantes y característicos, lo que permitió reconocer todas las zonas de ammonites del intervalo Oxfordiense Medio-Kimmeridgiense (CARACUEL, 1996; CARACUEL; OLÓRIZ, 1998).

En el Tithoniense se reconocen dos formaciones bien diferentes entre sí. La inferior, Fm Aumedrá (~35 m), está constituida por calizas tableadas de color gris claro u ocre muy pobres en macrofósiles, aunque aparecen algunos ammonites mal preservados del Tithoniense basal (CARACUEL; OLÓRIZ, 1998; OLÓRIZ; LINARES; GOY et ál., 2002; BARÓN; FORNÓS; GELABERT

et ál., 2004). Las microfácies presentan *Globochaete*, *Saccocoma* y radiolarios como elementos más comunes. El resto del Tithoniense constituye la parte inferior (~7 m) de la formación son Torreles. La parte inferior son unos 2 m de calizas nodulosas grises alternando con niveles bioclásticos resedimentados. El resto de la formación son calizas nodulosas rojas que alternan con pequeñas capas margosas donde ocasionalmente aparecen niveles turbidíticos/tempestíticos distales. Las microfácies son *wackestones* o *mudstones* con abundantes calpionélidos, radiolarios, *Saccocoma* y *Globochaete* junto a otros componentes minoritarios. Los ammonites, abundantes, a veces, y bien conservados, y los calpionélidos permiten buenas dataciones (OLÓRIZ; CARACUEL; MARQUES et ál., 1995; CARACUEL, 1996; CARACUEL; OLÓRIZ, 1998) reconociéndose todas las biozonas de ammonites del subpiso.

En resumen, el área de Cúber tiene gran interés patrimonial para el Jurásico marino por: a) constituye la zona con mejores secciones estratigráficas del Jurásico en la Sierra de Tramuntana; b) varios niveles tienen microfósiles (especialmente ammonites) abundantes y bien preservados; c) es la localidad tipo de la formación Cúber; c) presenta intervalos con gran potencial para el estudio de microfósiles (foraminíferos bentónicos y planctónicos, radiolarios y calpionélidos); d) en algunos intervalos de la sección se han realizado estudios de estratigrafía isotópica con excelentes resultados (COIMBRA; OLÓRIZ, 2012); e) cabe resaltar que este área se encuentra enmarcada en una zona declarada Patrimonio Mundial por la UNESCO y por tanto goza de especial protección.

Sección de Fuentelsaz (Guadalajara)

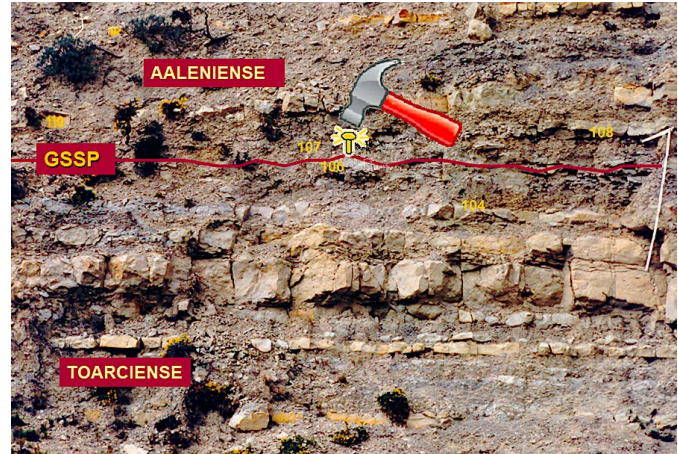
La sección de Fuentelsaz está ubicada a 500 m al norte del pueblo de Fuentelsaz, noreste de la provincia de Guadalajara, sector central de la rama castellana de la Cordillera Ibérica; unos 30 km al norte de Molina de Aragón. La sección tiene un interés patrimonial particular porque en ella se estableció el estratotipo de límite (*Global Boundary Stratotype Section and Point*, GSSP) del piso Aalenense, el cual marca, a su vez, el límite entre el Jurásico Inferior y el Jurásico Medio. La posición del límite coincide con los horizontes de primera aparición de las especies de ammonites *Leioceras opalinum*, *L. lineatum* y *L. cf. costosum*.

Las primeras referencias a la sección de Fuentelsaz son de Goy y Comas-Reginifo en el mapa geológico de 1983. Posteriormente, y hasta la definición del estratotipo de límite por Cresta, Goy, Ureta et ál. (2001), la sección ha sido objeto de numerosos estudios llevados a cabo por el equipo de investigadores del Jurásico de la Universidad Complutense de Madrid, casi todos ellos bajo el enfoque de mostrar el interés de la sección de Fuentelsaz como futuro GSSP del piso Aalenense (ver referencias en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001).

Desde 1991 los miembros del grupo de trabajo del Aalenense (AWG, por sus siglas en inglés *Aalenian Working Group*) se reunieron tres veces (1991, 1994, 1996) para debatir la clave bioestratigráfica que define el límite inferior del Aalenense y para desarrollar una propuesta común para el GSSP de este piso del Jurásico Medio. El trabajo se concentró en las secciones de Fuentelsaz (Guadalajara, España) y de Wittnau (Baden-Württemberg, Alemania) ya que, desde un principio, no se presentaron más propuestas. Las reuniones de trabajo del AWG tuvieron lugar en: Portree, Isla de Skye, Escocia, año 1991; Marrakech, Marruecos, año 1994 y Nuévalos (España) y Friburgo (Alemania), año 1996. En esta ocasión, los miembros del AWG visitaron las dos secciones candidatas y dedicaron dos días de campo para verificar y profundizar los datos estratigráficos recogidos de las secciones de Fuentelsaz y Wittnau. A esta reunión asistieron treinta y dos investigadores y los siguientes países estuvieron representados: Argelia, Canadá, Francia, Alemania, Gran Bretaña, Italia, Portugal, España y Suiza. La discusión sobre GSSP tuvo lugar en Friburgo el 25 de septiembre con la asistencia de 26 miembros del AWG.

La votación dentro del grupo de trabajo del Aalenense (AWG) tuvo lugar en 1997 y en ella participaron 31 miembros del AWG de los 46 con derecho a voto. El resultado fue el siguiente: 9 (30%) votaron por Wittnau, 18 (60%) lo hicieron por Fuentelsaz, 4 (10%) se abstuvieron. La resolución para definir el GSSP del piso Aalenense en Fuentelsaz se presentó durante la reunión del ISJS (International Subcomisión on Jurassic Stratigraphy) que tuvo lugar en Canadá en 1998. Finalmente, en julio de 2016, con la asistencia del presidente de la "International Union of Geological Sciences (IUGS)", del Director del Instituto Geominero de España, de los miembros del equipo investigador responsable de los trabajos de investigación del estratotipo, liderados por M. S. Ureta y A. Goy, y de diversas autoridades locales y autonómicas, tuvo lugar el acto de clavar el *Golden Spike* en la base del estrato FZ106 de la sección de Fuentelsaz como indicador del límite inferior del Aalenense.

En Fuentelsaz, el Toarciense terminal y el Aalenense Inferior muestran un desarrollo de espesor significativo en comparación con otras áreas de la Cordillera Ibérica; además, la sección contiene asociaciones fósiles de ammonites muy diversificadas y bien conservadas (CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001). Las litologías del Aalenense terminal (zona de Aalensis) y Aalenense Inferior (zona de Opalinum) son bastante uniformes, y consisten en ritmitas de margas y calizas que contienen ammonites en casi todos los estratos calizos, así como en muchos de los estratos de margas. Aparte de ammonites existe un número considerable de fósiles pertenecientes a otros grupos de macroorganismos (braquiópodos, bivalvos) y microorganismos bentónicos (foraminíferos, ostrácodos) y planctónicos (nanofósiles calcáreos y palinomorfos) (CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001).



Sección de Fuentelsaz, a la izquierda, vista general; a la derecha, detalle del estratotipo del límite Toarciense/Aaleniese | fotos Marisol Ureta

El Toarciense terminal (zona de Aalensis) tiene 11 m de espesor divididos en 38 niveles que contienen ammonites pertenecientes, fundamentalmente, a los grammoceratinos (*Pleydellia falcifer*, *P. buckmani* y *P. leura*) y hammatoceratinos (*Bredyia subinsignis*, *B. sp.*). Los Lytoceratida aparecen esporádicamente. La zona se caracteriza básicamente por la sucesión de especies del género *Pleydellia* (CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001). El Aaleniese Inferior (Zona Opalinum) tiene un mínimo de 23,8 m de espesor. Como previamente se ha indicado, el límite inferior de esta zona coincide con los primeros registros del género *Leioceras*. El límite inferior del Aaleniese Medio (zona de Murchisonae) no se puede identificar porque los niveles superiores del Aaleniese Inferior (subzona Bifidatum) están cubiertos con sedimentos terrígenos del Cretácico. En la zona de Opalinum se han reconocido 34 niveles que contienen frecuentes ammonites (leioceratinos, hammatoceratinos y grammoceratinos). Esta zona se caracteriza básicamente por la sucesión de las especies del género *Leioceras* (CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001). Aparte de los ammonites, otros grupos de fósiles son también abundantes y diversificados.

Entre los macrofósiles destacan los braquiópodos, los cuales existen tanto en Toarciense terminal como en el Aaleniese Inferior, pero los únicos bioeventos detectables próximos al límite son la extinción de una especie justo en la base de la Subzona de Buckmani y la aparición de otra especie en el último estrato del Toarciense (García-Joral en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001). Los Bivalvos, aunque aparecen en varios niveles, no son muy abundantes y no muestran ningún bioevento significativo cerca del límite Toarciense Aaleniese (Bernard en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001).

Los Ostrácodos, bien conservados e irregularmente distribuidos, muestran una importante renovación con la desaparición de 12 especies cerca del límite (Árias en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001). Los Foraminíferos bentónicos

están presentes en todos los estratos, siendo abundantes, diversificados y presentando buen estado de preservación. Se detecta una renovación importante con la extinción de una especie en la última Subzona del Toarciense y siete horizontes de primera aparición de especies en la proximidad del límite Toarciense-Aalenense (Canales y Herrero en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001). Los palinomorfos están en general bien conservados y son similares a lo largo de la transición Toarciense-Aalenense. A partir de la parte superior del Aalenense Inferior están peor conservados y muestran una disminución progresiva de la diversidad (Barrón en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001). Los nanofósiles calcáreos, aunque siempre abundantes, muestran una disminución general en abundancia, diversidad y preservación a través de la transición Toarciense-Aalenense. Los eventos más significativos que tienen lugar cerca del límite son la primera aparición de *Watznaueria contracta* en la base de la Subzona Buckmani y la primera aparición de *Hexalithus magharenensis* en la base del Aalenense (Perilli en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001).

La sección del Fuentelsaz también reúne condiciones óptimas para analizar eventos no bióticos, pero de gran interés en la definición del estratotipo como son geoquímica y mineralogía (García-Romero en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001), análisis isotópicos del $\delta^{13}\text{C}$ y del $\delta^{16}\text{O}$ (González en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001) y la magnetoestratigrafía (Villalaín en CRESTA; GOY; URETA et ál., 2001).

Concluyendo, la sección de Fuentelsaz es de gran interés patrimonial por: a) haber sido elegida estratotipo de límite del piso Aalenense; b) al ser el Aalenense el piso más antiguo del Jurásico Medio, Fuentelsaz es también la localidad tipo de este subperiodo; c) la sección tiene excelente exposición para muestreos y tiene fácil acceso; d) la sección de Fuentelsaz tiene registro continuo de varios grupos de macrofósiles y microfósiles abundantes y bien preservados; e) es la localidad tipo y en ella está el estrato típico de una nueva especie de ammonites, *Bredya fuentelsazensis* (MARTÍNEZ, 1992).

YACIMIENTOS MESOZOICOS (CRETÁICOS)

Lucas Mallada, considerado por muchos como el fundador de la paleontología española, señalaba a finales del siglo XIX que “no hay sistema en España que alcance, ni con mucho, la importancia paleontológica que el cretáceo”. La afirmación puede parecer hoy exagerada y, probablemente, sesgada por el conocimiento que en la época se tenía de la geología española. En cualquier caso, sí son muy abundantes los afloramientos de materiales cretácicos con un gran interés patrimonial, bien desde el punto de vista paleontológico, estratigráfico, sedimentológico, geomorfológico o tectónico. Para este capítulo hemos elegido cinco secciones que tienen o pueden tener

un papel crucial en la definición de límites cronoestratigráficos. Tres de ellas (Puerto Escaño, Cañada Luenga y Río Argos) están situadas en la Cordillera Bética, otra en el Pirineo (Organyà) y la última en el área vasco-cantábrica (Olazagutía).

Sección de Puerto Escaño (Córdoba)

La sección de Puerto Escaño se localiza muy cerca de la localidad de Carcabuey, en el corazón del Parque Natural de las Sierras Subbéticas cordobesas. Ya en la década de los 80 del siglo XIX, Lucas Mallada y el francés Wilfrid Kilian pusieron de manifiesto la gran riqueza fosilífera de las sucesiones sedimentarias del Jurásico y Cretácico de la zona meridional de la provincia de Córdoba. Pero es a partir del último tercio del siglo pasado cuando se emprende su estudio detallado, habiéndose publicado desde entonces decenas de trabajos en los que se abordan aspectos muy diversos de esos materiales.

En concreto, en la sección de Puerto Escaño a la que nos referimos en este apartado se puede observar un registro excepcional de los sedimentos situados alrededor del límite Jurásico-Cretácico. La sucesión, que alcanza unos 7,5 metros de potencia, comprende todo el Titoniense Superior (Jurásico Terminal) y la parte baja del Berriasiense (Cretácico basal). Las facies son de tipo Ammonitico Rosso y similares, variando entre bancos de calizas bien estratificadas y capas de calizas margosas con aspecto nodu-



Sección de Puerto Escaño. Vista de una cata del límite Jurásico-Cretácico | foto Alicia Serna

loso. Generalmente se interpreta que este tipo de materiales se depositó en ambientes marinos distales correspondientes a umbrales o bloques elevados. La sección de Puerto Escaño ha sido estudiada en profundidad, conociéndose en detalle sus aspectos litológicos, bioestratigráficos (ammonites, calpionélidos y nanofósiles calcáreos), magnetoestratigráficos y quimioestratigráficos. Se pueden consultar las referencias correspondientes en Pruner, Houša, Olóriz et ál. (2010) y Svobodová y Košťák (2016).

Muchos autores han considerado esta sección como la más idónea para ser estratotipo global del límite Jurásico-Cretácico (OGG; HINNOV, 2012). Sin embargo, se está lejos de llegar a una resolución definitiva ya que existe un intenso debate en el seno del grupo de trabajo de la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Cretácico encargado de esta cuestión. Debido a circunstancias diversas, se han barajado varios eventos como posibles marcadores del límite, incluyendo, entre otros, bioeventos de ammonites (primeras apariciones de *Berriassella jacobii* y *Pseudosubplanites grandis*), de calpionélidos (proliferación de *Calpionella alpina*), de nanofósiles calcáreos (primeras apariciones de *Nannoconus steinmanni minor* y de *Nannoconus kamptneri minor*) o cambios en la polaridad magnética (bases de los cronos M19n.1r, M19n.2n y M18.r).

En Puerto Escaño se han registrado la mayor parte de esos eventos y, de hecho, los datos proporcionados por esta sección desempeñan un papel principal en todas las discusiones en torno al límite Jurásico-Cretácico. No obstante, son varias las secciones, en diferentes continentes, que están siendo consideradas como posibles candidatas a estratotipo de dicho límite. La decisión no se tomará hasta que se haya fijado el evento marcador del límite. La sección cordobesa presenta el inconveniente de que las facies de Ammonitico Rosso incluyen frecuentes superficies de omisión, aunque en este caso las pequeñas discontinuidades parecen estar siempre por debajo del nivel de resolución bioestratigráfica. Por el contrario, la posibilidad de integración de métodos estratigráficos muy diversos es su principal baza para esa designación.

Sección de Cañada Luenga (Murcia)

Los sedimentos de la parte más inferior del Cretácico subbético afloran con una muy buena exposición al sur de Cehegín (Murcia), entre la Sierra de Quípar y la Peña Rubia. Estos materiales, muy ricos en fósiles, ya atrajeron la atención de los pioneros de la geología en la región, como el francés René Nicklès y el español Daniel Jiménez de Cisneros, a finales del siglo XIX y principios del XX. Más tarde, desde mediados del siglo pasado, han sido numerosos los estudios paleontológicos, estratigráficos y sedimentológicos publicados sobre el Cretácico inferior de esa zona. Particular interés presentan varias secciones que permiten el análisis detallado del límite Berriasiense-Valanginiense. En concreto una de ellas, la sección de Cañada

Luenga, ha sido seleccionada como candidata para estratotipo global de dicho límite.

La sección de Cañada Luenga está situada en el barranco del mismo nombre, unos tres kilómetros al suroeste de Cehegín. Ha sido estudiada en detalle en diversos trabajos, pudiendo destacarse los de Allemann, Grün y Wiedmann (1975); Ogg, Steiner, Company et ál. (1988); y Aguado; Company y Tavera (2000). El espesor de la sección es de unos 14 metros. En la base hay un intervalo de calizas margosas nodulosas rojas y grises con abundantes fragmentos de crinoides. Estos niveles corresponden al techo de la formación Tollo y muestran evidencias claras de una baja tasa de sedimentación, con frecuentes interrupciones en el depósito, incluyendo superficies de omisión y corrosión de la parte superior de los fósiles. El resto de la sucesión está constituido por una alternancia rítmica de margas y margocalizas, características de la formación Miravetes. El medio de depósito corresponde a un umbral pelágico con variaciones en la tasa de subsidencia.

Los macrofósiles (mayoritariamente ammonites, acompañados de belemnites, bivalvos, gasterópodos, braquiópodos y equinodermos) son abundantes y están excelentemente conservados. También los microfósiles (calpionélidos y nanofósiles calcáreos) muestran una buena preservación. El evento que define el límite Berriasiense-Valanginiense es la aparición del calpionélido *Calpionellites darderi*, que se registra 6,15 m por encima de la base de la sección. Este evento coincide también con una renovación importante en la fauna de ammonites, con la extinción de varias especies características de la parte terminal del Berriasiense (como *Berriasella calisto*, *Fauriella*



Sección de Cañada Luenga (límite Berriasiense-Valanginiense). Vista general | foto Ginés A. de Gea

boissieri, *Tirnovella alpillensis*, *Erdenella paquieri* y “*Thurmanniceras*” *otopeta*) y la aparición de otras nuevas (“*Thurmanniceras*” *pertransiens*, “*Thurmanniceras*” *gratianopolitense*, *Neocomites premolicus*, *Kilianella roubaudiana* y *Sarasinella eucyrta*).

El excepcional registro paleontológico que presenta esta sección, junto con el hecho de que sea la única a nivel mundial en la que se ha podido establecer una calibración directa de la bioestratigrafía de ammonites con la escala magnetoestratigráfica, ha motivado, como comentábamos anteriormente, que haya sido seleccionada por el grupo de trabajo del Valanginiense de la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Cretácico como una de las dos candidatas para convertirse en estratotipo global del límite Berriasiense-Valanginiense (OGG; HINNOV, 2012).

La otra se localiza cerca de Montbrun-les-Bains, en el sureste de Francia. En la actualidad se están llevando a cabo estudios complementarios en ambas secciones con vistas a la preparación de las propuestas formales para la discusión y decisión definitiva.

Sección del río Argos (Murcia)

Esta sección, candidata a estratotipo global del límite Hauteriviense-Barremiense, forma parte de los magníficos afloramientos del Cretácico inferior que atraviesa el río Argos cerca de Caravaca de la Cruz (Murcia) y que han merecido estar catalogados como área de interés geológico en el PGOU de ese municipio. Esos afloramientos fueron dados a conocer por Jiménez de Cisneros en los primeros años del siglo XX y estudiados en mayor detalle por el holandés Gijbrecht W. van Veen en su tesis a finales de los 60.

La sección se sitúa en el margen derecho del río, unos ocho km al oeste de Caravaca. Tiene un espesor cercano a los 40 m y la sucesión litológica está formada por una monótona alternancia de margas y margocalizas pertenecientes a la formación Miravetes y depositadas en un ambiente marino distal, de muy baja energía y relativamente profundo. Constituye un extraordinario registro, tanto estratigráfico (sedimentación continua sin indicios de condensación o interrupción) como paleontológico (ammonites, foraminíferos, nanofósiles calcáreos, dinoflagelados, etc.), del intervalo situado en torno al límite Hauteriviense-Barremiense. Ello explica que haya sido objeto de numerosos trabajos en los que se han analizado diversos aspectos paleontológicos, bioestratigráficos, quimioestratigráficos, paleoceanográficos, astrocronológicos, etc, entre los que podemos citar los de Hoedemaeker (1994); Company, Aguado, Sandoval et ál. (2005); Martínez, Pellenard, Deconinck et ál. (2012), y Aguado, Company, O'Dogherty et ál. (2014).

El bioevento que marca el límite Hauteriviense-Barremiense (la primera aparición del ammonites *Taveraidiscus hugii*) se localiza 23 metros por encima



Sección del río Argos (límite Hauteriviense-Barremiense). Vista general | foto Miguel Company

de la base de la sección. Además, se reconocen otros muchos bioeventos secundarios a lo largo del intervalo estudiado que amplían el potencial de correlación del límite estratigráfico y lo enmarcan dentro de la zona NC5 de nanofósiles calcáreos y de la zona de *Hedbergella semielongata* de foraminíferos planctónicos. El análisis astrocronológico ha permitido datar la base del Barremiense en $-126,02 \pm 1.0$ millones de años. Por otra parte, en la parte baja de la sección se puede observar un excelente registro del Nivel Faraoni, un evento anóxico de corta duración que tuvo lugar al final del Hauteriviense y que ha sido detectado en todo el ámbito mediterráneo.

La sección del río Argos está considerada como la más apropiada para el estudio del límite Hauteriviense-Barremiense y, de hecho, es la única candidata para convertirse en estratotipo global de dicho límite (OGG; HINNOV, 2012). Actualmente, un amplio equipo científico multidisciplinario internacional está ultimando los detalles para presentar la propuesta formal a la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Cretácico (COMPANY; AGUADO; BAUDIN et ál., 2017).

Sección de Organyà (Lérida)

En los alrededores de la localidad de Organyà, en el Prepirineo leridano, aflora una imponente secuencia de sedimentos del Cretácico inferior que alcanza casi 5.000 metros de espesor. Los primeros datos sobre estos materiales fueron publicados en los años 70 del siglo XIX por el ingeniero y geólogo Luis Mariano Vidal. Desde entonces, y hasta nuestros días, han sido innumerables las publicaciones en las que se han estudiado la paleontolo-

gía, estratigrafía, sedimentología o evolución tectónica de esos afloramientos (GARCÍA SENZ, 2002; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ; MAURRASSE, 2014).

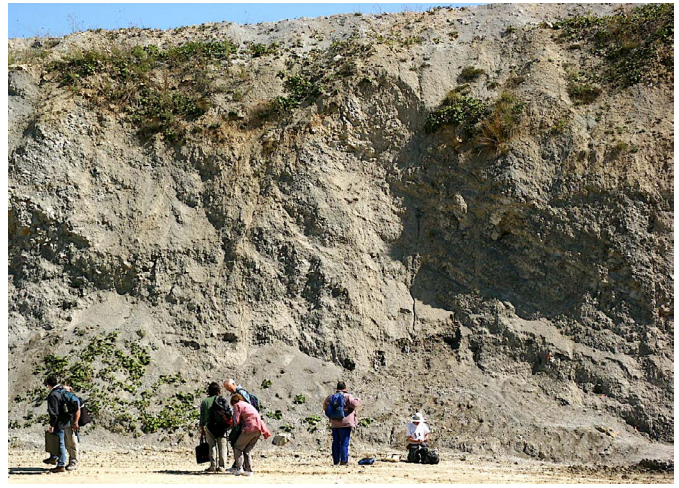
Entre toda la secuencia estratigráfica de la cuenca de Organyà destaca especialmente, por su interés geológico y patrimonial, el intervalo estratigráfico de edad Barremiense-Aptiense inferior. El tramo inferior de ese intervalo (Barremiense-Aptiense basal) corresponde a la formación Prada, constituida por calizas de facies urgoniana, con rudistas, orbitolínidos y otros foraminíferos bentónicos, y algas dasicladáceas y carofitas, depositadas en una plataforma somera con amplia variedad de ambientes. Hacia la parte alta se observan algunas pasadas margosas con fauna de ammonites, equínidos, gasterópodos y foraminíferos planctónicos, que sugieren una clara influencia hemipelágica. La Formación Prada, con un espesor total de unos 1.200 metros, aflora espectacularmente en el Congost dels Tres Ponts, cañón abierto por el río Segre inmediatamente al norte de Organyà.

El tramo superior del intervalo antes mencionado, que corresponde al resto del Aptiense inferior, está formado por las margas y margocalizas de la formación Cabó. Alcanza un espesor máximo cercano a los 950 metros y su contenido fósil incluye ammonites, equínidos, ostrácodos y foraminíferos planctónicos y bentónicos, que indican un ambiente de depósito relativamente profundo. Los mejores afloramientos de esta formación se localizan en el valle del río Cabó, al oeste de Organyà.

La caracterización del límite Barremiense-Aptiense es un tema debatido en la actualidad. La propuesta provisional del grupo de trabajo sugería la base del cron magnético M0 como evento marcador y la sección de Gorgo a Cerbara (Italia central) como estratotipo global de dicho límite. No obstante, un número cada vez mayor de investigadores plantea serias objeciones a esta propuesta (FRAU; BULOT; DELANOY et ál., en prensa). De hecho, el grupo se está replanteando en la actualidad la propuesta original. En este sentido, alguno de los espléndidos afloramientos del intervalo alrededor del límite Barremiense-Aptiense en la cuenca de Organyà (techo de la formación Prada y base de la formación Cabó), con un buen registro paleontológico (ammonites, foraminíferos planctónicos y nanofósiles calcáreos) (MORENO-BEDMAR, 2010), quimioestratigráfico (SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ; MAURRASSE, 2014) y magnetoestratigráfico (GONG; DEKKERS; DINARÉS-TURELL et ál., 2008), puede constituir una muy sólida alternativa.

Sección de Olazagutía (Navarra)

En esta sección fue definido el estratotipo global del límite Coniaciense-Santonense. Se localiza en la Cantera de Egibil (o Cantera de Margas), un kilómetro al sur del núcleo urbano de Olazagutía, en la comarca de La Barranta, en el noroeste de Navarra, muy cerca de los confines con Álava y Guipúzcoa.



A la izquierda, sección de Organyà. Afloramiento de los materiales en torno al límite Barremiense-Aptiense en la Vall de Cabó | foto Josep A. Moreno

A la derecha, sección de Olazagutía (tránsito Coniaciense-Santonienense). Vista general | foto Eustoquio Molina

Las primeras noticias sobre la existencia de sedimentos del Cretácico superior en el corredor de La Barranca se remontan a la segunda mitad del siglo XIX y se deben a los franceses Verneuil, Collomb y Triger y al español Lucas Mallada. Sin embargo, no es hasta mediados del pasado siglo cuando se abordan trabajos más detallados. En concreto, las primeras publicaciones sobre bioestratigrafía y paleontología de la sección de Olazagutía datan de los años setenta. Rápidamente, esta localidad se convirtió en un referente para el estudio del Coniaciense superior y el Santoniense de forma que, en las conclusiones del I Simposio Internacional sobre los límites de los pisos del Cretácico que tuvo lugar en Copenhague en 1983, ya se contemplaba la sección de la cantera de Olazagutía como una de las posibles para llegar a ser estratotipo del límite Coniaciense-Santonienense, a la vez que se barajaban diversos bioeventos como posibles marcadores de dicho límite. Más tarde, en la segunda edición del mismo simposio celebrada en Bruselas en 1995, ya se seleccionó la primera aparición del bivalvo *Platyceramus undulaticatus* como bioevento definitorio del límite y se señalaban tres secciones como candidatas a estratotipos globales. Junto a la sección de Olazagutía figuraban también la de Seaford Head en Inglaterra y la de Ten Mile Creek en Texas (LAMOLDA; HANCOCK, 1996).

En los años siguientes se llevaron a cabo numerosos estudios sobre estas tres secciones, que sirvieron de base para las discusiones de los miembros del grupo de trabajo del Santoniense de la Subcomisión de Estratigrafía del Cretácico, quienes finalmente, en 2007, escogieron la sección de Olazagutía como estratotipo global para la base del Santoniense. Esta decisión fue posteriormente aprobada por la Subcomisión del Cretácico y por la Comisión Internacional de Estratigrafía y ratificada definitivamente, en 2013, por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (LAMOLDA; PAUL; PERYT et ál., 2014).

En la sección de Olazagutía se exponen unos 160 metros de sedimentos que cubren el intervalo estratigráfico entre el Coniaciense medio y el Santoniense medio. La parte inferior está constituida por una alternancia de margas y margas arcillosas del Miembro de la Barranca, mientras que la parte superior corresponde a margocalizas de la formación Olazagutía, sedimentos todos ellos depositados en un ambiente pelágico. Los microfósiles son relativamente abundantes, especialmente los bivalvos inocerámidos y los equínidos irregulares, siendo más escasos los ammonites y los restos de espongiarios. En cuanto a los microfósiles, tanto los foraminíferos planctónicos como los nanofósiles calcáreos presentan una buena preservación. A lo largo de la sección se registra un buen número de bioeventos de estos grupos de organismos. El marcador primario del límite Coniaciense-Santoniense, primera aparición de *Platyceramus undulatoPLICATUS*, se localiza 94.4 metros por encima de la base de la sección.

YACIMIENTOS CENOZOICOS (PALEÓGENO)

El límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg), más conocido popularmente como límite Cretácico/Terciario (K/T), está muy bien representado en la Península Ibérica y el estudio de varios cortes ha permitido poder detallar el evento de la quinta gran extinción en masa y definir el límite K/Pg en el nivel con las evidencias del impacto de un gran meteorito. Asimismo, el límite Paleoceno/Eoceno (P/E) está bien representado en varios cortes que han permitido reconocer el evento de extinción de los foraminíferos bentónicos batiales y abisales. Además, se han definido varios estratotipos de límite: Daniense/Selandiense, Selandiense/Thanetiense e Ypresiense/Luteciense. A continuación describimos aquellos cortes que son de mayor interés patrimonial.

Sección de Caravaca (Murcia)

El corte de Caravaca, situado en el barranco del Gredero a 3 km al sur de Caravaca, es el más relevante de los cortes marinos del límite K/Pg, cuyo valor patrimonial y conservación fueron puestos de manifiesto por Molina (2004). Fue descubierto a mediados del siglo XX por varios geólogos franceses que describieron una serie completa del tránsito Cretácico-Terciario en la zona Este de las Cordilleras Béticas. Los microfósiles fueron preliminarmente estudiados por otros investigadores extranjeros, principalmente alemanes y holandeses, que establecieron la bioestratigrafía en las provincias de Murcia y Alicante. El holandés Jan Smit realizó la tesis doctoral en esta región, estudiando el Cretácico Superior y Paleógeno muy detalladamente con foraminíferos planctónicos en el barranco del Gredero, lo que le permitió definir una biozona de pocos centímetros justo en el límite K/Pg (SMIT, 1979). Este mismo año un equipo americano, liderado por el físico premio Nobel Louis Álvarez y su hijo geólogo Walter, comunicó en un con-



Sección de Caravaca. A la izquierda, Jan Smit y Eustoquio Molina filmando para TVE en el límite Cretácido/Paleógeno; a la derecha, detalle del límite K/Pg entre las dos monedas | fotos Eustoquio Molina

greso el hallazgo de un exceso anómalo de iridio en Gubbio (Italia). Esta era la principal evidencia del impacto de un enorme meteorito que habría extinguido a los dinosaurios y otros muchos animales y plantas en el límite K/T. Inmediatamente Jan Smit se percató de que la capa de arcilla oscura del barranco del Gredero era correlacionable a la que había localizado el equipo de Álvarez en Italia, pero la capa española era más potente y estaba mejor conservada. Se apresuró a enviar muestras para analizar el iridio y encontraron la misma anomalía que los americanos. Rápidamente escribieron un artículo (SMIT; HERTOGEN, 1980) que enviaron a la revista *Nature* y que se publicó un mes antes que el de los americanos en 1980 en la revista *Science*. Sin embargo, la prioridad corresponde al equipo americano que había comunicado la teoría impactista en un congreso el año anterior. Desde entonces ambos equipos han colaborado buscando otras evidencias de impacto y por esto Walter Álvarez ha considerado a Jan Smit como codescubridor de la teoría impactista.

El evento del límite K/Pg está representado por una arcilla oscura en cuya base tiene un nivel milimétrico rojo amarillento que contiene las evidencias de impacto meteorítico. Además del iridio se encontraron microesferas de sanidina, que fueron interpretadas como microtectitas, así como otras evidencias de impacto. Sin embargo, el mayor interés paleontológico del corte de Caravaca radica en que permite estudiar muy detalladamente los microfósiles planctónicos, ya que la facies es de tipo margoso y se pueden estudiar por la técnica del levigado, lo cual no es posible en la mayor parte del corte de Gubbio. El estudio de alta resolución con muestreos centimétricos de Smit (1982) sugería que se extinguieron casi todos los globotruncánidos en coincidencia con el nivel de las evidencias de impacto; solo sobreviviría *Guembeltria cretacea* y posiblemente *Globotruncanella monmouthensis* y *Globigerinelloides messinae*. Este patrón súbito de extinción fue cuestionado por Gerta Keller, que realizó estudios menos detallados en este mismo corte y en El Kef (Túnez), presentando un patrón aparentemente gradual. Así surgió

una fuerte controversia, en la que Canudo, Keller y Molina (1991) estudiaron el corte de Caravaca sin llegar a solucionar la controversia. Ahora bien, otros estudios sugerían que el patrón gradual podría ser un artefacto de la metodología empleada: búsqueda insuficiente en las muestras superiores del Cretácico y reelaboración alocrónica en la base del Terciario. Para resolver este problema el equipo de la Universidad de Zaragoza realizó dos tesis doctorales (ARENILLAS, 1996 y ARZ, 1996) y se publicaron diversos artículos (COCCIONI; FABBRUCCI; GALEOTTI, 1993; ARENILLAS; MOLINA, 1997; KAIHO; LAMOLDA, 1999; ARZ; ARENILLAS; MOLINA, 2000; ARENILLAS; ARZ; MOLINA, 2000; MOLINA; ALEGRET; ARENILLAS et ál., 2001) que pusieron de manifiesto un patrón de extinción en masa súbito que afectaría a más del 90% de las especies y que fue la mayor crisis de la historia de los foraminíferos planctónicos.

El mismo patrón de extinción se ha observado en el corte de Agost (Alicante), que ha sido objeto también de múltiples estudios y publicaciones, las cuales se encuentran referenciadas en Molina, Alegret, Arenillas et ál. (2005).

El corte de Caravaca fue considerado como candidato para la definición de los límites K/Pg y Paleoceno/Eoceno (P/E). Esto propició que ambos límites en el corte del barranco del Gredero fueran estudiados muy detalladamente, si bien los estratotipos fueron finalmente definidos respectivamente en El Kef (Túnez) y en Dababiya (Egipto), el corte de Caravaca fue posteriormente considerado “paraestratotipo” auxiliar para el límite K/Pg (MOLINA; ALEGRET; ARENILLAS et ál., 2009). El límite P/E muestra un estrato calcarenítico con abundantes macroforaminíferos y un intervalo oscuro arcilloso mucho más potente que el del K/Pg y situado unos 120 m más arriba. El estrato calcarenítico es de tipo turbidítico y produjo un hiato de 0,7 Ma (MOLINA; CANUDO; MARTÍNEZ-RUIZ et ál., 1994) lo que supuso un serio inconveniente para que fuera definido el estratotipo en este corte (MOLINA, 1994). Diversos estudios (CANUDO; KELLER; MOLINA et ál., 1995; ANGORI; MONECHI, 1995; ARENILLAS; MOLINA, 1997; MOLINA; ALEGRET; ARENILLAS et ál., 2001) han permitido saber lo que ocurrió en el evento hace 55 Ma, así los cambios isotópicos indican un gran aumento de temperatura y un descenso de la productividad oceánica, que tuvieron como consecuencia la extinción de más de la mitad de las especies de foraminíferos bentónicos de los fondos batiales y abisales. Además, el estudio de los ostrácodos permitió definir una especie nueva *Trachyleberidea marginata* Guernet y Molina (1997). Recientemente, ha sido estudiado el evento micropaleontológico del Daniense terminal (ALEGRET; ORTIZ; ARREGUÍN-RODRÍGUEZ et ál., 2016).

Sección de Zumaya (Guipúzcoa)

El corte de Zumaya, Zumaia en euskera, es el que presenta mejor exposición debido a estar situado en la costa vasca (provincia de Guipúzcoa) y ser limpiado por el oleaje. La bioestratigrafía con foraminíferos fue estable-

cida por Hillebrandt (1965) que mostraba una serie potente y continua desde el límite K/Pg al Eoceno inferior. La parte más interesante es el Paleógeno Inferior que se extiende desde Punta Aitzgorri, donde aflora el límite K/Pg, hasta Punta Mariantón donde aflora el Ypresiense (MOLINA; ARENILLAS, 1998). Si bien por debajo aflora una potente serie del Cretácico Superior, desde el Santoniense, y por encima llega en localidades cercanas hasta el Eoceno Medio y Superior. Al tratarse de una serie flysch con abundantes ichnofósiles atrajo la atención de los especialistas (HANISCH, 1972; CRIMES, 1973; entre otros).

El corte de Zumaya es muy conocido, además de por su excelente exposición, por el límite K/Pg, ya que fue propuesto como candidato para la definición del estratotipo de límite, en las votaciones quedó en segunda posición con el 29% de los votos y posteriormente fue designado como corte “paraestratotípico” auxiliar (MOLINA; ALEGRET; ARENILLAS et ál., 2009). El patrón de extinción del Cretácico terminal también fue controvertido, ya que los ammonites parecían extinguirse gradualmente. En una excursión al corte el alemán Josh Wiedmann ofreció una botella de whisky a quien encontrara

Sección de Zumaya. De izquierda a derecha y de arriba abajo: geólogos muestreando el límite Cretácico/Paleógeno; Eustoquio Molina apoyado en el estratotipo del límite Daniense/Selandiense; acto de definición del estratotipo del límite Selandiense/Thanetiense; Carolina Nández sentada en el límite Paleoceno/Eoceno | fotos Eustoquio Molina



un ejemplar en el Cretácico terminal; como había muchos participantes buscando pronto apareció un ammonites, demostrando que sus estudios estaban afectados por el efecto Signor-Lipps. Poco después el americano Peter Ward muestreó intensamente este y otros cortes de la costa vasca, y encontró que los ammonites se extinguían en el nivel con las evidencias de impacto del límite K/Pg (WARD; WIEDMANN; MOUNT, 1986; WARD; KENNEDY, 1993). La extinción de los foraminíferos planctónicos también generó una polémica parecida y similar a la ya explicada para el corte de Caravaca. Se dudaba de la supervivencia o reelaboración de algunas especies, pero pronto quedó bien documentado que la extinción fue súbita, que algunas especies sobrevivieron y que el evento de extinción coincide exactamente con el nivel que contiene las evidencias de impacto meteorítico (APELLANIZ; BACETA; BERNAOLA-BILBAO et ál., 1997; ARENILLAS; ARZ; MOLINA, 1998; ARZ; ARENILLAS; MOLINA, 1999).

Los aspectos patrimoniales más relevantes del corte de Zumaya consisten en la definición de los estratotipos de límite del Daniense/Selandiense (D/S) y Selandiense/Thanetiense (S/T) por Schmitz, Pujalte, Molina et ál. (2011). Este corte es el que mejor representa todo el Paleoceno, ya que su límite inferior fue candidato para la definición del límite K/Pg y el superior también fue candidato para la definición del límite Paleoceno/Eoceno (P/E). La base del Selandiense se localiza en la base de la formación Itzurum en la playa del mismo nombre, también denominada de San Telmo, a 49 m sobre el límite K/Pg (SCHMITZ; MOLINA; VON SALIS, 1998; ARENILLAS; MOLINA; ORTIZ et ál., 2008; BERNAOLA; MARTÍN-RUBIO; BACETA, 2009). El Selandiense es la parte más hemipelágica del corte y está constituido principalmente por margas que se encuentran sobre las margocalizas y calizas rojas alternantes del Daniense. El mejor criterio de correlación global para la base del Selandiense es la segunda radiación de nanofósiles calcáreos del grupo de los fasciculítidos, que tienen su primera aparición unos pocos decímetros sobre la base, concretamente *Fasciculithus tympaniformis*, que es la especie marcadora para la Zona NP5 y aparece 1,1 m sobre la base del Selandiense. La base del Thanetiense se sitúa en el mismo corte a 78 m sobre el límite K/Pg. Se definió a 2,8 m sobre la base de un distintivo intervalo arcilloso asociado con el evento biótico del Paleoceno medio. El nannofósil calcáreo *Heliolithus kleinPELLI*, especie que marca la base de la Zona NP6, aparece 6,5 m sobre la base del Thanetiense (SCHMITZ; PUJALTE; MOLINA et ál., 2011).

El corte de Zumaya presenta un intervalo arcilloso rojo de varios metros de potencia que representan el evento del límite Paleoceno/Eoceno. En este evento se registra la extinción en masa de la mitad de los foraminíferos bentónicos de medios batiales y abisales (CANUDO; KELLER; MOLINA et ál., 1995; SCHMITZ; ASARO; MOLINA et ál., 1997). Este evento de extinción se correlaciona con la parte media de la Biozona de *Morozovella velascoensis*, que coincide con la base de la Subzona de *Acarinina sibaiaensis*

(ARENILLAS; MOLINA, 2000), en la que se produce un brusco incremento de los acarínidos debido al aumento global de temperatura. Este corte fue propuesto para definir el estratotipo del límite P/E, que finalmente fue definido en Dababiya (Egipto), pero puede ser un excelente candidato como “paraestratotipo” auxiliar (MOLINA, 1994).

El Ilerdiense: secciones de Tremp (Lérida) y Campo (Huesca)

Los cortes de Tremp y Campo en el Prepirineo central son muy interesantes por haber definido en ellos el estratotipo y el paraestratotipo del piso Ilerdiense, dado su excelente registro fósil. En este sentido, el Ilerdiense es uno de los pisos marinos que tiene un registro fósil mejor conservado, bien expuesto y de una gran diversidad. El estratotipo del Ilerdiense se sitúa en la provincia de Lérida y el corte tipo en Tremp, desde el pueblo de Claret al puerto de Montilovar. La Formación Ager tiene 830 m de potencia y es una megasecuencia transgresiva-regresiva de sedimentos marinos poco profundos. El Ilerdiense fue propuesto como nuevo piso por Hottinger y Schaub en 1960 (*Eclogae geologicae Helvetiae*) derivando del nombre latino de Lérida. El estratotipo fue designado por Schaub en 1969 (Mém. B.R.G.M.), además indicó que el corte de Campo podría ser el paraestratotipo y en 1974 fue ratificado en una reunión en París. Sin embargo, por diversas razones de política científica no ha sido aceptado como piso estándar, pero su utilidad es grande como piso regional. Ambos cortes son muy ricos en macroforaminíferos, principalmente alveolínidos y nummulítidos, que permitieron hacer relevantes biozonaciones (HOTTINGER, 1960; SCHAUB, 1981). Posteriormente fueron estudiados otros grupos de microfósiles, principalmente foraminíferos planctónicos, dinoflagelados, nanofósiles, ostrácodos y carofitas, que han permitido la correlación y establecer uno de los mejores ejemplos de bioestratigrafía integrada (HILLEBRANDT, 1965; MOLINA; CANUDO; GUERNET et ál., 1992; MOLINA; ANGORI; ARENILLAS et ál., 2003, entre otros).

Sección de Arguis (Huesca)

El corte de Arguis está situado en el Prepirineo de la provincia de Huesca, presenta sus mejores afloramientos en la antigua carretera desde un kilómetro al sur del embalse de Arguis hasta el puerto de Monrepós. En 1907 taxones de este corte fueron citados por Lucas Mallada en su explicación del mapa geológico de España y en 1910 por Marius Dalloni en su *Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon*. Posteriormente, Hottinger (1960) estudió las alveolinas y Schaub (1981) los nummulites y asilinas del Paleógeno. Este corte es complementario de los de Tremp y Campo, ya que en Arguis existe un hiato y no aflora el Ilerdiense. La excelente exposición y potencia del Eoceno medio y superior ha permitido realizar detallados estudios geológicos y micropaleontológicos (CANUDO; MOLINA; RIVELINE et ál., 1988; entre otros). Su mayor interés es de tipo didáctico, ya que permite conocer la geología de un sector clave del Prepirineo y observar su excelente registro



Sección de Campo (paraestratotipo del Ilerdiense) parte inferior | foto Eustoquio Molina

fósil. En este sentido se han organizado numerosas excursiones, tanto de congresos como de alumnos, y se han publicado guías explicativas, sobre todo para observar los abundantes microfósiles, especialmente macroforaminíferos, con la ayuda de una lupa (MOLINA, 1986a; MOLINA; ALEGRET; SERRA-KIEL, 2013).

Sección de Gorrondatxe (Vizcaya)

El corte de Gorrondatxe se localiza al noroeste de la ciudad de Bilbao y es parte de una potente serie flysch de 2300 m, desde el Ypresiense inferior hasta el Luteciense superior, que aflora en la costa vasca desde Sopelana a Punta Galea. En el acantilado de la playa de Gorrondatxe afloran 700 m, predominantemente margosos con estratos calcareníticos intercalados del tránsito Ypresiense-Luteciense, que fueron muy detalladamente estudiados para la definición del estratotipo de la base del Luteciense (ORUE-ETXEBARRIA; APELLANIZ, 1985; PAYROS; ORUE-ETXEBARRIA; BERNAOLA et ál., 2009; entre otros). El GSSP de la base del piso Luteciense se ha definido en un nivel margoso oscuro que coincide con la primera aparición del nanofósil calcáreo *Blackites inflatus*, en la mitad de la polaridad del Cron C21r, a aproximadamente 47,8 Ma, y ha sido interpretada como el máximo transgresivo de una secuencia deposicional global (MOLINA; ALEGRET; APELLANIZ et ál., 2011).

Sección de Fuente Caldera (Granada)

El corte de Fuente Caldera se encuentra en el sector central Subbético de las cordilleras Béticas al norte de la provincia de Granada. Concretamente, en el barranco del Gavilán aflora muy bien una serie completa y potente del Paleógeno, excepto el Eoceno medio que es muy margoso y se encuentra cultivado. A partir del Eoceno superior existen intercalaciones calcareníticas que facilitan la exposición hasta casi el límite Oligoceno/Mioceno. La facies y sucesión estratigráfica fue descrita y datada por Comas, Martínez-Gallego y Molina (1985).



Posteriormente, el corte fue propuesto como candidato para la definición del límite Eoceno/Oligoceno (MOLINA, 1986b), ya que era el corte conocido más expandido del tránsito, al existir un intervalo entre las extinciones de las Turborotalias carenadas y las Hantkeninas, foraminíferos planctónicos que se pensaba se extinguían al mismo tiempo, pero el GSSP fue finalmente definido en Massignano (Italia). Dado el excelente registro con muchos microfósiles, e incluso evidencias de impacto meteorítico (espinelas de níquel), ha sido objeto de varias publicaciones (ROBIN; MOLINA, 2006; ALEGRET; CRUZ; FENERO et ál., 2008; FENERO; THOMAS; ALEGRET et ál., 2012).



Arriba, sección de Gorrondatxe; abajo, agarrados al clavo dorado que marca el estratotipo del límite Ypresiense/Luteciense | fotos Eustoquio Molina

YACIMIENTOS CENOZOICOS (NEÓGENO)

Los yacimientos más interesantes para el patrimonio geológico y paleontológico se encuentran en la Cuenca de Sorbas y Níjar-Almería, que son dos pequeñas cuencas intramontañosas situadas en la provincia de Almería y delimitadas por la sierra de los Filabres, sierra Alhamilla, sierra Cabrera y el complejo volcánico del Cabo de Gata. Aunque existen informes internos de geólogos holandeses anteriores, las primeras publicaciones sobre la estratigrafía de la cuenca de Sorbas las encontramos en el mapa geológico de España del IGME (1975) y en Dronkert (1976). Además, existen otros yacimientos interesantes en la cuenca del Guadalquivir, en la costa de Málaga y en la provincia de Granada.

Sección del Navazuelo (Granada)

El corte del Navazuelo está situado en el término municipal de Guadahortuna (Granada) y aflora 2 km al este del cortijo El Navazuelo. Tiene una potencia de 250 m desde el Rupeliense (Oligoceno inferior) al Aquitaniense (Mioceno inferior). Debido a su excelente exposición y potencia fue propuesto para definir el límite Oligoceno/Mioceno (GONZÁLEZ DONOSO; MOLINA, 1977-78), en caso de que no fuera aceptada se proponía como hipoestratotipo, fue

visitado por los miembros de la International Commission on Stratigraphy, pero el límite fue finalmente definido en Italia. Este límite constituye la base del Aquitaniense, del Mioceno y del Neógeno. Los foraminíferos plantónicos de esta sección fueron estudiados en detalle por Molina en su tesis doctoral, defendida en 1979 y publicada al año siguiente. Esta sección es la localidad tipo de la especie *Protentella navazuelensis* (MOLINA, 1980).

Secciones de Sorbas y Níjar (Almería)

La sección de los Molinos del río Aguas se localiza a unos 8 km al SE de Sorbas (Almería), en las proximidades de la carretera regional A1102, en la orilla izquierda del río Aguas. La sección comienza con unos depósitos de calcarenitas que se depositaron en ambientes marinos someros. Son muy ricos en algas rodoíceas, equinodermos, briozoos y moluscos. Esta unidad transgresiva pasa a las margas del miembro Abad, definiéndose el límite Tortoniense-Messiniense muy cerca de la base (SIERRO; FLORES; CIVIS et ál., 1993). La sucesión de margas del miembro Abad muestra una ciclicidad sedimentaria de origen astronómico, generada por cambios climáticos inducidos por variaciones cíclicas en la precesión del eje de la Tierra (SIERRO; FLORES; ZAMARREÑO et ál., 1999). Esta ciclicidad se manifiesta por la alternancia de margas grises con niveles compactos ricos en ópalo, que originalmente fueron niveles diatomíticos. En la parte superior de la sección aparecen también niveles de sapropeles, que se forman con una periodicidad de 21.000 años, cada vez que la Tierra pasa por el perihelio durante el verano del Hemisferio norte (SIERRO; FLORES; ZAMARREÑO et ál., 1999). La sección ha sido propuesta como serie de referencia global para la Escala astronómica de polaridad magnética para el periodo Messiniense (KRIJGSMAN; HILGEN; RAFFI et ál., 1999; SIERRO; HILGEN; KRIJGSMAN et ál., 2001). Estas margas son muy ricas en microfósiles, sobre todo foraminíferos, nanofósiles y diatomeas, cuyas asociaciones también muestran claras variaciones cíclicas asociadas a los cambios paleoceanográficos del Mediterráneo (SIERRO; FLORES; FRANCES et ál., 2003; PÉREZ-FOLGADO; SIERRO; BARCENA et ál., 2003; FLORES; SIERRO; FILIPPELLI et ál., 2005). Destaca la presencia de diatomitas en la parte superior junto con niveles de Neopycnodonta. Termina la sección con el depósito del miembro Yesares, formado por capas de yeso de gran espesor, que representan el inicio de la crisis de salinidad del Messiniense, cuando se redujo la conexión del Mediterráneo con el Atlántico. A lo largo del río Aguas puede verse una de las mejores secciones del miembro Yesares con la exposición de unos 12 niveles de yeso alternando con niveles de margas carbonatadas laminadas (DRONKERT, 1976; KRIJGSMAN; FORTUIN; HILGEN et ál., 2001).

A lo largo de los márgenes de estas cuencas destacan por su espectacularidad importantes afloramientos de arrecifes de coral de edad Messiniense, en los que se pueden observar en algunas ocasiones las facies de lagoon,



De izquierda a derecha: Sección del río Aguas; Detalles de Porites en la cuenca de Sorbas; detalle de Trombolitos en la cuenca de Níjar | fotos Francisco J. Sierro

el frente arrecifal y el talud. Estos arrecifes están formados por grandes colonias de Porites incrustados por estromatolitos y, en ocasiones, aparecen domos de trombolitos y altas concentraciones de oolitos. Los principales arrecifes en la cuenca de Sorbas se encuentran en las secciones de Cariatiz y rambla de Gochar, mientras que en la cuenca de Níjar destaca la singularidad del atolón fósil del Hoyazo o los parches arrecifales de la mesa de Roldán (BRAGA; AGUIRRE, 2001; BRAGA; MARTÍN, 1996; BRAGA; MARTÍN; RIDING, 1995, 1996; MARTÍN; BRAGA; RIDING, 1993; RIDING; BRAGA; MARTÍN, 1991).

Los afloramientos Messinienses de las cuencas de Sorbas y Níjar son en la actualidad series de referencia para entender los escenarios que se sucedieron durante uno de los episodios más dramáticos de la historia del Mediterráneo. Entre 5,97 y 5,33 millones de años se produjo la llamada crisis de salinidad del Messiniense, la conexión con el Atlántico se vio fuertemente restringida y las altas tasas de evaporación y escasos aportes de agua dulce desencadenaron una subida importante de la salinidad del Mediterráneo, precipitándose capas de sal de más de 1 km de espesor en los fondos abisales y grandes capas de yeso en las cuencas marginales, como las de Sorbas y Níjar. Aunque el Mediterráneo nunca llegó a desecarse, sí se produjo probablemente un significativo descenso del nivel del mar.

Sección de la Casa del Pino (Huelva)

Esta sección está situada en la provincia de Huelva, a lo largo de la carretera A 5001 que une las localidades de Niebla y Bonares, en las proximidades de esta última localidad. La sección, que aflora en los taludes de la carretera, comienza con un nivel de arenas finas muy glauconíticas que se corresponde con el límite Mioceno-Plioceno (VAN DEN BERG; SIERRO; HILGEN et ál., 2015). Sobre este nivel aparecen las denominadas arenas de Huelva con la presencia de varios niveles alternantes de alta y baja concentración de fósiles de moluscos, fundamentalmente. Aparece una gran diversidad de especies de bivalvos, gasterópodos, escafópodos, así como dientes de seláceos, rayas, algunos restos de ballenas y frecuentes trazas fósiles. Ha sido ampliamente estudiada por varios investigadores (ANDRÉS, 1982;



A la izquierda, sección de la Casa del Pino; a la derecha, detalles de acumulación de bivalvos | fotos José Ángel González Delgado y Francisco J. Sierro

GONZÁLEZ-DELGADO, 1983; GONZÁLEZ DELGADO; ANDRES; SIERRO, 1995; GONZÁLEZ-DELGADO; MARTÍNEZ-GRAÑA; CIVIS et ál., 2015; MAYORAL, 1986; ESPERANTE; MUÑIZ; NICK, 2009; GARCÍA; ANTUNES; CÁCERES-BALBINO et ál., 2009). Se han identificado alrededor de 450 especies de moluscos fósiles, muchos de ellos excelentemente preservados. El ambiente se ha interpretado como un área de plataforma donde los moluscos vivirían en la zona por debajo del nivel de base de las olas de buen tiempo, aunque el fondo marino habría sido barrido por tormentas que desenterrarían los bivalvos infaunales y los depositarían en capas de acumulación de conchas (GONZÁLEZ DELGADO; ANDRES; SIERRO, 1995).

El Andalciense: las secciones de Carmona y arroyo Galapagar (Sevilla)

Como ya hemos indicado anteriormente el Mioceno terminal, el Messiniense, fue un periodo extraordinariamente dramático para la fauna y flora marina del Mediterráneo, debido al fuerte incremento de la salinidad y al depósito de grandes capas de sal y yeso. Por este motivo Enrico Perconig, director del Equipo de micropaleontología de la empresa Nacional Adaro (ENADIMSA), propuso en 1964 en el CMNS (Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy) de Berna las secciones de Carmona y arroyo Galapagar, en la provincia de Sevilla, como estratotipo de un nuevo piso en la escala geológica de tiempo que denominó Andalciense. El Messiniense representa el periodo comprendido entre el Tortonense y el Plioceno, su estratotipo estaba formado por capas de evaporitas sin ningún tipo de fósiles y, por tanto, difícil de correlacionar a escala global. Por ello, Perconig propone el Andalciense como un estratotipo alternativo al Messiniense, pero en aguas del Atlántico. La propuesta fue apasionadamente debatida en varios congresos internacionales del CMNS de Berna en 1964 (PERCONIG, 1966), en Bolonia en 1967 (PERCONIG, 1968), en el CMNS de Lyon en 1971 o en el XIII Coloquio europeo de Micropaleontología que tuvo lugar en Madrid en 1973 (PERCONIG; GRANADOS, 1973). El estratotipo incluía la sección de Carmona y la sección de arroyo Galapagar, situada a lo largo del citado arroyo, al norte del cruce con la carretera A436 en las proximidades de Villanueva del Río (Sevilla). En el Arroyo Galapagar se observan unos depósitos de arenas siliciclásticas

transgresivas sobre el basamento Paleozoico, sobre las que se apoyan arcillas hemipelágicas con abundantes foraminíferos planctónicos, que corresponden al momento en que la Meseta Ibérica se hunde como respuesta a la sobrecarga de los materiales béticos. El límite Tortoniense-Messiniense fue localizado en los primeros metros de estas arcillas (SIERRO; FLORES; CIVIS et ál., 1993). Esta unidad arcillosa se extiende entre al arroyo Galapagar y la sección de Carmona, alcanza más de 700 m de espesor y efectivamente es de edad Messiniense, pero está cubierta por los depósitos cuaternarios superficiales del río Guadalquivir, aflorando sólo los últimos metros de la unidad en la sección de Carmona. En esta localidad, sobre las arcillas, se apoya una calcarenita, conocida como caliza tosca, que forma la base sobre la que se sustenta la ciudad de Carmona. El corte se sitúa enfrente de la antigua fábrica del anisado en la carretera de Carmona a El Viso.

Los encendidos debates internacionales, especialmente en Berna, Bolonia, Lyon y Málaga, se centraron fundamentalmente en analizar la conveniencia del Andaluciense como estratotipo alternativo al Messiniense, siendo los micropaleontólogos italianos los que fueron más críticos, al considerar que algunos de los microfósiles encontrados en Carmona eran en realidad de edad Pliocena y no Messiniense (CITA, 1973). Esta idea fue ampliamente rebatida por los geólogos de ENADIMSA (Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras S. A.) (BAENA PÉREZ; CABAÑAS LOZANO; CRESPO ZAMORANO et ál., 1974) que mantuvieron el Andaluciense en el punto de mira de micropaleontólogos de todo el mundo (BERGGREN; HAQ, 1976). Aunque hoy la edad Messiniense de las arcillas de Carmona no deja lugar a dudas (SIERRO; GONZÁLEZ-DELGADO; DABRIO, et ál., 1996), el Andaluciense no fue aceptado como nuevo estratotipo por la comunidad internacional. Desde nuestro punto de vista el principal problema del estratotipo Andaluciense, que efectivamente es equivalente al Messiniense, es su continuidad ya que la mayor parte de las arcillas están cubiertas por el Cuaternario entre el arroyo Galapagar y Carmona.

Secciones de Estepona y San Pedro de Alcántara (Málaga)

Estos yacimientos aparecen en las arenas fosilíferas del Plioceno inferior de la zona costera de Málaga. El Plioceno marino aparece discordante sobre distintas unidades béticas como consecuencia del ascenso relativo del nivel del mar después de la crisis de salinidad del Messiniense. Los niveles transgresivos de la base son facies más conglomeráticas que pasan a arenas masivas bioturbadas que contienen gran cantidad de bivalvos, gasterópodos y escafópodos bien conservados (GUERRA-MERCHÁN, 1997; GUERRA-MERCHÁN; PALMQVIST; LOZANO FRANCISCO, 1996; VERA-PELÁEZ; LOZANO-FRANCISCO; MUÑIZ SOLÍS et ál., 1995). Los principales yacimientos son los de Padrón, Velerín, Guadalmanza y Parque Antena, especialmente por la conservación de los fósiles (VERA-PELÁEZ; LOZANO-FRANCISCO; MUÑIZ SOLÍS et ál., 1995)

CONCLUSIONES

Los yacimientos marinos aquí descritos y figurados son los más relevantes patrimonialmente de los que se encuentran en España (Península Ibérica e islas Baleares). Todos merecen la protección para su conservación y el interés es muy variado.

Entre los yacimientos paleozoicos destaca el de Murero (Zaragoza) por su potente serie del Cámbrico inferior y medio, en cuya base aparece una fauna primordial muy bien conservada y a techo del Cambrio inferior un evento de extinción en masa. La sección del valle del Río Luna (León) también presenta la fauna primordial, es mucho más potente que Murero y presenta un buen registro fósil hasta el Devónico. La sección de Arnao (Asturias) se ha calificado como un auténtico museo paleontológico del Devónico debido a la riqueza de fósiles arrecifales y de plataforma. En la sección de Checa (Guadalajara) existen unos depósitos glaciomarineros del Ordovícico y Silúrico, que constituyen un rico yacimiento paleontológico incluido en el Geoparque de Molina y Alto Tajo. En el Geoparque de la Sierra Norte de Sevilla, existe unos depósitos del Ordovícico y Devónico en el sinclinal del Valle, que han permitido una bioestratigrafía muy detallada; así como un yacimiento en el Cerro del Hierro con una espectacular karstificación intracámbrica. Las secciones de Demués y las Llacerías (Asturias) también presentan un registro muy bueno de distintos fósiles del Carbonífero.

Entre los yacimientos mesozoicos, en el Jurásico destacan varias secciones. La sección de Sierra de Lúgar (Murcia) que tiene una excelente exposición y un excelente registro fósil que han permitido una bioestratigrafía muy detallada de todo el Jurásico. La sección del barranco de Agua Larga (Jaén) del intervalo Aalenense-Bajociense inferior también tiene un excelente registro fósil que ha permitido precisar la datación y la reconstrucción paleoambiental. La sección del área del pantano de Cúber (Mallorca) también tiene un excelente registro fósil del Jurásico por lo que ha sido declarada Patrimonio Mundial por la UNESCO. La sección de Fuentelsaz (Guadalajara) fue elegida para definir el estratotipo de límite de la base del Aalenense y también es la localidad tipo de una especie de ammonites. En el Cretácico también destacan varias secciones. La sección de Puerto Escaño tiene un registro excepcional del límite Jurásico/Cretácico por lo que ha sido propuesta para definir en ella el límite inferior del Berriasiense. La sección de Cañada Luenga (Murcia) también ha sido propuesta para definir el estratotipo de límite de la base del Valanginiense. La sección del Río Argos (Murcia) está propuesta para definir en ella el estratotipo del límite Barremiense. La sección de Organyà (Lérida) presenta un excelente registro del Barremiense-Aptiense y ha sido propuesta como candidata para definir el límite inferior del Aptiense. La sección de Olazagutía (Navarra) tiene un magnífico registro del Coniaciense-Santoniense y ha permitido definir en ella el estratotipo de límite de la base del Santoniense.

Entre los yacimientos Cenozoicos, en el Paleógeno destacan varias secciones. La sección de Caravaca (Murcia), junto con el cercano corte de Agost (Alicante), fue muy relevante para la propuesta de la teoría impactista del límite K/Pg y fue propuesto como estratotipo de límite para el límite K/Pg y el límite Paleoceno/Eoceno. La sección de Zumaya (Guipúzcoa) también fue candidata para la definición de los dos límites citados y, dado su registro tan completo del Paleoceno, permitió definir en ella los límites Daniense/Selandiense y Selandiense/Thanetiense. Las secciones de Tremp (Lérida) y Campo (Huesca) sirvieron para la definición del estratotipo del piso llerdiense, la primera como estratotipo y la segunda como paraestrotipo. La sección de Arguis (Huesca) presenta un excelente desarrollo y exposición que ha permitido relevantes estudios geológicos y micropaleontológicos. La sección de Gorrondatxe (Vizcaya) ha servido para la definición en ella del límite Ypresiense/Luteciense. La sección de Fuente Caldera (Granada) tiene un excelente registro y desarrollo por lo que fue candidata para la definición del límite Eoceno/Oligoceno. En el Neógeno también destacan varias secciones. La sección del Navazuelo (Granada) fue propuesta para definir el límite Oligoceno/Mioceno. La sección de los Molinos del Río Aguas (Almería) ha sido propuesta como serie de referencia global para la Escala astronómica de polaridad magnética para el periodo Messiniense y en los márgenes de la cuenca de Sorbas y Níjar hay espectaculares afloramientos arrecifales. La sección de la casa del Pino (Huelva) presenta un excelente registro fósil de moluscos. Las secciones de Carmona y arroyo Galapagar (Sevilla) sirvieron para proponer el piso Andaluciense. Las secciones de Estepona y San Pedro de Alcántara (Málaga) también presentan un excelente registro de moluscos y una conservación excepcional.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la Dra. M. Soledad Ureta, Universidad Complutense de Madrid, por su lectura crítica del texto de la sección de Fuentelsalz y por las fotos de campo de dicha sección, así como a Bienvenido Martínez Navarro, Universidad Rovira i Virgili de Tarragona, por sus excelentes sugerencias y correcciones que han permitido mejorar el manuscrito. Trabajo parcialmente financiado por los proyectos CGL2014-52546-P, CGL2014-58794P y CGL2015-68459-P.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUADO, R.; COMPANY, M.; O'DOGHERTY, L. et ál. (2014) Late Hauterivian-early Barremian calcareous nannofossil biostratigraphy, palaeoceanography, and stable isotope record in the Subbetic domain (southern Spain). *Cretaceous Research*, vol. 49, 2014, pp. 105-124
- AGUADO, R.; COMPANY, M.; TAVERA, J. M. (2000) The Berriasian/Valanginian boundary in the Mediterranean region: new data from the Caravaca and Cehegín sections, SE Spain. *Cretaceous Research*, vol. 21, 2000, pp. 1-21
- AGUADO, R.; O'DOGHERTY, L.; SANDOVAL, J. (2017) Calcareous nannofossil assemblage turnover in response to the Early Bajocian (Middle Jurassic) palaeoenvironmental changes in the Subbetic Basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 472, 2017, pp. 128-145
- ALEGRET, L.; CRUZ, L.; FENERO, R. et ál. (2008) Effects of the Oligocene climatic events on the foraminiferal record from Fuente Caldera section (Spain, western Tethys). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 269, pp. 94-102
- ALEGRET, L.; ORTIZ, S.; ARREGUÍN-RODRÍGUEZ, G. J. et ál. (2016) Microfossil turnover across the uppermost Danian at Caravaca, Spain: Paleoenvironmental inferences and identification of the latest Danian event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 463, 2016, pp. 45-59
- ALLEMANN, F.; GRÜNN, W.; WIEDMANN, J. (1975) The Berriasian of Caravaca (Prov. of Murcia) in the subbetic zone of Spain and its importance for defining this stage and the Jurassic-Cretaceous boundary. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, vol. 86, 1975, pp. 14-22
- ÁLVARO, M.; BARNOLAS, A.; CABRA, A. et ál. (1989) El Jurásico de Mallorca (Islas Baleares). *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 13, 1989, pp. 67-120
- ANDRÉS, I. (1982) *Estudio malacológico (Clase Bivalvia) del Plioceno marino de Bonares (Huelva)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Salamanca, 1982, 410 p.
- ANGORI, E.; MONECHI, S. (1995) High-resolution calcareous nannofossil biostratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Caravaca (southern Spain). *Israel Journal of Earth Sciences*, vol. 44, 1995, pp. 197-206
- APELLANIZ, E.; BACETA, J. I.; BERNAOLA-BILBAO, G. et ál. (1997) Analysis of uppermost Cretaceous-lowermost Tertiary hemipelagic successions in the Basque Country (Western Pyrenees): evidence for a sudden extinction of more than half planktic foraminifer species at the KIT boundary. *Bulletin de la Société Géologique de France*, vol. 168, 1997, pp. 783-793
- ARBIZU, M.; MÉNDEZ-BEDIA, I. (2006) El Patrimonio Natural y Cultural de Castrillón (Asturias): Geología, fósiles e historia minera. *Trabajos de Geología*, vol. 26, 2006, pp. 73-91
- ARBIZU, M.; MÉNDEZ-BEDIA, I.; SOTO, F. (1995) Fossil communities in the Aguión Formation (Lower Devonian) of the Arnao Platform. *Geobios*, vol. 28, 1995, pp. 567-571
- ARENILLAS, I.; ARZ, J. A.; MOLINA, E. (1998) El límite Cretácico/Terciario de Zumaya, Osinaga y Músquiz (Pirineos): control bioestratigráfico y cuantitativo de hiatos con foraminíferos planctónicos. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, vol. 11, 1998, pp. 127-138
- ARENILLAS, I.; MOLINA, E. (2000) Reconstrucción paleoambiental con foraminíferos planctónicos y cronoestratigrafía del tránsito Paleoceno-Eoceno de Zumaya (Guipúzcoa). *Revista Española de Micropaleontología*, vol. 32, 2000, pp. 283-300
- ARENILLAS, I.; MOLINA, E.; ORTIZ, S. et ál. (2008) Foraminiferal and $\delta^{13}C$ isotopic event-stratigraphy across the Danian-Selandian transition at Zumaya (northern Spain): chronostratigraphic implications. *Terra Nova*, vol. 20, 2008, pp. 38-44
- ARENILLAS, J.; ARZ, J. A.; MOLINA, E. (2000) Spanish and Tunisian Cretaceous-Tertiary boundary sections: a planktic foraminiferal biostratigraphic comparison and evolutive events. *GFF*, vol. 122, 2000, pp. 11-12
- ARENILLAS, I.; MOLINA, E. (1997) Análisis cuantitativo de los foraminíferos planctónicos del Paleoceno de Caravaca (Cordilleras Béticas): cronoestratigrafía, bioestratigrafía y evolución de las asociaciones. *Revista Española de Paleontología*, vol. 12, 1997, pp. 207-232
- ARZ, J. A.; ARENILLAS, I.; MOLINA, E. (1999) Extinción de foraminíferos planctónicos en el tránsito Cretácico-Terciario de Zumaya (Guipúzcoa): ¿supervivencia o reelaboración? *Revista Española de Micropaleontología*, vol. 31, 1999, pp. 297-304
- ARZ, J. A.; ARENILLAS, I.; MOLINA, E. et ál. (2000) La estabilidad evolutiva de los foraminíferos planctónicos en el Maastrichtense Superior y su extinción en el límite Cretácico/Terciario de Caravaca, España. *Revista Geológica de Chile*, vol. 27, 2000, pp. 27-47
- BAENA PÉREZ, J.; CABAÑAS LOZANO, I.; CRESPO ZAMORANO, A. et ál. (1974) El Andalucense como unidad cronoestratigráfica adecuada para el área Mediterránea. *Revista Española de Micropaleontología*, vol. 9, 1974, pp. 259-288
- BAEZA-CARRATALÁ, J. (2008) *Patrimonio paleontológico en la colección Jiménez de Cisneros y su aplicación al estudio de los braquiópodos del Jurásico inferior en la*

Cordillera Bética oriental (provincias de Alicante y norte de Murcia). Tesis doctoral, Universidad de Alicante, 905 p.

- BAEZA-CARRATALÁ, J.; GARCÍA-JORAL, F.; SANDOVAL, J. (2014) Bajocian-Early Bathonian (Jurassic) brachiopods from the Subbetic domain (Betic Cordillera, SE Spain): Taxonomy and palaeogeographic implications. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, vol. 274, 2014, pp. 1-24
- BARNOLAS, A. E.; LLAVE, E. (2012) Contourites, turbidites and mass wasting deposits in the Middle and Upper Jurassic of the Majorca Island (Spain). *Geo-Temas*, vol. 13, 2012, pp. 1-4
- BARÓN, A.; FORNÓS, J. J.; GELABERT, B. et ál. (2004) Balears. En VERA, J. A. (ed.) *Geología de España*. Madrid: SGE-IGME, 2004, pp. 450-664
- BERGGREN, W. A.; HAQ, B. U. (1976) The Andalusian stage (Late Miocene): biostratigraphy, biochronology and paleoecology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 20, 1976, pp. 67-129
- BERNAOLA, G.; MARTÍN-RUBIO, M.; BACETA, J. I. (2009) New high resolution calcareous nannofossil analysis across the Danian/Selandian transition at the Zumaia section: comparison with South Tethys and Danish sections. *Geologica Acta*, vol. 7, 2009, pp. 79-92
- BRAGA, J. C. (1983) *Ammonites del Domeriense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas, Sur de España)*. Granada: Secretariado de Publicaciones, Universidad de Granada, 1983, 410 p. (Tesis doctoral)
- BRAGA, J. C.; AGUIRRE, J. (2001) Coralline algal assemblages in upper Neogene reef and temperate carbonates in Southern Spain. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, vol. 175, n.º 1-4, 2001, pp. 27-41
- BRAGA, J. C.; MARTÍN, J. M.; RIDING, R. (1995) Controls on microbial dome fabric development along a carbonate-siliciclastic shelf-basin transect, Miocene, SE Spain. *Palaios*, vol. 10, n.º 4, 1995, pp. 347-361
- BRAGA, J. C.; MARTÍN, J. M. (1996) Geometries of reef advance to relative sea-level changes in a Messinian (uppermost Miocene) fringing reef (Cariatiz reef, Sorbas basin, SE Spain). *Sedimentary Geology*, vol. 107, 1996, pp. 61-81
- BRAGA, J. C.; MARTÍN, J. M.; RIDING, R. (1996) Internal structure of segment reefs: Halimeda algal mounds in the Mediterranean Miocene. *Geology*, vol. 24, 1996, pp. 35-38
- CANTABRANA CORTÉS, P.; NÚÑEZ-LAHUERTA, C.; GÁMEZ VINTANED, J. A. et ál. (2014) El centro de interpretación de la explosión de la vida en el Cámbrico

de Miñera de Luna (León). *Naturaleza Aragonesa*, vol. 31, 2014, pp. 67-71

- CANUDO, J. I.; MOLINA, E.; RIVELINE, J. et ál. (1988) Les événements biostratigraphiques de la zone prépyreneéenne d'Aragón (Espagne), de l'Éocène moyen à l'Oligocène inférieur. *Revue de Micropaléontologie*, vol. 31, 1998, pp. 15-29
- CANUDO, J. I.; KELLER, G.; MOLINA, E. (1991) Cretaceous/Tertiary boundary extinction pattern and faunal turnover at Agost and Caravaca, S.E. Spain. *Marine Micropaleontology*, vol. 17, 1991, pp. 319-341
- CANUDO, J. I.; KELLER, G.; MOLINA, E. et ál. (1995) Planktic foraminiferal turnover and $\delta^{13}C$ isotopes across the Paleocene-Eocene transition at Caravaca and Zumaya, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 114, 1995, pp. 75-100
- CARACUEL, J. E. (1996) *Asociaciones de megainvertebrados, evolución sedimentaria e interpretaciones ecoestratigráficas en umbrales epiocéánicos de Tethys Occidental (Jurásico superior)*. Universidad de Granada, 1996, 474 p. (Tesis doctoral)
- CARACUEL, J. E.; EL KADIRI, K.; OLÓRIZ, F. (1995) Faciès radiolaríticas et discontinuités à la limite Dogger-Malm dans la Formation "Puig d'en Paré" (Sierra Norte, Majorque). *Geobios*, vol. 28, 1995, pp. 675-681
- CARACUEL, J. E.; OLÓRIZ, F. (1998) Revisión estratigráfica del Jurásico superior de la Sierra Norte (Mallorca). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, vol. 11, 1998, pp. 345-353
- CARACUEL, J. E.; OLÓRIZ, F.; RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. (2000) Oxfordian Biostratigraphy from the Lugar Section (External Subbetic, Southern Spain). *GeoResearch Forum*, vol. 6, 2000, pp. 55-64
- CITA, M. B. (1973) Pliocene Biostratigraphy and Chronostratigraphy. En RYAN, W. B. F. et ál. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Volume XIII*, Washington (U.S. Government Printing Office), pp. 1343-1379
- COCCIONI, R.; FABBRUCCI, L.; GALEOTTI, S. (1993) Terminal cretaceous deep-water benthic foraminiferal decimation, survivorship and recovery at Caravaca (SE Spain). *Paleopelagos*, vol. 3, 1993, pp. 3-24
- COIMBRA, R.; OLÓRIZ, F. (2012) Geochemical evidence for sediment provenance in mudstones and fossil-poor wackestones (Upper Jurassic, Majorca Island). *Terra Nova*, vol. 24, 2012, pp. 437-445
- COLOM, G. (1970) Estudio litológico y micropaleontológico del Lías de la Sierra Norte y porción central de la isla de Mallorca. *Memorias Real Academia de Ciencias de Madrid*, 24, 1970, 87 p.

- COMAS, M. C.; MARTÍNEZ-GALLEGO, J.; MOLINA, E. (1985) Litofacies y sucesión estratigráfica del Eoceno y Oligoceno al norte del Cerro Mencil (Zona subbética, Provincia de Granada). *Cuadernos de Geología*, vol. 12, 1985, pp. 145-155
- COMPANY, M.; AGUADO, R.; BAUDIN, F. et ál. (2017) The Barremian GSSP—state of the art. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt, Wien*, vol. 120, 2017, p. 54
- COMPANY, M.; AGUADO, R.; SANDOVAL, J. et ál. (2005) Biotic changes linked to a minor anoxic event (Faraoni Level, latest Hauterivian, Early Cretaceous). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 224, n.º 1-3, 2005, pp. 186-199
- CRESTA, S.; GOY, A.; URETA, S. et ál. (2001) The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) of the Toarcian-Aalenian Boundary (Lower-Middle Jurassic). *Episodes*, vol. 24, 2001, pp. 166-175
- CRIMES, T. P. (1973) From limestones to distal turbidites: a facies and trace fossil analysis in the Zumaya flysch (Paleocene-Eocene), nonh-Spain. *Sedimentology*, vol. 20, 1973, pp. 105-131
- DABRIO, C. J.; ESTEBAN, M.; MARTIN, J. M. (1981) The coral-reef of Nijar, Messinian (Uppermost Miocene), Almeria Province, SE Spain. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 51, n.º 2, 1981, pp. 521-539
- DE VERNEUIL, E. (1862) Descubrimiento de la fauna primordial en Zaragoza. *Revista minera*, vol. 13, 1862, pp. 1-479
- DRONKERT, H. (1976) Late Miocene evaporites in the Sorbas basin and adjoining áreas. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, vol. 16, 1976, pp. 341-362
- ESPERANTE, R.; MUÑIZ, F.; NICK, K. E. (2009) Taphonomy of a mysticeti whale in the Lower Pliocene Huelva Sands Formation (southern Spain). *Geologica Acta*, vol. 7, 2009, pp. 489-505
- FALLOT, P. (1922) *Étude Géologique de la Sierra de Majorque*. Paris: Librairie polytechnique Ch. Béranger, 1922, 481 p.
- FALLOT, P. (1945) *Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Investigaciones Geológicas, 1945, 719 p.
- FENERO, R.; THOMAS, E.; ALEGRET, L. et ál. (2012) Oligocene benthic foraminifera from the Fuente Caldera section (Spain, Western Tethys: taxonomy and paleoenvironmental inferences). *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 42, 2012, pp. 286-304
- FLORES, J. A.; SIERRA, F. J.; FILIPPELLI, G. M. et ál. (2005) Surface water dynamics and phytoplankton communities during deposition of cyclic late Messinian sapropel sequences in the western Mediterranean. *Marine Micropaleontology*, vol. 56, 2005, pp. 50-79
- FRAU, C.; BULOT, L. G.; DELANOY, G. et ál. (en prensa) The Aptian GSSP candidate at Gorgo a Cerbara (Central Italy): an alternative interpretation of the bio-, litho- and chemostratigraphic markers. *Newsletter on Stratigraphy* <<https://doi.org/10.1127/nos/2017/0422>> [Consulta: 19/12/2017]
- GARCÍA-CORTÉS, A. (ed.) (2008) *Contextos geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, 2008, 235 p.
- GARCÍA SENZ, J. (2002) *Cuencas extensivas del Cretácico inferior en los Pirineos centrales, formación y subsecuente inversión*. Tesis doctoral inédita, Universitat de Barcelona, 2002
- GARCÍA, E. X. M.; ANTUNES, M. T.; CÁCERES-BALBINO, A. et ál. (2009) Los tiburones Lamniformes (Chondrichthyes, Galeomorphii) del Plioceno inferior de la formación Arenas de Huelva, suroeste de la cuenca del Guadalquivir, España. *Revista Mexicana de las Ciencias Geológicas*, vol. 26, n.º 3, 2009
- GÓMEZ DE LLARENA, J.; POU, J. (1914) Excursión geológica a Navas de Estena (montes de Toledo). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, vol. 14, 1914, pp. 385-388
- GONG, Z.; DEKKERS, M. J.; DINARÉS-TURELL, J. et ál. (2008) Remagnetization mechanism of Lower Cretaceous rocks from the Organyà basin (Pyrenees, Spain). *Studia Geophysica et Geodaetica*, vol. 52, 2008, pp. 187-210
- GONZÁLEZ DELGADO, J. A. (1983) *Estudio de los Gasterópodos del Plioceno de Huelva*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Salamanca, 474 p.
- GONZÁLEZ DELGADO, J. A.; ANDRES, I.; SIERRA, F. J. (1995) Late neogene molluscan faunas from the Northeast Atlantic (Portugal, Spain, Morocco). *Geobios*, vol. 28, n.º 4, 1995, pp. 459-471
- GONZÁLEZ DONOSO, J. M.; MOLINA, E. (1977-1978) El corte del Navazuelo (Cordilleras Béticas, Provincia de Granada). Posible hipoestratotipo del límite Oligoceno/Mioceno. *Cuadernos de Geología*, vol. 8-9, 1977-1978, pp. 225-240
- GONZÁLEZ-DELGADO, J. A.; MARTÍNEZ-GRAÑA, A. M.; CIVIS, J. et ál. (2015) Virtual 3D tour of the Neogene palaeontological heritage of Huelva (Guadalquivir Basin, Spain). *Environmental Earth Sciences*, vol. 73, 2015, pp. 4609-4618
- GOZALO, R.; LIÑÁN, E.; DIES, M. E. (2003) Intraspecific dimorphism in an evolutionary series of paradoxidids from

the Middle Cambrian of Murero, Spain. En LANE, P. D.; SIVETER, D. J.; FORTEY, R. A. (ed.) Trilobites and their relatives (proceedings of Oxford conference. Special Papers in Palaeontology), vol. 70, 2003, pp. 141-156

- GUERNET, C.; MOLINA, E. (1997) Les Ostracodes et le passage Paléocène-Éocène dans les Cordillères Bétiques (coupe de Caravaca, Espagne). *Geobios*, vol. 30, 1997, pp. 31-43
- GUERRA-MERCHÁN, A. (1997) Registro sedimentario de la transgresión plioceno al sur de Sierra Bermeja (Cordillera Bética, Mediterráneo occidental). *Cuadernos de Geología Ibérica*, vol. 22, 1997, pp. 103-120
- GUERRA-MERCHÁN, A.; PALMQVIST, P.; LOZANO FRANCISCO, M. D. C. (1996) Análisis sedimentológico y paleoecológico del yacimiento plioceno de Parque Antena (Estepona, Málaga). *Revista Española de Paleontología*, vol. 11, 1996, pp. 226-234
- GUTIÉRREZ MARCO, J. C.; RÁBANO, I.; LIÑÁN, E. et ál. (2008) Las sucesiones estratigráficas del Paleozoico inferior y medio. En *Contextos geológicos españoles: una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2008, pp. 31-43
- GUTIÉRREZ MARCO, J. C.; RABANO, I.; BARRÓN, E. (2011) *Geodiversidad en el Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real-Toledo): la ruta del Boquerón de Estena*. Madrid: Real Sociedad Española de Historia Natural, 2011, 26 p.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J. C.; SAN JOSÉ LANCHA, M. A. (DE); PIEREN, A. P. et ál. (2007) La sucesión paleozoica del Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real-Toledo). *Cuadernos del Museo Geominero*, vol. 8, pp. 417-434
- HAINE, J. (1855) Notice sur la géologie de l'île de Majorque. *Bulletin de la Société géologique de France*, vol. 2, 1855, pp. 734-752
- HANISCH, J. (1972) Venicale veneilung der ichnofossilien im Tertiär-flysch von Zumaya (N. Spanien). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Mh., vol. 9, 1972, pp. 511-526
- HERMITE, H. (1879) *Études géologiques sur les Iles Baléares. Première partie. Majorque et Minorque*. Tesis, Paris, 362 p.
- HILLEBRANDT, A. VON (1965) Foraminiferen-Stratigraphie im Alt-tertiär von Zumaya (Prov. Guipuzcoa, NW Spanien) und ein Vergleich mit anderen Tethys-Gebieten. *Bayerische Akademie der Wissenschaften*, vol. 123, 1965, 62 p.
- HOEDEMAEKER, P. J. (1994) Ammonite distribution around the Hauterivian-Barremian boundary along the Río

Argos (Caravaca, SE Spain). *Géologie Alpine, Mémoires hors série*, vol. 20, 1994, pp. 219-277

- HOTTINGER, L. (1960) Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène. *Mémoires Suisses de Paléontologie*, 75-76, 1960, 236 p.
- KAIHO, K.; LAMOLDA, M. (1999) Catastrophic extinction of planktonic foraminifera at the Cretaceous-Tertiary boundary evidenced by stable isotopes and foraminiferal abundance at Caravaca, Spain. *Geology*, vol. 27(4), 1999, pp. 355-358
- KRIJGSMAN, W.; FORTUIN, A. R.; HILGEN, F. J. et ál. (2001) Astrochronology for the Messinian Sorbas basin (SE Spain) and orbital (precessional) forcing for evaporite cyclicity. *Sedimentary Geology*, vol. 140, 2001, pp. 43-60
- KRIJGSMAN, W.; HILGEN, F.; RAFFI, I. et ál. (1999) Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature*, vol. 400, n.º 6745, 1999, pp. 652-655
- LA MARMORA, A. DE (1835) Observations géologiques sur les deux îles Baléares. *Memorias Academia Scienze Torino*, vol. 38, 1835, pp. 1-51
- LAMOLDA, M. A.; HANCOCK, J. M. (1996) The Santonian Stage and substages. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, vol. 66, 1996, pp. 95-102
- LAMOLDA, M. A.; PAUL, C. R. C.; PERYT, D. et ál. (2014) The Global Boundary Stratotype and Section Point (GSSP) for the base of the Santonian Stage, "Cantera de Margas", Olazagutia, northern Spain. *Episodes*, vol. 37, 2014, pp. 2-13
- LINARES, A.; SANDOVAL, J. (1990) The lower boundary of the Bajocian in the "Barranco de Agua Larga" section, (Subbetic Domain, Southern Spain). *Memorie descrittive Carta Geologica D'Italia*, vol. 40, 1990, pp. 13-22
- LINARES, A.; SANDOVAL, J. (1996) The genus *Haplopleuroceras* (Erycitidae, Ammonitina) in the Betic Cordillera, Southern Spain. *Geobios*, vol. 29, 1996, pp. 287-305
- LIÑÁN, E.; GOZALO, R.; DIES ÁLVAREZ, M. E. et ál. (2008) Fourth International Trilobite Conference, Trilo 08. Toledo, Spain, 2008. *Post-Conference Field Trip. Lower and Middle Cambrian trilobites of selected localities in Cadenas Ibéricas (NE, Spain)*, 2008, 52 p.
- LIÑÁN, E.; GOZALO, R. (1986) Trilobites del Cámbrico Inferior y medio de Murero (Cordillera Ibérica). *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, vol. 2, 1986, pp. 1-104
- MARQUÍNEZ, J.; MÉNDEZ, C. A.; MENÉNDEZ-ALVAREZ, J. R. et ál. (1982) Datos bioestratigráficos de la sucesión carbonífera (Tumesiense-Kasi-moviense) de las

Llacierias, Picos de Europa, Norte de España. *Trabajos de Geología*, vol. 12, 1982, pp. 187-193

- MARTÍN, J. M.; BRAGA, J. C.; RIDING, R. (1993) Siliciclastic stromatolites and thrombolites, Late Miocene, SE Spain. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol. 63, n.º 1, 1993, pp. 131-139
- MARTÍNEZ, G. (1992) *Hammatoceratinae (Ammonitina) del Toarciense superior y Aalenense en la Cordillera Ibérica*. Colección Tesis Doctorales n.º 374/92, Universidad Complutense de Madrid, 1992, 331 p.
- MARTÍNEZ, M.; PELLENARD, P.; DECONINCK, J. F. et ál. (2012) An orbital floating time scale of the Hauterivian/Barremian GSSP from a magnetic susceptibility signal (Río Argos, Spain). *Cretaceous Research*, vol. 36, 2012, pp. 106-115
- MAYORAL, E. (1986) *Tafonomía y paleoecología del Plioceno de Huelva-Bonares*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Sevilla, 1986, 599 p.
- MAYORAL, E.; LIÑÁN, E.; GÁMEZ VINTANED, J. A. et ál. (2008) El Cámbrico inferior del Cerro del Hierro (Sevilla). Propuesta de itinerario paleontológico. En CUENCA BONILLA, I.; MENOR CAMPILLO, A. (coord.) *Investigación científica y conservación en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla*. Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2008, pp. 27-43
- MIRAS, A. (1990) *Geoquímica y mineralizaciones de los depósitos de barita de Badajoz y Sevilla*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla, 481 p.
- MOLINA, E. (1980) *Oligoceno-Mioceno inferior por medio de foraminíferos planctónicos en el sector central de las Cordilleras Béticas (España)*. Tesis doctoral. Publicación Universidades de Granada y Zaragoza, 1980, 342 p.
- MOLINA, E. (1986a) Excursión al Cretácico Superior y Paleógeno del Prepirineo Oscense en el sector de Arguis. *Memorias de las I Jornadas de Paleontología*. Zaragoza, 1986, pp. 235-247
- MOLINA, E. (1986b) Description and biostratigraphy of the main reference section of the Eocene/Oligocene boundary in Spain: Fuente Caldera section. En POMEROL, CH.; PREMOLI-SILVA, I. (ed.) *Terminal Eocene Events*. Elsevier, 1986, pp. 53-63
- MOLINA, E. (1994) Paleocene sections in Spain: chronostratigraphical problems and possibilities. *GFF*, vol. 116, 1994, pp. 58-60
- MOLINA, E. (2004) Eventos de extinción del Cretácico-Terciario: valor patrimonial y conservación del barranco del Gredero (Caravaca, Murcia). En GUILLÉN MONDÉJAR, F.; DEL RAMO, A. (ed.) *El patrimonio geológico: cultura, turismo y medio ambiente*. Actas de la V Reunión de

la Comisión de Patrimônio Geológico de la Sociedad Geológica de España. Murcia: Universidad de Murcia, 2004, pp. 41-49

- MOLINA, E.; ARENILLAS, I. (1998) The Paleogene of the Zumaya section. En LAMOLDA, M. A. (ed.) *Libro guía del 24º Coloquio Europeo de Micropaleontología*, 1998, pp. 93-97
- MOLINA, E.; ALEGRET, L.; ARENILLAS, I. et ál. (2009) The Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Danian Stage (Paleocene, Paleogene, "Tertiary", Cenozoic): auxiliary sections and correlation. *Episodes*, vol. 32, 2009, pp. 84-95
- MOLINA, E.; ALEGRET, L.; ARENILLAS, I. et ál. (2001) Field-trip guide to the Agost and Caravaca sections (Betic Cordillera, Spain). En MARTÍNEZ RUIZ, F. C.; MOLINA, E.; RODRÍGUEZ TOVAR, F. J. (ed.) *6th Impact Markers in the Stratigraphic Record*. Granada. 2001, 72 p.
- MOLINA, E.; ANGORI, E.; ARENILLAS, I. et ál. (2003) Correlation between the Paleocene/Eocene boundary and the Ilerdian at Campo, Spain. *Revue de Micropaléontologie*, vol. 46, 2003, pp. 95-109
- MOLINA, E.; CANUDO, J. I.; GUERNET, C. et ál. (1992) The stratotypic ilerdian revisited: integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary. *Revue de Micropaléontologie*, vol. 35, 1992, pp. 143-156
- MOLINA, E.; CANUDO, J. I.; MARTÍNEZ-RUIZ, F. et ál. (1994) Integrated stratigraphy across the Paleocene/Eocene boundary at Caravaca, southern Spain. *Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. 87, 1994, pp. 47-61
- MOLINA, E.; ALEGRET, L.; APELLANIZ, E. et ál. (2011) The Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) for the base of the Lutetian Stage at the Gorrondatxe section, Spain. *Episodes*, vol. 34, 2011, pp. 86-108
- MOLINA, E.; ALEGRET, L.; ARENILLAS, I. et ál. (2005) The Cretaceous/Paleogene boundary at the Agost section revisited: paleoenvironmental reconstruction and mass extinction pattern. *Journal of Iberian Geology*, vol. 31, 2005, pp. 135-148
- MOLINA, E.; ALEGRET, L.; SERRA-KIEL, J. (2013) Los microfósiles del Prepirineo de Arguis (Huesca): breve guía para observarlos y reconocerlos. *Naturaleza Aragonesa*, vol. 30, 2013, pp. 4-12
- MONDÉJAR A.; DEL RAMO (ed.) (2004) *El patrimonio geológico: cultura, turismo y medio ambiente*. Actas de la V Reunión de la Comisión de Patrimônio Geológico de la Sociedad Geológica de España. Murcia: Universidad de Murcia, 2004, pp. 41-49
- MORENO-BEDMAR, J. A. (2010) *Ammonits de l'Aptià inferior de la Península Ibérica*. *Biostatigrafia i aportacions*

a l'estudi del Oceanic Anoxic Event 1a. Tesis doctoral inédita. Universitat de Barcelona, 2010. <<http://hdl.handle.net/2445/34792>> [Consulta 19/12/2017]

• NOLAN, H. (1893) Sur les terrains triasique et jurasique des iles Baléares. *Comptes Rendus de l'Académie des sciences de Paris*, vol. 117, 1893, pp. 821-823

• O'DOGHERTY, L.; SANDOVAL, J.; BARTOLINI, A. et ál. (2006) Carbon-isotope stratigraphy and ammonite faunal turnover for the Middle Jurassic in the Southern Iberian palaeomargin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 239, 2006, pp. 311-333

• OGG, J. G.; HINNOV, L. A. (2012) Cretaceous. En GRADSTEIN, F. M.; OGG, J. G.; SCHMITZ, M. et ál. (ed.) *The Geologic Time Scale 2012*. Amsterdam: Elsevier, 2012, pp. 793-853

• OGG, J. G.; STEINER, M. B.; COMPANY, M. et ál. (1988) Magnetostratigraphy across the Berriasian-Valanginian stage boundary (Early Cretaceous), at Cehegin (Murcia Province, southern Spain). *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 87, 1988, pp. 205-215

• OLÓRIZ, F.; CARACUEL, J.; MARQUES, B. et ál. (1995) Asociaciones de Tintinoides en facies Ammonítico Rosso de la Sierra Norte (Mallorca). *Revista Española de Paleontología*, número homenaje al Dr. Guillermo Colom, 1995, pp. 77-93

• OLÓRIZ, F.; LINARES, A.; GOY, A. et ál. (2002) Jurassic in the Betic Cordillera and Balearic Island. En GIBBONS, W.; MORENO, T. (ed.), *The Geology of Spain. The Geological Society*. London, 2002, pp. 235-253

• ORUE-ETXEBARRIA, X.; APELLANIZ, E. (1985) Estudio del límite Cuisiense-Luteciense en la Costa Vizcaína por medio de foraminíferos planctónicos. *Newsletters on Stratigraphy*, vol. 15(1), 1985, pp. 1-12

• OSETE, C. (1999) *Estudio magnetoestratigráfico en las Cordilleras Béticas. Límites Bajociense-Bathonense y Toarciense-Aalenense*. Tesis de diplomatura. Universidad Complutense de Madrid, 112 p.

• PAVIA, G.; ENAY, R. (1997) Definition of the Aalenian-Bajocian Stage boundary. *Episodes*, vol. 20, 1997, pp. 16-20

• PAYROS, A.; ORUE-ETXEBARRIA, X.; BERNAOLA, G. et ál. (2009) Characterization and astronomically calibrated age of the first occurrence of Turborotalia frontosa in the Gorrondatxe section, a prospective Lutetian GSSP: implications for the Eocene time scale. *Lethaia*, vol. 42, 2009, pp. 255-264

• PERCONIG, E. (1966) Sul l'esistenza del Miocene superiore in facies marine nella Spagna meridionale. Proceedings of the Third Session in Berne (1964). *Com. Med. Neogene Stratigraphy. I.U.G.S.*, pp. 288-302

• PERCONIG, E. (1968) Biostratigrafía della sezione di Carmona (Andalusia, Spagna) in base ai foraminiferi planctonici. CMNS Proc., IV Session, Bologna, 1967. *Giornale di Geologia*, vol. 35, 1968, 191 p.

• PERCONIG, E.; GRANADOS, L. F. (1973) *El estratotipo del Andalucense. Guidebook to XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología, España, Sept. 1973, C.N.G.* Madrid: Enadimsa, 1973, pp. 225-246

• PÉREZ-FOLGADO, M.; SIERRO, F. J.; BARCENA, M. A. et ál. (2003) Western versus eastern Mediterranean paleoceanographic response to astronomical forcing: a high-resolution microplankton study of precession-controlled sedimentary cycles during the Messinian. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, vol. 190, 2003, pp. 317-334

• PRUNER, P.; HOUŠA, V.; OLÓRIZ, F. et ál. (2010) High-resolution magnetostratigraphy and biostratigraphic zonation of the Jurassic/Cretaceous boundary strata in the Puerto Escaño section (southern Spain). *Cretaceous Research*, vol. 31, abril 2010, pp. 192-206

• RIDING, R.; BRAGA, J. C.; MARTÍN, J. M. (1991) Oolite stromatolites and thrombolites, Miocene, Spain: analogues of Recent giant Bahamian examples. *Sedimentary Geology*, vol. 71, n.º 3, 1991, pp. 121-127

• ROBIN, E.; MOLINA, E. (2006) Chronostratigraphy, composition and source of Ni-rich spinel in the late Eocene Fuente Caldera section (Spain): one impact or more? *Meteoritics and Planetary Science*, vol. 41, 2006, pp. 1231-1248

• ROMERO, G.; SANDOVAL, J.; CARACUEL, J. E. et ál. (2004) Jurassic Paleontological heritage of Murcia (Betic Cordillera, South-Eastern Spain). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, vol. 110, 2004, pp. 417-426

• SAN JOSÉ LANCHÁ, M. A. de; GUTIÉRREZ MARCO, J. C.; RÁBANO, I. (1997) Geología y Paleontología del Parque Nacional de Cabañeros (Ciudad Real). En GARCÍA CANSECO, V. (coord.) *El Parque Nacional de Cabañeros y sus pueblos*. Ed. Eco-hábitat, 1997, pp. 51-76

• SÁNCHEZ DE POSADA, L. C., VILLA, E., MARTÍNEZ CHACÓN, M. L. et ál. (1999) Contenido paleontológico y edad de la sucesión de Demués (Carbonífero, Zona Cantábrica). *Trabajos de geología*, vol. 21, 1999, pp. 339-352

• SÁNCHEZ DE POSADA, L. C.; MARTÍNEZ CHACÓN, E.; VILLA, E. et ál. (2002) The Carboniferous succession of the Asturian-Leonese Domain. An overview. *Cuadernos del Museo Geominero*, vol. 1, 2002, pp. 61-91

• SÁNCHEZ-HERNANDEZ, Y.; MAURRASSE, F. J. (2014) Geochemical characterization and redox signals from

the latest Barremian to the earliest Aptian in a restricted marine basin: El Pui section, Organyà Basin, south-central Pyrenees. *Chemical Geology*, vol. 372, 2014, pp. 12-31

- SANDOVAL, J. (1983) *Bioestratigrafía y Paleontología (Stephanocerataceae y Perisphinctaceae) del Bajocense y Bathonense de las Cordilleras Béticas*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Granada, 613 p.
- SANDOVAL, J. (1994) The Bajocian stage in the Island of Majorca: Biostratigraphy and ammonite assemblages. *Miscellanea del Servizio Geológico Nazionale*, vol. 5, 1994, pp. 203-215
- SANDOVAL, J. (2016) Ammonite assemblages and chronostratigraphy of the uppermost Bajocian-Callovian (Middle Jurassic) of the Murcia Region (Betic Cordillera, south-eastern Spain). *Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 127, 2016, pp. 230-246
- SANDOVAL, J.; O'DOGHERTY, L.; BILL, M. et ál. (2011) Estratigrafía isotópica del Bajociense Superior-Callovioense (Jurásico) en sierras de Lugar y Corque: Subbético externo, Región de Murcia. *Paleontología i Evolución*, M. E., 2011, pp. 349–353
- SANDOVAL, J.; CHANDLER, R. B. (2000) The Sonniniid ammonite *Euhoplloceras* from the Middle Jurassic of south-west England and southern Spain. *Palaeontology*, vol. 43, 2000, pp. 495-532
- SANDOVAL, J.; CHANDLER, R. B. (2015) *Labyrinthoceras* and *Frogdenites* (Sphaeroceratidae, Ammonitina) from Western Tethys: The origin of the Sphaeroceratidae. *Geobios*, vol. 48, 2015, pp. 39-56
- SANDOVAL, J.; CHECA, A. (2002) Taphonomy of cephalopods concentrations in the Jurassic of the Subbetic. En DE RENZI, M. et ál. (ed.) *Currents Topics on Taphonomy and Fossilization*. Ayuntamiento de Valencia, 2002, pp. 223–230.
- SANDOVAL, J.; LINARES, A.; HENRIQUES, M. H. (2000) The Middle Jurassic genus *Riccardiceras* (Otoitidae, Ammonitina) in the westernmost Tethys: Betic Cordillera and Lusitanian Basin. *Revue de Paleobiologie*, vol. 8, 2000, pp. 29-44
- SCHAUB, H. (1981) Nummulites et Assilines de la Téthys Paléogène. Taxonomie, hylogénèse et biostratigraphie. *Mémoires Suisses de Paléontologie*, vol. 104-106, 1981, 236 p.
- SCHLÖGL, J.; ELMÍ, S.; RAKÚS, M. et ál. (2006) Specialization and iterative evolution of some Western Tethyan Bathonian ammonites [*Benatinites* (B.) nov. B. (*Lugariceras*) nov. and *Hemigarantia*. *Geobios*, vol. 39, 2006, pp. 113-124
- SCHMITZ, B.; ASARO, F.; MOLINA, E. et ál. (1997) High-resolution iridium, $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$, foraminifera and nannofossil profiles across the latest Paleocene benthic extinction event at Zumaya, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 133, 1997, pp. 49-68
- SCHMITZ, B.; MOLINA, E.; VON SALIS, K. (1998) The Zumaya section in Spain: a possible global stratotype section for the Selandian and Thanetian Stages. *Newsletters on Stratigraphy*, vol. 36, 1998, pp. 35-42
- SCHMITZ, B.; PUJALTE, V.; MOLINA, E. et ál. (2011) The Global Stratotype Section and Points for the bases of the Selandian (Middle Paleocene) and Thanetian (Upper Paleocene) stages at Zumaia, Spain. *Episodes*, vol. 34, 2011, pp. 220-243
- SEYFRIED, H. (1978) Der subbetiche Jura von Murcia (Südost-Spanien). *Geologisches Jahrbuch*, vol. 29, 1978, pp. 3–201
- SIERRO, F. J.; FLORES, J. A.; CIVIS, J. et ál. (1993) Late Miocene Globorotaliid event-stratigraphy and biogeography in the NE Atlantic and Mediterranean. *Marine Micropaleontology*, vol. 21, 1993, pp. 143-168
- SIERRO, F. J.; FLORES, J. A.; FRANCES, G. et ál. (2003) Orbitally-controlled oscillations in planktic communities and cyclic changes in western Mediterranean hydrography during the Messinian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 190, 2003, pp. 289-316
- SIERRO, F. J.; FLORES, J. A.; ZAMARRENO, I. et ál. (1999) Messinian pre-evaporite sapropels and procession-induced oscillations in western Mediterranean climate. *Marine Geology*, vol. 153, 1999, pp. 137-146
- SIERRO, F. J.; GONZÁLEZ-DELGADO, J. A.; DABRIO, C. J. et ál. (1996) Late Neogene depositional sequences in the foreland basin of Guadalquivir (SW Spain). En FRIEND P.; DABRIO, C. J. *Tertiary Basins of Spain: The stratigraphic record of crustal kinematics*. Cambridge University Press, 1996, pp. 329-334
- SIERRO, F. J.; HILGEN, F. J.; KRIJGSMAN, W. et ál. (2001) The Abad composite (SE Spain): a Messinian reference section for the Mediterranean and the APTS. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 168, 2001, pp. 141-169
- SILVA, S. C.; CANALES M. L.; SANDOVAL, J. et ál. (2017) Paleocological analysis based on benthic foraminifera of the Aalenian–Bajocian boundary (Middle Jurassic) in the Barranco de Agua Larga section (Betic Cordillera, SE Southern Spain). *Journal of Iberian Geology*, vol. 43, 2017, pp. 1-22
- SMIT, J. (1979) The Cretaceous-Tertiary transition in the Barranco del Gredero, Spain. En CHRISTENSEN W. K.;

BIRKELUND T. (ed) *Proc. C-T boundary event Symp.*, vol. 11, 1979, pp. 156-163.

- SMIT, J. (1982) Extinction and evolution of planktonic foraminifera after a major impact at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Geological Society of America, Special Paper*, vol. 190, 1982, pp. 329-352
- SMIT, J.; HERTOGEN J. (1980) An extraterrestrial event at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Nature*, vol. 285, 1980, pp. 198-200
- SVOBODOVÁ, A.; KOŠŤÁK, M. (2016) Calcareous nannofossils of the Jurassic/Cretaceous boundary strata in the Puerto Escaño section (southern Spain) biostratigraphy and palaeoecology. *Geologica Carpathica*, vol. 67, 2016, pp. 223-238
- VAN DEN BERG, B. C. J.; SIERRA, F. J.; HILGEN, F. J. et ál. (2015) Astronomical tuning for the upper Messinian Spanish Atlantic margin. Disentangling basin evolution, climate cyclicity and MOW. *Global and Planetary Change*, vol. 135, 2015, pp. 89-103
- VERA-PELÁEZ, J.L.; LOZANO-FRANCISCO, M. C.; MUÑOZ SOLÍS, R. et ál. (1995) Estudio preliminar de la malacofauna del Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Iberus*, vol. 13, 1995, pp. 93-117
- VERA, J. A.; ARIAS, C.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, M. et ál. (2004) Cordillera Bética y Baleares: Las Zonas Externas Béticas y el Paleomargen Subibérico. En VERA, J. A. (ed.) *Geología de España*. Madrid: SGE-IGME, 2004, pp. 354-361
- WARD, P. D.; KENNEDY, W. J. (1993) Maastrichtian ammonites from the Biscay region (France, Spain). *Memoirs of the Paleontological Society*, vol. 34, 1993, pp. 1-58
- WARD, P. D.; WIEDMANN J.; MOUNT, J. F. (1986) Maastrichtian molluscan biostratigraphy and extinction patterns in a Cretaceous/Tertiary boundary section exposed at Zumaya. *Geology*, vol. 14, 1986, pp. 899-903

Dinosaurios de la Península Ibérica

Luis Alcalá, Alberto Cobos, Rafael Royo-Torres | Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis/Museo Aragonés de Paleontología

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4145>

RESUMEN

Los documentos históricos más antiguos relacionados con los dinosaurios de la Península Ibérica provienen de una leyenda portuguesa de origen religioso del siglo XIII: en una ermita conmemorativa situada al sur de Lisboa se encuentra un mural cerámico del siglo XVIII que incluye la representación de huellas de dinosaurios. No obstante, los primeros estudios de fósiles de dinosaurios de Portugal y de España se publicaron a finales del siglo XIX. Desde entonces se ha demostrado que la Península Ibérica contiene un registro muy destacado de dinosaurios que se extiende desde el Jurásico Medio hasta el Cretácico terminal; la gran diversidad de tipos que contiene, su abundancia y el prolongado intervalo temporal representado –100 millones de años– convierten a la Península Ibérica en una de las áreas de mayor interés para el estudio de los dinosaurios y de su evolución. Así, se han descrito 40 nuevas especies y se ha presentado una treintena de tesis doctorales sobre fósiles de dinosaurios ibéricos en universidades de España y Portugal. Asimismo se han excavado, habilitado y protegido legalmente numerosos yacimientos (especialmente de huellas) y también se han impulsado socioeconómicamente algunas zonas carentes de otros recursos mediante la creación de centros paleontológicos de diversa envergadura. Todo ello permite aventurar un futuro todavía más prometedor para el incremento de la repercusión internacional de la Península Ibérica en el ámbito científico de los dinosaurios, así como en el de la gestión del patrimonio paleontológico con objeto de promover su conservación y utilización como recurso educativo y geoturístico.

Palabras clave

Dinosaurios | Conservación | Difusión | Fósiles | Geoturismo | Investigación | Península Ibérica |



La reconstrucción del carcarodontosaurio *Concavenator* en acción de perseguir a un iguanodontio en el Museo de Paleontología de Castilla-La Mancha (Cuenca)
| foto Luis Alcalá, autor de todas las imágenes que ilustran este artículo foto mientras no se indique lo contrario

LOS INICIOS

Los fósiles siempre se han encontrado en nuestro entorno y han formado parte de folclores y mitos cotidianos. En este sentido, sabemos que los humanos ya se relacionaban con ellos desde hace cerca de 100.000 años pues utilizaron, por ejemplo, fósiles de erizos de mar como raspadores. El ser humano convivió con los restos de seres vivos del pasado, entre ellos los dinosaurios, sin haber comprendido todavía su verdadera procedencia, y suponemos que interpretarían de una forma mística-religiosa o con la racionalidad de la época algo que para ellos era desconocido. La atracción que le despertaban tales curiosidades, sin saber entonces en realidad qué eran ni a qué seres habían pertenecido, se ha mantenido hasta nuestros días en los que ya manejamos respuestas acerca de su significado.

Para encontrar los vestigios históricos más antiguos de fósiles de dinosaurios en la Península Ibérica tenemos que dirigirnos a Portugal. Nada menos que del siglo XIII data la leyenda de *Nossa Senhora da Pedra da Mua*, escenificada en la bahía de Lagosteiros al sur de Lisboa. Dicha leyenda relata que la Virgen María, montada en una mula (“mua”) con el Niño Jesús, subió desde el mar a través de los acantilados existentes al norte de cabo Espichel, concretamente remontando un estrato casi vertical. La leyenda se fundamentaba en la presencia de huellas en una capa del acantilado en la que se aprecian rastros que atribuyeron a la mula. En 1410 se construyó en ese lugar la Ermida da Memoria, que actualmente forma parte del Santuário de Nossa Senhora do Cabo o da Pedra da Mua, que es objeto de peregrinaciones marianas. En el interior de dicha ermita se colocó en el siglo XVIII un mural cerámico que representa la leyenda. Hoy en día esas huellas se



Los azulejos de la Ermida da Memoria, en Sesimbra

interpretan, en su mayoría, como icnitas producidas por dinosaurios saurópodos (y, en menor medida, por terópodos) en el Jurásico Tardío, por lo que el embaldosado cerámico representaría la primera ilustración sobre icnitas de dinosaurios realizada en el mundo (SANTOS, 2003).

En España se conoce la existencia de poblados celtibéricos y de centros monacales de los siglos IX y X cerca de yacimientos con icnitas de dinosaurios en La Rioja Baja. Las necrópolis de Regumiel de la Sierra y Revenga en Burgos se sitúan en areniscas del Grupo Urbión (Cretácico Inferior), próximas a huellas tridáctilas (MORATALLA; SANZ; JIMÉNEZ, 1997). Sin embargo, no se conocen las interpretaciones de las icnitas que pudieron desarrollar esas culturas. Posteriormente y durante siglos, en la cultura popular española se han vinculado huellas de dinosaurios con el paso de Santiago el Mayor: en numerosas poblaciones de la mitad norte peninsular se relacionaban las marcas de las rocas, que resultaban inexplicables tanto para la mentalidad campesina como para la erudita de la época, con las huellas de su fabuloso caballo volador. Este proceso de vinculación debió de producirse durante la etapa de popularidad del santo en el siglo XI para empezar a decaer con la difusión de las ideas ilustradas del siglo XVIII y desaparecer en el siglo XIX, momento en el que la influencia racionalista y naturalista de la ciencia cambió la interpretación de los fósiles. A las huellas fósiles de tres dedos, en lugares como Munilla en La Rioja, Bretún en Soria o Regumiel de la Sierra en Burgos, se les han atribuido orígenes fantásticos relacionados con gallinas gigantes encantadas por los moros, o con las brujas, o con un águila real gigantesca que rapiñaba a los niños y los ganados de la zona. En el caso concreto de Bretún, las capas con huellas de dinosaurio de la localidad se interpretaban por los vecinos como un antiguo corral



Interpretación del yacimiento de Pedra da Mua en Sesimbra, que se sitúa en el acantilado sobre el que se construyó la Ermida da Memoria

donde los primeros habitantes del pueblo guardaban sus palomas y ganados (AGUIRREZABALA; VIERA, 1980; MORATALLA; SANZ; JIMÉNEZ, 1997).

Actualmente, cada vez es más habitual el hallazgo de restos de dinosaurios a lo largo de la geografía ibérica. Así, se han documentado centenares de yacimientos con restos directos —elementos del esqueleto— o indirectos —aquellos otros que nos muestran el resultado de su actividad en vida, como huellas, huevos o coprolitos— de estos vertebrados (ORTEGA; ESCASO; GASULLA et ál., 2006). Sin embargo, el esplendor actual en lo que a la dinosauriología de la Península Ibérica se refiere se comprende por la escasa tradición paleontológica en dinosaurios llevada a cabo siglos atrás, cuando el conocimiento de los “lagartos terribles” en otros lugares del mundo se encontraba mucho más avanzado. Así, mientras que ya en la primera mitad del siglo XIX se habían descrito en el Reino Unido dinosaurios como el carnívoro *Megalosaurus* (1824) o los fitófagos (comedores de plantas), *Iguanodon* (1825) e *Hylaeosaurus* (1833), y donde ya en 1842 se había propuesto por Owen el término “dinosaurio”, en la Península Ibérica aún no se había realizado ninguna investigación científica relevante.

Los primeros fósiles de dinosaurios encontrados en Portugal fueron dos dientes de terópodo descubiertos en Porto das Barcas cerca de Lourinhã en 1863 (ANTUNES; MATEUS, 2003) y otros encontrados posteriormente fueron descritos por Sauvage (1897-1898). En 1884 se observaron icnitas de dinosaurios cerca de Cabo Mondego y las describió Gomes en 1916.

La Paleontología de dinosaurios en España también comenzó con el siglo XIX bien avanzado, en 1872, cuando Juan Vilanova y Piera (el primer catedrático de Geología y Paleontología español, de la Universidad Central de Madrid) citó textualmente en su Compendio de Geología, tras mencionar varios restos de un reptil colosal en Morella (Castellón): “También poseo dos huesos largos, que probablemente pertenecen al *Iguanodon* (sic) Mantelli que, procedentes de Utrillas, me mandó hace poco el distinguido médico de Montalbán D. Jerónimo Balduque”. Comunicó esos hallazgos a la Sociedad Española de Historia Natural en 1873 y hoy en día se sabe que los dos fragmentos de huesos asignados por Vilanova al dinosaurio comedor de plantas *Iguanodon* probablemente formaban parte de una tibia de un dinosaurio carnívoro (PEREDA-SUBERBIOLA; RUIZ-OMEÑACA, 2005). De tal manera que hace casi 150 años se produjo el pistoletazo de salida de la historia de los hallazgos de restos de dinosaurios en España. No obstante, sería injusto no referirse a la mención por Guillermo Schulz (en su obra *Descripción Geológica de Asturias*, 1858) del fósil que en primera instancia se asignó a un diente de tiburón y que posteriormente, en 1873, se identificó como perteneciente al dinosaurio terópodo *Megalosaurus*, según Justo Egozcue. Desgraciadamente todos estos fósiles están desaparecidos, si bien de los de Utrillas se conserva un dibujo realizado por el paleon-

tólogo castellonense José Royo Gómez alrededor de la década de 1920 (PEREDA-SUBERBIOLA; RUIZ-OMEÑACA, 2005). Por lo tanto, durante la totalidad del siglo XIX el estudio de los dinosaurios en España resultó muy poco fructífero y se desarrolló escasamente. Sin embargo, las publicaciones sobre yacimientos se han multiplicado extraordinariamente en casi todas las comunidades autónomas españolas y se han descrito centena-

Tabla 1. Listado de géneros y especies de dinosaurios terópodos de la Península Ibérica

TAXÓN	FORMACIÓN	EDAD	LOCALIDAD	CLASIFICACIÓN	REFERENCIA
<i>Noguerornis gonzalesi</i>	Calizas litográficas del Montsec	Barremiense	El Montsec (Lérida)	Euenantiornithes	Lacasa-Ruiz, 1989
<i>Concornis lacustris</i>	Calizas de la Huérguina	Barremiense superior	Las Hoyas (Cuenca)	Euenantiornithes	Sanz, Buscalioni, 1992
<i>Eoalulavis hoyasi</i>	Calizas de la Huérguina	Barremiense superior	Las Hoyas (Cuenca)	Euenantiornithes	Sanz et ál., 1996
<i>Iberomesornis romerali</i>	Calizas de la Huérguina	Barremiense superior	Las Hoyas (Cuenca)	Euenantiornithes	Sanz y Bonaparte, 1992
<i>Pelecanimimus polyodon</i>	Calizas de la Huérguina	Barremiense superior	Las Hoyas (Cuenca)	Ornithomimosauria	Pérez-Moreno et ál., 1994
<i>Concavenator corcovatus</i>	Calizas de la Huérguina	Barremiense superior	Las Hoyas (Cuenca)	Carcharodontosauria	Ortega et ál., 2010
<i>Camarillasaurus cirugedae</i>	Camarillas	Barremiense inferior	Camarillas (Teruel)	Ceratosauria	Sánchez-Hernández y Benton, 2014
<i>Lourinhanosaurus antunesi</i>	Sobral	Kimmeridgiense-Titoniense inferior	Peralta (Lourinhã)	Metriacanthosauridae	Mateus, 1998; Malafaia, 2017
<i>Allosaurus cf. europaeus</i>	Bombarral (=Lourinhã)	Titoniense	Andrés (Pombal)	Allosauroidea	Malafaia, 2017
<i>Allosaurus europaeus</i>	Praia da Amoreira-Porto Novo	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Praia de Vale Frades (Lourinhã)	Allosauroidea	Malafaia, 2017; Mateus et ál., 2006
<i>Ceratosaurus aff. nasicornis</i>	Praia da Amoreira-Porto Novo, Freixial y Sobral	Kimmeridgiense superior-Titoniense superior	Valmitão (Ribamar, Lourinhã)	Ceratosauria	Malafaia, 2017
<i>Ceratosaurus</i> sp.	Praia da Amoreira-Porto Novo	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Torres Vedras, Lourinhã y Peniche	Ceratosauria	Malafaia et ál., 2015; Malafaia, 2017
<i>Torvosaurus gurneyi</i>	Praia da Amoreira-Porto Novo	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Praia de Vermelha (Peniche)	Megalosauroidea	Hendrickx, Mateus, 2014; Malafaia et ál., 2017
<i>Torvosaurus</i> sp.	Praia da Amoreira-Porto Novo, Alcobaça y Sobral	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Torres Vedras, Lourinhã, Peniche, Caldas da Rainha	Megalosauroidea	Malafaia et ál., 2017
<i>Aviatyrannis jurassica</i>	Alcobaça	Kimmeridgiense	Guimarota (Leiria)	Tyrannosauroidea	Rauhut, 2003; Malafaia, 2017

TAXÓN	FORMACIÓN	EDAD	LOCALIDAD	CLASIFICACIÓN	REFERENCIA
<i>Lohuecotitan pandafilandi</i>	Villalba de la Sierra	Campaniense-Maastrichtiense	Fuentes (Cuenca)	Titanosauria	Díez-Díaz et ál., 2016
<i>Lirainosaurus astibiae</i>		Campaniense	Laño (Burgos)	Titanosauria	Sanz et ál., 1999
<i>Demandasaurus darwini</i>	Castrillo de la Reina	Barremiense superior-Aptiense inferior	Salas de los Infantes (Burgos)	Rebbachisauridae	Torcida et ál., 2011
<i>Europatitan eastwoodi</i>	Castrillo de la Reina	Barremiense superior-Aptiense inferior	Salas de los Infantes (Burgos)	Titanosauriformes	Torcida et ál., 2017
<i>Tastavinsaurus sanzi</i>	Chert y Forcall	Barremiense superior	Peñarroya de Tastavins y El Castellar (Teruel)	Titanosauriformes	Canudo et ál., 2008; Royo et ál., 2012
<i>Soriatitan golmayensis</i>	Golmayo	Hauteriviense-Barremiense inferior	Golmayo (Soria)	Titanosauriformes	Royo-Torres et ál., 2017
<i>Turiasaurus riodevensis</i>	Villar del Arzobispo	Kimeridgiense-Titoniense	Riodeva (Teruel)	Turiasauria	Royo-Torres et ál., 2006
<i>Losillasaurus giganteus</i>	Villar del Arzobispo	Kimeridgiense-Titoniense	Alpuente (Valencia)	Turiasauria	Casanovas et ál., 2001
<i>Aragosaurus ischiaticus</i>	Villar del Arzobispo	Kimeridgiense-Titoniense	Galve (Teruel)	Macronaria	Sanz et ál., 1987; Royo et ál., 2014
<i>Galveosaurus herreroi</i>	Villar del Arzobispo	Kimeridgiense-Titoniense	Galve (Teruel)	Titanosauriformes	Sánchez-Hernández, 2005
<i>Lusotitan atalayensis</i>	Sobral	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Peralta (Atalaia)	Titanosauriformes	Lapparent y Zbyszewski, 1957; Antunes y Mateus, 2003
<i>Lourinhasaurus alenquerensis</i>	Sobral	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Moinho do Carmo (Alenquer)	Macronaria	Lapparent y Zbyszewski, 1957; Dantas et ál., 1998
<i>Dinheirosaurus lourinhanensis</i>	Praia da Amoreira-Porto Novo	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Moinho do Carmo (Alenquer)	Diplodocidae	Bonaparte y Mateus, 1999
<i>Zby atlanticus</i>	Praia da Amoreira-Porto Novo	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Vale Pombas (Lourinhã)	Turiasauria	Mateus et ál., 2014

Tabla 2. Listado de géneros y especies de dinosaurios saurópodos de la Península Ibérica

res de nuevos hallazgos. Así, mientras que en 1984 en España se conocía apenas una treintena de enclaves fosilíferos con dinosaurios y el número de publicaciones no sobrepasaba el medio centenar, hoy se contabiliza más de medio millar de yacimientos importantes y el número de publicaciones de calado internacional se ha multiplicado exponencialmente. De hecho, desde que en 1916 se publicó el primer trabajo sobre huellas de dinosaurios en la Península Ibérica (GOMES, 1916), se ha documentado casi un cuarto de

TAXÓN	FORMACIÓN	EDAD	LOCALIDAD	CLASIFICACIÓN	REFERENCIA
<i>Struthiosaurus</i> sp.	Vitoria	Campaniense superior	Laño (Burgos)	Nodosauridae	Pereda Suberbiola, 1999
<i>Europelta carbonensis</i>	Escucha	Albiense inferior	Ariño (Teruel)	Nodosauridae	Kirkland et ál., 2013
<i>Polacanthus</i> sp.	Morella	Barremiense superior	Morella (Castellón)	Polacanthidae	Pereda Suberbiola et ál., 2007; Gasulla et ál., 2011
<i>Dacentrurus armatus</i>	Villar del Arzobispo	Kimmeridgiense-Titoniense	Varias localidades	Stegosauria	Cobos et ál., 2010
" <i>Miragaia longicollum</i> "	Sobral	Kimmeridgiense superior-Titoniense inferior	Lourinhã	Stegosauria	Mateus et ál., 2009; Cobos y Gascó, 2013
<i>Dracopelta zbyzewskii</i>		Kimmeridgiense	Assenta (Torres Vedras)	Ankylosauria	Galton, 1980

Tabla 3. Listado de géneros y especies de dinosaurios tireóforos de la Península Ibérica

millar de yacimientos de este tipo y se han catalogado más de 22.000 huellas (FCPTD, 2009). En total, se contabilizan 40 nuevas especies de dinosaurios propuestas con material de España y Portugal (ver tablas 1 a 4) y se han defendido 29 tesis doctorales sobre fósiles de dinosaurios ibéricos en universidades de España y Portugal (MORATALLA, 1993; SANTOS, 2003; PÉREZ PÉREZ, 2004; COMPANY, 2004; MATEUS, 2005; ROYO-TORRES, 2006; 2009a; RUIZ-OMEÑACA, 2006; TORICES-HERNÁNDEZ, 2007; BARCO, 2009; VILA, 2010; COBOS, 2011; CRUZADO-CABALLERO, 2012; TORCIDA, 2012; CASTANERA, 2013; DÍEZ-DÍAZ, 2013; DÍAZ-MARTÍNEZ, 2013; ESCASO, 2014; MORENO-AZANZA, 2014; GASCA, 2015; GASCÓ, 2015; GASULLA, 2015; GARCÍA-ORTÍZ, 2016; MOCHO, 2016; PIÑUELA, 2016; RAZZOLINI, 2016; SUÑER, 2016; CUESTA, 2017; MALAFAIA, 2017; VERDÚ, 2017).

Las sucesiones estratigráficas en las que yace, o de las que proviene, este extenso registro son muy completas en intervalos que abarcan desde el Jurásico Medio portugués hasta el Cretácico terminal del Pirineo español, con excelente exposición de los afloramientos. Además, esta sucesión reúne a casi todos los tipos de rocas y de medios sedimentarios en los que se han descrito icnitas de dinosaurios, asociadas en la mayoría de ocasiones a importantes yacimientos de restos directos de estos vertebrados. El conjunto aporta una valiosa información científica sobre la evolución y modos de vida de los dinosaurios en un área muy restringida: la Placa Ibérica.

Un clima predominantemente templado y seco, que condiciona una escasa cobertera vegetal, una gran variedad de entornos geológicos y las características fisiográficas existentes en la Península Ibérica, favorecen la exposición de una gran cantidad y calidad de afloramientos con icnitas y con

TAXÓN	FORMACIÓN	EDAD	LOCALIDAD	CLASIFICACIÓN	REFERENCIA
<i>Koutalisaurus kohlerorum</i>	Tremp	Maastrichtiense superior	Abella de la Conca (Lérida)	Lambeosaurinae	Prieto-Márquez et ál., 2006
<i>Arenysaurus ardevoli</i>	Tremp	Maastrichtiense superior	Arén (Huesca)	Lambeosaurinae	Pereda-Suberbiola et ál., 2009
<i>Blasisaurus canudoi</i>	Arén	Maastrichtiense superior	Arén (Huesca)	Lambeosaurinae	Cruzado-Caballero et ál., 2010
<i>Pararhabdodon isonensis</i>	Tremp	Maastrichtiense superior	Isona (Lérida)	Lambeosaurinae	Casanovas-Cladellas et ál., 1993
<i>Rhabdodon</i> sp.	Vitoria	Campaniense superior	Laño (Burgos)	Iguanodontia	Pereda-Suberbiola y Sanz, 1999
<i>Proa valdearinoensis</i>	Escucha	Albiense inferior	Ariño (Teruel)	Ornithopoda	McDonald et ál., 2012
<i>Morelladon beltrani</i>	Morella	Barremiense superior	Morella (Castellón)	Ornithopoda	Gasulla et ál., 2015
<i>Mantelisaerus atherfieldensis</i>	Morella	Barremiense superior	Morella (Castellón)	Ornithopoda	Gasulla, 2015
<i>Iguanodon bernissartensis</i>	Morella	Barremiense superior	Morella (Castellón)	Ornithopoda	Gasulla et ál., 2014
<i>Iguanodon galvensis</i>	Camarillas	Barremiense superior	Galve (Teruel)	Ornithopoda	Verdú et ál., 2015, 2017a
" <i>Delapparentia turolensis</i> "	Camarillas	Barremiense superior	Galve (Teruel)	Ornithopoda	Ruiz-Omeñaca, 2011; Verdú et ál., 2017b
<i>Gideonmantellia amosanjuanae</i>	Camarillas	Barremiense superior	Galve (Teruel)	Ornithopoda	Ruiz-Omeñaca et ál., 2012
<i>Magnamanus soriaensis</i>	Golmayo	Hauteriviense-Barremiense	Golmayo (Soria)	Ornithopoda	Fuentes-Vidarte et ál., 2016
<i>Draconyx loureiroi</i>	"Bombarral"	Titoniense	Vale Frades (Lourinhã)	Styracosterna	Mateus y Antunes, 2001
<i>Uteodon aphanocetes</i>	Praia da Amoreira-Porto Novo	Kimmeridgiense superior	Praia da Corva (Torres Vedras)	Styracosterna	McDonald, 2011; Escaso, 2014
<i>Eousdryosaurus nanohallucis</i>	Alcobaça	Kimmeridgiense superior	Porto das Barcas (Lourinhã)	Dryosauridae	Escaso et ál., 2014

Tabla 4. Listado de géneros y especies de dinosaurios ornitópodos de la Península Ibérica

restos directos. El área geográfica en la que se sitúan estos yacimientos se relaciona con la emersión de cuencas sedimentarias próximas entre sí y en continua evolución durante el Mesozoico, en las que están presentes las características sedimentarias, paleoambientales y paleogeográficas necesarias para que se generase una gran variedad de yacimientos. La excepcional continuidad del registro sedimentario y la variedad de procesos geológicos asociados ha supuesto encontrar yacimientos en la mayoría de las facies y ambientes sedimentarios posibles. Así, encontramos yacimientos tanto en

depósitos fluviales como litorales del área supra e intermareal y en ambientes palustres, lacustres y deltaicos, todos ellos en zonas de alta actividad sedimentaria.

Los yacimientos conocidos contienen ejemplos característicos que suministran valiosa información para inferir qué animales vivieron o produjeron las huellas y su comportamiento individual y de grupo (MORATALLA, 1993; PÉREZ-LORENTE, 2003; GARCÍA-RAMOS; PIÑUELA; LIRES, 2006; TORCIDA, 2006; ANDRÉS; ALCALÁ; BARCO et ál., 2007; FCPTD, 2009; POZA; SUÑER; SANTOS-CUBEDO et ál., 2008; SANTOS; MORATALLA; ROYO-TORRES et ál., 2009, etc.). Entre los centenares de yacimientos de icnitas conocidos, varios destacan por el gran número de huellas (con más de 3.000) y de rastros (alguno de los cuales supera los 140 m de longitud), como son Vale de Meios en Portugal o El Peladillo y Fumanya en España, entre otros. También están representados casos de conservación excepcional en los que ha quedado fosilizada la impresión de la piel e incluso las marcas de deslizamiento sobre el barro, así como algunas huellas que con-

A la izquierda, el megayacimiento de icnitas de dinosaurio del Jurásico Medio de Vale de Meios (Santarém); a la derecha, Un pequeño sector del megayacimiento de icnitas de dinosaurios del Cretácico Tardío de Fumanya (Barcelona)





Ícnita de Alcalá de la Selva (Teruel) que conserva completamente el pie del dinosaurio en forma de contramolde, así como su trayectoria en el interior del sedimento

servan el pie del dinosaurio casi completo en forma de contramolde, como en los yacimientos Costalomo y Río Alcalá en España (HUERTA; TORCIDA; FARLOW et ál., 2012; COBOS; GASCÓ; ROYO-TORRES et ál., 2016).

MARCO GEOLÓGICO GENERAL

La Península Ibérica equivale geológicamente a la conocida como Placa Ibérica, que durante buena parte del Mesozoico ocupó una posición estratégica justamente en el centro de las principales áreas emergidas (primero en el supercontinente Pangea y también luego durante su división en Laurasia y Gondwana). Durante el Kimmeridgiense-Titoniense (Jurásico Tardío) funcionó como una isla de un conjunto mayor de islas europeas situadas entre Laurasia y Gondwana. La Placa Ibérica contenía varias cuencas sedimentarias con ambientes muy variados (lacustres, fluviales y deltaicos) como consecuencia de una fase de extensión relacionada con la apertura del Mar de Tethys (ancestro del actual Mar Mediterráneo) y del Océano Atlántico. Los vertebrados más estudiados que vivieron en estos ambientes fueron principalmente tortugas, cocodrilos y dinosaurios (estos últimos muy diversos y abundantes). Los dinosaurios que habitaron la Península Ibérica en el Jurásico Tardío eran similares a los hallados en otras formaciones jurásicas de África y Estados Unidos (MATEUS, 2006; ROYO-TORRES; COBOS; ABERASTURI et ál., 2009; COBOS; LOCKLEY; GASCÓ et ál., 2014; MOCHO, 2016; MALAFAIA, 2017). Sin embargo, su evolución en un ambiente de isla propició que tuvieran algunas particularidades, con taxones propios de diversos grupos (tablas 1-4): terópodos (ceratosaurios, alosau-

roideos, megalosauroides y tiranosauroides), saurópodos (turiasaurios, diplodócidos, macronarios basales y titanosauriformes), ornitópodos (driosáuridos y camptosáuridos) y tireóforos (estegosaurios y anquilosaurios). Aunque los fósiles de dinosaurios más antiguos se registran en el Jurásico Medio, la mayoría se concentra en afloramientos del Jurásico Superior (Kimmeridgiense-Titoniense). Durante el Cretácico continuó la separación de las grandes masas continentales pero existieron conexiones esporádicas durante el Cretácico Temprano entre las islas del este europeo, Norteamérica y África (ROYO-TORRES; UPCHURCH; KIRKLAND et ál., 2017; ROYO-TORRES; FUENTES; MEIJIDE et ál., 2017) que permitieron el intercambio de asociaciones de dinosaurios. El registro de dinosaurios es abundante especialmente en los intervalos Barremiense-Albiense (Cretácico Temprano) y, posteriormente, en el Campaniense-Maastrichtiense (Cretácico Tardío), como se resume en la tablas 1, 2, 3 y 4. En el Barremiense se encuentran emblemáticas aves del grupo Enantiornithes (en Las Hoyas, Cuenca) y terópodos no avianos ornitomimosaurios, carcarodontosaurios y ceratosaurios. Los dinosaurios fitófagos más representativos eran los braquiosáuridos, rebquisáuridos, iguanodontios y polacántidos. En el Albiense la fauna estuvo dominada principalmente por iguanodontios y nodosáuridos. Finalmente, en el Cretácico Tardío los ecosistemas estuvieron dominados por titanosaurios y hadrosaurios (ORTEGA; ESCASO; GASULLA et ál., 2006; GASULLA; ORTEGA; ESCASO et ál., 2006; VILA, 2010; CRUZADO-CABALLERO, 2012).

La gran riqueza de restos directos e indirectos de dinosaurios en el mismo entorno espacial y temporal aporta a la Península Ibérica un interés especial para el estudio del registro fósil de las sucesiones de las faunas de dinosaurios. Esta abundante información dinosauriológica que se extiende desde el Jurásico Medio hasta el Cretácico más tardío permite considerar a la Península Ibérica como un gigantesco yacimiento de dinosaurios en el que se registran, a lo largo de dicho intervalo de tiempo geológico, los cambios evolutivos basados en restos directos y su reflejo en el registro icnológico. Por ello, esta zona geográfica constituye un referente para interpretar la distribución de los grandes grupos de dinosaurios a lo largo de los últimos 100 millones de años del Mesozoico en una zona con una posición paleogeográfica estratégica. A continuación se describe sucintamente la diversidad dinosauriológica de algunas de las zonas más representativas de España y Portugal.

JURÁSICO MEDIO-JURÁSICO TARDÍO

Exceptuando algunos datos aislados del Triásico y del Jurásico Temprano, los yacimientos representativos de los vestigios más antiguos de dinosaurios en la Península corresponden a icnitas del Jurásico Medio y se convier-



Polyonyx de Pedreira do Galinha (Santarém), un tipo de huella producido por un dinosaurio saurópodo, probablemente del grupo de los turiasaurios

ten en muy frecuentes durante el Jurásico Tardío. En estas edades están bien representados a través de restos directos los eusaurópodos basales, diplodócidos, titanosauriformes basales y ornitópodos basales (camptosáuridos y driosáuridos), entre otros. Estos dinosaurios serían los productores de huellas saurópodas cuadrúpedas de rastros anchos y estrechos, ornitópodas bípedas de diferente tamaño y cuadrúpedas ocasionales, además de otras de productores terópodos con varias tallas atribuibles, por ejemplo, a alosaurios, espinosaurios, ceratosaurios y manirráptores. Entre los tireóforos destacan los estegosaurios con rastros cuadrúpedos. Esta fauna queda especialmente reflejada en el registro icnológico en varios yacimientos de Portugal, como Pedreira do Galinha (donde SANTOS; MORATALLA; ROYO-TORRES, 2009 definieron el icnotaxón *Polyonyx*) o Vale de Meios, ambos del Jurásico Medio, y Pedra da Mua (LOCKLEY; MEYER; SANTOS, 1994; SANTOS, 2008), del Jurásico Tardío, así como en otros de España: Tereñes (PIÑUELA; GARCÍA-RAMOS; RUIZ OMEÑACA, 2007), Las Cerradicas (PÉREZ-LORENTE; CUENCA; AURELL et ál., 1997; CASTANERA; VILA; RAZZOLINI et ál., 2013) o El Castellar (COBOS; ROYO-TORRES; LUQUE et ál., 2010; COBOS; LOCKLEY; GASCÓ et ál., 2014; ALCALÁ; MAMPEL; ROYO-TORRES et ál., 2014), también del Jurásico Tardío.

La Cuenca Lusitánica de Portugal tiene su registro de dinosaurios más abundante a lo largo del Jurásico Tardío (Kimmeridgiense-Titonense), un intervalo temporal equivalente al de algunas unidades con dinosaurios de la Cuenca Suribérica y del Maestrazgo de España (como es el caso de la Formación Villar del Arzobispo), por lo que comparten asociaciones faunísticas similares. La Cuenca Lusitánica se divide en diferentes subcuencas (Arruda, Bombarral y Turcifal) que se rellenaron con sedimentos de ambientes continentales y costeros que dieron lugar a diferentes formaciones, entre ellas Alcobaça, Praia da Amoreira-Porto Novo, Sobral, Freixial y Bombarral (MOCHO; ROYO-TORRES; ORTEGA, 2017; MOCHO; ROYO-TORRES; PIMENTEL et ál., 2017; MALAFAIA, 2017). Los dinosaurios representados pertenecen a los grupos de saurópodos, terópodos, ornitópodos y tireóforos. En lo que se refiere a restos directos, y en el primer grupo, los dinosaurios eusaurópodos no neosaurópodos incluyen especies con características primitivas, como *Zby atlanticus* (MATEUS; MANNION; UPCHURCH, 2014), similar a *Turiasaurus riodevensis* de la Formación Villar del Arzobispo (ROYO-TORRES; COBOS; ALCALÁ, 2006). Entre los neosaurópodos se encuentra fauna afín a la del registro de dinosaurios de Norteamérica y África. Se han descrito diplodócidos, entre ellos la especie *Dinheirosaurus lourinhanensis* (BONAPARTE; MATEUS, 1999), macronarios basales como *Lourinhasaurus alenquerensis* (LAPPARENT; ZBYSZEWSKI, 1957; DANTAS; SANZ; SILVA et ál., 1998; MOCHO; ROYO-TORRES; ORTEGA et ál., 2014), muy próximo al género *Camarasaurus*, y un titanosauriforme basal, *Lusotitan atalayensis* (LAPPARENT; ZBYSZEWSKI, 1957; ANTUNES; MATEUS, 2003; MOCHO; ROYO-TORRES; ORTEGA, 2017) emparentado con los braquiosáuridos.

Los dinosaurios terópodos del Jurásico Tardío portugués están representados por especies de tamaño medio (4-5 metros de longitud) y por grandes depredadores (hasta 10 metros) que pertenecen a grupos primitivos como Ceratosauria y Tetanurae (Megalosauridae y Allosauroidea). Los dinosaurios carnívoros de pequeño tamaño se incluyen en grupos más derivados (es decir, más modernos, evolutivamente hablando) como, por ejemplo, Coelurosauria (MALAFAIA, 2017). La asociación faunística de estos terópodos (*Ceratosaurus*, *Allosaurus*, *Torvosaurus*...) se ha considerado tradicionalmente como muy próxima a la documentada en la Formación Morrison de Estados Unidos y en la formación tanzana de Tendaguru (MATEUS; WALEN; ANTUNES, 2006). Sin embargo, nuevas interpretaciones han modificado este punto de vista: la presencia de taxones exclusivos de la Cuenca Lusitánica (por ejemplo *Lourinhanosaurus antunesi* –MATEUS, 1998– y *Aviatyrannis jurassica* –RAUHUT, 2003–) y la especiación de alguno de ellos (por ejemplo *Allosaurus europaeus* y *Torvosaurus gurneyi* –MATEUS; WALEN; ANTUNES, 2006; HENDRICKX; MATEUS, 2014; MALAFAIA, 2017–) permiten proponer que se produjo una separación entre la Península Ibérica y Norteamérica desde el Kimmeridgiense; esta circunstancia paleogeográfica favorecería el aislamiento de ambas masas emergidas y posibilitaría la diferenciación de nuevas especies por evolución vicariante (MALAFAIA, 2017).

Los ornitópodos del Jurásico Tardío de Portugal están representados por dos tipos de ornitópodos: una especie de pequeño tamaño de drosáurido,



Reconstrucción de un estegosáurido europeo del Jurásico Tardío en el Museu da Lourinhã (Lisboa)

Eousdryosaurus nanohallucis (ESCASO et ál., 2014), y formas más derivadas próximas a *Camptosaurus* e incluidas en el clado Styraocosterna. Estas últimas están representadas por *Draconyx loureiroi* (MATEUS; ANTUNES, 2001) y *Uteodon aphanocetes* (ESCASO; ORTEGA; DANTAS, 2014). En general, el grupo de los ornitópodos es el menos abundante entre los dinosaurios del Jurásico Tardío de la Cuenca Lusitánica pero contiene formas exclusivas, como *Eousdryosaurus* y *Draconyx*, y formas con distribución a ambos lados del Atlántico, como *Uteodon*, descrito en la Formación Morrison de Norteamérica (McDONALD, 2011) y en la Formación Praia da Amoreira-Porto Novo de Portugal (ESCASO, 2014).

Por último, en el Jurásico Tardío de Portugal el clado Thyreophora está bien representado por dos grupos: el de los anquilosaurios, con *Dracopelta zbyszewskii* (GALTON, 1980; ESCASO, 2014), y el de los estegosaurios, con las especies *Stegosaurus ungulatus* (ESCASO, 2014) y *Dacentrurus armatus*. *Dacentrurus* es un taxón bien representado en el Jurásico Tardío de Portugal, España, Francia y Reino Unido (GALTON, 1991; COBOS et ál., 2010; ESCASO, 2014). Además, se describió una tercera especie de estegosaurio exclusiva de Portugal: *Miragaia longicollum* (MATEUS; MAIDMENT; CHRISTIANSEN, 2009) pero varios investigadores han justificado que el material sobre el que se sustenta este taxón corresponde a *Dacentrurus* (COBOS; ROYO-TORRES; LUQUE et ál., 2010; COBOS; GASCÓ, 2013; ESCASO, 2014).

El Jurásico Tardío con dinosaurios de España se encuentra principalmente en Asturias, Valencia y Teruel. La Formación Villar del Arzobispo (Kimmeridgiense-Titoniense), que aflora en las dos últimas provincias, es una de las más conocidas internacionalmente por su registro sedimentológico (CAMPOS-SOTO; BENITO; MAS et ál., 2016; CAMPOS-SOTO; COBOS; CAUS, 2017) y de nuevos taxones basados en restos directos, como el primer nuevo dinosaurio descrito de España, *Aragosaurus ischiaticus* (SANZ; BUSCALIONI; CASANOVAS et ál., 1987; ROYO-TORRES; UPCHURCH; MANNION et ál., 2014). Los saurisquios, representados por huesos y huellas, son los dinosaurios más abundantes. El estudio de los huesos de saurópodos ha permitido definir el clado Turiasauria que incluye a *Turiasaurus riodevensis* (la especie terrestre más grande descrita hasta el momento en Europa y una de las más grandes conocidas en el mundo; ROYO-TORRES; COBOS; ALCALÁ, 2006) y a *Losillasaurus giganteus* (CASANOVAS; SANTAFÉ; SANZ, 2001). También se encontraron en esta formación algunos restos fragmentarios atribuidos a diplodócidos y titanosauriformes (ROYO-TORRES, 2009b). Los terópodos se reconocen principalmente por fósiles de dientes aislados que pertenecen a dromeosáuridos, alosáuridos y megalosáuridos (GASCÓ; COBOS; ROYO-TORRES, 2012; COBOS, LOCKLEY; GASCÓ et ál., 2014). En cuanto a las escasas huellas dejadas por los terópodos, destaca el icnogénero *Iberosauripus*, con huellas

de casi 60 cm de longitud (COBOS, LOCKLEY; GASCÓ et ál., 2014). Con respecto a los ornitisquios, la abundancia de huesos de estegosaurios, específicamente de *Dacentrurus*, y de las huellas que se le atribuyen (como es el caso del icnotaxón *Deltapodus ibericus*; COBOS; ROYO-TORRES; LUQUE et ál., 2010) demuestran una representación muy significativa de estos dinosaurios tireóforos durante el Jurásico Tardío de esta parte de Europa. Los huesos de los ornitópodos son menos abundantes, aunque se han descrito algunas icnitas de productores ornitópodos que indican locomoción facultativa bípeda y cuadrúpeda (PÉREZ-LORENTE; CUENCA; AURELL, 1997; CASTANERA; VILA; RAZZOLINI et ál., 2012. ALCALÁ; MAMPEL; ROYO-TORRES et ál., 2014).

Los afloramientos jurásicos tardíos de gran parte de la costa asturiana presentan excelentes afloramientos en los que son abundantes los yacimientos con huellas de dinosaurios. En su mayor parte son similares a las presentes en niveles de igual edad del resto de la Península Ibérica y de Norteamérica. Los restos directos son menos abundantes pero a grandes rasgos también se han identificado asociaciones descritas en otros lugares de España y Portugal como, por ejemplo, el estegosaurio *Dacentrurus*, saurópodos diplodócidos y turiasaurios, entre otros (GARCÍA-RAMOS; PIÑUELA; LIRES, 2006; PIÑUELA, 2016).

En el tránsito Jurásico-Cretácico de la provincia de Soria, y especialmente en niveles datados como berriasienses, son muy abundantes las huellas de dinosaurios que a grandes rasgos también se asemejan a los icnotaxones de saurópodos, terópodos, ornitópodos y tireóforos descritos en el Jurásico

A la izquierda, excavación reciente en Las Zabacheras (Galve, Teruel), yacimiento tipo del primer nuevo dinosaurio descrito en España: *Aragosaurus ischiaticus*

A la derecha, afloramiento del Jurásico Tardío de la costa asturiana con restos de dinosaurios (Playa de La Griega, en Colunga, con el Museo del Jurásico de Asturias en el horizonte)



Tardío de otros lugares de la Cordillera Ibérica (PÉREZ-LORENTE, 2003; DÍAZ-MARTÍNEZ, 2013; CASTANERA; SANTOS; PIÑUELA, 2016).

En general, la fauna de dinosaurios del Kimmeridgiense-Titoniense muestra una distribución congruente con un escenario de evolución vicariante en el que la presencia de una barrera biogeográfica permitió la diferenciación de varios taxones, tanto a nivel genérico como específico, con respecto a las asociaciones de formaciones de edades semejantes (Morrison en Norteamérica y Tendaguru en Tanzania). En resumen, se constata una diferenciación en las asociaciones de los tres continentes, con la excepción de algunos taxones portugueses, como *Stegosaurus* y *Uteodon* (posiblemente relictos), similares a los de la Formación Morrison.

CRETÁCICO TEMPRANO

El Cretácico Temprano de la Península Ibérica está muy bien representado, especialmente en España (sobre todo desde el Hauteriviense hasta el Aptiense), ya que en Portugal los yacimientos de esta edad son mucho menos abundantes. Durante el Cretácico Temprano destacan las faunas barreмиenses y albienses de la Cordillera Ibérica. En cuanto a los saurópodos barreмиenses, cabe señalar especialmente a los titanosauriformes relacionados con los braquiosáuridos, como *Tastavinsaurus sanzi* descrito en la provincia de Teruel (CANUDO; ROYO-TORRES; CUENCA et ál., 2008; ROYO-TORRES; ALCALÁ; COBOS, 2012), *Europatitan eastwoodi* (TORCIDA; CANUDO; HUERTA et ál., 2017), en la provincia de Burgos, y *Soriatitan golmayensis* de la provincia de Soria (ROYO-TORRES; FUENTES; MEIJIDE, 2017). Un segundo grupo de saurópodos presentes en estas edades son los rebaquisáuridos, representados por el taxón *Demandasaurus darwini* (TORCIDA; CANUDO; HUERTA et ál., 2011). Los ornitópodos dominantes eran los iguanodontios, como *Magnamanus soriaensis* de Soria (FUENTES; MEIJIDE; MEIJIDE-FUENTES et ál., 2016), *Iguanodon galvensis* de Teruel (VERDÚ; ROYO-TORRES; COBOS et ál., 2015) o *Morelladon beltrani* de Castellón (GASULLA; ESCASO; NARVÁEZ et ál., 2015). También en Teruel se ha definido un ornitópodo basal, *Gideonmantellia amosanjuanae* (RUIZ-OMEÑACA; CANUDO; CUENCA-BESCÓS et ál., 2012) con material de un ejemplar subadulto. Los terópodos no avianos del Barreмиense más abundantes fueron alosauroideos, espinosaurios barionícinos, celurosaurios (GASULLA; ESCASO; NARVÁEZ et ál., 2006) y los ceratosaurios como *Camarillasaurus cirugedae* (SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ; BENTON, 2012). Uno de los yacimientos más importantes de la Península Ibérica es el de Las Hoyas en Cuenca. De allí proceden el carcarodontosaurio *Concavenator corcovatus* (ORTEGA; ESCASO; SANZ, 2010) y el ornitomimosaurio *Pelecanimimus polyodon* (PÉREZ-MORENO; SANZ; BUSCALIONI et ál., 1994), además de los terópodos avianos *Iberomesornis romerali* (SANZ;



Excavación del yacimiento conquense de Lo Hueco, encontrado durante las obras de trazado de la línea de ferrocarril de alta velocidad Madrid-Valencia

BONAPARTE; LACASA, 1988; SANZ; BONAPARTE, 1992), *Concornis lacustris* (SANZ; BUSCALIONI, 1992) y *Eoalulavis hoyasi* (SANZ; CHIAPPE; PÉREZ-MORENO et ál., 1996). Otro terópodo aviano, *Noguerornis gonzalezi* (LACASA-RUIZ, 1989) procede de las calizas litográficas del Barremiense del Montsec (Lérida). Entre los tireóforos, se ha identificado al anquilosaurio *Polacanthus* (PEREDA-SUBERBIOLA; FUENTES; MEIJIDE et ál., 2007; GASULLA; ORTEGA; PEREDA-SUBERBIOLA et ál., 2011).

Durante el Barremiense, los restos indirectos producidos por la mayor parte de los grupos mencionados anteriormente son también abundantes. Destaca, entre otros, el excelente registro fósil del yacimiento Costalomo de Burgos (HUERTA; TORCIDA; FARLOW et ál., 2012) y los centenares de huellas conservadas en forma de relleno a lo largo de múltiples capas en la Cordillera Ibérica turolense, en el denominado “Teruel Barremian Megatracksite” (COBOS; GASCÓ; ROYO-TORRES et ál., 2013; 2016).

Por lo que respecta al Aptiense, destacan la cantidad y calidad del registro icnológico de La Rioja, donde se han descrito especialmente miles de huellas terópodas, ornitópodas y saurópodas en yacimientos como El Peladillo (PÉREZ-LORENTE, 2003) y Los Cayos (MORATALLA; HERNÁN; JIMÉNEZ, 2003).

El registro de fósiles de dinosaurios del Albiense de la Península Ibérica tiene como referencia al área de las Cuencas Mineras de Teruel, en donde se defi-



Yacimiento del Cretácico Temprano de Los Cayos en La Rioja



Excavación de un esqueleto parcial del nodosáurido *Europelta* en la Mina Santa María de Ariño (Teruel)

El megayacimiento del Albiense de Ariño (Teruel) se sitúa en el interior de la mayor mina activa de lignito española

nieron las Formaciones Escucha y Utrillas. En el interior de la mina de lignito a cielo abierto Santa María de Ariño, el Albiense de la Formación Escucha presenta un extensísimo afloramiento que contiene excepcionales concentraciones de vertebrados correspondientes, por lo general, a restos de cadáveres de individuos aislados de tortugas (35,1%), cocodrilos (37,3%) y dinosaurios (27,6%), aunque en algunas se encuentran restos de varios taxones (ALCALÁ; ESPÍLEZ; MAMPEL et ál., 2012; ALCALÁ; ESPÍLEZ; MAMPEL, en prensa). Hasta el momento se han descrito dos nuevos dinosaurios en Ariño, a partir de centenares de fósiles disponibles. *Proa valdearinnensis* es un inusual iguanodontio basal cuyo rasgo más singular es su peculiar preentario (McDONALD; ESPÍLEZ; MAMPEL et ál., 2012). Actualmente se ha recuperado un millar de huesos tras la excavación de 27 concentraciones, lo que convierte a *Proa* en uno de los dinosaurios mejor representados esqueléticamente de Europa. Su análisis de parentesco lo relaciona con *Iguanodon* y lo sitúa en la base de los Hadrosauriformes, siendo más basal –evolutivamente hablando– que otros iguanodontios más antiguos. El conjunto de los resultados obtenidos implica una diversidad de Hadrosauriformes basales inédita en Europa (*Iguanodon*, *Mantellisaurus*, *Morelladon* y *Proa*). El segundo nuevo dinosaurio de Ariño se trata de un anquilosaurio nodosáurido: *Europelta carbonensis* (KIRKLAND; ALCALÁ; LOEWEN et ál., 2013), nombre que significa “el acorazado europeo del carbón”. Se trata del anquilosaurio más completo hallado en Europa, pues actualmente se conocen 3.500 elementos recuperados en 18 concentraciones distintas, lo que ha permitido reconstruir de forma precisa las características anatómicas y la apariencia del animal.



CRETÁCICO TARDÍO

En lo que respecta al Cretácico Superior, España es especialmente rica en fósiles con edades campanienses-maastrichtienses en Burgos, Huesca, Lérida, Barcelona, Cuenca y Valencia. Los saurópodos más representativos son los titanosaurios, como *Lirainosaurus astibiae* (SANZ; POWELL; LE LOEUFF et ál., 1999) y *Lohuecotitan pandafilandi* (DÍEZ DÍAZ; MOCHO; PÁRAMO et ál., 2016). A este último pertenecen decenas de ejemplares de saurópodos excepcionalmente completos que se recuperaron durante las obras realizadas para el trazado de la línea del tren de alta velocidad de Madrid a Valencia, en el importante yacimiento conquense denominado Lo Hueco (ORTEGA; SANZ; BARROSO-BARCENILLA et ál., 2008). Entre los ornitópodos del Cretácico Superior se han definido cuatro hadrosaurios en el sector pirenaico español: *Arenysaurus ardevoli* (PEREDA-SUBERBIOLA; CANUDO; CRUZADO-CABALLERO et ál., 2009), *Blasisaurus canudo* (CRUZADO-CABALLERO; PEREDA-SUBERBIOLA; RUIZ-OMEÑACA, 2010), *Koutalisaurus kohlerorum* (PRIETO-MÁRQUEZ; GAETE; RIVAS et ál., 2006) y *Pararhabdodon isonensis* (CASANOVAS-CLADELLAS; SANTAFÉ-LLOPIS; ISIDORO-LLORENS, 2003). Respecto a los tireóforos, se han citado *Struthiosaurus* en diferentes localidades españolas y maniraptoros entre los terópodos.

También se han identificado huellas atribuidas a los grupos de dinosaurios previamente citados en diferentes yacimientos ibéricos. Destacan sobremanera los afloramientos del Maastrichtiense del sur de los Pirineos, como en el megayacimiento Fumanya (SCHULP; BROKX, 1999; VILA; OMS; GALOBART, 2005), con cientos de huellas saurópodas atribuidas a titanosaurios y otras ornitópodas de hadrosáuridos. Además, las mismas facies son especialmente ricas en huevos de dinosaurios (VILA; RIERA; BRAVO et ál., 2011).

LA UTILIZACIÓN COMO RECURSO GEOTURÍSTICO Y EDUCATIVO

Los dinosaurios y los ecosistemas mesozoicos de los que formaron parte son uno de los máximos atractivos de la paleontología para la sociedad actual. Desde que en 1854 se inauguró en Inglaterra la primera gran exposición sobre vertebrados del pasado, la atracción mediática de los dinosaurios en diferentes lugares del mundo queda reflejada en las instalaciones promovidas en innumerables yacimientos, localidades o regiones ricas en este tipo de fósiles, bien sea a través de rutas temáticas, museos de sitio o exomuseos, museos de paleontología o de historia natural, parques paleontológicos, etc. En muchos casos, el objetivo principal de la intervención en estos lugares trasciende a la mera conservación de los yacimientos y persigue también la llegada de visitantes que dinamicen socioeconómicamente

el entorno más próximo a los mismos o a los centros museísticos (COBOS, 2011). En este sentido, tiene un papel especialmente relevante el caso de las icnitas de dinosaurios por los motivos que se detallan a continuación.

> Complementan la información que aportan los huesos de dinosaurios. Así mientras los huesos de dinosaurios constituyen un registro inerte que sirven para descifrar “quiénes eran”, sus icnitas muestran a los dinosaurios como seres vivos, al informar, además, acerca de “qué estaban haciendo y dónde lo hacían”, dejando impresa la evidencia de su actividad en los sedimentos que el tiempo y los procesos geológicos han convertido en mensajes paleontológicos perdurables. Estos documentos, especialmente bien representados entre el Jurásico Medio y el Cretácico Tardío de Portugal y España (Aragón, Asturias, Castilla y León, Cataluña, La Rioja y Valencia, principalmente), sirven para reconstruir una historia singular: el registro fósil de los dinosaurios que caminaron en un momento y en un lugar de características cambiantes, con la apertura del entonces inexistente Océano Atlántico como rasgo más significativo.

> A través de las huellas se puede determinar el grupo de dinosaurios productores y, por lo tanto, la sucesión de las faunas de estos vertebrados a lo largo del Mesozoico. Pero, además, las huellas aportan una información paleobiológica y paleoecológica que no se puede determinar a través del estudio de los huesos. Desde el punto de vista paleobiológico, las icnitas aportan muchos datos sobre la vida pretérita:

a) una huella individualizada proporciona información sobre el autor de la misma: grupo taxonómico, anatomía autopodial (de manos y pies), tamaño del dinosaurio productor, etc.;

b) un rastro aporta, además, datos sobre la constitución anatómica del dinosaurio responsable: características de las extremidades, velocidad de desplazamiento, posibles patologías, etc.;

c) una asociación de rastros transmite conocimientos sobre el comportamiento del grupo: orientación preferencial, gregarismo, etc.

> Desde el punto de vista paleoecológico (y a diferencia de los huesos que pudieron sufrir transporte antes, durante y después de la fosilización), las huellas fósiles quedan registradas en rocas formadas en un ecosistema determinado; por eso, tras la interpretación sedimentológica del sustrato en el que se disponen las huellas, se puede reconocer el ambiente concreto en el que vivieron los dinosaurios que las produjeron hace millones de años. Además a través de las huellas se establecen censos faunísticos, orientaciones preferenciales de la marcha de los dinosaurios y otras informaciones complementarias muy útiles en las reconstrucciones paleogeográficas.



> Pero, fundamentalmente, y teniendo en cuenta que tanto huesos como huellas de dinosaurios son cruciales para descifrar la evolución y el comportamiento de los dinosaurios, las icnitas se encuentran normalmente expuestas al aire libre en afloramientos geológicos, por lo que:

- a) necesitan medidas excepcionales de conservación si se quiere evitar su deterioro por la acción de agentes naturales o antrópicos (mientras que, al contrario, los huesos se suelen conservar adecuadamente en los museos), y
- b) sirven para promover el desarrollo local en áreas rurales, pues se necesita un desplazamiento hasta los propios yacimientos para conocerlas y disfrutar de ellas.

Toda la riqueza dinosauriológica de la Península Ibérica mostrada anteriormente a grandes rasgos conduce a que se desarrollen proyectos de diversa índole y escala relacionados con la investigación, conservación y difusión de sus recursos paleontológicos. Generalmente, afectan a las zonas en las que se encuentran los yacimientos de dinosaurios y, en algunos casos, generan un verdadero impulso socioeconómico en zonas demográficamente deprimidas. Así, se han excavado, adecuado y habilitado yacimientos de dinosaurios en zonas que destacan por poseer este recurso natural y se han creado centros paleontológicos de diversa envergadura en localidades relacionadas con sus fósiles. Algunos de ellos destacan en Aragón, como el Parque

A la izquierda, instalaciones de Dinópolis en Teruel con la reconstrucción de su dinosaurio más emblemático, *Turiasaurus* (el gigante europeo), al fondo

A la derecha, museo del Institut Català de Paleontologia M. Crusafont en Sabadell (Barcelona)

Paleontológico Dinópolis en la provincia de Teruel o el Museo de los Últimos Dinosaurios de Europa de Arén (Huesca). En Cataluña, el Museu de la Conca Dellà y espacio Dinosfera (Lérida), entre otros. En el Principado de Asturias se encuentra el Museo del Jurásico de Asturias, en Castilla y León el Museo de Dinosaurios de Salas de los Infantes (Burgos) y el Aula Paleontológica de Villar del Río (Soria). En La Rioja, los centros paleontológicos de Enciso e Igea, en la Comunidad Valenciana, el Aula y Museo Paleontológico de Alpuente (Valencia) y Temps de Dinsaures en Morella (Castellón) o, en Castilla-La Mancha, el Museo de Paleontología de Castilla-La Mancha. Además, también se deben tener en cuenta los museos paleontológicos de larga tradición, como el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) en Madrid y el Institut Català de Paleontologia M. Crusafont en Barcelona, entre otros. En Portugal destaca el Museu da Lourinhã, y la intervención en el yacimiento de icnitas de Pedreira do Galinha, una antigua cantera de caliza (COBOS, 2011; SANTOS; COBOS; ALCALÁ, 2011).

LA GESTIÓN PATRIMONIAL DEL PATRIMONIO DINOSAURIOLÓGICO IBÉRICO

El patrimonio de los dinosaurios ibéricos se gestiona conforme a las regulaciones y tradiciones de cada uno de los países, con una casuística tan variada (colecciones públicas o privadas, museos y/o centros de investigación, legislación específica o genérica, etc.) como habitual en países que se interesan por el inventario y conservación de su patrimonio científico y cultural (CARCAVILLA; LÓPEZ; DURÁN, 2007; BRILHA; ALCALÁ; ALMEIDA et ál., 2010). Sin embargo, cabe señalar una iniciativa poco común que ha desembocado en el establecimiento de las máximas figuras de protección en cada uno de los dos Estados para un tipo de fósiles directamente relacionado con el patrimonio dinosauriológico: las icnitas de dinosaurios. La gran diversidad de tipos de huellas, su abundancia, el prolongado periodo de tiempo geológico que abarcan (un centenar de millones de años), la relación con numerosos yacimientos de restos directos contemporáneos y su comparación con otras áreas geográficas de dimensiones semejantes (teniendo en cuenta características de sus entornos geológicos y paleontológicos) convierten a la Península Ibérica en una de las áreas de mayor interés para el estudio del comportamiento, evolución y dispersión de los dinosaurios de todo el planeta. De ahí que el Ministerio de Cultura de España y el Ministerio do Ambiente, do Ordenamento do Territorio e do Desenvolvemento Regional (de Portugal) decidieran, hace algunos años, impulsar una candidatura para la inclusión de los yacimientos de dinosaurios de la Península Ibérica en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO.

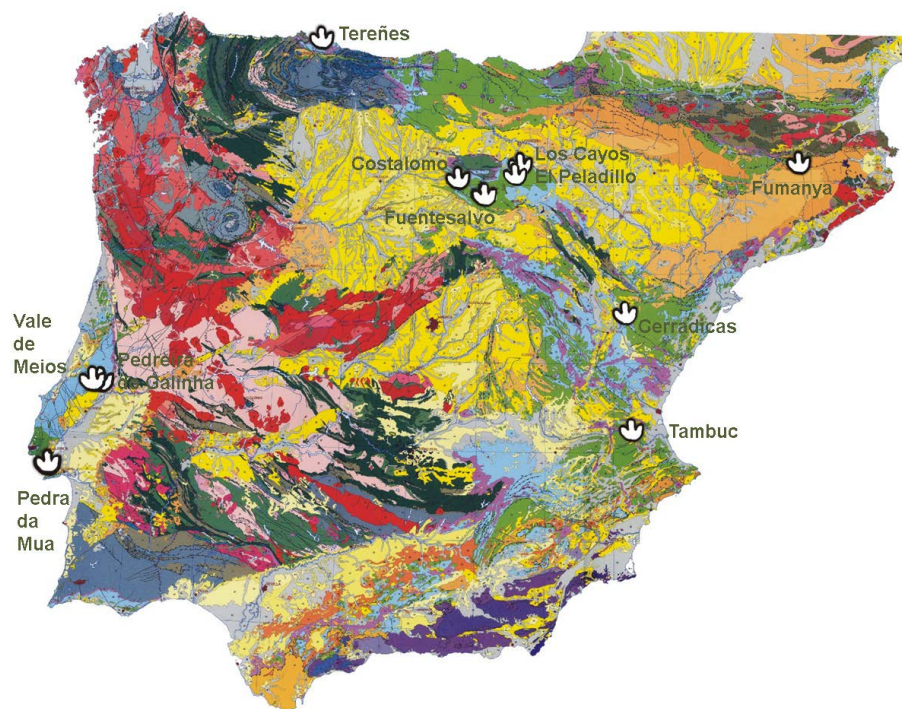
La primera consecuencia de dicha iniciativa conllevó que muchos yacimientos ibéricos de icnitas compartan la característica de poseer las máxi-

mas figuras de protección previstas en la legislación de cada país. Esto se debe no tanto a una concienciación de las administraciones o de las sociedades respectivas acerca de la conveniencia de su protección tanto legal como efectiva (lo que habría demostrado una madurez que se habría hecho extensiva hacia otro tipo de yacimientos paleontológicos) sino a un lógico requisito ligado a la propia candidatura: para conseguir la inclusión de ciertos bienes en una lista supranacional, la UNESCO espera que tales bienes hayan sido merecedores previamente de la máxima protección nacional en los países solicitantes. En un primer momento la candidatura solo incluía yacimientos españoles, a pesar de presentarse bajo la denominación Icnitas de Dinosaurios de la Península Ibérica (IDPI), y el gran número y diversidad de huellas se presentaba como su principal fortaleza. En una decisión tomada en la 30ª sesión del World Heritage Committee, celebrada en 2006 en Lituania (*Decision 30 COM 8B.26*), se recomendó al Estado español la subsanación de los siguientes aspectos con objeto de justificar el posible valor universal excepcional del bien propuesto:

- > el establecimiento de un marco conceptual que demuestre la relación de los yacimientos españoles con otros portugueses de importancia;
- > la comparación con el yacimiento Cal Orck'o de Bolivia (objeto de una ayuda preparatoria en aquel momento por parte de World Heritage Fund);
- > la realización de un cuidadoso análisis comparativo global (incluyendo la justificación de los motivos por los cuales una propiedad basada en icnitas de dinosaurios puede considerarse merecedora de un Valor Universal Excepcional, VUE);
- > y, finalmente, la presentación de una nominación seriada coherente y manejable, enfocada a un número mucho menor de localidades y todas ellas con relevancia global.

En los años siguientes se trabajó para satisfacer los requisitos demandados mediante la redacción de una nueva candidatura con las características que se resumen a continuación (FCPTD, 2009; ALCALÁ, 2012).

- > Presentación de un marco conceptual que no sólo relacionaba los yacimientos españoles con los portugueses, sino que incluía formalmente al Estado portugués en una nueva candidatura transnacional seriada. Dicho esquema conceptual, bajo el lema DWDW (*Dinosaurs Walking in a Drifting World*) estableció tres intervalos espacio-temporales en los que se registra la evolución de los dinosaurios en la Placa Ibérica durante momentos de la disgregación de masas emergidas. Simultáneamente, se establecieron criterios para reducir considerablemente el número de yacimientos propuestos en la candidatura, de los 216 españoles iniciales a únicamente 3 yacimien-



Los once yacimientos de icnitas de dinosaurios ibéricos seleccionados para ilustrar la sucesión espacio-temporal del registro de dinosaurios en la Península | fuente FCPTD, 2009 (IDPI); mapa geológico: IGME

tos de Portugal y 8 de España. Para ello, se otorgaron valores numéricos a 11 categorías relacionadas con su valor científico para cada uno de los 230 yacimientos españoles y portugueses analizados (metodología explicada en MAMPEL; COBOS; ALCALÁ et ál., 2009 y ALCALÁ; LOCKLEY; COBOS et ál., 2016). El nuevo marco conceptual se presenta, de modo resumido, en los siguientes párrafos.

Las huellas de dinosaurios de la Península Ibérica pueden encuadrarse en diferentes dominios o lugares geológico/geográficos que ayudan a comprender los eventos geológicos que llevaron a configurar entornos ecológicos determinados en los que vivieron las diferentes asociaciones faunísticas de dinosaurios. Todo ello hace del IDPI un megalaboratorio para avanzar en el conocimiento de la distribución de las faunas de dinosaurios, en relación con sus nichos ecológicos, en Pangea y en el oeste de Laurasia. Además, se pueden establecer los múltiples modos de vida y comportamientos de los dinosaurios.


En el caso de las huellas de dinosaurios de la Península Ibérica se reconocen tres áreas muy representativas tanto de los ambientes donde se formaron los yacimientos como de las distintas épocas en las que vivieron. Estas áreas tienen un contexto geológico propio dentro de la tectónica de placas que afectó a Iberia durante parte del Mesozoico:

1. La Costa de los Dinosaurios, representada por yacimientos del Jurásico Medio y Tardío de Portugal y del noroeste de España, formados durante la expansión del Proto-Atlántico.

Del análisis general de las huellas y huesos descritos en los afloramientos jurásicos de la Península Ibérica se establece que durante esa época abundaban los grandes saurópodos, como los eusaurópodos, diplodócidos y titanosauriformes basales. Generalmente, sus huellas se relacionan con otras de terópodos de diferentes tallas: carnosaurios, espinosáuridos, ceratosáuridos y manirraptores. Entre los tireóforos destacan los estegosaurios y anquilosaurios.

Esta asociación de fósiles de dinosaurios, reflejada en la Península Ibérica, reproduce perfectamente a los diferentes grupos de dinosaurios presentes

Esquema del marco conceptual que sintetiza la evolución de los dinosaurios en la Placa Ibérica desde el Jurásico Medio hasta su extinción | fuente FCPTD, 2009 (IDPI)

AGE	DIVERSITY	V.	SITES VALUE HIGHER THAN 55	DINOSAUR COAST	A CHANGING WORLD	THE END OF AN ERA	
Cretaceous	Upper	T,Sa	Fumanya			Fumanya	
		T,o	Tambuc		Tambuc		
	Lower	T,t,o,S	Soto				
		T,t,O	El Villar-Poyales				
		T,O	La Virgen del Campo				
		T,t,O,o	Peñaportillo-La Canal				
		T,t,O,o,Sa	El Peladillo		El Peladillo		
		T,O,S	La Cela				
		T	Las Mortajeras				
		T,O,S	Las Navillas				
		T	Las Losas				
		O	Navalsaz				
		T,t,O,S	Valdecevillo				
		T,t,O,S,Av	Los Cayos		Los Cayos		
		T,t,O	La Pellejera				
		T,O	La Senoba				
		T,O	La Torre				
		T,t,O	Corrales del Pelejón				
		T,t,Av,O,S	Costalomo			Costalomo	
		T	Fuente La corte				
T	Los Tormos						
T,Se	El Salgar de Sillas						
t	Fuentesalvo			Fuentesalvo			
T,Av	Serrantes						
T,S	Las Adoberas						
Jurassic	Upper	Sa,t,o	Las Cerradicas		Las Cerradicas		
		Th,O,o,T,t,S	Tereñes		Tereñes		
		Th,o,T,t,S	El Toral				
		S,T	Playa La Griega				
	T,t,S	Faro de Tazones					
	T,t,Sa,Se	Pedra da Mua		Pedra da Mua			
	Middle	T,S	Vale de Meios		Vale de Meios		
Sa		Pedreira do Galinha		Pedreira do Galinha			

LEGEND

- Th *Thyrephora*
- O *Large Omithopod*
- o *Small Omithopod*
- T *Large Theropod*
- t *Small Theropod*
- Av *Avian Theropod*
- S *Sauropod*
- Sa *Wide gauge Sauropod*
- Se *Narrow gauge Sauropod*

en el Jurásico Medio-Tardío a nivel mundial. Para representar este dominio geológico se seleccionaron los siguientes yacimientos (tras la valoración patrimonial científica correspondiente):

> En el Jurásico Medio, Pedreira do Galinha, Santarém, con rastros anchos de saurópodos; y Vale de Meios, Santarém, con miles de huellas terópodos grandes de carnosaurios y algún rastro de saurópodo.

> En el Jurásico Superior, Pedra de Mua, Setubal, con varios rastros anchos y estrechos de saurópodos y algún terópodo grande; Tereñes, Asturias, con ornitópodos, terópodos, saurópodos y estegosáuridos.

2. Un Mundo Cambiante, representado por yacimientos originados en el llamado Estrecho o Surco de Soria, en periodos que abarcan desde el límite Jurásico-Cretácico, pasando por diferentes edades del Cretácico Temprano, hasta parte del Cretácico Tardío de España.

En este dominio los restos directos e indirectos muestran el cambio de faunas producido entre las faunas típicas del Jurásico Tardío (abundancia de saurópodos) y las faunas del Cretácico Temprano (abundancia de ornitópodos).

En el Cretácico Temprano prosiguen las faunas de saurópodos titanosauriformes y, en menor medida, los diplodócidos, como los rebaquisáuridos. Paulatinamente se pasa de ornitópodos basales, como camptosáuridos y driosáuridos, al predominio de iguanodontios e hipsilofodóntidos.

Si se consideran sólo los restos indirectos, indican que las huellas terópodos son las dominantes, si bien los restos directos muestran lo contrario. Este desequilibrio entre huesos y huellas se ha intentado relacionar con la favorable fosilización –o no– de unos restos respecto a otros en diferentes ecosistemas. Los tireóforos, aunque presentes, estarían limitados a áreas muy restringidas.

Este dominio geológico, y por lo tanto de la Península Ibérica, es uno de los mejores lugares del mundo donde, en pocos kilómetros, se puede constatar claramente a través de las icnitas el cambio de faunas de dinosaurios que se produjo a nivel mundial entre el Jurásico y el Cretácico.

Una vez valorados metodológicamente los yacimientos del dominio, se consideró que los más representativos desde el punto de vista científico, tanto por su edad como por lo que representan respecto a la sucesión faunística de los dinosaurios, eran:

> En el tránsito Jurásico-Cretácico (Titoniense-Berriasiense), Las Cerradicas, Teruel, con rastros de ornitópodos cuadrúpedos pequeños y con rastros

anchos de pequeños saurópodos, principalmente; Fuentesalvo, Soria, con múltiples rastros de icnitas tridáctilas terópodos.

> En el Cretácico Temprano (Hauteriviense-Barremiense), Costalomo, Burgos, con huellas de terópodos pequeños y grandes, terópodos avianos, ornitópodos cuadrúpedos grandes y saurópodos.

> En el Cretácico Temprano (Aptiense), El Peladillo, La Rioja, con miles de huellas: terópodos grandes y pequeñas, ornitópodos grandes y pequeñas y saurópodos; Los Cayos, La Rioja, con huellas terópodos grandes y pequeñas, avianas y ornitópodos.

> En el Cretácico Tardío (Santoniense-Campaniense), Tambuc, Valencia, con huellas medianas de terópodo/ornitópodo.

3. El Final de una Era es el dominio de los yacimientos que se concentran en el Pirineo español. Estos yacimientos se formaron en las cuencas mesozoicas presentes durante el cierre de la unión entre el Océano Atlántico y el Mar de Tethys, al inicio de la Orogenia Alpina.

Durante el Cretácico Tardío, la representación de los saurópodos se limita a la presencia de titanosáuridos y, entre los ornitópodos, a la abundancia



El yacimiento de icnitas de Tambuc (Valencia), acondicionado para la visita

de hadrosáuridos. Entre los terópodos, predominaron los de talla media y pequeña. Tanto los restos directos como los indirectos indican que en esta parte de Laurasia los ceratópsidos no existieron o bien no dejaron evidencias reconocibles hasta el momento en el registro fósil.

Una vez valorados metodológicamente los yacimientos de este dominio, se consideró que el más representativo era:

> En el Cretácico Superior (Maastrichtiense), Fumanya, Barcelona, con miles de huellas saurópodos de rastro ancho y algunas huellas terópodos grandes.

Con una candidatura contextualizada y un número de yacimientos manejable y con una notable representatividad, se procedió a la comparación específica de los yacimientos ibéricos con el boliviano y se desarrolló un sistema de comparación con los principales yacimientos de icnitas de dinosaurios de todo el mundo. Con tal propósito se estableció una comparación entre zonas (bajo el concepto de "geositio") y no entre yacimientos individuales, según la recomendación del grupo de trabajo IUGS (International Union of Geological Sciences) GEOSITES y ProGEO en el sentido de que "en vez de considerar candidaturas aisladas... sería recomendable recopilar listas de entidades geológicas similares y que estos listados se utilicen como marco comparativo para extraer candidatos a la Lista de Patrimonio Mundial".

La nueva candidatura se evaluó en la 34ª sesión del World Heritage Committee, celebrada en 2010 en Brasil, con unos antecedentes pesimistas, pues la evaluación técnica previa de la IUCN (International Union for Conservation of Nature), tras la visita realizada por dos expertos comisionados por UNESCO en 2009, fue la de rechazar la inscripción del bien en la Lista de Patrimonio Mundial, por considerar que no había sido posible establecer el Valor Universal Excepcional (VUE) de una nominación enfocada únicamente en los valores de las icnitas de dinosaurios. Afortunadamente, la defensa pública de la candidatura por parte de la delegación hispano-portuguesa en dicha sesión consiguió el éxito de modificar tal propuesta por la de un aplazamiento (*Decision 34 COM 8B.7*) para permitir a los Estados solicitantes el desarrollo de un análisis comparativo global que incluyese la justificación de un Valor Universal Excepcional para una propiedad basada en icnitas de dinosaurios, así como consideraciones acerca de una nominación seriada con propiedades ya existentes. Por lo tanto, se había conseguido presentar una candidatura coherente pero que necesitaba encontrar un argumento que satisficiera el concepto que los evaluadores tenían acerca del VUE. Dada la dificultad para descifrar la interpretación de tal concepto, se programó una reunión a puerta cerrada, a instancias del Ministerio de Cultura de España, de cuatro expertos del máximo nivel internacional (un paleontólogo especialista en icnitas de dinosaurios, un geólogo especialista en patrimonio geológico, un geólogo con altas responsabilidades en un órgano asesor



Yacimiento de icnitas recientemente habilitado en El Castellar (Teruel), una localidad muy poco poblada pero en la que se demuestra un interés creciente en promover el geoturismo

de UNESCO y un geólogo experto en evaluaciones de candidaturas de bienes para su inclusión en la Lista de Patrimonio Mundial y en geoparques) con el coordinador científico de la candidatura IDPI para determinar el modo de responder a la justificación del VUE de una candidatura de icnitas de dinosaurios. La reunión, con el título *International Scientific Experts Meeting: The Outstanding Universal Value of the Dinosaurs Ichnites with regard to the World Heritage List*, se celebró en mayo de 2011 en Teruel y se obtuvieron fructíferas conclusiones acerca de cómo enfocar una respuesta convincente a la decisión del Comité de Patrimonio Mundial. Sin embargo, los resultados no llegaron a aplicarse pues, tras los cambios de representantes en las Comunidades Autónomas españolas y en las administraciones de los Estados de España y Portugal con motivo de las elecciones que tuvieron lugar por aquellas fechas, la candidatura cayó en un olvido que culminó con la decisión de abandonar el proyecto y eliminar de la Lista Indicativa española de Patrimonio Mundial la propuesta de la candidatura (acuerdo tomado en la reunión del Consejo de Patrimonio Histórico celebrada en Córdoba el año 2016). Por su parte, Portugal también retiró a partir de 2016 el bien *Icnitos de Dinossáurios da Península Ibérica* de su Lista Indicativa.

No obstante lo anterior, todo el proceso descrito ha dejado una notable impronta en la nutrida lista de yacimientos legalmente protegidos y en la ingente documentación que se recopiló de cada uno de ellos, así como en las numerosas actuaciones de conservación, investigación y difusión que se

llevaron a cabo y que merecería la pena continuar de un modo coordinado como una marca de calidad natural de geoturismo ibérico. Así lo han considerado oportuno ciertas áreas ibéricas que apuestan todavía por un geoturismo fundamentado en sus recursos dinosauriológicos locales.

CONCLUSIONES

La Península Ibérica cuenta con un registro muy representativo de la evolución de los dinosaurios desde el Jurásico Medio hasta el Cretácico terminal. La gran diversidad de tipos de dinosaurios que comprende, su abundancia y el prolongado intervalo temporal que abarca –100 millones de años– permite proponer que, tras su comparación con el registro dinosauriológico de otras áreas geográficas de dimensiones semejantes (y teniendo en cuenta no sólo características de los propios yacimientos sino también de su entorno geológico), se pueda considerar como una de las áreas de mayor interés de nuestro planeta para el estudio de los dinosaurios.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Bienvenido Martínez-Navarro, coordinador de este número monográfico, su invitación a participar en el mismo. Nuestra contribución se inscribe en los proyectos de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis apoyados por el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón, el Ministerio de Economía y Competitividad y Fondo Social Europeo (proyecto DINOTUR CGL2013-41295-P), FOCONTUR (Grupo de investigación de referencia E04_17R, Departamento de Innovación, Investigación y Universidad, Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo) y el Instituto Aragonés de Fomento.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRREZABALA, L. M.; VIERA, L. I. (1980) Icnitas de dinosaurios en Bretún (Soria). *Munibe*, 32, 1980, pp. 3-4
- ALCALÁ, L. (2012) The IDPI (Icnitas de Dinosaurios de la Península Ibérica) WHL candidacy in perspective. En HUH, M.; KIM, H. J.; PARK, J. Y. (ed.) *The 11th Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems*. Gwanju, Korea: Chonnam National University, 2012, pp. 255-258
- ALCALÁ, L.; ESPÍLEZ, E.; MAMPEL, L.; KIRKLAND, J. I.; ORTIGA, M.; RUBIO, D.; GONZÁLEZ, A.; AYALA, D.; COBOS, A.; ROYO-TORRES, R.; GASCÓ, F. (2012) New Lower Cretaceous vertebrate bonebed in Ariño (Teruel, Aragón, Spain) found and managed by joint collaboration between a mining company and a palaeontological park. *Geoheritage*, 4 (4), 2012, pp. 275-286
- ALCALÁ, L.; MAMPEL, L.; ROYO-TORRES, R.; COBOS, A. (2014) On small quadrupedal ornithopod tracks in Jurassic-Cretaceous transition intertidal deposits (El Castellar, Teruel, Spain). *Spanish Journal of Paleontology*, 29 (2), 2014, pp. 183-190
- ALCALÁ, L.; LOCKLEY, M. G.; COBOS, A.; MAMPEL, L.; ROYO-TORRES, R. (2016) Evaluating the Dinosaur Track record: an integrative approach to understanding the regional and global distribution, scientific importance, preservation and management of tracksites. En FALKINGHAM, P. L.; MARTY, D.; RICHTER, A. (ed.) *Dinosaur Tracks, The Next Steps*. Bloomington, IN: Indiana University Press, 2016, pp. 100-116
- ALCALÁ, L.; ESPÍLEZ, E.; MAMPEL, L. (en prensa) Ariño: la mina de los dinosaurios. En *XIII Jornadas de Paleontología Aragonesa*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico, en prensa
- ANDRÉS, J. A.; ALCALÁ, I.; BARCO, J. L.; CANUDO, J. I.; COBOS, A.; GARCÍA-PIMIENTA, J. C. (2007) *Un paseo con los dinosaurios por Aragón (Yacimientos de icnitas de dinosaurio)*. Zaragoza: Consejo de Protección de la Naturaleza, 2007
- ANTUNES, M. T.; MATEUS, O. (2003) Dinosaurs of Portugal. *Comptes Rendus Palevol*, 2, 2003, pp. 77-95
- BARCO, J. L. (2009) *Sistemática e implicaciones filogenéticas y paleobiogeográficas del saurópodo Galvesaurus herreroi (Formación Villar del Arzobispo, Galve, España)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Zaragoza, 2009
- BONAPARTE, J. F.; MATEUS, O. (1999) A new diplodocid, *Dinheirosaurus lourinhanensis* gen et sp. nov., from the Late Jurassic beds of Portugal. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5, 1999, 13-29
- BRILHA, J.; ALCALÁ, L.; ALMEIDA, A.; ARAÚJO, A.; AZEVEDO, A.; AZEVEDO, M. R.; BARRIGA, F.; BRUM DA SILVEIRA, A.; CABRAL, J.; CACHÃO, M.; CAETANO, P.; COBOS, A.; COKE, C.; COUTO, H.; CRISPIM, J.; CUNHA, P. P.; DIAS, R.; DUARTE, L.V.; DÓRIA, A.; FALÉ, P.; FERREIRA, N.; FERREIRA SOARES, A.; FONSECA, P.; GALOPIM DE CARVALHO, A.; GONÇALVES, R.; GRANJA, H.; HENRIQUES, M. H.; KULLBERG, J.C.; KULLBERG, M. C.; LEGOINHA, P.; LIMA, A.; LIMA, E.; LOPES, L.; MADEIRA, J.; MARQUES, J. F.; MARTINS, A.; MARTINS, R.; MATOS, J.; MEDINA, J.; MIRANDA, R.; MONTEIRO, C.; MOREIRA, M.; MOURA, D.; NETO DE CARVALHO, C.; NORONHA, F.; NUNES, J. C.; OLIVEIRA, J. T.; PAIS, J.; PENA DOS REIS, R.; PEREIRA, D.; PEREIRA, P.; PEREIRA, Z.; PIÇARRA, J.; PIMENTEL, N.; PINTO DE JESUS, A.; PRADAS, S.; PREGO, A.; RAMALHO, L.; RAMALHO, M.; RAMALHO, R.; RELVAS, J.; RIBEIRO, A.; RIBEIRO, M.A.; ROCHA, R.; SÁ, A.; SANTOS, V. F.; SANT'OVAIA, H.; SEQUEIRA, A.; SOUSA, M.; TERRINHA, P.; VALLE AGUADO, B.; VAZ, N. (2010) O inventário nacional do património geológico: abordagem metodológica e resultados. *E-Terra* [en línea], 18 (1), 2010, pp. 1-4 <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/45668/1/2010_eTerra_JBrilha.pdf> [Consulta: 26/03/2018]
- CAMPOS-SOTO, S.; BENITO, M. I.; MAS, R.; CAUS, E.; COBOS, A.; SUAREZ-GONZALEZ, P.; QUIJADA, I. E. (2016) Revisiting the Late Jurassic-Early Cretaceous of the NW South Iberian Basin: new ages and sedimentary environments. *Journal of Iberian Geology*, 42, 2016, pp. 69-94
- CAMPOS-SOTO, S.; COBOS, A.; CAUS, E.; BENITO, M. I.; FERNÁNDEZ-LABRADOR, L. SUAREZ-GONZALEZ, P.; QUIJADA, I. E.; MAS R.; ROYO-TORRES, R.; ALCALÁ, L. (2017) Jurassic Coastal Park: A great diversity of palaeoenvironments for the dinosaurs of the Villar del Arzobispo Formation (Teruel, eastern Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 485, 2017, pp. 154-177
- CANUDO, J. I.; ROYO-TORRES, R.; CUENCA-BESCÓS, G. (2008) A new sauropod: *Tastavinsaurus sanzi* gen. et sp. nov. from the Early Cretaceous (Aptian) of Spain. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28 (3), 2008, pp. 712-731
- CARCAVILLA URQUÍ, L.; LÓPEZ MARTÍNEZ, J.; DURÁN VALSERO, J. J. (2007) Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Instituto Geológico y Minero de España. *Cuadernos del Museo Geominero*, 7, 2007, pp. 1-405
- CASANOVAS-CLADELLAS, M. L.; SANTAFÉ-LLOPIS, J. V.; ISIDORO-LLORENS, A. (1993) *Pararhabdodon isonense* n. gen. n. sp. (Dinosauria). Morphology, radiotomographic study, and biomechanic considerations. *Paleontologia i Evolució*, 26-27, 1993, pp. 21-131
- CASANOVAS, M. L.; SANTAFÉ, J. V.; SANZ, J. L. (2001) *Losillasaurus giganteus*, un nuevo saurópodo del

tránsito Jurásico-Cretácico de la cuenca de «Los Serranos» (Valencia, España). *Paleontología i Evolució*, 32-33, 2001, pp. 99-122

- CASTANERA, D. (2013) *Aspectos paleoecológicos a partir del registro icnológico de tetrápodos en el intervalo Jurásico-Cretácico de la Cordillera Ibérica (Cameros oriental y Maestrazgo)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Zaragoza, 2013
- CASTANERA, D.; VILA, B.; RAZZOLINI, N. L.; FALKINGHAM, P. L.; CANUDO, J. I.; MANNING, P. L.; GALOBART, A. (2013) Manus track preservation bias as a key factor for assessing trackmarker identity and quadrupedalism in basal ornithopods. *PLoS ONE* [en línea] 8(1): e54177. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054177>> [Consulta: 26/03/2018]
- CASTANERA, D.; SANTOS, V. F.; PIÑUELA, L.; PASCUAL, C.; VILA, B.; CANUDO, J. I.; MORATALLA, J. (2016) Iberian sauropod tracks through time: Variations in sauropod manus and pes track morphologies. En FALKINGHAM, P. L.; MARTY, D.; RICHTER, A. (ed.) *Dinosaur Tracks, the Next Steps*. Bloomington, IN: Indiana University Press, 2016, pp. 120-137
- COBOS, A. (2011) *Los dinosaurios de Teruel como recurso para el desarrollo territorial*. Tesis doctoral inédita. Universidad del País Vasco, 2011
- COBOS, A.; ROYO-TORRES, R.; LUQUE, L.; ALCALÁ, L.; MAMPEL, L. (2010) An Iberian stegosaurs paradise: The Villar del Arzobispo Formation (Tithonian-Berriasian) in Teruel (Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 293, 2010, pp. 223-236
- COBOS, A.; GASCÓ, F. (2013) New vertebral remains of the stegosaurian dinosaur *Dacentrurus* from Riodeva (Teruel, Spain). *Geogaceta*, 53, 2013, pp. 17-20
- COBOS, A.; GASCÓ, F.; ROYO-TORRES, R.; ALCALÁ, L. (2013) "Dinoichnofacies" barremienses en Teruel (España). En ÁLVAREZ-VÁZQUEZ, C.; LÓPEZ RODRÍGUEZ, I. (ed.) *Libro de Resúmenes de las XXIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Córdoba: Real Jardín Botánico de Córdoba, 2013, pp. 65-66
- COBOS, A.; LOCKLEY, M. G.; GASCÓ, F.; ROYO-TORRES, R.; ALCALÁ, L. (2014) Megatheropods as apex predators in the typically Jurassic ecosystems of the Villar del Arzobispo Formation (Iberian Range, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 399, 2014, pp. 31-41
- COBOS, A.; GASCÓ, F.; ROYO-TORRES, R.; LOCKLEY, M. G.; ALCALÁ, L. (2016) Dinosaur tracks as "four-dimensional phenomena" reveal how different species moved. En FALKINGHAM, P. L.; MARTY, D.; RICHTER, A. (ed.) *Dinosaur Tracks, the Next Steps*. Bloomington, IN: Indiana University Press, 2016, pp. 244-254
- COMPANY, J. (2004) *Vertebrados continentales del Cretácico Superior (Campaniense-Maastrichtiense) de Valencia*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Valencia, 2004
- CRUZADO-CABALLERO, P. (2012) *Restos directos de dinosaurios hadrosáuridos (Ornithopoda, Hadrosauridae) del Maastrichtiense superior (Cretácico Superior) de Arén (Huesca)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Zaragoza, 2012
- CRUZADO-CABALLERO, P.; PEREDA-SUBERBIOLA, X.; RUIZ-OMENACA, J. I. (2010) *Blasisaurus canudo* gen. et sp. nov., a new lambeosaurine dinosaur (Hadrosauridae) from the Latest Cretaceous of Arén (Huesca, Spain). *Canadian Journal of Earth Sciences*, 47 (12), 2010, pp. 1507-1517
- CUESTA, E. (2017) *Concavenator corcovatus (Theropoda, Dinosauria) from Las Hoyas fossil site (Early Cretaceous, Cuenca, Spain): Taphonomic, phylogenetic and morphofunctional analyses*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2017
- DANTAS, P.; SANZ, J. L.; SILVA, C. M.; ORTEGA, F.; SANTOS, V. F.; CACHAO, M. (1998) *Lourinhasaurus* n.gen. novo dinossáurio saurópode do Jurássico superior (Kimmeridgiano superior-Titoniano inferior) de Portugal. En *Actas do V Congresso de Geologia*, 84. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro, Ministério da Economia, 1998, pp. A91-A94
- DÍAZ-MARTÍNEZ, I. (2013) *Incitas de dinosaurios bípedos de La Rioja (Cuenca de Cameros, Cretácico Inferior): Icnotaxonomía y aplicación paleobiológica*. Tesis doctoral inédita, Universidad de La Rioja, 2013
- DÍEZ DÍAZ, V. (2013) *Revisión del dinosaurio saurópodo *Lirainosaurus astibiae* (Titanosauria) del Cretácico Superior de la Península Ibérica: comparación con otros titanosaurios del suroeste de Europa, Hipótesis filogenética y paleobiogeográfica*. Tesis doctoral inédita, Universidad del País Vasco, 2013
- DÍEZ DÍAZ, V.; MOCHO, P.; PÁRAMO, A.; ESCASO, F.; MARCOS-FERNÁNDEZ, F.; SANZ, J. L.; ORTEGA, F. (2016) A new titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Lo Hueco (Cuenca, Spain). *Cretaceous Research*, 68, 2016, pp. 49-60
- ESCASO, F. (2014) *Historia evolutiva de los Ornithischia (Dinosauria) del Jurásico Superior de Portugal*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2014
- ESCASO, F.; ORTEGA, F.; DANTAS, P.; MALAFAIA, E.; SILVA, B.; GASULLA, J. M.; MOCHO, P.; NARVÁEZ, I.; SANZ, J. L. (2014) A new dryosaurid ornithopod (Dinosauria, Ornithischia) from the Late Jurassic of Portugal. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34 (5), 2014, pp. 1102-1112

- FCPTD (Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis) (coord.) (2009) *Dinosaur Ichnites of the Iberian Peninsula. World Heritage Candidacy*. Ministerio de Cultura de España and Ministerio do Ambiente, do Ordenamento do Territorio e do Desenvolvemento Regional, Portugal. Memoria inédita
- FUENTES, C.; MEIJIDE CALVO, M.; MEIJIDE-FUENTES, F.; MEIJIDE-FUENTES, M. (2016) Un nuevo dinosaurio estiracosterno (Ornithopoda: Ankylopollesia) del Cretácico Inferior de España. *Spanish Journal of Palaeontology*, 31 (2), 2016, pp. 407-446
- GALTON, P. M. (1980) Partial skeleton of *Dracopelta zbyzewskii* n. gen. and n. sp., an ankylosaurian dinosaur from the Upper Jurassic of Portugal. *Geobios*, 13 (3), 1980, pp. 451-457
- GALTON, P. M. (1991) Postcranial remains of stegosaurian dinosaur *Dacentrurus* from Upper Jurassic of France and Portugal. *Geologica et Paleontologica*, 25, 1991, pp. 299-327
- GARCÍA-ORTÍZ DE LANDALUCE, E. (2016) *Análisis de los yacimientos de icnitas de La Rioja (N de España) como recurso patrimonial y aplicación de nuevas tecnologías a su estudio*. Tesis doctoral, inédita, Universidad de León, 2016
- GARCÍA-RAMOS, J. C.; PIÑUELA, L.; LIRES, J. (2006) *Atlas del Jurásico de Asturias*. Oviedo: Ediciones Nobel, 2006
- GASCA, J. M. (2015) *Aportaciones al conocimiento sobre los dinosaurios del Barremiense inferior (Cretácico Inferior) de Teruel, España: asociaciones fósiles, sistemática, paleobiodiversidad y afinidades paleobiogeográficas*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Zaragoza, 2015
- GASCÓ, F. (2015) *Anatomía funcional de *Turiasaurus riodevensis* (Dinosauria, Sauropoda)*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Madrid, 2015
- GASCÓ, F.; COBOS, A.; ROYO-TORRES, R.; MAMPEL, L.; ALCALÁ, L. (2012) Theropod teeth diversity from the Villar del Arzobispo Formation (Tithonian-Berriasian) at Riodeva (Teruel, Spain). *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 92 (2), 2012, pp. 273-286
- GASULLA, J. M. (2015) *Los dinosaurios de la Cantera del Mas de la Parreta, Morella (Formación Morella, Barremiense superior, Cretácico Inferior): Sistemática, análisis filogenético e implicaciones paleobiológicas*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2015
- GASULLA, J. M.; ORTEGA, F.; ESCASO, F.; SANZ, J. L. (2006) Diversidad de terópodos del Cretácico Inferior (Fm Arcillas de Morella, Aptiense) en los yacimientos del Mas de la Parreta (Morella, Castellón). En FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (ed.) *Libro de resúmenes. XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología (León, 27-30 de Septiembre del 2006)*. León: Universidad, Secretariado de Publicaciones, 2006, pp. 124-125
- GASULLA, J. M.; ORTEGA, F.; PEREDA-SUBERBIOLA, X.; ESCASO, F.; SANZ, J. L. (2011) Elementos de la armadura dérmica del dinosaurio anquilosaurio *Polacanthus* Owen, 1865, en el Cretácico Inferior de Morella (Castellón, España). *Ameghiniana*, 48 (4), 2011, pp. 508-519
- GASULLA, J. M.; ESCASO, F.; ORTEGA, F.; SANZ, J. L. (2014) New hadrosauriform cranial remains from the Arcillas de Morella Formation (lower Aptian) of Morella, Spain. *Cretaceous Research*, 47, 2014, pp. 19-24
- GASULLA, J. M.; ESCASO, F.; NARVÁEZ, I.; ORTEGA, F.; SANZ, J. L. (2015) A new Sail-Backed Styrcosternan (Dinosauria: Ornithopoda) from the Early Cretaceous of Morella, Spain. *Plos ONE* [en línea], 10 (12), 2015 <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0144167>> [Consulta: 30/04/2018]
- GOMES, J. P. (1916) Descoberta de rastros de saurios gigantes no Jurássico do Cabo Mondego. *Comunicações Comissão Serviços Geológicos de Portugal*, 11, 1916, pp. 132-134
- HENDRICKX, C.; MATEUS, O. (2014) *Torvosaurus gurneyi* n. sp., the Largest Terrestrial Predator from Europe, and a Proposed Terminology of the Maxilla Anatomy in Nonavian Theropods. *Plos ONE* [en línea], 9(3), 2014, <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0088905>> [Consulta: 30/04/2018]
- HUERTA, P.; TORCIDA FERNÁNDEZ-BALDOR, F.; FARLOW, J. O.; MONTERO, D. (2012) Exceptional preservation processes of 3D dinosaur footprint casts in Costalomo (Lower Cretaceous, Cameros Basin, Spain). *Terra Nova*, 24, 2012, pp. 136-141
- KIRKLAND, J. I.; ALCALÁ, L.; LOEWEN, M.; ESPÍLEZ, E.; MAMPEL, L.; WIERSMA, J. (2013) The Basal Nodosaurid Ankylosaur *Europelta carbonensis* n. gen., n. sp. from the Lower Cretaceous (Lower Albian) Escucha Formation of Northeastern Spain. *PLoS ONE* [en línea], 8(12), 2013, <<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0080405>> [Consulta: 30/04/2018]
- LACASA-RUIZ, A. (1989) New genus of fossil bird from the Neocomian locality of Montsec (Lerida province, Spain). *Estudios geológicos*, 45 (5-6), 1989, pp. 417-425
- LAPPARENT, A. F.; ZBYSZEWSKI, G. (1957) Les dinosauriens du Portugal. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 2, 1957, pp. 1-63
- LOCKLEY, M. G.; MEYER, C. A.; SANTOS, V. F. (1994) Trackway evidence for a herd of juvenile sauropods from the Late Jurassic of Portugal. *Gaia: Revista de Geociências, Museu Nacional de História Natural (Lisbon)*, 10, 1994, pp.

- MALAFAIA, E. (2017) *Phylogenetic analysis, paleoenvironmental and paleobiogeographic interpretation of theropod dinosaurs from the Upper Jurassic of the Lusitanian Basin*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Lisboa, 2017
- MALAFAIA, E.; ORTEGA, F.; ESCASO, F.; SILVA, B. (2015) New evidence of *Ceratosaurus* (Dinosauria: Theropoda) from the Late Jurassic of the Lusitanian Basin, Portugal. *Historical Biology*, 27 (7), 2015, pp. 938-946
- MALAFAIA, E.; MOCHO, P.; ESCASO, F.; ORTEGA, F. (2017) New data on the anatomy of *Torvosaurus* and other remains of megalosauroid (Dinosauria, Theropoda) from the Upper Jurassic of Portugal. *Journal of Iberian Geology*, 43, pp. 33-59
- MAMPEL, L.; COBOS, A.; ALCALÁ, L.; LUQUE, L.; ROYO-TORRES R. (2009) An Integrated System of Heritage Management Applied to Dinosaur Sites in Teruel (Aragón, Spain). *Geoheritage*, 1 (2-4), 2009, pp. 53-73
- MATEUS, O. (1998) *Lourinhanosaurus antunesi*, a new Upper Jurassic allosauroid (Dinosauria: Theropoda) from Lourinhã (Portugal). *Memórias da Academia de Ciências de Lisboa*, 37, 1998, pp. 111-124
- MATEUS, O. (2005) *Dinossauros do Jurássico de Portugal, com destaque para os saurisquios*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Lisboa, 2005
- MATEUS, O. (2006) Late Jurassic Dinosaurs from the Morrison Formation (USA), The Lourinhã And Alcobaça Formations (Portugal), and the Tendaguru Beds (Tanzania): A comparison. *Paleontology and Geology of the Upper Jurassic Morrison Formation. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, n.º 36, 2006, pp. 223-231
- MATEUS, O.; ANTUNES, M. (2001) *Draconyx loureiroi*, a new camptosauridae (Dinosauria, Ornithopoda) from the Late Jurassic of Lourinhã, Portugal. *Annales de Paléontologie*, 87, 2001, pp. 61-73
- MATEUS, O.; WALLEN, A.; ANTUNES, M. T. (2006) The large theropod fauna of the Lourinha Formation (Portugal) and its similarity to that of the Morrison Formation, with a description of a new species of *Allosaurus*. *Paleontology and Geology of the Upper Jurassic Morrison Formation. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 36, 2006, pp. 123-129
- MATEUS, O.; MAIDMENT, S. C. R.; CHRISTIANSEN, N. A. (2009) A new long-necked 'sauropod-mimic' stegosaur and the evolution of the plated dinosaurs. *Proceedings of the Royal Society B*, 276 (1663), 2009, 1815-1821
- MATEUS, O.; MANNION, P. D.; UPCHURCH, P. (2014) *Zby atlanticus*, a new turiasaurian sauropod (Dinosauria, Eusauropoda) from the Late Jurassic of Portugal. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 34 (3), 2014, pp. 618-634
- McDONALD, A. T. (2011) The taxonomy of species assigned to *Camptosaurus* (Dinosauria: Ornithopoda). *Zootaxa*, 2783, 2011, pp. 52-68
- McDONALD, A. T.; ESPÍLEZ, E.; MAMPEL, L.; KIRKLAND, J.I.; ALCALÁ, L. (2012) An unusual new basal iguanodont (Dinosauria: Ornithopoda) from the Lower Cretaceous of Teruel, Spain. *Zootaxa*, 3595, 2012, pp. 61-76
- MOCHO, P. (2016) *Evolutionary History of Upper Jurassic Sauropods from the Lusitanian Basin (Portugal)*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2016
- MOCHO, P.; ROYO-TORRES, R.; ORTEGA, F. (2014) Phylogenetic reassessment of *Lourinhasaurus alenquerensis*, a basal Macronaria (Sauropoda) from the Upper Jurassic of Portugal. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 170 (4), pp. 875-916
- MOCHO, P.; ROYO-TORRES, R.; ORTEGA, F. (2017) New data for the Portuguese brachiosaurid *Lusitanatalaiensis* (Sobral Formation, Upper Jurassic). *Historical Biology*, 29 (6), 2017, pp. 789-817
- MOCHO, P.; ROYO-TORRES, R.; PIMENTEL, N.; ESCASO, F.; MALAFAIA, E.; MIGUEL CHAVES, C.; NARVÁEZ, I.; PÉREZ-GARCÍA, A.; SILVA ORTEGA, B. C.; ORTEGA, F. (2017) Stratigraphic distribution of the Upper Jurassic sauropod record in the Lusitanian Basin (Portugal). *Palaeontologia Electronica*, 20.2.27A, 2017, pp. 1-50
- MORATALLA, J. J. (1993) *Restos indirectos de dinosaurios del registro español: Paleocnología de la Cuenca de Cameros (Jurásico Superior-Cretácico Inferior) y Paleocnología del Cretácico Superior*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 1993
- MORATALLA, J. J.; SANZ J. I.; JIMÉNEZ, S. (1997) *Dinosaurios en La Rioja. Guía de yacimientos paleocnológicos*. Logroño: Iberdrola, Sección de Mineralogía y Paleontología, 1997
- MORATALLA, J. J.; HERNÁN, J.; JIMÉNEZ, S. (2003) Los Cayos dinosaur tracksite: overview on the Lower Cretaceous ichno-diversity of the Cameros Basin (Cornago, La Rioja Province, Spain). *Ichnos*, 10, pp. 229-240
- MORENO-AZANZA, M. (2014) *Los huevos fósiles de amniotas del Cretácico de la Península Ibérica: tafonomía, formación de la cáscara y sistemática*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Zaragoza, 2014
- ORTEGA, F.; ESCASO, F.; GASULLA, J. M.; DANTAS, P.; SANZ, J. L. (2006) Dinosaurios de la Península Ibérica. *Estudios Geológicos*, 62, 2006, pp. 219-240
- ORTEGA, F.; SANZ, J. L.; BARROSO-BARCENILLA,

F.; CAMBRA-MOO, O.; ESCASO, F.; GARCÍA-OLIVA, M.; MARCOS-FERNÁNDEZ, F. (2008) El yacimiento de macrovertebrados fósiles del Cretácico Superior de "Lo Hueco" (Fuentes, Cuenca). *Palaeontologica Nova, SEPAZ*, 8, 2008, pp. 119-131

• ORTEGA, F.; ESCASO, F.; SANZ, J. L. (2010) A bizarre, humped Carcharodontosauria (Theropoda) from the Lower Cretaceous of Spain. *Nature*, 467 (7312), 2010, pp. 203-206

• PEREDA-SUBERBIOLA, X. (1999) Ankylosaurian dinosaur remains from the Upper Cretaceous of Laño (Iberian Peninsula). *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, 14 (1), 1999, pp. 273-288

• PEREDA-SUBERBIOLA, X.; SANZ, J. L. (1999) The ornithomimid dinosaur Rhabdodon from the Upper Cretaceous of Laño (Iberian Peninsula). *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, 14 (1), 1999, pp. 257-272

• PEREDA-SUBERBIOLA, X.; RUIZ-OMEÑACA, J. I. (2005) Los primeros descubrimientos de dinosaurios en España. *Revista Española de Paleontología*, 10, 2005, pp. 15-58

• PEREDA-SUBERBIOLA, X.; FUENTES, C.; MEIJIDE, M.; MEIJIDE-FUENTES, F.; MEIJIDE-FUENTES, M. (2007) New remains of the ankylosaurian dinosaur Polacanthus from the Lower Cretaceous of Soria, Spain. *Cretaceous Research*, 28, 2007, pp. 583-596

• PEREDA-SUBERBIOLA, X.; CANUDO, J. I.; CRUZADO-CABALLERO, P.; BARCO, J. L.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, N.; OMS, O.; RUIZ-OMEÑACA, J. I. (2009) The last hadrosaurid dinosaurs of Europe: A new lambeosaurine from the Uppermost Cretaceous of Aren (Huesca, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 8 (6), 2009, pp. 559-572

• PÉREZ-LORENTE, F. (2003) Icnitas de dinosaurios del Cretácico en España. En PÉREZ-LORENTE, F.; ROMERO MOLINA, M.^a M.; RIVAS CARRERA, P. (coord.) *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. Universidad de La Rioja: Instituto de Estudios Riojanos, 2003, pp. 49-108 (Ciencias de la Tierra; 26)

• PÉREZ-LORENTE, F.; CUENCA, G.; AURELL, M.; CANUDO, J. I.; SORIA, A. R.; RUIZ-OMEÑACA, J. I. (1997) Las Cerradicas tracksite (Berriasian, Galve, Spain): Growing evidence for quadrupedal ornithomimids. *Ichnos*, 5, 1997, pp. 109-120

• PÉREZ-MORENO, B. P.; SANZ, J. L.; BUSCALIONI, A. D.; MORATALLA, J. J.; ORTEGA, F.; RASKIN-GUTMAN, D. (1994) A unique multitoothed ornithomimid from the Lower Cretaceous of Spain. *Nature*, 30, 1994, pp. 363-367

• PÉREZ PÉREZ, B. (2004) *Pelecanimimus polyodon: Anatomía, sistemática y Paleobiología de un Ornithomimosauria (Dinosauria: Theropoda) de Las Hoyas*

(Cretácico Inferior; Cuenca, España). Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2004

• PIÑUELA, L. (2016) *Huellas de dinosaurios y de otros reptiles del Jurásico Superior de Asturias*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Oviedo, 2016

• PRIETO-MÁRQUEZ, A.; GAETE, R.; RIVAS, G.; GALOBART, Á.; BOADA, M. (2006) Hadrosauroid dinosaurs from the Late Cretaceous of Spain: Pararhabdodon isonensis revisited and Koutalisaurus kohlerorum, gen. et sp. nov. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26 (4), 2006, pp. 929-943

• POZA, B.; SUÑER, M.; SANTOS-CUBEDO, A.; GALOBART, A. (2008) Los dinosaurios de Cataluña y Valencia: 20 años de investigación por divulgar. Un proyecto de divulgación de la paleontología. *Palaeontologica Nova, SEPAZ*, 8, 2006, pp. 369-380

• RAUHUT, O. W. M. (2003) A tyrannosaurid dinosaur from the Upper Jurassic of Portugal. *Palaeontology*, 46 (5), 2003, pp. 903-910

• RAZZOLINI, R. (2016) *Morphological variation and ichnotaxonomy of dinosaur tracks. Linking footprint shapes to substrate and trackmaker's anatomy and locomotion*. Tesis doctoral inédita, Universitat Autònoma de Barcelona, 2016

• ROYO-TORRES, R. (2006) *Sistemática y Paleobiología del saurópodo (Dinosauria) del Aptiense inferior de Peñarroya de Tastavins (Teruel, España)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Zaragoza

• ROYO-TORRES, R. (2009a) *El saurópodo de Peñarroya de Tastavins*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses-Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, 2009

• ROYO-TORRES, R. (2009b) Los dinosaurios saurópodos en la Península Ibérica. En *Actas de las IV Jornadas Internacionales sobre Paleontología de dinosaurios y su entorno. Salas de los Infantes (Burgos, España)*. Burgos: Colectivo Arqueológico-Paleontológico de Salas, 2009, pp. 139-166

• ROYO-TORRES, R.; COBOS, A.; ALCALÁ, L. (2006) A Giant European Dinosaur and a New Sauropod Clade. *Science*, 314, 2006, pp. 1925-1927

• ROYO-TORRES, R.; COBOS, A.; ABERASTURI, A.; ESPÍLEZ, E.; FIERRO, I.; GONZÁLEZ, A.; LUQUE, L.; MAMPEL, L.; ALCALÁ, L. (2009) High european sauropod dinosaur diversity during Jurassic-Cretaceous transition in Riodeva (Teruel, Spain). *Palaeontology*, 52 (5), 2009, pp. 1009-1027

• ROYO-TORRES, R.; ALCALÁ, L.; COBOS, A. (2012) A new specimen of the Cretaceous sauropod *Tastavinsaurus sanzi* from El Castellar (Teruel, Spain), and a phylogenetic

analysis of the Laurasiformes. *Cretaceous Research*, 34, 2012, pp. 61-83

• ROYO-TORRES, R.; UPCHURCH, P.; MANNION, P.; MAS, R. COBOS, A.; GASCÓ, F.; ALCALÁ, L. SANZ, J. L. (2014) The anatomy, phylogenetic relationships and stratigraphic position of the Tithonian-Berriasian Spanish sauropod dinosaur *Aragosaurus ischiaticus*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, vol. 171 (3), 2014, pp. 623-655

• ROYO-TORRES, R.; UPCHURCH, P.; KIRKLAND, J. I.; DEBLIEUX, D. D.; FOSTER, J. R.; COBOS, A.; ALCALÁ, L. (2017) Descendants of the Jurassic turiasaurs from Iberia found refuge in the Early Cretaceous of western USA. *Scientific Reports*, 7, 14311, 2017, pp. 1-12

• ROYO-TORRES, R.; FUENTES, C.; MEIJIDE, M.; MEIJIDE-FUENTES, F.; MEIJIDE-FUENTES, M. (2017) A new Brachiosauridae sauropod dinosaur from the Lower Cretaceous of Europe (Soria province, Spain). *Cretaceous Research*, 80, 2017, pp. 38-55

• RUIZ-OMEÑACA, J. I. (2006) *Restos directos de dinosaurios (Saurischia, Ornithischia) en el Barremiense (Cretácico Inferior) de la Cordillera Ibérica en Aragón (Teruel, España)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Zaragoza, 2006

• RUIZ-OMEÑACA, J. I. (2011) *Delapparentia turoloensis* nov. gen et sp., un nuevo dinosaurio iguanodontoideo (Ornithischia: Ornithopoda) en el Cretácico Inferior de Galve. *Estudios Geológicos*, 67 (1), 2011, pp. 83-110

• RUIZ-OMEÑACA, J. I.; CANUDO, J. I.; CUENCA-BESCÓS, G.; CRUZADO-CABALLERO, P. L.; GASCA, J. M.; MORENO-AZANZA, M. (2012) A new basal ornithopod dinosaur from the Barremian of Galve, Spain. *Comptes Rendus Palevol*, 11 (6), 2012, pp. 435-444

• SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, B.; BENTON M. J. (2014) Filling the ceratosaur gap: A new ceratosaurian theropod from the Early Cretaceous of Spain. *Acta Palaeontologica Polonica*, 59 (3), 2014, pp. 581-600

• SANTOS, V. (2003) *Pistas de dinossáurio no Jurássico-Cretácico de Portugal. Considerações paleobiológicas e paleoecológicas*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2003

• SANTOS, V. F.; MORATALLA J. J.; ROYO-TORRES, R. (2009) New sauropod trackways from the Middle Jurassic of Portugal. *Acta Paleontologica Polonica*, 54 (3), 2009, pp. 409-422

• SANTOS, V. F.; COBOS, A.; ALCALÁ, L. (2011) Pedreira do Galinha. En BRILHA, J.; PEREIRA, P. (ed.) *Património geológico: geossítios a visitar em Portugal/Geological heritage: geosites to visit in Portugal*. Porto: Porto Editora, 2011, pp. 60-61

• SANZ, J. L.; BUSCALIONI, A. D.; CASANOVAS, M. L. SANTAFÉ, J. V. (1987) Dinosaurios del Cretácico Inferior de Galve (Teruel, España). *Estudios Geológicos*, vol. extr. Galve-Tremp, 1987, pp. 45-64

• SANZ, J. L.; BONAPARTE, J. F.; LACASA, A. (1988) Unusual Early Cretaceous birds from Spain. *Nature*, 331, 1988, pp. 433-435

• SANZ, J. L.; BONAPARTE, J. F. (1992) A New Order of Birds (Class Aves) from the Lower Cretaceous of Spain. En BECKER, J. J. (ed.) *Papers in avian paleontology honoring Pierce Brodkorb*. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, 1992, pp. 38-49 (Science Series; 36)

• SANZ, J. L.; BUSCALIONI, A. D. (1992) A new bird from the Early Cretaceous of Las Hoyas, Spain, and the early radiation of birds. *Palaeontology*, 35 (4), 1992, pp. 829-845

• SANZ, J. L.; CHIAPPE, L. M.; PÉREZ-MORENO, B. P.; BUSCALIONI, Á. D.; MORATALLA, J. J.; ORTEGA, F.; POYATO-ARIZA, F. J. (1996) An Early Cretaceous bird from Spain and its implications for the evolution of avian flight. *Nature*, 382 (6590), 1996, pp. 442-445

• SANZ, J. L.; POWELL, J. E.; LE LOEUFF, J.; MARTÍNEZ, R.; PEREDA-SUBERBIOLA, X. (1999) Sauropod remains from the Upper Cretaceous of Laño (north central Spain). Titanosaur phylogenetic relationships. *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, n.º 14 (1), 1999, pp. 235-255

• SAUVAGE, H.-É. (1897-98) *Vértebrés fossiles du Portugal. Contribution à l'étude des poissons et des reptiles du Jurassique et du Crétacé. Mémoires de la Direction des Travaux Géologiques du Portugal*

• SCHULP, A.; BROKX, W. A. (1999) Maastrichtian sauropod footprints from the Fumanya site, Bergueda, Spain. *Ichnos*, 6, 4, 1999, pp. 239-250

• SUÑER, M. (2016) *Estudio paleontológico de los dinosaurios saurópodos del tránsito Jurásico-Cretácico (Titoniense-Berriasiense) de la Formación Villar del Arzo bispo en el término municipal de Alpuente (comarca de Los Serranos, Valencia, España)*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2016

• TORCIDA FERNÁNDEZ-BALDOR, F. (ed.) (2006) *Actas del Simposio Internacional Huellas que perduran. Icnitas de dinosaurios: patrimonio y recurso*. Valladolid: Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León, 2006

• TORCIDA FERNÁNDEZ-BALDOR, F. (2012) *Sistemática, Filogenia y Análisis Paleobiogeográfico de Deman dasaurus darwini (Sauropoda, Rebbachisauridae) del Barremiense Superior-Aptiense de Burgos (España)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Zaragoza, 2012

• TORCIDA FERNÁNDEZ-BALDOR, F.; CANUDO, J. I.; HUERTA, P.; MONTERO, D.; PEREDA-SUBERBIOLA,

X.; SALGADO, L. (2011) *Demandasaurus darwini*, a new rebbachisaurid sauropod from the Early Cretaceous of the Iberian Peninsula. *Acta Palaeontologica Polonica*, 56 (3), 2011, pp. 535-552

• TORCIDA FERNÁNDEZ-BALDOR, F.; CANUDO, J. I.; HUERTA, P.; MORENO-AZANZA, M.; MONTERO, D. (2017) *Europatitan eastwoodi*, a new sauropod from the lower Cretaceous of Iberia in the initial radiation of somphospondylans in Laurasia. *PeerJ*, 5, 2017, pp. e3409

• TORICES-HERNÁNDEZ, A. (2007) *Los dinosaurios terópodos del Cretácico Superior de la Cuenca Surpirenaica*. Tesis doctoral inédita, Universidad Complutense de Madrid, 2007

• VERDÚ, F. J. (2017) *Sistemática, filogenia y paleobiología de *Iguanodon galvensis* (Ornithopoda, Dinosauria) del Barremiense inferior (Cretácico Inferior) de Teruel (España)*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Valencia, 2017

• VERDÚ, F. J.; ROYO-TORRES, R.; COBOS, A.; ALCALÁ, L. (2015) Perinates of a new species of *Iguanodon* (Ornithischia: Ornithopoda) from the lower Barremian of Galve (Teruel, Spain). *Cretaceous Research*, 56, 2015, pp. 250-264

• VERDÚ, F. J.; ROYO-TORRES, R.; COBOS, A.; ALCALÁ, L. (2017) New systematic and phylogenetic data about the early Barremian *Iguanodon galvensis* (Ornithopoda: Iguanodontoidea) from Spain. *Historical Biology*, 30:4, 437-474, DOI: 10.1080/08912963.2017.1287179

• VERDÚ, F. J.; GODEFROIT, P.; ROYO-TORRES, R.; COBOS, A.; ALCALÁ, L. (2017) Individual variation in the postcranial skeleton of *Iguanodon bernissartensis* (Dinosauria: Ornithopoda). *Cretaceous Research*, 74, 2017, pp. 65-86

• VILA, B. (2010) *Los saurópodos del Cretácico superior del sur de Europa: diversidad, icnología y biología reproductiva*. Tesis doctoral inédita, Universidad Autónoma de Madrid, 2010

• VILA, B.; OMS, O.; GALOBART, A. (2005) Manus-only titanosaurid trackway from Fumanya (Maastrichtian, Pyrenees): further evidence for an underprint origin. *Lethaia*, 38, 2005, pp. 211-218

• VILA, B.; RIERA, V.; BRAVO, A. M.; OMS, O.; VICENS, E.; ESTRADA, R.; GALOBART, À. (2011) The chronology of dinosaur oospecies in southern Europe: refinements from the Maastrichtian succession of the Eastern Pyrenees. *Cretaceous Research*, 32, 2011, pp. 378-386

Aves fósiles de la Península Ibérica, Canarias y Baleares: balance de los estudios realizados

Antonio Sánchez Marco | Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4137>

RESUMEN

Representantes del grupo de las neornitas son las aves más antiguas que se han descubierto en la Península Ibérica, en el Cretácico inferior. Recientemente, se han hallado evidencias de una gastornítida, aves de gran tamaño y no-voladoras, en sedimentos del Cretácico superior. La información sobre las aves del pasado comienza a ser rica con las cuencas sedimentarias que se forman durante el Mioceno. Las primeras indicaciones de caídas sustanciales de la temperatura en el hemisferio norte que acusan las aves tienen lugar hace aproximadamente tres millones de años. Son también las primeras evidencias de migración anual. Ratites procedentes de África se encuentran entre los animales que se instalaron durante el Plioceno inferior en las primeras islas que más tarde conformarán el archipiélago canario.

Palabras clave

Aves | Baleares | Canarias | Fósiles | Península Ibérica |



Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) | foto Stewart Finlayson

INTRODUCCIÓN

Las aves que han vivido en el pasado en la Península Ibérica han dejado un rastro fósil muy discontinuo en el tiempo, y lo mismo se puede afirmar para los archipiélagos canario y balear. Las Hoyas es uno de los pocos yacimientos del Cretácico en el mundo en los que se encuentran enantiornitas. El Paleógeno ibérico es en cuanto a las aves un lapso casi vacío. En el Mioceno existen unos pocos yacimientos con una cierta cantidad de restos óseos, pero la mayoría de las localidades de esta época son muy pobres. En el Plioceno el registro de aves es más rico y las muestras de los distintos grupos de aves, más compensadas. Hace unos 3 millones de años tenemos una ornitocenosis con las características que tendrán las ornitofaunas del Cuaternario. Las aves acusan un enfriamiento en el hemisferio norte. Los registros más antiguos en los archipiélagos canario y balear tienen lugar en el Plioceno. En particular, las aves más antiguas de las que se tiene constancia en las Canarias forman parte de los primeros vertebrados terrestres que llegan a las islas orientales y prosperan durante varios cientos de miles de años. Tanto ambos archipiélagos como la Península Ibérica, cuentan con muchas localidades en las que se han preservado fósiles de aves del Pleistoceno y Holoceno, y algunos de estos yacimientos están entre los más ricos del mundo.

SINOPSIS DE LOS RESULTADOS

Cretácico

En dos localidades del Cretácico inferior, La Pedrera del Montsec (Lérida) y Las Hoyas (Cuenca), se han descubierto restos fósiles que se han podido asignar a *Enantiornithes* y también unos pocos restos pertenecientes a una especie de ave de afinidades taxonómicas inciertas a causa de la ausencia de caracteres diagnósticos. *Enantiornithes* es uno de los grupos más diversificados del Cretácico. No se han hallado descendientes de estas aves después del límite Cretácico/Paleógeno (ZHOU, 2004).



Iberomesornis romerali. Las Hoyas. Cretácico inferior | fuente SANZ; ORTEGA, 2002

En Las Hoyas, de edad Barremiense superior, han aparecido *Iberomesornis romerali*, *Concornis lacustris* y *Eoalulavis hoyasi*. En todos faltan los respectivos cráneos. El primer taxón corresponde a un animal del tamaño de un gorrión. Es destacable un pigostilo muy largo y un coracoides muy robusto. *Concornis* tiene una talla el doble que la de *Iberomesornis* (SANZ; ORTEGA, 2002). El fémur y la ulna son notablemente más largos que el conjunto de los huesos de la mano. Posee una fúrcula muy desarrollada, con un hipocleido robusto. En *Eoalulavis* se encuentra por vez primera el álula, una estructura que consta de unas pocas plumas que el animal mueve con uno de sus dedos del ala para frenar la velocidad y para mejorar la maniobra-

bilidad en el vuelo. Como también sucede en *Concornis*, *Eoalulavis* es un ave con una mano relativamente corta en comparación con los otros huesos del ala.

En el Montsec primeramente se descubrió un pequeño conjunto de restos óseos y partes de plumas, con insuficientes caracteres morfológicos para ser asignados a un grupo particular de las aves que vivieron en el Cretácico, que recibió el nombre de *Noguerornis gonzalezi* (LACASA RUIZ, 1986; 1989). En el mismo yacimiento apareció posteriormente el cráneo de un individuo juvenil de *Enantiornithes*. Aun siendo juvenil, este animal era de talla notablemente superior al encontrado previamente (SANZ; CHIAPPE; PÉREZ-MORENO et ál., 1997).

En el yacimiento de Laño (Burgos), del Cretácico superior, se ha encontrado parte de un sinsacro de un ave de gran tamaño, *Gargantuavis philoinos*, especie hallada anteriormente en el sur de Francia. Se interpreta que este grupo de aves es resultado de un fenómeno de evolución insular en ausencia de carnívoros de gran talla. Parte de la Península Ibérica y sur de Francia constituían la isla Ibero-Armoricana del archipiélago europeo (BUFFETAUT, 2008; BUFFETAUT; PEREDA-SUBERBIOLA; CORRAL et ál, 2015).

Paleógeno

Los terrenos paleógenos ibéricos no se distinguen por su riqueza en fósiles de aves. Los únicos conocidos son tres huesos del yacimiento del Eoceno inferior de Silveirinha (Baixo Mondego), atribuidos a la recurvirostrida *Fluviatilavis antunesi* (HARRISON, 1983). En varios yacimientos del Oligoceno del norte de la Península –Agramunt, Peralta de la Sal, Liedena y Suria– se han descubierto icnitas producidas por aves. En Tárrega y en Los Barros aparecieron unos escasos fragmentos óseos en muy malas condiciones de conservación (SÁNCHEZ MARCO, 1999a). No se ha trabajado en el estudio de los restos de aves del Paleógeno.

Neógeno peninsular

El registro de aves del Neógeno es claramente más rico que el de los periodos anteriores, aunque la mayor parte de las localidades fosilíferas proporcionan escasos elementos (SÁNCHEZ MARCO, 1995a, 1995b, 1999a, 2010). No obstante, hay algunos conjuntos de aves que comienzan a ofrecer un cierto conocimiento de las aves de este lapso temporal y apuntan problemáticas de algún interés. Incluso los yacimientos donde se ha hallado mayor variedad taxonómica presentan sesgos claros en la representación de los diversos grupos de aves que se supone que estarían presentes. No hay ninguna localidad o conjunto de localidades de este periodo que ofrezcan muestras equitativas de las ornitocenosis locales.

Cuenca del Vallés-Penedés

Es una cuenca sedimentaria que se origina como consecuencia de tensiones tectónicas durante el Neógeno. Sus secuencias sedimentarias comprenden casi todo el Mioceno. Hay diversos sitios donde se han hallado restos de aves (El Fallol-MN3, Can Mas-MN4, Can Poncic-MN9, Hostalets de Pierola indeterminado-MN7+8 y MN9, Viladecavalls-MN10), pero en ninguno de ellos hay una muestra amplia de taxones. Se registran algunos falconiformes, charadriiformes y estrigiformes, pero el de los galliformes es el grupo dominante en esta cuenca. Se han identificado: *Miophasianus altus*, *Miophasianus medius*, *Palaeortyx brevipes/grivensis*, *Palaeortyx phasianoides* y *Palaeortyx gallica* (SÁNCHEZ MARCO, 2006a; en prensa). Cada uno de estos taxones tiene una distribución cronológica muy amplia a lo largo del Mioceno europeo. En Hostalets de Pierola se halla *Tyto balearica* (SÁNCHEZ MARCO, en prensa), afín morfológicamente a la lechuza común actual.

Toril 3-Cuenca de Calatayud

Toril 3, situado en el municipio de Daroca, es la única localidad conocida con restos de aves de la cuenca de Calatayud. Su fauna corresponde a la biozona MN7+8. Como sucede en la cuenca del Vallés-Penedés, las especies halladas aquí pertenecen casi en su totalidad al grupo de galliformes y son las mismas (*Miophasianus altus*, *Miophasianus medius*, *Palaeortyx brevipes/grivensis*, *Palaeortyx phasianoides* y *Palaeortyx gallica*) (SÁNCHEZ MARCO, 2006a; en prensa). En cuanto a las estrigiformes, en Toril 3 aparece la lechuza *Tyto sanctialbani* (SÁNCHEZ MARCO, 2001).

Cerro de los Batallones

El conjunto de depósitos paleontológicos del cerro de los Batallones se encuentra en el sur de Madrid. Contiene una amplia muestra de la fauna de vertebrados terrestres de la biozona MN10 (Mioceno superior). Estos yacimientos funcionaron en su momento como oquedades naturales donde quedaban atrapados mamíferos que deambulaban por la zona, lo que constituía un foco de atracción para carnívoros y carroñeros. Los mamíferos son predominantes en estos yacimientos y, muy particularmente, los carnívoros (MORALES; POZO; SILVA et ál., 2008). Las especies de aves son asimismo muy abundantes. La mayoría de los elementos óseos avianos que han aparecido son falanges pedales, vértebras y fragmentos de huesos de incierta identificación. Pero un centenar de huesos sí se han podido asignar a especies o géneros. Aunque el estudio sistemático no está concluido, se han distinguido unas doce especies, la mayor parte carroñeras (SÁNCHEZ MARCO, 2017).

En el grupo de las galliformes, *Miophasianus medius* es la especie de mayor tamaño. Debió de ser parecido a los actuales pavos, y posiblemente con similares requisitos ecológicos. Aparece en otros yacimientos españoles y europeos (MLÍKOVSKÝ, 2002; SÁNCHEZ MARCO, 2006a). También hay algunos

huesos que corresponderían a aves parecidas a las codornices actuales; bien a *Palaeortyx brevipes* o a *Palaeortyx grivensis* (SÁNCHEZ MARCO, en prensa). En los elementos esqueléticos estudiados no se han visto caracteres que permitan separar ambas especies. La distribución cronológica de *Palaeortyx brevipes* va desde el Paleógeno de Francia (GAILLARD, 1908 –*Palaeortyx cayluxensis*–; MOURER-CHAUVIRÉ, 1992) hasta Aljezar B (Mioceno superior, España) (CHENEVAL; ADROVER, 1993: *Palaeortyx* cf. *brevipes*). *Palaeortyx grivensis* se encuentra desde el Mioceno medio al superior (MLÍKOVSKÝ, 2002).

En Batallones hay numerosos restos fósiles de un alimoche y de un quebrantahuesos, cuyos representantes actuales son *Neophron percnopterus* y *Gypaetus barbatus*, respectivamente. En el Neógeno europeo no se han hallado hasta ahora animales de estas líneas filogenéticas. Sin embargo recientemente se ha descrito en el Mioceno tardío de China *Mioneophron longirostris* (LI; CLARKE; ZHOU et ál., 2016). En Norteamérica se han descrito seis especies de buitres del género *Neophrontops*, desde el Mioceno temprano al Pleistoceno (BRODKORB, 1964; FEDUCCIA, 1974; RICH, 1977), que guardan similitudes morfológicas con el alimoche actual (HOWARD, 1966). También aparecen dos buitres; uno con afinidades con los buitres orejados o negros, *Torgos/Aegypius*, y el otro de menor tamaño, indistinguible de las especies actuales de *Gyps*. El registro europeo más antiguo de la subfamilia Aegyptiinae es *Aegyptius tugarinovi*, del Plioceno inferior de Moldavia (ZELENKOV; MANEGOLD, 2015). En el Mioceno tardío de China se han descrito varios buitres con afinidades con el grupo Aegyptiinae: *Mioaegyptius gui*, en Jiangsu (HOU, 1984), *Qiluornis taishanensis* (HOU; ZHOU; ZHANG et ál., 2000) y *Gansugyps linxiaensis*, en Gansu (ZHANG; ZHENG; ZHENG, 2010).

El grupo de falconiformes de la fauna local también comprendía rapaces de tallas medias, como las actuales águilas culebreras y milanos (SÁNCHEZ MARCO, 2017).

Ratites (cáscaras de huevos)

Las ratites constituyen un grupo monofilético de paleognatas según la mayor parte de los estudios morfológicos y moleculares que se han realizado (HADDRATH; BAKER, 2001; HARSHMAN, 2008). Los representantes actuales de este clado son una especie de avestruz, dos especies de ñandúes, tres de casuaris, una especie de emú y cinco de kiwis. Su registro fósil abarca desde el Paleógeno (MAYR, 2009; CENIZO, 2012), y en el Neógeno hay evidencias de su presencia en casi todo el mundo. Han perdido la capacidad de vuelo y todas, a excepción del kiwi, son corredoras y de talla grande. A pesar del considerable tamaño de las ratites y de que sus huesos son macizos, las cáscaras de huevos son considerablemente más frecuentes que los elementos del esqueleto. En terrenos neógenos de Europa y Asia se hallan cáscaras cuyos poros de intercambio gaseoso en la superficie exterior forman



Arriba, cráneo de alimoche; abajo, cráneo de buitre de gran tamaño. Batallones. Mioceno superior | fotos A. Sánchez Marco (2018)

patrones similares tanto al del actual avestruz (*Struthio*) como al de las extinguidas aves elefante (*Aepyornis*) de Madagascar, y estos dos diseños también se encuentran ampliamente distribuidos por África (BOEV; SPASSOV, 2009; PATNAIK; SAHNI; CAMERON et ál., 2009; WANG; HU; WANG, 2012).

Se han encontrado cáscaras de huevo de tipo *Aepyornis* en dos yacimientos del Mioceno superior de la cuenca del bajo Segura, en Torrellano (BRAVO; YÉBENES; MARTÍN, 2009) y en Crevillente 2 (datos inéditos). El primero está en el piso Messiniense (BRAVO; YÉBENES; MARTÍN, 2009) y el segundo en el Turolense inferior (MONTROYA, 1997). Mein y Dauphin (1995) reportan la presencia del mismo tipo de cáscaras en la localidad de La Gloria 4 (Plioceno inferior, Fosa de Teruel). También son del Plioceno inferior los hallazgos del norte de Lanzarote, que se tratan más adelante. Tanto en Crevillente 2 como en La Gloria 4 han aparecido huesos fósiles de diversos animales, aves incluidas (SÁNCHEZ MARCO, 1999a; datos inéditos para Crevillente 2), pero no hay evidencias de huesos de ratites.

Plioceno

Durante el Plioceno tiene lugar un cambio profundo en la composición taxonómica de las ornitocenosis. Desaparecen los géneros y especies que han existido durante el Mioceno y son reemplazadas por otras. Hacia el final del Plioceno van apareciendo las especies que caracterizarán las faunas propias del Pleistoceno y del Holoceno. Elementos esqueléticos procedentes del yacimiento de Layna (Soria, Plioceno inferior) han servido para describir un otídido (avutarda), *Chlamydotis mesetaria* (SÁNCHEZ MARCO, 1990), y una codorniz de talla grande, *Megalocoturnix cordoni* (SÁNCHEZ MARCO, 2009). También se encuentran aquí restos de la lechuza *Tyto balearica* (MOURER-CHAUVIRÉ; SÁNCHEZ MARCO, 1988; SÁNCHEZ MARCO, 2001). Ninguna de estas especies vive en la actualidad, pero dos de los géneros, *Chlamydotis* y *Tyto*, sí forman parte de las faunas cuaternarias.

En el yacimiento de Las Higuieruelas, que se forma durante el Plioceno superior, en un sistema de antiguas lagunas, en el interior de un cono volcánico, por vez primera encontramos representantes de los diversos grupos de aves que componían la ornitofauna local (SÁNCHEZ MARCO, 2005; 2009): *Podiceps auritus*, *Podiceps nigricollis*, *Ardea cinerea*, *Nycticorax nycticorax*, *Ixobrychus minutus*, *Plegadis falcinellus*, *Cygnus* cf. *cygnus*, cf. *Anser* sp., *Tadorna* sp., *Marmaronetta angustirostris*, *Aythya* sp., *Aythya marila*, *Mergus albellus*, *Oxyura leucocephala*, *Palaeocryptonyx novaki*, *Alectoris* sp., *Perdix* sp., *Crex crex*, *Actitis hypoleucos*, *Pterocles alchata*, *Columba* sp., *Anthus pratensis*, cf. *Turdus* sp., *Emberiza citrinella*, *Passer* sp., *Corvus monedula* y *Corvus* cf. *antecorax*.

Bonadonna y Villa (1984) obtuvieron una fecha de 3,5 Ma (por datación con el método K/Ar) para este yacimiento, y se incluye en la biozona MN16 según su

composición faunística (BRUIJN; DAAMS; DAXNER-HÖCK et ál., 1992). No obstante hay varias razones para considerar que es el primer conjunto ornítico típico del Cuaternario (SÁNCHEZ MARCO, 2005). Por primera vez aparecen especies invernantes. Es decir, encontramos las primeras evidencias del fenómeno de la migración anual en las aves. Todas las especies, excepto una, pertenecen al elenco de taxones que hay durante el Pleistoceno y Holoceno.

Además, este conjunto faunístico tiene unas implicaciones inesperadas desde un punto de vista paleoclimático porque las especies migradoras evidencian condiciones climáticas bastante frías en latitudes altas del continente europeo, que solo se registran en el sur de Europa durante el Pleistoceno en coincidencia con las fases de avance del casquete polar norte. Quizá el conjunto de aves de Las Higuieruelas es la primera evidencia biológica y contundente del enfriamiento del hemisferio norte que comienza hacia los 3,1 Ma (RAYMO; RUDDIMAN; CLEMENT, 1986; RAYMO, 1991).

Pleistoceno peninsular

Un rasgo característico del Pleistoceno es que las especies que encontramos son las mismas que hay en la actualidad, con escasas excepciones que se registran al comienzo de esta época. En cuanto a los conjuntos orníticos –es decir, entendiendo que las asociaciones fósiles son muestras de las paleornitocenosis locales–, desde los yacimientos más antiguos se evidencia que la Península Ibérica estuvo dividida en las dos regiones bioclimáticas actuales (mediterránea y eurosiberiana o atlántica), si bien los límites y las extensiones de ambas fluctuaron a lo largo de toda esta época. Los yacimientos del Pleistoceno son tan numerosos, en particular, los de las fases finales, que en este trabajo solo se han podido escoger unos pocos. Incluso se han quedado fuera algunos conjuntos muy interesantes.

Región eurosiberiana o atlántica

El conjunto de yacimientos de Atapuerca, la cueva de El Castillo y la cueva de Santa Catalina han proporcionado las asociaciones orníticas más ricas y diversas de esta región. Las aves de estos yacimientos, con sus niveles de diversas cronologías, señalan la existencia de una gama amplia de hábitats.

Las tablas 1 y 2 muestran la mayor parte de las especies que han aparecido en algunos de los niveles de los yacimientos de la trinchera de Atapuerca.

Las características ambientales y climáticas que se desprenden al analizar las asociaciones de aves de Atapuerca se han tratado anteriormente (SÁNCHEZ MARCO, 1999b; 1999c; MADE; AGUIRRE; BASTIR et ál., 2003). Quizá se deba destacar que las aves de todos los niveles son propias de climas templa-

dos y que las aves invernantes no parecen indicar condiciones especialmente frías en el hemisferio norte. También, es evidente que en las proximidades del sistema kárstico había una laguna grande o sistema lagunar o río con aguas remansadas donde se congregaban muchas anátidas, limícolas, numerosas rapaces especializadas en cazar en la superficie del agua, etc.

En la excavación histórica realizada en la cueva de El Castillo se encontraron fósiles de 49 especies de aves (Sánchez Marco, 2006b; 2018). La tabla 3 (pp. 164-165) corresponde a la excavación histórica e incluye niveles desde el aziliense (Holoceno, nivel 4) al musteriense.

En esta localidad han quedado evidencias de especies que no forman parte de la avifauna ibérica actual o son visitantes muy raros. Son: barnacla cariblanca (*Branta leucopsis*), negrón careto (*Melanitta perspicillata*), falaropo picogruoso (*Phalaropus fulicarius*), correlimos oscuro (*Calidris maritima*), págalo pomarino (*Stercorarius pomarinus*), charrán ártico (*Sterna paradisaea*), ampelis europeo (*Bombycilla garrulus*) y camachuelo picogruoso (*Pinicola enucleator*). Todas ellas tienen en la actualidad una distribución geográfica más septentrional. Y también se han hallado aquí numerosas especies que no se encuentran en otros yacimientos (SÁNCHEZ MARCO, 2006b; 2018).

La cueva de Santa Catalina se encuentra en la costa vizcaína, y posee niveles magdalenienses y azilienses, del final del Pleistoceno y comienzo de Holoceno. En la tabla 4, el nivel I corresponde al aziliense (Holoceno) y los niveles II y III, al magdaleniense (Elorza, 2014). Con un centenar aproximado de especies, acoge a uno de los conjuntos de especies más ricos de la Península Ibérica (ver tabla 4, pp. 166-168).

Los yacimientos de Santa Catalina y El Castillo han conservado evidencias de muchas aves invernantes que en la actualidad no visitan estas latitudes, en tanto que las aves no migradoras, excepto por la presencia de *Lagopus muta*, son las mismas que se encontrarían hoy en condiciones naturales. Según el modelo interpretativo planteado (SÁNCHEZ MARCO, 2004), las aves con estatus de residente son las indicadoras de las condiciones climáticas y ambientales en la región del yacimiento paleontológico, y las especies invernantes acusan las condiciones climáticas en las áreas de invernada de latitudes altas. En consecuencia, las aves residentes de estas dos localidades indican ambientes más fríos en el norte peninsular, y las invernantes expresan que el casquete polar norte ha avanzado sobre zonas de invernada, o bien que las condiciones no son aptas para pasar esta fase de su ciclo fenológico anual.

Región mediterránea

Casablanca 1 es la localidad pleistoceno más antigua de la región mediterránea ibérica. No se sabe mucho de las aves que alberga porque no se



A la izquierda, húmero de *Bombycilla garrulus*; a la derecha, húmero de *Pinicola enucleator*. El Castillo. Plesistoceno superior. Escala: 1 cm | fotos A. Sánchez Marco (2018)

Taxones	Niveles													Des	Total	
	4	6	7	8	10	12	13	14	16	18	20	22				
<i>B. leucopsis</i>		2(2)						3(1)								5(3)
<i>Tadorna</i> sp.							1(1)									1(1)
<i>A. cf. penelope</i>									4(2)							4(2)
<i>A. cf. strepera</i>									2(1)							2(1)
<i>A. platyrhynchos</i>				1(1)					9(3)							10(4)
<i>A. cf. acuta</i>									8(3)							8(3)
<i>A. querquedula</i>							2(1)		4(4)							6(5)
<i>A. cf. clypeata</i>									1(1)							1(1)
<i>A. fuligula</i>									3(2)							3(2)
<i>M. nigra</i>							1(1)									1(1)
<i>M. perspicillata</i>								1(1)								1(1)
<i>M. fusca</i>									1(1)							1(1)
<i>M. serrator</i>								1(1)								1(1)
<i>M. merganser</i>		1(1)														1(1)
<i>H. albicilla</i>									1(1)							1(1)
<i>G. fulvus</i>														1(1)		1(1)
<i>A. monachus</i>		1(1)												1(1)		2(2)
<i>A. chrysaetos / adalberti</i>										1(1)				2(1)		3(2)
<i>F. tinnunculus</i>							2(1)		11(2)	1(1)	1(1)					15(5)
<i>F. peregrinus</i>	1(1)															1(1)
<i>L. mutus</i>							2(1)		3(1)	4(1)						9(3)
<i>A. rufa</i>									1(1)							1(1)
<i>P. perdix</i>							1(1)		8(1)	1(1)						10(3)
<i>G. gallus</i>		1(1)														1(1)
<i>R. aquaticus</i>									1(1)							1(1)
<i>Charadriiformes</i> indet.									1(1)							1(1)
<i>V. vanellus</i>									13(3)							13(3)

Tabla 3. Distribución por niveles de las aves de la excavación histórica de la cueva de El Castillo. Continúa en página siguiente | fuente SÁNCHEZ MARCO, 2006b; 2018

han estudiado todos los restos avianos extraídos del yacimiento. Entre otras especies, aparece una lechuza extinguida, *Tyto balearica*, la ganga ortega, *Pterocles orientalis*, que es el único hallazgo en localidades españolas, pero que se halla en otros yacimientos costeros mediterráneos (SÁNCHEZ MARCO, 2004). Cuando se identificaron restos de ibis eremita, *Geronticus eremita*, en Casablanca 1 (SÁNCHEZ MARCO, 1996), era la primera vez que se publicaba conscientemente un hallazgo de íbis fósiles en el mundo. Esta especie en la actualidad tiene una distribución residual muy distinta de la que tuvo en el pasado. Vuelve a aparecer en el Pleistoceno de dos sitios de la costa ibérica, Quibas (SÁNCHEZ MARCO, 2004) y Gorham (datos inéditos) y en yacimientos de Sicilia (PAVIA, 1999) y Bulgaria (BOEV, 1998; 2002), lo que muestra que estas aves se extendían por el sur de Europa en el Pleistoceno inferior. Quibas y cueva Victoria son dos sitios de Murcia. Quibas está en una zona montañosa del interior, y cueva Victoria, en la costa. Ambos se formaron hace más de un millón de años. En Quibas se encuentra la paleoespecie *Palaeocryptonyx donnezani*, como en los niveles

<i>P. apricaria</i>							1(1)			5(2)					6(3)
<i>P. squatarola</i>										10(2)					10(2)
<i>Scolopacidae</i> indet.										1(1)					1(1)
<i>Ph. fulcarius</i>										1(1)					1(1)
<i>S. rusticola</i>											1(1)				1(1)
<i>C. martima</i>										1(1)					1(1)
<i>St. pomarinus</i>											1(1)				1(1)
<i>L. hyperboreus</i>										1(1)					1(1)
<i>St. paradisaea</i>										2(1)					2(1)
<i>A. alle</i>										3(2)					3(2)
<i>C. livia / oenas</i>								2(1)		23(2)					25(3)
<i>Strigidae</i> indet.		1(1)													1(1)
<i>B. bubo</i>										2(1)					2(1)
<i>A. flammeus</i>						1(1)				2(2)					3(3)
<i>Passeriformes</i> indet.										8(3)					8(3)
<i>B. garrullus</i>										1(1)					1(1)
<i>T. cf. pilaris</i>										5(2)					5(2)
<i>T. cf. iliacus</i>										1(1)					1(1)
<i>T. cf. philomelos</i>										1(1)					1(1)
<i>P. enucleator</i>										7(3)		3(2)			10(5)
<i>P. petronia</i>										2(1)					2(1)
<i>P. pica</i>										3(2)	1(1)				4(3)
<i>P. pyrrhacorax</i>				3(2)		2(1)	1(1)	3(1)		9(3)	2(1)	4(1)			24 (10)
<i>P. graculus</i>		13 (3)	3 (2)	5(2)	1 (1)		2(1)	8(2)		62(9)	5(2)		1(1)		100 (23)
<i>C. monedula</i>										2(1)					2(1)
<i>C. corone / frugilegus</i>										2(2)					2(2)
<i>C. corax</i>					1 (1)		2(1)	2(1)		3(2)	3(1)				11(6)
<i>Aves</i> indet.							1(1)			3(2)					4(3)
Total	1(1)	19 (9)	3 (2)	9(5)	2 (2)	2(1)	17 (12)	22(10)		229 (75)	20 (11)	8(4)	1(1)	4(3)	337 (136)

Tabla 3. Distribución por niveles de las aves de la excavación histórica de la cueva de El Castillo. Viene de página anterior | fuente SÁNCHEZ MARCO, 2006b; 2018

inferiores de Elefante. Quibas y Victoria poseen ornitocenosis de tipo mediterráneo, con presencia de *Alectoris*, entre otros taxones (SÁNCHEZ MARCO, 2004; 2009; 2015). En ambos yacimientos han fosilizado aves de ambientes forestales. Este carácter del paisaje es especialmente acusado en el caso de cueva Victoria, situada muy cerca del mar. Aquí aparece gallo lira, *Tetrao tetrix*, junto con dos especies de picapinos, *Picus viridis* y *Dryocopus martius* (SÁNCHEZ MARCO, 2004; 2015).

En la depresión de Guadix-Baza se encuentra el yacimiento del Pleistoceno inferior de Huéscar 1. Tiene la singularidad de que aparece el guión de codornices, *Crex crex*. El conjunto ornítico está compuesto mayoritariamente por aves acuáticas, casi todas invernantes –como zampullines (*Tachybaptus ruficollis*), diversas especies de ánades (*Anas* spp.), cercetas (*Anas querquedula*), patos colorados (*Netta rufina*) y varios porrones (*Aythya* spp.), negrón común (*Melanitta nigra*), serreta mediana (*Mergus serrator*)–, excepto unas pocas residentes, como *Bubo bubo* y *Alectoris* (SÁNCHEZ MARCO, 2004;

	Nivel I		Nivel II		Nivel III		Total	
	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI
<i>Cygnus cygnus</i> (Cisne cantor)			2	1			2	1
<i>Cygnus</i> sp.			1				1	
<i>Cygnus</i> sp. / <i>Anser</i> sp.			1				1	
<i>Anser</i> cf. <i>albifrons</i> (Ansar careto grande)			1	1			1	1
<i>Anser anser</i> (Ansar común)	1	1	1	1			2	2
<i>Anser anser</i> / <i>fabalis</i>	2	1	5	1			7	2
<i>Anser</i> sp.	20		52		2		74	
<i>Anser</i> sp. / <i>Branta</i> sp.	34		126		25		185	
<i>Anser albifrons</i> / <i>Branta leucopsis</i>			1				1	
<i>Branta leucopsis</i> (Barnacla cariblanca)	3	1	2	1	1	1	6	3
<i>Branta</i> sp.	4		3				7	
<i>Tadorna tadorna</i> / <i>ferruginea</i> (Tarro)	1	1	2	1			3	2
<i>Anas penelope</i> / <i>strepera</i>			1	1			1	1
<i>Anas crecca</i> (Cerceta común)	2	1	8	3	1	1	11	5
<i>Anas querquedula</i> (Cerceta carretona)			4	3			4	3
<i>Anas crecca</i> / <i>querquedula</i>	7		19		1		27	
<i>Anas platyrhynchos</i> (Anade real)	28	5	92(1)	12	10	4	130	21
<i>Anas platyrhynchos</i> / <i>strepera</i>	1	1	2	1			3	2
<i>Anas acuta</i> (Anade rabudo)	1	1					1	1
<i>Anas acuta</i> / <i>platyrhynchos</i>	10	2	22	5	2	1	34	8
<i>Anas clypeata</i> (Cuchara común)			2	1			2	1
<i>Anas clypeata</i> / <i>penelope</i>			3	1			3	1
<i>Anas</i> sp.	47		174		10		231	
<i>Aythya fuligula</i> (Porrón europeo)	2	1	3	1	1	1	6	3
<i>Aythya ferina</i> (Porrón moñudo)			2	1			2	1
<i>Aythya ferina</i> / <i>fuligula</i>			1	1			1	1
<i>Aythya ferina</i> / <i>marila</i>			2	1			2	1
<i>Aythya</i> sp.	4		7		1		12	
<i>Somateria mollissima</i> (Eider común)					3(1)	1	3	1
<i>Somateria</i> cf. <i>spectabilis</i> (Eider real)					9	1	9	1
<i>Somateria</i> sp.					1		1	
<i>Polysticta stelleri</i> (Eider de Steller)			4	1	7	3	11	4
<i>Clangula hyemalis</i> (Havelda)			1	1	9	2	10	3
<i>Melanitta nigra</i> (Negrón común)	3	1	10	2	14	5	27	8
<i>Melanitta fusca</i> (Negrón especulado)			3	1	2	1	5	2
<i>Melanitta</i> sp.	1		8		2		11	

Tabla 4. Distribución por niveles de las aves de Santa Catalina. Continúa en páginas siguientes | fuente ELORZA, 2014

	Nivel I		Nivel II		Nivel III		Total	
	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	MNI
<i>Bucephala clangula</i> (Porrón osculado)			1	1	1	1	2	2
<i>Mergus serrator</i> (Serreta mediana)	1	1			2(1)	1	3	2
<i>Mergus</i> sp.			1				1	1
<i>Lagopus lagopus</i> (Lagópodo común)			1	1	10	4	11	5
<i>Lagopus</i> sp.			8		47		49	
<i>Alectoris</i> sp. (Perdiz)	1						1	
<i>Perdix perdix</i> (Perdiz pardilla)	1	1	2	1	3	1	6	3
<i>Gavia arctica</i> (Colimbo ártico)					2	1	2	1
<i>Podiceps auritus</i> (Zampullín cuellirojo)	1	1	2	1			4	2
<i>Fulmarus glacialis</i> (Fulmar boreal)			2	1	1	1	3	2
<i>Puffinus gravis</i> (Pardela capriotada)	3	1					3	1
<i>Puffinus puffinus</i> (Pardela pichoneta)	1	1					1	1
<i>Puffinus</i> cf. <i>olsoni</i> (Pardela de lava)			1	1	1	1	2	2
<i>Puffinus holeae</i> (Pardela dunar)	2	1	2	1	1	1	5	3
<i>Puffinus</i> sp.			2				2	
<i>Morus bassanus</i> (Alcatraz atlántico)	1	1	16	2	5	2	22	5
<i>Phalacrocorax carbo</i> (Cormorán grande)	2	1	1	1	2	1	5	3
<i>Phalacrocorax aristoteles</i> (Cormorán moñudo)	1	1	1	1			2	2
<i>Ardea cinerea</i> (Garza real)			1(1)	1			1	1
<i>Haliaeetus</i> cf. <i>albicilla</i> (Pigargo europeo)	1	1			2	1	3	2
<i>Gypaetus barbatus</i> (Quebrantahuesos)			1	1	5	1	6	2
<i>Accipiter gentilis</i> (Azor común)			1	1			1	1
<i>Falco</i> cf. <i>tinnunculus</i> (Cernícalo vulgar)	1	1	2	1			3	2
<i>Falco</i> sp.			3		3		6	
<i>Fulica atra</i> / <i>crinata</i> (Focha)	1	1	3	1			4	2
<i>Grus grus</i> (Grulla común)			1	1			1	1
<i>Tetrax tetrax</i> (Sisón común)	3	1	16	3			19	4
<i>Otis tarda</i> (Avutarda común)	3	1	6	1			9	2
<i>Haematopus ostralegus</i> (Ostreo euroasiático)					1	1	1	1
<i>Charadrius apricaria</i> / <i>squatarola</i>			1	1	1	1	2	2
<i>Vanellus vanellus</i> (Avefría europea)	3	1	2	1			5	2
<i>Calidris</i> cf. <i>alpina</i> (Correlimos común)					4(1)	1	4	1

Tabla 4. Distribución por niveles de las aves de Santa Catalina. Viene de página anterior | fuente ELORZA, 2014

	Nivel I		Nivel II		Nivel III		Total	
	NISP	MNI	NISP	MNI	NISP	NMI	NISP	MNI
<i>Scolopax rusticola</i> (Chocha perdiz)	5	1	2	1	1	1	8	3
<i>Limosa limosa</i> / <i>lapponica</i>	1	1					1	1
cf. <i>Numenius phaeopus</i> (Zarapito trinador)			1	1	1	1	2	2
cf. <i>Numenius arquata</i> (Zarapito real)			1	1			1	1
<i>Tringa</i> cf. <i>erythropus</i> (Archibebe oscuro)	1	1					1	1
<i>Tringa totanus</i> (Archibebe común)			2	1			2	1
<i>Larus canus</i> / <i>tridactylus</i> (Gaviota)	1	1	2	1			3	2
<i>Larus argentatus-cachinnans-fuscus</i>			1	1	17	3	18	4
<i>Larus marinus</i> / <i>hyperboreus</i>	1	1	1	1	27	3	29	5
<i>Sterna hirundo</i> (Charrán común)	1	1	4	1			5	2
<i>Uria aalge</i> / <i>lomvia</i> (Arao)	3	2	27	3	9	2	39	7
<i>Alca torda</i> (Alca común)	2	1	5	1	6	1	13	3
<i>Alca torda</i> / <i>Uria</i> sp.			9		4		13	
<i>Pinguinus impennis</i> (Alca grande)	2	1	7(1)	2	87(5)	8	96	11
<i>Alle alle</i> (Mérgulo atlántico)			2	1	1	1	3	2
<i>Fratercula arctica</i> (Frailecillo atlántico)	4	1					4	1
<i>Columba livia</i> / <i>oenas</i>	1	1	4	2	3	1	8	4
<i>Columba palumbus</i> (Paloma torcaz)			1	1			1	1
<i>Bubo scandiacus</i> (Búho nival)			3	1	49	5	52	6
<i>Bubo bubo</i> / <i>scandiacus</i>	1		8		89		98	
<i>Strix aluco</i> (Cárabo común)	1	1					1	1
<i>Apus apus</i> / <i>pallidus</i>			1	1			1	1
<i>Delichon urbica</i> / <i>Riparia riparia</i>			1	1			1	1
<i>Turdus iliacus</i> (Zorzal alirrojo)	1	1					1	1
<i>Turdus iliacus</i> / <i>philomelos</i>	2		2				4	3
<i>Turdus</i> sp.	16		14				25	
<i>Pica pica</i> (Urraca)			1	1			1	1
<i>Pyrrhocorax graculus</i> (Chova piquigualda)			3	1	12(1)	3	15	4
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i> (Chova piquirroja)			1	1	3	1	4	2
<i>Pyrrhocorax</i> sp.			6		11		17	
<i>Pyrrhocorax</i> sp. / <i>Corvus monedula</i>			4		5		9	
<i>Corvus monedula</i> (Grajilla común)			1				1	
<i>Corvus corone</i> / <i>frugilegus</i> (Corneja / Graja)	1	1					1	1
<i>Corvus corax</i> (Cuervo común)	1	1	3	1	9	2	13	4
<i>Fringilla</i> sp.	1	1					1	1

Tabla 4. Distribución por niveles de las aves de Santa Catalina. Viene de página 167 | fuente ELORZA, 2014

2009). Tal comunidad de aves implica que el depósito se formó cerca de una masa de agua extensa y profunda, con vegetación en los bordes. La presencia del negrón común puede significar que los inviernos eran muy crudos en latitudes altas de Europa.

El yacimiento de la cueva de Nerja es muy rico en especies, muchas se han hallado en niveles holocenos (BOESSNECK; DRIESCH, 1980; EASTHAM, 1986; HERNÁNDEZ, 1995; CORTÉS; MORALES; SIMÓN et ál., 2008).

En el peñón de Gibraltar, por encima de donde transcurre una de las mayores rutas migratorias de aves del mundo, se encuentra el yacimiento hasta el presente más rico en este grupo de vertebrados, Gorham's cave. Se realizó un primer estudio de una muestra amplia (EASTHAM, 1968), pero no tan grande como se obtendría tiempo después, y posteriormente una tesis doctoral (Cooper, 1999). En una siguiente fase, se han estudiado casi todos los restos óseos que se han ido extrayendo en las sucesivas campañas de excavación. Se han publicado varios artículos que se apoyan en alguna medida en las aves de las últimas excavaciones (Finlayson; Giles; Rodríguez et ál., 2006; Finlayson; Carrión; Brown et ál., 2011; Finlayson; Brown; Blasco et ál., 2012; Finlayson; Finlayson; Giles-Guzmán et ál., 2016; Blasco; Finlayson; Rosell et ál., 2014; Blasco; Rosell; Rufà et ál., 2016), si bien hasta ahora no se había dado a conocer la lista completa. En la tabla 5 (pp. 170-171), se presenta la lista de taxones estudiados e identificados hasta la fecha por el autor del presente artículo. El nivel IV corresponde al Paleolítico medio, y el nivel III, al Paleolítico superior.

Las aves fosilizadas en Gorham componen una muestra excepcionalmente variada y rica de las ornitocenosis mediterráneas ibéricas. Son muy abundantes las rapaces diurnas, las aves marinas, las acuáticas invernantes y las aves propias de la región mediterránea. Como sucede en otros yacimientos, en Gorham también hay especies procedentes del norte de Europa, como *Bubo scandiacus*, que irrumpen en zonas meridionales, probablemente como respuesta al deterioro climático en latitudes altas. En la costa occidental de Iberia, en la península de Peniche, la gruta da Furninha ha proporcionado un conjunto amplio de aves, entre las que sobresalen las acuáticas invernantes, el alga grande y un elevado número de rapaces (FIGUEIREDO; CUNHA; SOUSA et ál., 2017).

Especies fósiles

En varios yacimientos peninsulares del Pleistoceno se han identificado y descrito algunas especies de aves distintas de las actuales. *Pinguinus impennis* aparece en varios yacimientos costeros ibéricos al final del Pleistoceno y principio del Holoceno; *Corvus antecorax* y *Perdix palaeoperdix* se han citado en localidades del Pleistoceno inferior y medio (SÁNCHEZ MARCO, 2004); *Aegyptius prepyrenaicus* fue descrito por Hernández (2001) mediante



Parte proximal de carpometacarpo de *Bubo bubo*. Huéscar 1. Pleistoceno inferior | foto A. Sánchez Marco

Especies halladas	Solo en el nivel III	Solo en el nivel IV	En ambos niveles
<i>Gavia stellata</i>	—	X	—
<i>Puffinus cf. puffinus</i>	—	—	X
<i>Puffinus sp.</i>	—	X	—
<i>Calonectris diomedea</i>	—	—	X
<i>Sula bassana</i>	—	X	—
<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	—	—	X
<i>Phalacrocorax carbo</i>	X	—	—
<i>Plegadis falcinellus</i>	—	X	—
<i>Geronticus eremita</i>	X	X	X
Anatidae indet.	X	—	—
<i>Tadorna sp.</i>	X	—	—
<i>Anas sp.</i>	—	X	—
<i>Marmaronetta angustirostris</i>	X	—	—
<i>Netta rufina</i>	X	—	—
<i>Aythya ferina</i>	X	—	—
<i>Clangula hyemalis</i>	X	—	—
<i>Melanitta nigra</i>	—	—	X
<i>Mergus serrator</i>	—	X	—
<i>Milvus milvus</i>	—	—	X
<i>Milvus migrans</i>	—	X	—
<i>Accipiter gentilis</i>	X	—	—
<i>Accipiter nisus</i>	X	—	—
<i>Buteo buteo</i>	—	—	X
<i>Buteo lagopus</i>	—	X	—
<i>Hieraaetus fasciatus</i>	X	—	—
<i>Aquila cf. chrysaetos</i>	—	—	X
<i>Haliaeetus albicilla</i>	—	X	—
<i>Gyps melitensis</i>	—	—	X
<i>Gypaetus barbatus</i>	—	—	X
<i>Circus cyaneus</i>	—	X	—
<i>Falco naumanni</i>	—	—	X
<i>Falco tinnunculus</i>	—	—	X
<i>Falco subbuteo</i>	—	X	—
<i>Falco peregrinus</i>	—	—	X
<i>Alectoris rufa</i>	—	—	X
<i>Coturnix coturnix</i>	—	—	X
<i>Tetrax tetrax</i>	—	X	—
<i>Haematopus ostralegus</i>	X	—	—
<i>Himantopus himantopus</i>	—	X	—
<i>Pluvialis squatarola</i>	X	—	—
<i>Charadrius hiaticula</i>	X	—	—
<i>Numenius phaeopus</i>	—	—	X
<i>Limosa limosa</i>	—	X	—
<i>Tringa totanus</i>	X	—	—
<i>Calidris alpina</i>	X	—	—
<i>Calidris maritima</i>	—	X	—
<i>Larus cf. argentatus</i>	—	X	—
<i>Larus marinus / hyperboreus</i>	—	—	X
<i>Stercorarius parasiticus</i>	—	—	X
<i>Catharactes skua</i>	X	—	—
<i>Pinguinus impennis</i>	—	—	X
<i>Fratercula arctica</i>	X	—	—
<i>Columba livia s. oenas</i>	—	—	X
<i>Asio flammeus</i>	—	X	—
<i>Otus scops</i>	—	X	—

Tabla 5. Distribución en los niveles IV y III de las aves de Gorham's cave (campana de excavación 1999-2005). Datos inéditos. Continúa en página siguiente

Especies halladas	Solo en el nivel III	Solo en el nivel IV	En ambos niveles
<i>Bubo scandiacus</i>	X	—	—
<i>Athene noctua</i>	X	—	—
<i>Tyto alba</i>	—	X	—
<i>Apus apus</i>	—	—	X
<i>Apus melba</i>	—	X	—
<i>Galerida cristata</i>	—	—	X
<i>Lullula arborea</i>	—	—	X
<i>Alauda arvensis</i>	X	—	—
<i>Hirundo rustica</i>	—	—	X
<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	—	—	X
<i>Motacilla alba</i>	—	X	—
<i>Motacilla flava</i>	—	X	—
<i>Anthus spinoletta</i>	—	—	X
<i>Anthus campestris</i>	—	—	X
<i>Anthus pratensis</i>	—	—	X
<i>Prunella collaris</i>	—	X	—
<i>Erithacus rubecula</i>	—	X	—
<i>Phoenicurus ochruros</i>	—	—	X
<i>Oenanthe oenanthe</i>	X	—	—
<i>Oenanthe hispanica</i>	—	X	—
<i>Turdus spp.</i>	—	—	X
<i>Ficedula hypoleuca</i>	—	X	—
<i>Parus major</i>	—	X	—
<i>Certhia sp.</i>	—	X	—
<i>Emberiza hortulana</i>	X	—	—
<i>Emberiza citrinella</i>	—	X	—
<i>Emberiza calandra</i>	—	X	—
<i>Fringilla coelebs</i>	—	—	X
<i>Carduelis chloris</i>	—	X	—
<i>Carduelis flammea</i>	—	X	—
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	—	X	—
<i>Passer sp.</i>	X	—	—
<i>Sturnus sp.</i>	—	X	—
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	—	—	X
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	—	—	X
<i>Corvus monedula</i>	—	X	—
<i>Corvus corone</i>	X	—	—
<i>Corvus corax</i>	—	—	X

Tabla 5. Distribución en los niveles IV y III de las aves de Gorham's cave (campaña de excavación 1999-2005). Datos inéditos. Viene de página anterior

un fragmento proximal de ulna procedente de Gabasa I (Pleistoceno superior); un tarsometatarso que carece del extremo distal, procedente de Cal Guardiola (Pleistoceno inferior) fue descrito como *Bubo ibericus* por Meijer, Pavia, Madurell-Malapiera et ál. (2016); *Tyto balearica* se cita en Casablanca 1 (Pleistoceno inferior) (SÁNCHEZ MARCO, 1999; 2004); *Gyps melitensis* se menciona como cronoespecie en tres yacimientos (SÁNCHEZ MARCO, 2007); *Palaeocryptonyx donnezani* se identifica en dos yacimientos del Pleistoceno inferior, y en uno de ellos se describe *Bonasa nini* (SÁNCHEZ MARCO, 2009). Esta última es una galliforme forestal. Las aves de hábitats boscosos son las peor representadas en el registro fósil. Su hallazgo es muy interesante. Los últimos ejemplares vivos del alca gigante o grande, *Pinguinus*

impennis, moraban en Islandia y Groenlandia, razón por la que algunos autores la consideraron especie indicadora de climas fríos, incluso cuando la encontraron en las costas mediterráneas. Sin embargo, las localidades pleistocenas donde aparece –Devil's Tower (BATE, 1928), Gorham (EASTHAM, 1968), Ibex (COOPER, 2000), Nerja (CORTÉS; MORALES; SIMÓN et ál., 2008), Figueira Brava (MOURER-CHAUVIRÉ; ANTUNES, 1991)– presentan en todos los casos contextos orníticos de carácter mediterráneo. Además, su presencia en el Mediterráneo no se debe a individuos divagantes, porque los frecuentes restos de individuos juveniles indican que esta especie criaba también en el sur de Europa.

En cuanto a *Corvus antecorax* y *Perdix palaeoperdix*, éstas se describen en el Pleistoceno de Francia y posteriormente se identifican en varios yacimientos franceses y españoles (SÁNCHEZ MARCO, 2004). Se describen como formas de talla inferior a la de los representantes actuales respectivos, *Corvus corax* y *Perdix perdix*. Pero con el aumento de hallazgos de restos de estos animales, la separación entre tallas ha ido desapareciendo, y se debe considerar a tales formas como sinónimas de las actuales, o como cronoespecies (formas fósiles con algún carácter diagnóstico particular y que encajan en una secuencia temporal con una especie actual, sin valor taxonómico) (SÁNCHEZ MARCO, 2007; 2009).

En ocasiones, puede tener interés mantener la denominación de la paleoespecie para conservar la información del carácter diferencial (como una talla diferente) que a lo largo del tiempo se pierde. Un inconveniente es que siempre hay un lapso de tiempo en el que converge el carácter diferencial de la cronoespecie con la forma actual, y el límite entre ambas es imposible de establecer. La ulna sobre la que se erige *Aegyptius prepyrenaicus* pertenece a un *Gyps* de talla superior a la actual de *Gyps fulvus*, por lo que este taxón fue transferido a *Gyps melitensis*, junto con restos previamente identificados como *Gyps fulvus* o *Gyps* sp. provenientes de La Cueva y Gorham (SÁNCHEZ MARCO, 2007). *Gyps melitensis* se describió mediante restos procedentes del Pleistoceno de Malta como una especie de tamaño considerablemente superior al del buitre leonado actual, *Gyps fulvus*. Posteriormente, se identificó en numerosos yacimientos europeos, tanto continentales como en islas del Mediterráneo. Sin embargo, tras revisar el material original, se observó que la talla de los fósiles tipo no era tan grande como se había publicado y se considera como cronoespecie de *Gyps fulvus* (SÁNCHEZ MARCO, 2007).

El caso de *Bubo ibericus* es distinto. El hueso en que se basa esta especie solo se ha comparado con *Bubo*, en lugar de hacerlo con todas las Strigiformes. Al observar la figura y las medidas en el artículo de Meijer, Pavia, Madurell-Malapiera et ál. (2016), se comprende que no pertenece a *Bubo*. Probablemente es de un cárabo (*Strix*). *Paleocryptonyx donnezani* se halla en localidades europeas del Plioceno y Pleistoceno inferior. Su presencia en

Quibas y en Elefante (Atapuerca) se entiende como una pervivencia de este animal en el Pleistoceno inferior de la Península Ibérica. La identificación de *Tyto balearica* requiere matizaciones –véase la discusión en Sánchez Marco (en prensa)– porque está ligada, en parte, a los distintos conceptos de especie que utilizan los diversos autores.

Una especie paleontológica (también denominada paleoespecie o especie fósil) es una especie de la que solo se tienen evidencias fósiles. Este término se aplica a los restos de unos individuos muertos que poseían en común características exclusivas y novedosas (autoapomorfías). Una especie fósil no es necesariamente una especie biológica extinguida. Una especie biológica comprende a todos los individuos que potencialmente se puedan cruzar y tener descendencia fértil (MAYR, 1942). Cuando se trata con restos fósiles, es imposible saber si los caracteres distintivos que se toman como apomórficos describen a la totalidad de una comunidad reproductiva de individuos –especie biológica–. Es decir, no es posible saber si varias especies fósiles morfológicamente parecidas, cuyos individuos vivían al mismo tiempo, constituían o no especies biológicas distintas. Sobre todo, es imposible saber si los caracteres distintivos de una especie fósil implican una comunidad reproductiva cerrada respecto a especies fósiles ancestrales o a especies biológicas (actuales) filogenéticamente próximas.

Tyto balearica se describe con material de varias localidades baleares del Pleistoceno inferior, morfológicamente igual a la actual *Tyto alba*, pero de talla más grande. En trabajos posteriores, se la identifica en yacimientos europeos continentales, del Mioceno superior (MN12), Plioceno y Pleistoceno inferior (MOURER-CHAUVIRÉ; SÁNCHEZ MARCO, 1988; SÁNCHEZ MARCO, 2001; en prensa). El hallazgo en Córcega y Cerdeña de huesos de una forma de *Tyto* de mayor tamaño que la *Tyto alba* actual ha conducido a Louchart (2002) y a Pavia y Mourer-Chauviré (2011) a considerar que *Tyto balearica* se debería asignar solo a los fósiles de las Baleares y a los de Córcega y Cerdeña. Hay dos puntos a considerar aquí. Uno es que las proporciones y tallas de las lechuzas de Córcega y Cerdeña no se corresponden con las medidas de los fósiles tipo de Baleares. El otro es que estos autores toman a *Tyto balearica* como una especie biológica y, además, se dejan llevar por la idea de que se trataba de una especie que se distribuía por las islas mediterráneas -como si para una lechuza fuera posible desplazarse directamente entre las Baleares y Córcega y Cerdeña- (véase la discusión en Sánchez Marco, en prensa). En mi opinión, en el Pleistoceno existió una *Tyto* en Córcega y Cerdeña con algunos huesos de mayor talla que la lechuza común actual. También hubo una forma de mayor talla en las Baleares, que recibió el nombre de *Tyto balearica*, y que es diferente de la Córcega y Cerdeña. También hay unas lechuzas en el continente europeo, desde el Mioceno superior, que coinciden en talla con *Tyto balearica*. Si los fósiles continentales y los de las Baleares pertenecieron o no a diferentes especies biológicas, no se puede abordar con los medios de

la paleontología. La sistemática y taxonomía se basan en criterios anatómicos (recientemente también moleculares). Hay que excluir criterios extrínsecos, tales como la cronología o la geografía, del proceso de descripción de un taxón. Este tipo de criterios a veces están presentes implícita o explícitamente porque se confunde la secuencia de las fases del procedimiento de construcción de la sistemática zoológica. La taxonomía es una fase independiente y previa a las explicaciones e hipótesis sobre las condiciones del proceso de diversificación taxonómica.

Faunas insulares

Las faunas insulares son generalmente muy pobres en especies, pero también es bien conocido que las islas oceánicas muy alejadas de las masas continentales presentan una alta proporción de endemismos. Tanto en las Baleares como en las Canarias, se han descrito algunas especies nuevas, pero no se observa una tasa de especiación comparable a la que se da en otras islas, quizá como consecuencia de su proximidad a los continentes (SÁNCHEZ MARCO, 2004). Una alta tasa de endemidad en aves aparentemente requiere distancias mayores entre las islas y los continentes que las necesarias para otros grupos de vertebrados.

Islas Baleares y Pitiusas

En los yacimientos del Pleistoceno de la cova de Canet, Pedrera de S'Onix (ambos localizados en Mallorca) y Barranc de Binigaus (en Menorca) se encontraron los huesos de una lechuza relacionada con la lechuza común actual, *Tyto alba*, pero de mayor tamaño, que se la describió como *Tyto balearica* (MOURER-CHAUVIRÉ; ALCOVER; MOYÀ et ál., 1980). Una lechuza que se supuso que constituía un endemismo insular, pero que después fue hallada en yacimientos continentales de España y Francia (MOURER-CHAUVIRÉ; SÁNCHEZ MARCO, 1988), como se ha mencionado más arriba. En la cova de Ca Na Reia (Ibiza) se describió *Puffinus nestori* y se identificaron *Palaeocryptonyx* y otras especies actuales (ALCOVER, 1989). El yacimiento más rico en número de huesos y en especies es la localidad ibicenca de Es Pouàs. Se han identificado más de 70 especies o géneros (FLORIT; MOURER-CHAUVIRÉ; ALCOVER, 1989; ALCOVER; MCMINN, 1992; GUERRA; MCMINN; ALCOVER, 2013; GUERRA, 2015). Los estudios de los restos avianos no han concluido, pues la cantidad de éstos es considerable. McMin, Palmer y Alcover (2005) describieron *Rallus eivisiensis*.

Islas Canarias

El registro fósil de las islas Canarias es muy rico en restos óseos, pero es muy pobre en especies. La naturaleza volcánica de los terrenos de este archipiélago limita las condiciones favorables para la sedimentación y conservación de los huesos de los cadáveres. La lista de aves registradas en

yacimientos canarios es más corta que en las Baleares y Pitiusas, lo que también es así en lo que respecta a las aves actuales. Una causa probable es la relativa juventud de las Canarias, que limita el tiempo para posibles colonizaciones. Alguna influencia ha de tener el hecho de que a escasas decenas de kilómetros, sobre la costa occidental africana, discurre una de las mayores rutas migratorias de aves, lo que cabe esperar que sea fuente de colonizadores ocasionales.

La mayor parte de los yacimientos se forman en tubos volcánicos y en depósitos eólicos. En tales formaciones eólicas se encuentran sobre todo esqueletos de aves marinas. En algunas localidades hay enormes cantidades de restos, pero casi siempre pertenecientes a muy pocas especies. Grandes extensiones de este tipo, muy ricas en fósiles, son relativamente frecuentes en Fuerteventura, como en el barranco del Pecenescal (SÁNCHEZ MARCO, 2003; 2010), aunque hay otros puntos en otros lugares, como Timbaiba, en Lanzarote, con incontables restos óseos pertenecientes a dos pardelas, *Puffinus holeae* y *Calonectris diomedea* (BISBAL-CHINESTA; ISERN ATARES; MARTÍN REGUEIRAS et ál., 2015). Se han descrito varias especies extinguidas: *Carduelis triasi* (ALCOVER; FLORIT, 1987); *Puffinus olsoni* (MCMINN; JAUME; ALCOVER, 1990); *Puffinus holeae* (WALKER; WRAGG; HARRISON, 1990); *Coturnix gomerae* (JAUME; MCMINN; ALCOVER, 1993); y *Emberiza alcoveri* (RANDO; LÓPEZ; SEGUÍ, 1999). Las passerinas pueden ser paleoendemismos insulares. *Puffinus holeae*, no, y *Puffinus olsoni*, quizá tampoco porque la primera se encuentra en el Pleistoceno de Figueira Brava (MOURER-CHAUVIRÉ; ANTUNES, 2000) y de Santa Catalina (ELORZA, 2014), y la segunda se identifica con dudas también en (ELORZA, 2014). Más recientemente, se ha descrito *Carduelis aurelioi* (RANDO; ALCOVER; ILLERA, 2010) hallado en Tenerife, con una datación en el límite Pleistoceno/Holoceno.

Las cáscaras de huevo de gran tamaño que aparecen en tres yacimientos del norte de Lanzarote han suscitado polémica en cuanto al grupo aviano que las hubiera producido (ROTHER, 1964; SAUER; ROTHER, 1972; GARCÍA-TALAVERA, 1990; BÁEZ, 1982; 1992). Un elemento importante en el debate fue el hallazgo de un fragmento de hueso que García-Talavera (1990) atribuye a un pelagornítido. El autor del artículo presente, tras revisar directamente el mencionado fragmento óseo, que se conserva en el Museo de la Naturaleza y el Hombre (Santa Cruz de Tenerife), de tres centímetros y medio de longitud, considera que no pertenece a un ave. Estos yacimientos se pensaba que se habían formado durante el Mioceno superior o el límite Mioceno/Plioceno (ROTHER, 1964; SAUER; ROTHER, 1972; GARCÍA-TALAVERA, 1990), pero dataciones recientes los sitúan en el Plioceno inferior (LOMOSCHITZ; SÁNCHEZ MARCO; HUERTAS et ál., 2016). Últimamente, se han retomado los estudios de los materiales procedentes de estas localidades. Además del estudio geológico de Lomoschitz, Sánchez Marco, Huertas et ál. (2016),



Vista del yacimiento de Valle Chico, Lanzarote. Plioceno inferior | foto A. Sánchez Marco

se ha publicado un análisis de isótopos estables (LAZZERINI; LÉCUYER; AMIOT et ál., 2016).

Un compendio de los trabajos realizados sobre materiales avianos de las islas Canarias, bastante completo hasta la fecha de su publicación, así como varios aspectos de las condiciones y dinámicas que en el pasado han configurado la composición de las ornitocenosis actuales se puede ver en Sánchez Marco (2010). Las islas Canarias están cerca del continente africano, por cuya costa, además, transcurre una ruta migratoria de gran importancia. Esto quizá es la causa principal que establece notables diferencias con respecto a las comunidades orníticas de islas del Pacífico y del Índico, y a las consecuencias de la llegada de los primeros humanos a tales islas (OLSON; JAMES, 1982; MILLENER, 1999; STEADMAN, 1989; 2006; STEADMAN; ROLETT, 1996). Los escasos nuevos datos no parecen contradecir las líneas generales que se expusieron: (1) baja proporción de endemismo en la ornitofauna actual; (2) baja proporción de especies endémicas extinguidas; (3) quizá con una excepción, las formas endémicas no pierden la capacidad de vuelo ni aumentan su talla; y (4) una tasa muy baja de desaparición de especies, tanto antes de la llegada de humanos, como después. En este sentido, no hay evidencias concluyentes de que las actividades cinegéticas o agrícolas de los primeros grupos humanos que se establecen en Canarias ni, posteriormente, de los europeos, hayan causado la desaparición de alguna especie de ave, contrariamente a lo que sucede en las islas del Índico y del Pacífico.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con la ayuda de la Agencia Estatal de Investigación (AEI) de España y los Fondos de Desarrollo Regional Europeo de la Unión Europea (CGL2016-76431-P).

BIBLIOGRAFÍA

- ALCOVER, J. A. (1989) Les aus fòssils de la Cova de Ca Na Reia. *Endins* [en línea], vol. 14/15, 1989, pp. 95-100 <http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/endins/index/assoc/Endins_1/989v14_1/5p095.dir/Endins_1989v14_15p095.pdf> [Consulta: 12/04/2018]
- ALCOVER, J. A.; FLORIT, F. (1987) Una nueva especie de *Carduelis* (Fringillidae) de La Palma. *Vieraea*, vol. 17, 1987, pp. 75-86
- ALCOVER, J. A.; MCMINN, M. (1992) Presència de l'àguila marina *Haliaeetus albicilla* (Linnaeus 1758) al jaciment espeleològic quaternari d'es Pouàs (Sant Antoni de Portmany, Eivissa). *Endins*, vol. 17-18, 1992, pp. 81-87
- BISBAL-CHINESTA, J. F.; ISERN ATARES, A.; MARTÍN REGUEIRAS, A.; BETANCORT, J. F. (2015) Aves marinas (Procellariidae) del Pleistoceno del yacimiento paleontológico de la Montaña de Timbaiba (Lanzarote, Islas Canarias). En *XIII EJIP (Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología). Conference Proceedings/Libro de resúmenes, Cercedilla (Madrid), 15-18 de abril de 2015*, pp. 60-66
- BLASCO, R.; FINLAYSON, C.; ROSELL, J.; SÁNCHEZ MARCO, A.; FINLAYSON, S.; FINLAYSON, G.; NEGRO, J. J.; GILES PACHECO, F.; RODRÍGUEZ VIDAL, J. (2014) The earliest pigeon fanciers. *Scientific Reports*, vol. 4, 2014, article number: 5971, 2014
- BLASCO, R.; ROSELL, J.; RUFÀ, A.; SÁNCHEZ MARCO, A.; FINLAYSON, C. (2016) Pigeons and coughts, a usual resource for the Neanderthals in Gibraltar. *Quaternary International*, vol. 421, 2016, pp. 62-77
- BOESSNECK, J.; DRIESCH, A. (1980) Tierknochenfunde aus vier südspanischen Höhlen. *Studien über frühe Tierknochenfunde von der Iberischen Halbinsel*, vol. 7, 1980, pp. 1-83
- BOEV, Z. (1998) Presence of Bald Ibis (*Geronticus Wagler, 1832*) (Threskiornithidae-Aves) in the late Pliocene of Bulgaria. *Geologica Balcanica*, vol. 28, n.º 1-2, 1988, pp. 45-52
- BOEV, Z. (2002) Additional material of *Geronticus balcanicus* Boev, 1998, and Precision of the Age of the type locality. *Acta Zoologica Bulgarica*, vol. 52, n.º 2, 2002, pp. 53-58
- BOEV, Z.; SPASSOV, N. (2009) First record of ostriches (Aves, Struthioniformes, Struthionidae) from the late Miocene of Bulgaria with taxonomic and zoogeographic discussion. *Geodiversitas*, vol. 31, n.º 3, 2009, pp. 493-507
- BONADONNA, F. P.; VILLA, I. M. (1984) Estudio geocronológico del volcanismo de Las Higueruelas. En *El medio físico de Castilla-La Mancha*, vol. III. Albacete: Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 1984, pp. 249-253
- BRAVO, A. M.; YÉBENES, M.; MARTÍN, H. (2009) Cáscaras de huevo de tipo *Aepyornis* del Mioceno superior de Alicante (España). Aproximación filogenética. *Revista Española de Paleontología*, vol. 24, n.º 1, 2009, pp. 47-58
- BRODKORB, P. (1964) Catalogue of fossil birds. Part 2 (Anseriformes through Galliformes). *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences*, vol. 8, 1964, pp. 195-335
- BRUIJN, H. DE; DAAMS, R.; DAXNER-HÖCK, G.; FAHLBUSCH, V.; GINSBURG, L.; MEIN, P.; MORALES, J. (1992) Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reisenburg 1990. *Newsletters of Stratigraphy*, vol. 26, n.º 2/3, 1992, pp. 65-118
- BUFFETAUT, E. (2008) First evidence of the giant bird *Gastornis* from southern Europe: a tibiotarsus from the Lower Eocene of Saint-Papoul (Aude, southern France). *Oryctos*, vol. 7, 2008, pp. 75-82
- BUFFETAUT, E.; PEREDA-SUBERBIOLA, X.; CORRAL, C.; ANGST, D. (2015) First Iberian record of the giant Late Cretaceous *Gargantuavis*. *Libro de resúmenes I Congreso Internacional Las aves en la historia natural, en la prehistoria y en la historia (Origen, evolución y domesticación), 23 al 27 de septiembre de 2015, Lisboa*, p. 12
- CENIZO, M. (2012) Review of putative Phorusrhacidae from the Cretaceous and Paleogene of Antarctica: new records of ratites and palaeognathid birds. *Polish Polar Research*, vol. 33, n.º 3, 2012, pp. 225-244
- CHENEVAL, J.; ADROVER, R. (1993) L'avifaune du Miocène supérieur d'Aljezar B (Los Aljezares, province de Teruel, Espagne). *Systématique et paléoécologie. Paleontologia i Evolució*, vol. 26-27, 1993, pp. 133-144
- COOPER, J. H. (1999) *Late Pleistocene avifaunas of Gibraltar and their palaeoenvironmental significance*. University of London. Tesis doctoral inédita
- COOPER, J. H. (2000) A preliminary report on the Pleistocene avifauna of Ibez cave, Gibraltar. En FINLAYSON, J. C.; FINLAYSON, G.; FA, D. (ed.) *Gibraltar during the Quaternary*. Gibraltar: Gibraltar Government Heritage Publications, 2000
- CORTÉS, M.; MORALES, A.; SIMÓN, M. D.; BERGADÀ, M. M.; DELGADO, A.; LÓPEZ, P.; LÓPEZ, J. A.; LOZANO, M. C.; RIQUELME, J. A.; ROSELLÓ, E.; SÁNCHEZ MARCO, A.; VERA, J. L. (2008) Palaeoenvironmental and cultural dynamics of the coast of Málaga (Andalusia, Spain) during the Upper Pleistocene and Early Holocene. *Quaternary Science Reviews*, vol. 27, n.º 23/24, 2008, pp. 2176-2193
- EASTHAM, A. (1968) The avifauna of Gorham's Cave, Gibraltar. *Bulletin of the London Institute of Archaeology*, vol. 7, 1968, pp. 37-42

- EASTHAM, A. (1986) The birds of the Cueva de Nerja. En JORDÁ, J. F. (ed.) *La prehistoria de la Cueva de Nerja (Málaga)*. Nerja: Patronato de la Cueva de Nerja, 1986, pp. 109-131
- ELORZA, M. (2014) Explotación de aves marinas en el Tardiglacial del golfo de Bizkaia. Las aves de Santa Catalina. *Kobie*, vol. 4, 2014, pp. 263-296
- FEDUCCIA, A. (1974) Another Old World vulture from the New World. *Wilson Bulletin*, vol. 86, 1974, pp. 251-255
- FINLAYSON, C.; GILES, F.; RODRÍGUEZ, J.; FA, D.; GUTIÉRREZ, J. M.; SANTIAGO, A.; FINLAYSON, G.; ALLUÉ, E.; BAENA, J.; CÁCERES, I.; CARRIÓN, J. S.; FERNÁNDEZ, Y.; GLEED-OWEN, C.; JIMÉNEZ, F. J.; LÓPEZ, P.; LÓPEZ, J. A.; RIQUELME, J. A.; SÁNCHEZ MARCO, A.; GILES, F.; BROWN, K.; FUENTES, N.; VALARINO, C. A.; VILLALPANDO, A.; STRINGER, C. B.; MARTÍNEZ, F.; SAKAMOTO, T. (2006) Late survival of Neandertals at the southernmost extreme of Europe. *Nature*, vol. 443, 2006, pp. 850-853
- FINLAYSON, C.; CARRIÓN, J.; BROWN, K.; FINLAYSON, G.; SÁNCHEZ-MARCO, A.; FA, D.; RODRÍGUEZ-VIDAL, J.; FERNÁNDEZ, S.; FIERRO, E.; BERNAL-GÓMEZ, M.; GILES-PACHECO, F. (2011) The *Homo* habitat niche: using the avian fossil record to depict ecological characteristics of Palaeolithic Eurasian hominins. *Quaternary Science Reviews*, vol. 30, 2011, pp. 1525-1532
- FINLAYSON, C.; BROWN, K.; BLASCO, R.; ROSELL, J.; NEGRO, J. J.; BORTOLOTTI, G. R.; FINLAYSON, G.; SÁNCHEZ MARCO, A.; GILES PACHECO, F.; RODRÍGUEZ VIDAL, J.; CARRIÓN, J. S.; FA, D. A.; RODRÍGUEZ LLANES, J. M. (2012) Birds of a Feather: Neanderthal Exploitation of Raptors and Corvids. *PLOS ONE* [en línea], vol. 7(9):e45927, 2012 <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3444460/>> [Consulta: 01/04/2018]
- FINLAYSON, C.; FINLAYSON, S.; GILES-GUZMÁN, F.; SÁNCHEZ MARCO, A.; FINLAYSON, G.; JENNINGS, R.; GILES-PACHECO, F.; RODRÍGUEZ VIDAL, J. (2016) Using birds as indicators of Neanderthal environmental quality: Gibraltar and Zafarraya compared. *Quaternary International* [en línea], vol. 421, 9, noviembre 2016, pp. 32-45 <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040618215011568>> [Consulta: 01/04/2018]
- FLORIT, F.; MOURER-CHAUVIRÉ, C.; ALCOVER, J. A. (1989) Els ocells pleistocènics d'es Pouàs, Eivissa. Nota preliminar. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, vol. 56, 1989, pp. 35-46
- GAILLARD, C. (1908) Les oiseaux des Phosphorites de Quercy. *Annales de l'Université de Lyon*, vol. 23, 1908, pp. 1-178
- GUERRA, C. (2015) *Avifauna del Pleistoceno superior-Holoceno de la Pitiusas: passeriformes y sus depredadores*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Salamanca
- GUERRA, C.; MCMINN, M.; ALCOVER, J. A. (2013) The Upper Pleistocene-Holocene raptorial bird guild from Eivissa Island (Pityusic Archipelago, Western Mediterranean Sea). *Geobios*, vol. 46, 2013, pp. 491-502
- HADDRATH, O.; BAKER, J. (2001) Complete mitochondrial DNA genome sequence of extinct birds: ratite phylogenetics and the vicariance biogeography hypothesis. *Proceedings of the Royal Society of London B*, vol. 268, 2001, pp. 939-945
- HARRISON, C. J. O. (1983) A new wader, *Recurvirostridae* (Charadriiformes), from the early Eocene of Portugal. *Ciências da Terra (UNL)*, vol. 7, 1983, pp. 9-16
- HARSHMAN, J.; BRAUN, E. L.; BRAUN, M. J.; HUDDLESTON, C. J.; BOWIE, R. C. K.; CHOJNOWSKI, J. L.; HACKETT, S. J.; HAN, K. L.; KIMBALL, R. T.; MARKS, B. D.; MIGLIA, K. J.; MOORE, W. S.; REDDY, S.; SHELDON, F. H.; STEADMAN, D. W.; STEPPAN, S. J.; WITT, C. C.; YURI, T. (2008) Phylogenomic evidence for multiple losses of flight in ratite birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 105, n.º 36, 2008, pp. 13462-13467
- HERNÁNDEZ, F. (1995) Cueva de Nerja (Málaga): las aves de las campañas de 1980 y 1982. *Trabajos sobre la cueva de Nerja*, vol. 5, 1995, pp. 221-293
- HERNÁNDEZ, F. (2001) A new species of vulture (Aves, Aegypiinae) from the upper Pleistocene of Spain. *Ardeola*, vol. 48, n.º 1, 2001, pp. 47-53
- HOU, L. (1984) The Aragonian vertebrate fauna of Xiaocaowan, Jiangsu 2. Aegypinae (Falconiformes, Aves). *Vertbr PalAsiat*, vol. 22, n.º 1, 1984, pp. 14-20
- HOU, L.; ZHOU, Z.; ZHANG, F.; LI, J. (2000) A new vulture from the Miocene of Shandong, eastern China. *Vertbr PalAsiat*, vol. 38, n.º 2, 2000, pp. 104-110
- HOWARD, H. (1966) Two fossil birds from the Lower Miocene of South Dakota. *Los Angeles County Museum of Natural History Contributions to Science*, vol. 107, 1966, pp. 1-8
- JAUME, D.; MCMINN, M.; ALCOVER, J. A. (1993) Fossil birds from the Bujero del Silo, La Gomera (Canary Islands), with a description of a new species of quail (Galliformes: Phasianidae). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, supl. 2, 1993, pp. 147-165
- LACASA RUIZ, A. (1986) Nota preliminar sobre el hallazgo de restos óseos de un ave fósil en el yacimiento neocomiense del Montsec, prov. de Lérida, España. *Iberda*, vol. 47, 1986, pp. 203-206

- LACASA RUIZ, A. (1989) Nuevo género de ave fósil del yacimiento neocomiense del Montsec (provincia de Lérida, España). *Estudios geológicos*, vol. 45, 1989, pp. 417-425
- LAZZERINI, N.; LÉCUYER, C.; AMIOT, R.; ANGST, D.; BUFFETAUT, E.; FOUREL, F.; DAUX, V.; FLANDROIS, J. P.; BETANCORT, J. F.; SÁNCHEZ MARCO, A.; LOMOSCHITZ, A. (2016) Oxygen isotope fractionation between bird eggshell calcite and body water: application to fossil eggs from Lanzarote (Canary Islands). *Science of Nature*, vol. 103 (9/10), art. 81, 2016
- LI, Z.; CLARKE, J. A.; ZHOU, Z.; DENG, T. (2016) A new Old World vulture from the late Miocene of China sheds light on Neogene shifts in the past diversity and distribution of the Gypaetinae. *The Auk*, vol. 133, 2016, pp. 615-625
- LOMOSCHITZ, A.; SÁNCHEZ MARCO, A.; HUERTAS, M. J.; BETANCORT, J. F.; ISERN, A.; SANZ, E.; MECO, J. (2016) A reappraisal of the stratigraphy and chronology of Early Pliocene palaeontological sites from Lanzarote island containing fossil terrestrial animals. *Journal of African Earth Sciences*, vol. 123, 2016, pp. 338-349
- LOUCHART, A. (2002) Les oiseaux du Pléistocène de Corse et de quelques localités sardes. Écologie, évolution, biogéographie et extinctions. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, vol. 155, 2002, pp. 1-287
- MADE, J. V. D.; AGUIRRE, E.; BASTIR, M.; FERNÁNDEZ JALVO, Y.; HUGUET, R.; LAPLANA, C.; MÁRQUEZ, B.; MARTÍNEZ, C.; MARTINÓN, M.; ROSAS, A.; RODRÍGUEZ, J.; SÁNCHEZ MARCO, A.; SARMIENTO, S.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. (2003) El registro paleontológico y arqueológico de los yacimientos de la Trincheras del Ferrocarril en la Sierra de Atapuerca. En *Homenaje a Remmert Daams. Coloquios de Paleontología*, vol. ext. I, 2003, pp. 345-372
- MAYR, E. (1942) *Systematics and the origin of species*. New York: Columbia University Press, 1942, pp. 334
- MCMINN, M.; JAUME, D.; ALCOVER, J. A. (1990) *Puffinus olsoni* n. sp.: nova espècie de baldrítja recentment extingida provinient de depòsits espeleològics de Fuerteventura i Lanzarote (Illes Canàries, Atlàntic Oriental). *Endins*, vol. 16, 1990, pp. 63-71
- MCMINN, M.; PALMER, M.; ALCOVER, J. A. (2005) A new species of rail (Aves: Rallidae) from the Upper Pleistocene and Holocene of Ibiza (Pityusic Islands, western Mediterranean). *Ibis*, vol. 147, n.º 4, 2005, pp. 706-716
- MEIJER, H. J. M.; PAVIA, M.; MADURELL-MALAPIERA, J.; ALBA, D. M. (2016) A revision of fossil eagle owls (Aves, Strigiformes, *Bubo*) from Europe and the description of a new species, *Bubo ibericus*, from Cal Guardiola (NE Iberian Peninsula). *Historical Biology*, 2016, pp. 822-832 <<https://doi.org/10.1080/08912963.2016.1247836>> [Consulta: 1/4/2018]
- MEIN, P.; DAUPHIN, Y. (1995) Des coquilles d'oeufs de type *Aepyornis* dans le Bassin de Teruel (Pliocène basal, Espagne). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, vol. 3, 1995, pp. 182-191
- MILLENER, P. R. (1999) The history of the Chatham Islands' bird fauna of the last 7000 years—a chronicle of change and extinction. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, vol. 89, 1999, pp. 85-109
- MLÍKOVSKÝ, J. (2002) *Cenozoic birds of the world*. Part 1: Europe. Prague: Ninox Press, 2002
- MONTOYA, P. (1997) Los hiénidos (Carnívora, Mammalia) del Mioceno superior (Turoliense inferior) de Crevillente 2 (provincia de Alicante, España). *Revista Española de Paleontología*, vol. 12, n.º 2, 1997, pp. 265-273
- MORALES, A.; POZO, M.; SILVA, P. G.; DOMINGO, M. S.; LÓPEZ, R.; ÁLVAREZ, M. A.; ANTÓN, M.; MARTÍN, C.; QUIRALTE, V.; SALES, M. J.; SÁNCHEZ, I. M.; AZANZA, B.; CALVO, J. P.; CARRASCO, P.; GARCÍA-PAREDES, I.; KNOLL, F.; HERNÁNDEZ, M.; HOEK, L. V. D.; MERINO, L.; MEULEN, J. A. V. D.; MONTOYA, P.; PEIGNÉ, S.; PELÁEZ, P.; SÁNCHEZ MARCO, A.; TURNER, A.; ABELLA, J.; ALCALDE, G. M.; ANDRÉS, M.; MIGUEL, D. D.; CANTALAPIEDRA, J. L.; FRAILE, S.; GARCÍA, B. A.; GÓMEZ, A. R.; LÓPEZ, P.; OLIVER, A.; SILÍCEO, G. (2008) El sistema de yacimientos de mamíferos miocenos del Cerro de los Batallones, cuenca de Madrid: estado actual y perspectivas. En ESTEVE, J.; MELÉNDEZ, G. (ed.) *Palaeontologica Nova*. Zaragoza: Departamento de Ciencias de la Tierra, Área y Museo de Paleontología, Universidad de Zaragoza, 2008, pp. 41-117 (Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza, vol. 8)
- MOURER-CHAUVIRÉ, C. (1992) The Galliformes (Aves) from the Phosphorites du Quercy (France): systematics and biostratigraphy. En CAMPBELL, K. E. (ed.) *Papers in Avian Paleontology*. Los Ángeles: Natural History Museum of Los Angeles County, 1992, pp. 67-95
- MOURER-CHAUVIRÉ, C.; ALCOVER, J. A.; MOYÀ, S.; PONS, J. (1980) Une nouvelle forme insulaire d'effraie géante, *Tyto balearica* n. sp. (Aves, Strigiformes), du Pliopliocène des Baléares. *Geobios*, vol. 13, 1980, pp. 803-811
- MOURER-CHAUVIRÉ, C.; ANTUNES, M. T. (2000) L'avifaune pléistocène et holocène de Gruta da Figueira Brava (Arrábida, Portugal). En ANTUNES, M. T. (ed.) *Colloquium Last neanderthals in Portugal. Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, vol. 38, 2000, pp. 129-159

- MOURER-CHAUVIRÉ, C.; SÁNCHEZ MARCO, A. (1988) Présence de *Tyto balearica* (Aves, Strigiformes) dans des gisements continentaux du Pliocène de France et d'Espagne. *Geobios*, vol. 21, n.º 5, 1988, pp. 639-644
- OLSON, S. L.; JAMES, H. F. (1982) Fossil birds from the Hawaiian Islands: evidence for wholesale extinction by man before western contact. *Science*, 217, 1982, pp. 633-635
- PATNAIK, R.; SAHNI, A.; CAMERON, D.; PILLANS, B.; CHATRATH, P.; SIMONS, E.; WILLIAMS, M.; BIBI, F. (2009) Ostrich-like eggshells from a 10.1 million-yr-old Miocene ape locality, Haritalyangar, Himachal Pradesh, India. *Current Science*, vol. 96, n.º 11, 2009, pp. 1485-1495
- PAVIA, M. (1999) The Middle Pleistocene avifauna of Spinagallo cave (Sicily, Italy): preliminary report. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, vol. 89, 1999, pp. 125-127
- PAVIA, M.; MOURER-CHAUVIRÉ, C. (2011) Redescription of *Tyto sanctialbani* Lydekker, 1893 (Aves, Strigiformes), from its type locality of La Grive-Saint-Alban (middle Miocene, France). *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 31, 2011, pp. 1093-1101
- RANDO, J. C.; LÓPEZ, M.; SEGUÍ, B. (1999) A new species of extinct flightless passerine (Emberizidae: *Emberiza*) from the Canary Islands. *The Condor*, vol. 101, 1999, pp. 1-13
- RANDO, J. C.; ALCOVER, J. A.; ILLERA, J. C. (2010) Disentangling ancient interactions: a new extinct passerine provides insights on character displacement among extinct and extant island finches. *PLoS ONE*, vol. 5, n.º 9, 2010, pp. e12956
- RAYMO, M. E. (1991) Global climate change: a three million year perspective. *NATO ASI Series*, vol. 1, n.º 3, 1991, pp. 207-223
- RAYMO, M. E.; RUDDIMAN, W. F.; CLEMENT, B. M. (1986) Pliocene-Pleistocene paleoceanography of the North Atlantic at Deep Sea Drilling Project site 609. *Initial Report Deep Sea Drilling Project*, vol. 94, 1986, pp. 895-901
- SÁNCHEZ MARCO, A. (1990) A new bustard (Otididae; Aves) from the early Pliocene of Layna (Soria, Spain). *Paleontologia i Evolució*, vol. 23, 1990, pp. 223-229
- SÁNCHEZ MARCO, A. (1995a) Tertiary avian localities of Portugal. En MLÍKOVSKÝ, J. (ed.) *Tertiary Avian Localities of Europe. Acta Universitatis Carolinae Geologica*, 39 (3/4), Univerzita Karlova, Praga, 1995, pp. 699-701
- SÁNCHEZ MARCO, A. (1995b) Tertiary avian localities of Spain. En MLÍKOVSKÝ, J. (ed.) *Tertiary Avian Localities of Europe. Acta Universitatis Carolinae Geologica*, 39 (3/4), Univerzita Karlova, Praga, 1995, pp. 719-732
- SÁNCHEZ MARCO, A. (1999a) Catálogo paleornitológico del Terciario ibérico y balear. *Estudios geológicos*, vol. 55, n.º 3-4, 1999, pp. 163-171
- SÁNCHEZ MARCO, A. (1999b) Implications of the avian fauna for paleoecology in the Early Pleistocene of the Iberian Peninsula. *Journal of Human Evolution*, vol. 37, n.º 3/4, 1999, pp. 375-388
- SÁNCHEZ MARCO, A. (1999c) Aves del yacimiento mesopleistoceno de Galería (sierra de Atapuerca). Patrones ecológicos en el Pleistoceno medio: 211-224. En CARBONELL, E.; ROSAS, A.; Díez, J. C. (ed.) *Atapuerca: ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería*. Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 1999 (Arqueología en Castilla y León: memorias; vol. 7)
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2001) Strigiformes from the Neogene of Spain. *Ibis*, vol. 143, 2001, pp. 313-316
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2003) Nuevo hallazgo de aves marinas del Pleistoceno de Fuerteventura (Islas Canarias). *Coloquios de Paleontología*, vol. ext. 1, 2003, pp. 627-636
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2005) Aves del Plioceno superior de la meseta sur ibérica: una asociación ornítica aparentemente cuaternaria. *Revista Española de Paleontología*, vol. 20, n.º 2, 2005, pp. 143-157
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2006a) *Miophasianus* and *Palaeoperdix* (Galliformes, Aves) from three Miocene localities of Spain. *Estudios geológicos*, vol. 62, n.º 1, 2006, pp. 249-256
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2006b) Aves fósiles del Auriñaciense (Pleistoceno superior) de El Castillo (Cantabria, España). En MAÍLLO, J. M.; BAQUEDANO, E. (ed.) *Miscelanea en homenaje a Victoria Cabrera. Zona Arqueológica*, 7, vol. 1, 2006, pp. 114-121
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2007) New occurrences of the extinct vulture *Gyps melitensis* (Falconiformes, Aves) and a reappraisal of the paleospecies. *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 27, n.º 4, 2007, pp. 1057-1061
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2009) New Iberian galliforms and reappraisal of some Pliocene and Pleistocene Eurasian taxa. *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 29, n.º 4, 2009, pp. 1-14
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2010) New data and an overview of the past avifaunas from the Canary Islands. *Ardeola*, vol. 57, n.º 1, 2010, pp. 13-40
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2015) Aves del Pleistoceno inferior de Cueva Victoria (costa sudoriental mediterránea de la península Ibérica). En GIBERT, L.; FERRÁNDEZ-CAÑADELL, C. (ed.) *Geología y Paleontología de Cueva Victoria. Mastia*, vol. 11/13, 2015, pp. 253-267

- SÁNCHEZ MARCO, A. (2017) Las rapaces y otras aves de Batallones: 383-391. En MORALES, J. (ed.) *La colina de los tigres dientes de sable. Los yacimientos miocenos del cerro de los Batallones*. Comunidad de Madrid: Museo Arqueológico Regional, 2017
- SÁNCHEZ MARCO, A. (2018) Las aves de la excavación histórica de El Castillo: 280-300. En CASTAÑOS, P. M. (ed.) *El Castillo: historia de una fauna olvidada*. Cantabria: Gobierno de Cantabria, Consejería de Educación Cultura y Deporte, 2018 (Monografías del Museo de Prehistoria y Arqueología de Cantabria, 1)
- SÁNCHEZ MARCO, A. (en prensa) Miocene birds from the Valles-Penedes basin. Chapter 4. En ALBA, D. M.; SOLÀ-MOYÀ, S.; ALMÉCIGA, S. (ed.) *Fossil hominoid primates from the Valles-Penedes basin: taxonomy and paleobiology*. New York: Springer Publishers (Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Book Series)
- SANZ, J. L.; CHIAPPE, L. M.; PÉREZ-MORENO, B. P.; MORATALLA, J. J.; HERNÁNDEZ-CARRASQUILLA, F.; BUSCALIONI, A. D.; ORTEGA, F.; POYATO-ARIZA, F. J.; RASSKIN-GUTMAN, D.; MARTÍNEZ-DELCLÒS, X. (1997) A nestling bird from the Lower Cretaceous of Spain: implications for avian skull and neck evolution. *Science*, 276, 1997, pp. 1543-1546
- SANZ, J. L.; ORTEGA, F. (2002) The birds from Las Hoyas. *Science Progress*, vol. 85, n.º 2, 2002, pp. 113-130
- STEADMAN, D. W. (1989) Extinction of birds in eastern Polynesia: a review of the record, and comparisons with other Pacific island groups. *Journal of Archaeological Science*, vol. 16, 1989, pp. 177-205
- STEADMAN, D. W. (2006) *Extinction and biogeography of Tropical Pacific birds*. Chicago: Chicago University Press
- STEADMAN, D. W.; ROLETT, B. (1996) A chronostratigraphic analysis of landbird extinction on Tahuata, Marquesas islands. *Journal of Archaeological Science*, vol. 23, 1996, pp. 81-94
- WALKER, C. A.; WRAGG, G. M.; HARRISON, C. J. O. (1990) A new shearwater from the Pleistocene of the Canary Islands and its bearing on the evolution of certain *Puffinus* shearwaters. *Historical Biology*, vol. 3, 1990, pp. 203-224
- WANG, S., HU, Y.; WANG, L. (2011) New ratite eggshell material from the Miocene of Inner Mongolia, China. *Chinese Birds*, vol. 2, 2011, n.º 1, pp. 28-26
- ZELENKOV, N.V.; MANEGOLD, A. (2015) A new species of *Aegypius* vulture from the early Pliocene of Moldova is the earliest unequivocal evidence of Aegyptiinae in Europe. *Paläontol. Z.*, vol. 89, 2015, pp. 529-534
- ZHANG, Z.; ZHENG, X.; ZHENG, G. (2010) A new Old World vulture (Falconiformes: Accipitridae) from the Miocene of Gansu province, northeast China. *Journal of Ornithology*, vol. 151, 2010, pp. 401-408
- ZHOU, Z. (2004) The origin and early evolution of birds: discoveries, disputes and perspectives from fossil evidence. *Naturwissenschaften*, vol. 91, 2004, pp. 455-471

Las faunas de mamíferos del Mioceno continental de la Península Ibérica

Jordi Agustí | ICREA. Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució social (IPHES). Universitat Rovira i Virgili (Tarragona)

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4179>

RESUMEN

En este trabajo se realiza un resumen de la sucesión de faunas de mamíferos continentales del Mioceno de la Península Ibérica. La Península Ibérica cuenta con el mejor registro continental del Mioceno de Europa, llegando a cubrir todo el rango estratigráfico de este sistema, desde el Mioceno basal hasta el límite con el Plioceno. Ello es debido a la existencia de un notable conjunto de cuencas neógenas endorreicas, como es el caso de las cuencas del Vallès-Penedès, Ebro, Calatayud-Daroca, Teruel, Duero, Tajo, Cabriel, Fortuna, Guadix-Baza y Granada. Este extraordinario registro geológico y paleontológico ha permitido la definición de una serie de pisos mastológicos que permiten seguir sobre una base estratigráfica la evolución de las faunas de mamíferos durante el Mioceno. Estos pisos mastológicos corresponden al Ramblense (Mioceno inferior, definido en la cuenca de Teruel), Aragoniense (Mioceno inferior y medio, definido en la cuenca de Calatayud-Daroca), Vallesiense (base del Mioceno superior, definido en la cuenca del Vallès-Penedès), Turolense (Mioceno superior, definido en la cuenca de Teruel) y Ventiense (Mioceno terminal, definido en la cuenca del Cabriel). Las secuencias contenidas en estos pisos permiten trazar la evolución completa de las faunas de mamíferos continentales en la Península Ibérica.

Palabras clave

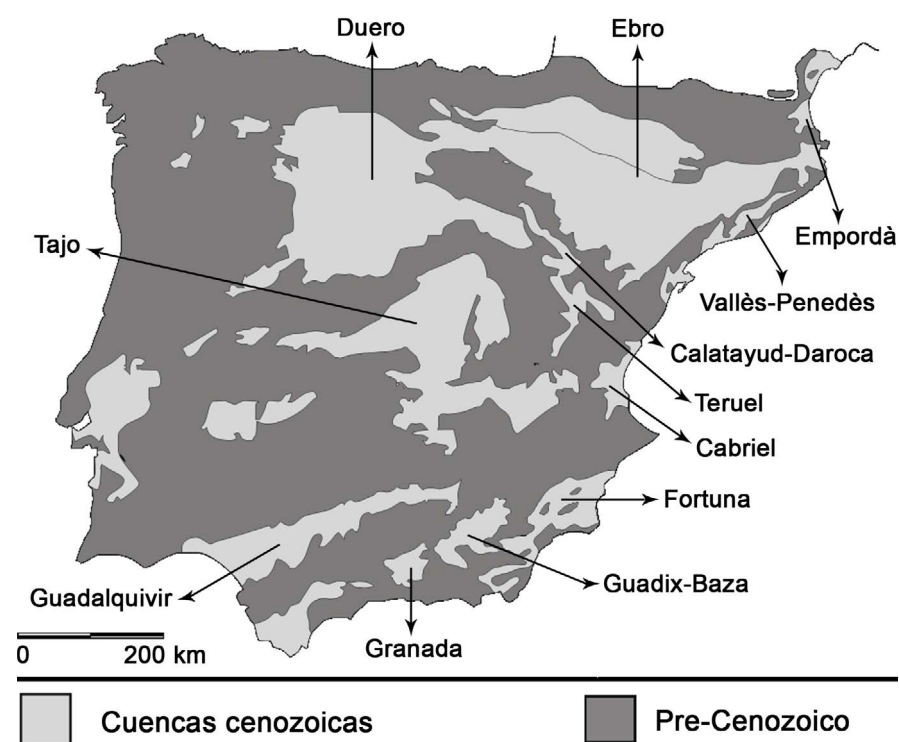
Fauna | Mamíferos | Mioceno | Península Ibérica |



Reconstrucción de la fauna del yacimiento de Sant Quirze | dibujo Mauricio Antón, autor de todas las reconstrucciones de la fauna que ilustran este trabajo

INTRODUCCIÓN

La Península Ibérica cuenta con el mejor registro continental del Mioceno de Europa y uno de los más completos a nivel global. Este registro cubre todo el rango estratigráfico de este sistema, desde el Mioceno basal hasta el límite con el Plioceno. La calidad y continuidad de este registro se fundamenta en la existencia de numerosas cuencas endorreicas como es el caso del Vallès-Penedès, Ebro, Calatayud-Daroca, Teruel, Duero, Tajo (también conocida como Depresión Intermedia) y otras cuencas de menores dimensiones. No en vano la primera referencia a un yacimiento miocénico de vertebrados se remonta a la primera mitad del siglo XVIII, cuando Fray B. Jerónimo Feijoo reseña en su Teatro crítico Universal la existencia de un osario en la localidad turolense de Concud. A partir del siglo XX, el extraordinario registro del Mioceno ibérico dio lugar a la definición de una serie de pisos mastológicos, a la manera de los pisos mastológicos definidos en América del Norte, los cuales llegan a cubrir todo el rango del Mioceno. Los primeros de estos pisos fueron definidos en los años 50 del siglo pasado por el impulsor de la paleontología de vertebrados en España, Miquel Crusafont. Crusafont se dio cuenta de que los pisos al uso para referirse a las faunas de mamíferos del Mioceno ibérico, y que correspondían a pisos procedentes de las cuencas del este de Europa (Meótico, Pontienne), no podían aplicarse a las secuen-

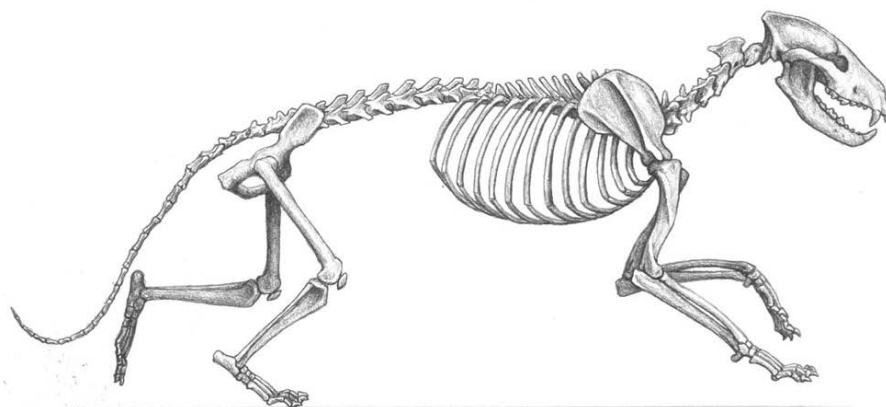


cias del Mioceno superior español. Es así como para las primeras faunas con el équido *Hipparion* propuso el piso Vallesiense (en referencia a la cuenca del Vallès-Penedès) para sustituir al término Meóptico aplicado hasta entonces. Para las faunas del Mioceno más superior (Pontiense en la estratigrafía de Europa oriental) propuso el piso Turoliense (en referencia a la cuenca de Teruel). Con posterioridad, los asistentes al Simposio Internacional sobre Bioestratigrafía de Mamíferos celebrado en Munich en 1975 decidieron proponer nuevos pisos mastológicos que cubriesen todo el Néogeno. Es así como en 1977 Daams, Freudenthal y van der Weerd definieron el piso Aragoniense, con estratotipo en la cuenca de Calatayud-Daroca, para cubrir el rango estratigráfico de Mioceno medio. Este mismo equipo propuso en 1987 el piso Ramblense, para cubrir el tramo inferior del Mioceno. Finalmente, en 1984, Jorge Morales, del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (CSIC) propuso el piso Ventiense para referirse a la parte terminal del Mioceno (anteriormente englobada dentro del Turoliense).

EL RAMBLIENSE (ENTRE 24 Y 17 MILLONES DE AÑOS)

El Ramblense fue definido por Daams, Freudenthal y Álvarez-Sierra (1981) en la cuenca de Teruel. El nombre hace referencia al Arroyo del Ramblar, cerca de la localidad de Navarrete del Río, donde se estableció el estratotipo del piso. Dentro del Ramblense sus autores pudieron distinguir dos estadios faunísticos diferentes; uno inferior (zona Z) y otro superior (zona A). Entre los micromamíferos, las faunas incluidas en la zona Z están caracterizadas por la presencia de cricétidos (hámsteres) arcaicos de los géneros *Eucricetodon* y *Melissiodon* y una variada fauna de glíridos (lirones) correspondientes a diferentes géneros: *Peridyromys*, *Microdyromys*, *Simplomys*, *Pseudodyromys* y otros. También están bien representados los eómidos del género *Ligerimys*, pertenecientes a una familia extinta de roedores arborícolas, algunos de los cuales sabemos que poseían un patagio que les permitía planear de árbol en árbol. Las faunas de grandes mamíferos de inicios del Ramblense están sobre todo representadas en las localidades de Cetina de Aragón (cuenca del Duero) (GINSBURG; MORALES; SORIA, 1994; VAN DER MADE, 1994), Valquemado, Loranca (cuenca del Tajo) (ALCALÁ; MORALES; SORIA, 1990; VAN DER MADE, 1990) y Navarrete del Río (cuenca de Teruel) (MOYA-SOLA, 1987).

Estas faunas están básicamente compuestas por una variada gama de artiodáctilos, que incluye suidos relacionados con los actuales pécaris (*Paleochoerus*, *Lorancahyus*) pero también verdaderos cerdos salvajes como *Hyotherium meissneri* e *Hyotherium major*, ambos presentes en Cetina de Aragón. También está presente en Loranca *Brachyodus*, un miembro de la familia de los antracotéridos, que algunos autores relacionan con los hipopótamos. Entre los no suiformes encontramos a *Cainotherium*, un



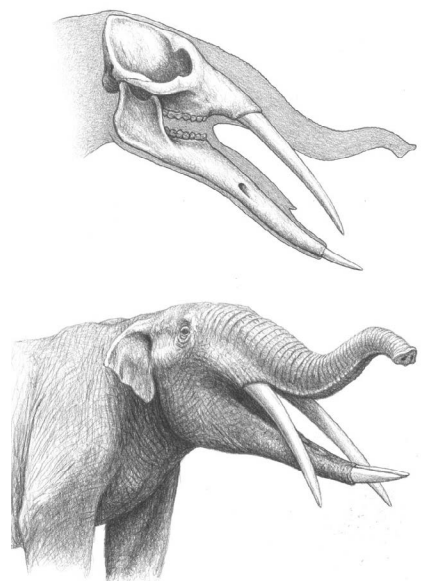
Esqueleto del anficiónido *Amphicyon*

género de pequeños artiodáctilos del tamaño de una liebre cuyas características craneales (grandes bulas timpánicas) indican una posible adaptación a espacios abiertos. Por lo que respecta a los rumiantes, en Cetina de Aragón se encuentra una amplia representación de ciervos relacionados con los actuales ciervos almizcleros del lejano oriente, como *Andegameryx*, *Bedenomeryx*, *Oriomeryx* o *Dremotherium* (MORALES; GINSBURG; SORIA, 1986). Como los actuales ciervos almizcleros, estos rumiantes carecían de las características astas que hoy exhiben los actuales cérvidos. Un hecho interesante es la presencia en esta época de los primeros representantes de los jiráfidos, representados por los géneros *Teruelia* (Navarrete del Río) y *Lorancameryx* (Loranca). Estos primitivos jiráfidos no presentaban los largos cuellos de las jirafas actuales pero sí los característicos apéndices craneales sobre las órbitas. Entre los perisodáctilos hay que destacar la presencia en Cetina de Aragón de un pequeño tapir (*Protapirus*) y de un rinoceronte de hábitos acuáticos (*Protaceratherium*). Este último carecía de los característicos apéndices córneos que hoy exhiben los actuales rinocerontes. Los carnívoros dominantes en esta época pertenecen a la familia de los anficiónidos, popularmente conocidos como perros-oso. Su dentición era similar a la de los cánidos, pero su estructura y dimensiones eran más semejantes a las de los actuales osos. Este es el caso de *Amphicyon giganteus*, presente en Valquemado y Loranca, cuyos machos podían alcanzar más de 300 kilos de peso. Un segundo anficiónido de menor talla y más grácil, *Ysengrinia*, está también presente en Cetina de Aragón. Junto a estos grandes carnívoros, los félidos están representados por *Pseudaelurus* (Loranca), un pequeño felino del tamaño de un gato salvaje que probablemente depredaba sobre los pequeños roedores arborícolas que poblaban los bosques ibéricos de principios del Mioceno.

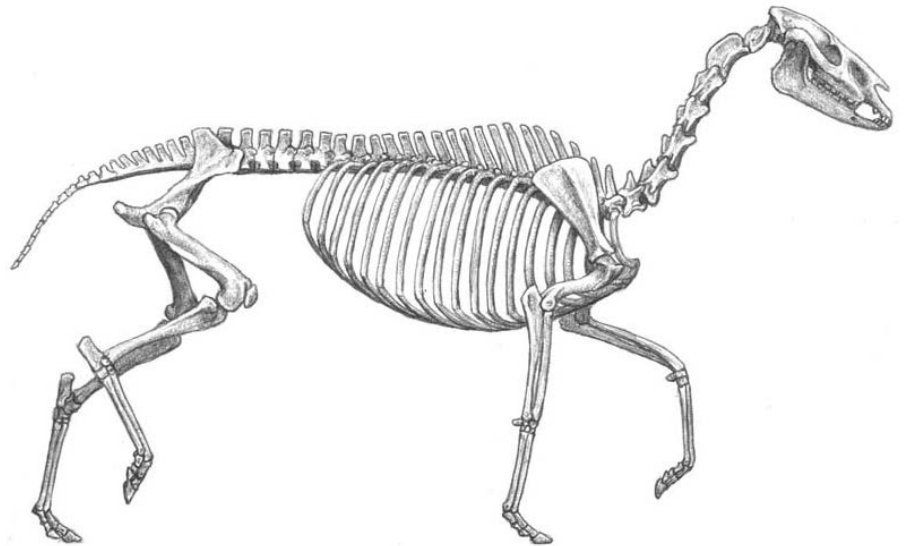
El tránsito del Ramblense inferior al Ramblense superior no provocó apenas cambios entre las asociaciones de micromamíferos. Tan sólo cabe

reseñar la extinción de los cricétidos de origen oligocénico del género *Eucricetodon*, de manera que esta familia quedó reducida tan sólo al peculiar género *Melissiodon*. Es por ello que esta etapa del Mioceno prácticamente sin hámsteres es referida como la del “Cricetid vacuum” (DAAMS; FREUDENTHAL; ÁLVAREZ-SIERRA, 1981). Por el contrario, entre los grandes mamíferos asistimos a una importante revolución. Y es que África, hasta entonces una especie de continente-isla desde su separación de la Antártida que había desarrollado su propia fauna autóctona de mamíferos, colisionó con Eurasia en la zona del Próximo Oriente. En ese momento, elementos de extracción estrictamente africana penetraron en Europa y viceversa (AGUSTÍ; ANTÓN, 2002). Este momento de intercambio entre las faunas de grandes mamíferos se encuentra representado en diversos yacimientos de las cuencas del Vallès-Penedès (Molí Calopa, Costablanca, Sant Andreu de la Barca) (AGUSTÍ; CABRERA; MOYÀ-SOLÀ, 1985; CASANOVAS-VILAR; MADERN; ALBA et ál., 2016) y Calatayud-Daroca (Agreda, Moratilla) (ALCALÁ; MORALES; SORIA, 1990; VAN DER MADE, 1990). Así, entre los elementos de origen africano se encuentran proboscídeos de los géneros *Gomphotherium* y *Prodeinotherium*, parientes muy lejanos de los actuales elefantes. *Gomphotherium angustidens*, el gonfoterio más común en el Mioceno inferior europeo, constituye una especie típica del género. De talla moderada (no más de 3 metros hasta la cruz, como el actual elefante asiático), su cráneo era alargado y presentaba dos cortas defensas divergentes dirigidas hacia abajo. La mandíbula era así mismo muy larga y anteriormente espatulada, culminando en dos incisivos algo menos desarrollados que los superiores. Su dentición típica a base de grandes tubérculos redondeados indica un régimen basado en frutos y vegetales blandos. Pero *Gomphotherium* no fue el único tipo de proboscídeo que colonizó Eurasia desde África durante el Mioceno inferior. Una forma muy particular, *Prodeinotherium*, acompañará a las sucesivas especies de mastodontes a lo largo de todo el Mioceno. Los dinoterios constituyen un grupo completamente aparte de proboscídeos, que evolucionó independientemente de la línea que dio lugar a gonfoterios y elefantes. Los molares de los dinoterios eran muy diferentes de los de cualquier proboscídeo, constituidos por pares de crestas cortantes y no por tubérculos aislados, como los mastodontes. A diferencia de los gonfoterios, el cráneo de los dinoterios era corto y mostraba dos grandes defensas. Pero a diferencia de los actuales elefantes, estas defensas no se situaban en el maxilar superior (que carecía de incisivos) sino en la mandíbula. Estos dos incisivos, que se hacían cada vez mayores con la edad, se recurvaban hacia abajo y hacia atrás, en una extraña disposición cuya función es aun hoy discutida.

Las faunas del Ramblense superior, sin embargo, no sólo se vieron enriquecidas por la llegada de inmigrantes asiáticos sino también por *Anchitherium*, un pequeño équido procedente de América del Norte. Aunque perteneciente a la familia que hoy agrupa a los caballos, *Anchitherium* mostraba unos caracteres muy diferentes de los actuales équidos. Así, presentaba



Cráneo de *Gomphotherium*



Esqueleto de *Anchitherium*

tres dedos funcionales en cada pata y su dentición era de corona baja y no de corona alta, adaptada al consumo de hojas y vegetales blandos. Junto a estos grandes herbívoros se encuentran suidos (*Hyotherium*, *Aureliachoerus*, *Xenohyus*; VAN DER MADE, 1990) y cérvidos de los géneros *Procervulus* y *Acteocemas* (AZANZA; MENÉNDEZ, 1990). Estos últimos estaban ya dotados de unas pequeñas astas.

EL ARAGONIENSE INFERIOR (ENTRE 17 Y 16 MILLONES DE AÑOS)

El piso Aragoniense fue establecido por Daams, Freudenthal y Van Der Weerd (1977) en la cuenca de Calatayud-Daroca, con sección tipo en el área de Daroca-Villafeliche. El Aragoniense cubre el final de Mioceno inferior y todo el Mioceno medio. La base de este piso está definida por el final del "Cricetum vacuum" y la llegada de nuevos géneros de cricétidos que caracterizarán buena parte del Mioceno: *Democricetodon*, *Megacricetodon*, *Eumyarion* y otros. Aparte de la cuenca de Calatayud-Daroca, donde fue definido, el Aragoniense está ampliamente representado en las cuencas del Vallès-Penedès, Tajo y, en menor medida, Duero (AGUSTÍ; CABRERA; MOYÀ-SOLÀ, 1985; CASANOVAS-VILAR; MADERN; ALBA et ál., 2016; ALCALÁ; MORALES; SORIA, 1990; VAN DER MADE, 1990). Dentro del Aragoniense, podemos diferenciar un Aragoniense inferior, correspondiente todavía al Mioceno inferior, un Aragoniense medio y un Aragoniense superior, correspondientes al Mioceno medio. El Aragoniense inferior está sobre todo representado en las cuencas del Vallès-Penedès (yacimientos de El Canyet, Sant Mamet, Can Canals, Els Casots, entre otros), Calatayud-Daroca (Artesilla) y Tajo (Córcoles). También cabe reseñar el yacimiento

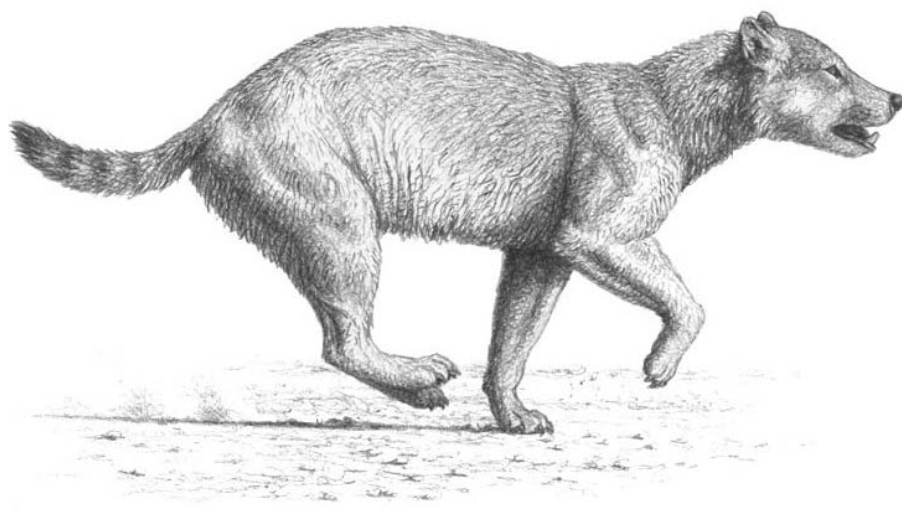
de Bunyol en la Comunidad Valenciana. El yacimiento de Els Casots, en el Vallès-Penedès, constituye un perfecto ejemplo de las faunas de la base del Aragoniense (Agustí; Llenas, 1993; CASANOVAS-VILAR; MADERN; ALBA et ál., 2016). La fauna de Els Casots incluye elementos persistentes del Ramblense, como los proboscídeos de los géneros *Gomphotherium* y *Prodeinotherium*, los pequeños artiodáctilos del género *Cainotherium*, los ciervos del género *Procervulus*, dotados de unas pequeñas astas que tan sólo mostraban un candil, los “perros-osos” del género *Amphicyon* (*Amphicyon giganteus* y el más grácil y pequeño *Amphicyon olisiponensis*) y los pequeños felinos del género *Pseudaelurus*.

Pero junto a estos elementos persistentes del Ramblense, las faunas de principios del Aragoniense se ven enriquecidas por nuevos elementos. Entre los suidos, un nuevo género de cerdos salvajes, *Bunolistridon*, se hace dominante. Abundan también los tragúlidos del género *Dorcatherium*. Los tragúlidos o ciervos de agua son pequeños rumiantes que en la actualidad habitan los bosques tropicales de África y Extremo Oriente. Otro rumiante característico fue *Eotragus*, el primer bóvido que aparece en el registro europeo. *Eotragus* apenas sobrepasaba los 50 cm de altura hasta la cruz y mostraba unas pequeñas astas rectilíneas en su cabeza, muy lejos de la corpulencia y robustez que muestran los actuales toros y búfalos. Bien diferente es el caso de *Ampelomeryx*, otro rumiante de la fauna de Els Casots, perteneciente a la familia de los paleomerícidos. *Ampelomeryx* se caracterizaba por presentar tres apéndices craneales sobre la cabeza: dos sobre las órbitas oculares, como las actuales jirafas, más otro mucho más aparatoso que salía de la nuca y se bifurcaba formando una figura en “Y” griega.

Aparte de estos herbívoros de porte grácil, otros herbívoros de gran talla, como los rinocerontes acuáticos del género *Brachypotherium*, frecuentaban el antiguo lago de Els Casots. *Brachypotherium* carecía de los apéndices córneos que hoy caracterizan a los rinocerontes y llevaba un tipo de vida semianfibio, semejante al que actualmente llevan los hipopótamos. Sus patas eran cortas y debía pasar buena parte de su vida en el agua.

Entre los carnívoros hacen su aparición por primera vez los úrsidos, representados por el género *Hemicyon*. Curiosamente *Hemicyon* era muy diferente de los osos actuales. De talla grande (un metro y medio de longitud), su cuerpo no era robusto y pesado sino más bien ligero, como el de cualquier otro carnívoro. Además, a diferencia de los osos actuales, no era plantígrado sino digitígrado, es decir, se apoyaba únicamente sobre sus dedos, como hace un lobo o una pantera. Ello indica que *Hemicyon* debía de ser un cazador activo y un buen corredor, que tal vez practicase la caza cooperativa.

Así mismo, es al final del Mioceno inferior que se produce en Europa la entrada de los primeros primates catarrinos, representados por el género



Reconstrucción del úrsido *Hemicyon*

Pliopithecus, un pequeño simio de brazos largos cuyo modo de vida sería semejante al de los actuales gibones.

EL ARAGONIENSE MEDIO (ENTRE 16 Y 14 MILLONES DE AÑOS)

El Aragoniense medio está sobre todo representado en las cuencas de Calatayud-Daroca (Valdemoros) (ALCALÁ; MORALES; SORIA, 1990), Tajo (Puente de Vallecas, Torrijos, La Hidroeléctrica, Moratines, La Retama) (MORALES; ALCALÁ; HOYOS, 1993) y Ebro (Tarazona) (ASTIBIA, 1987). Las faunas de micromamíferos de estas localidades muestran pocas variaciones respecto a la del Aragoniense inferior, compuestas por una variada gama de cricétidos y glíridos (DAAMS; FREUDENTHAL; VAN DER WEERD, 1977). Dentro de esta última familia cabe destacar la proliferación de *Armantomys*, un género caracterizado por la posesión de molares simples y de corona alta, probablemente adaptados a la ingestión de vegetación coriácea. Y es que el tránsito del Mioceno inferior al Mioceno medio, hace unos 15 millones de años, marcó un profundo cambio ambiental en la Península Ibérica. De un biotopo húmedo y boscoso, como el que evidencian las faunas del Vallès-Penedès del tipo de Els Casots, con una alta diversidad de especies, se pasó a un biotopo mucho más seco y abierto. En este contexto, la fauna de mamíferos estaba dominada por grandes herbívoros adaptados a una dieta basada en vegetación coriácea.

Los cérvidos quedaron reducidos en la práctica a la especie *Procervulus dichotomus*. Por el contrario, los paleomerícidos se convierten en los rumiantes dominantes, sobresaliendo la especie *Triceromeryx pachecoi*. A diferen-

cia de *Ampelomeryx* del Mioceno inferior, *Triceromeryx* presentaba sobre las órbitas unos pequeños apéndices rectilíneos mientras que el apéndice occipital en forma de “Y” griega era mucho más reducido. Desaparecen los suidos de talla pequeña, quedando este grupo reducido a la especie *Bunolistriodon lockharti*, de la talla de un jabalí grande. Como único elemento asociado a cursos de agua estables, persisten en esta época los ciervos de agua del género *Dorcatherium*. Pero el elemento más característico de estas faunas del Mioceno medio ibérico fue sin duda un pequeño rinoceronte, *Hispanotherium*, así bautizado por el paleontólogo español Royo y Gómez en la localidad madrileña de Puente de Vallecas. *Hispanotherium* difería de sus parientes semiacuáticos del Mioceno inferior por diversas características que indican su adaptación a un biotopo de tipo pradera. En primer lugar, sus patas eran relativamente más largas y gráciles, adaptadas por tanto a la carrera en un medio abierto. Pero es que, además, sus dientes habían incrementado notablemente su altura (dentición hipsodonta), al tiempo que el esmalte se replegaba, formando entrantes y salientes que a su vez eran rellenados por cemento dentario. Todo ello nos indica que *Hispanotherium* se nutría de vegetales duros, tal vez gramíneas, que es el tipo de vegetación dominante en ambientes de tipo sabana o de pradera. La aparición de *Hispanotherium* en el Mioceno medio ibérico plantea una interesante problemática zoogeográfica, ya que este género se ha encontrado también en el Mioceno de Turquía y Asia pero falta en el resto de Europa y en África. Hay que suponer, por tanto, que durante el Mioceno medio se estableció una vía de comunicación directa entre la Península Ibérica y Asia menor, independientemente de la tradicional vía de comunicación a través de los Pirineos.

EL ARAGONIENSE SUPERIOR (ENTRE 14 Y 11 MILLONES DE AÑOS)

El Aragoniense superior se encuentra representado en las cuencas de Calatayud-Daroca (Manchones, Arroyo de Val) (FREUDENTHAL, 1966), Tajo (Paracuellos 3, Henares 1) (ALCALÁ; MORALES; SORIA, 1990) y Duero (Cerro del Otero, Escobosa) (AZANZA; MENÉNDEZ, 1980), pero es sobre todo en la cuenca del Vallès-Penedès en donde se encuentra una secuencia más completa de esta parte del Aragoniense incluyendo yacimientos como Sant Quirze, Castell de Barberà, Can Missert y todos aquellos incluidos en la secuencia de Hostalets de Pierola (Can Mata 1, Can Mata 3, Abocador de Can Mata y otros) (AGUSTÍ; CABRERA; MOYÀ-SOLÀ, 1985; CASANOVAS-VILAR; MADERN; ALBA et ál., 2016).

El final del Mioceno medio, hace unos 12 millones de años, marca en la Península Ibérica el retorno al biotopo húmedo y boscoso que caracterizara el Mioceno inferior. Prueba de ello son los numerosos restos de castores que aparecen en los yacimientos de esta edad de la cuenca del Vallès-Penedès.

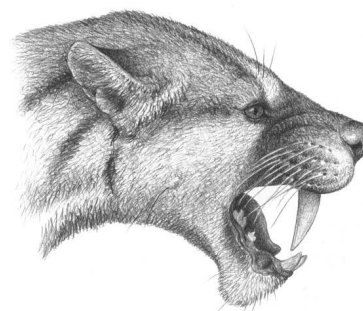
Entre ellos, el género *Palaeomys* mostraba unas características semejantes a la del actual castor centroeuropeo, siendo el mayor roedor que aparece en estos yacimientos. Sin embargo, junto a *Palaeomys* se encuentra también un castor de talla pequeña, *Euroxenomys*, más frecuente que el anterior y cuyo modo de vida debió ser parecido al de las actuales ratas de agua. Las copas de los árboles eran surcadas por diversas especies de ardillas voladoras o esciurópteros, como las que actualmente pueblan los bosques del sudeste asiático. A su vez, se encuentra una variada gama de pequeños roedores compuesta por cricétidos (*Hispanomys*, *Eumyarion*, *Anomalomys*, *Megacricetodon*, *Fahlbuschia* y otros), glíridos (*Eomuscardinus*, *Myoglis*, *Miodyromys*, *Bransatoglis* y otros) y eómidos (*Eomiops*, *Keramidomys*).

Los paleomerícidos han sido reemplazados por una gran profusión de ciervos de diverso tipo (AZANZA; MENÉNDEZ, 1980). Algunos eran de pequeñas dimensiones y sin astas, como *Micromeryx*. Otros, en cambio, presentaban astas, aunque no tan desarrolladas como las de los ciervos que hoy pueblan Europa. Algunos de ellos, como *Heteroprox*, mostraban todavía astas muy primitivas, similares a las de los ciervos del Mioceno inferior como *Procervulus* y consistentes en un único candil principal débilmente bifurcado en su extremo. Las astas de *Heteroprox*, como las de *Procervulus*, eran perennes, es decir, no existía la típica roseta a partir de la cual en los ciervos actuales el asta se desprende cada año para crecer al siguiente. A partir de la parte más reciente del Mioceno medio, *Heteroprox* es habitualmente substituido en los yacimientos de esta edad por otros ciervos con astas caedizas como *Euprox* o *Palaeoplatyceros*. El diseño del asta en *Euprox* es todavía muy simple, formado por un corto pedículo coronado en su extremo por dos candiles de talla diferente. También abundan los ciervos de agua como *Dorcatherium*. Al mismo tiempo, los suidos vuelven a ser elementos dominantes en los bosques de finales del Mioceno medio. Una variada gama de formas parecidas a los actuales jabalíes y pécaris aparecen en yacimientos como Sant Quirze y Castell de Barberà, en la cuenca del Vallès-Penedès: *Barberahyus* (un pequeño pécarí), *Conohyus* (un suido de premolares alargados), *Parachleuastochoerus* (un enano en su grupo), *Korinochoerus* (un pariente cercano de los actuales jabalíes y cerdos) y *Listriodon* (VAN DER MADE, 1990). De todos ellos, el elemento más común en las faunas de esta edad es, con diferencia, *Listriodon*, que alcanzaba la talla de un gran jabalí y se diferenciaba de sus parientes actuales sobre todo por su dentición. En efecto, la mayor parte de suidos (incluido el jabalí y su variante doméstica, el cerdo) tienen unos molares de tipo bunodonto, es decir, formados por cúspides aisladas que muelen el alimento al ocluir entre sí. Este patrón dentario es típico de una dieta muy amplia, de tipo omnívoro, que puede incluir tanto restos vegetales como animales. Este es el caso de la mayor parte de géneros citados anteriormente, pero no el de *Listriodon*, que presentaba unos molares formados por dos crestas transversales y adaptado, por tanto, a una dieta basada en vegetales duros. Sus incisivos habían adoptado una forma

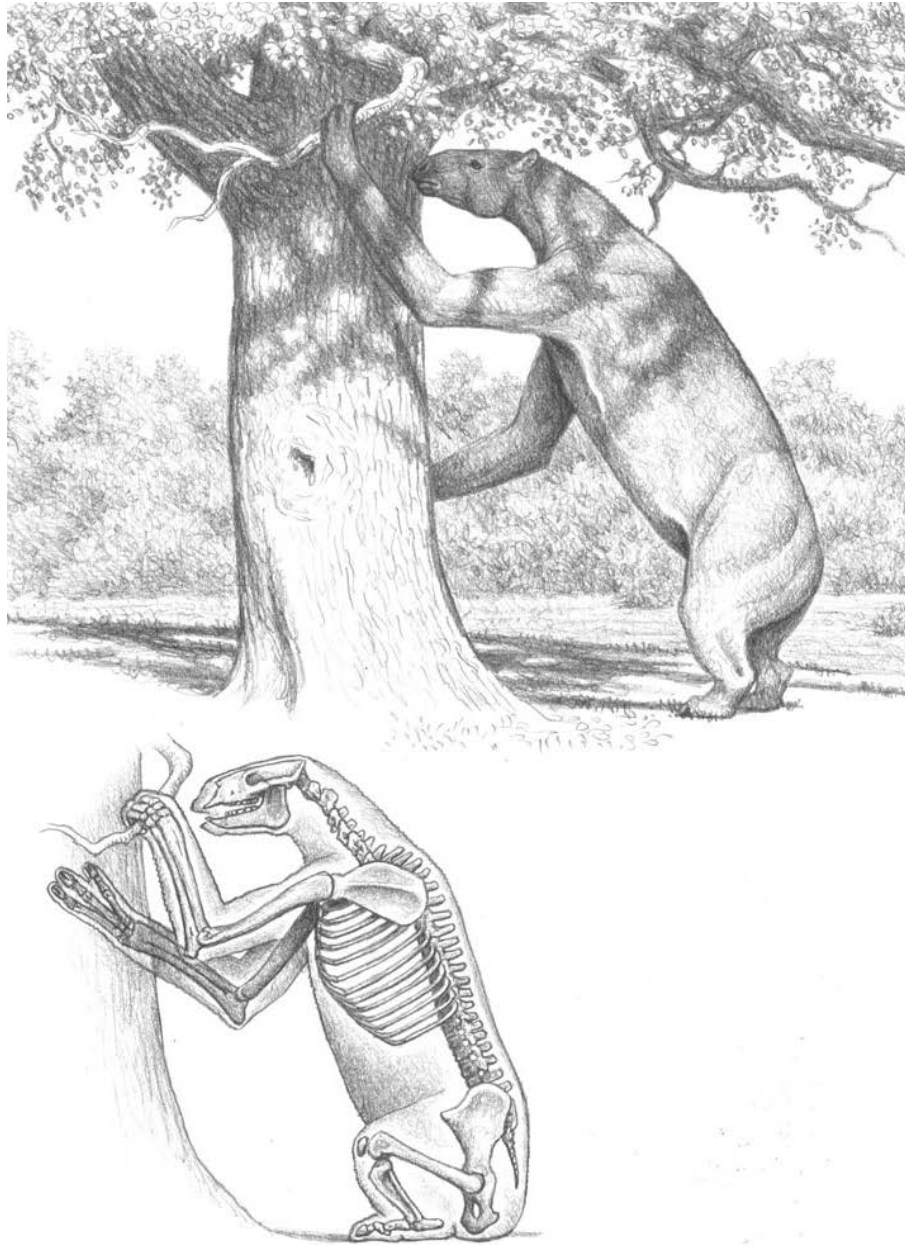
muy peculiar, con la corona muy corta y ensanchada, en forma de paleta, igualmente adaptados a extirpar vegetación arbustiva a ras de suelo. Los machos tenían dos grandes colmillos recurvados hacia arriba.

A su vez, los grandes proboscídeos como *Deinotherium* siguen estando presentes, acompañados por gonfoterios del género *Tetralophodon* (más grandes que su pariente *Gomphotherium*). Por su parte, los rinocerontes acuáticos y de bosque vuelven a ser dominantes, substituyendo a las formas corredoras del tipo de *Hispanotherium*. Entre ellos destaca *Hoploaceratherium*, un rinoceronte muy frecuente en numerosos yacimientos del Mioceno ibérico. En realidad, tanto por su aspecto como por su modo de vida *Hoploaceratherium* difícilmente encaja dentro del concepto que hoy tenemos de un rinoceronte. Para empezar, *Hoploaceratherium* carecía de los característicos apéndices córneos que han hecho famoso a este grupo de perisodáctilos. Además, el morro de *Hoploaceratherium* estaba coronado por unos grandes incisivos que le servían para arrancar la abundante vegetación acuática de que se alimentaba. Un perisodáctilo particularmente frecuente en los yacimientos de esta edad es *Anisodon*, perteneciente a la familia de los calicotéridos. Los calicotéridos eran perisodáctilos emparentados con el grupo de los caballos y rinocerontes. Sin embargo, los representantes de esta familia, y *Anisodon* entre ellos, presentaban una anatomía muy diferente de la de sus parientes. Las extremidades anteriores eran más largas que las posteriores y, en lugar de pezuñas, estaban dotados de garras. Se piensa que estos lejanos parientes del caballo eran, probablemente, ramoneadores de árboles y arbustos, cuyas hojas debían agarrar con sus “manos”, adoptando una postura que más recordaría a la de los actuales gorilas que a la de un équido. Esta variada fauna de grandes herbívoros hallaba su contrapunto entre los grandes depredadores como *Sansanosmilus*, de la familia de los barbourófelidos. La característica más relevante de este grupo de carnívoros eran sus largos colmillos (“dientes de sable”), que alojaban en una expansión de la mandíbula que les hacía de estuche. *Sansanosmilus* fue el superdepredador habitual de los yacimientos del Mioceno medio de Europa.

Pero uno de los elementos más significativos de estas faunas de finales del Mioceno medio son los primates. En este sentido cabe destacar el extraordinario registro de este grupo procedente de la sección de Hostalets de Pierola, en la subcuenca del Penedès, y, más concretamente, de la serie conocida con Abocador de Can Mata. En esta serie se han encontrado diversos restos craneales y post-craneales de diversos hominoideos pertenecientes a los géneros *Dryopithecus*, *Anoiapithecus* y *Pierolapithecus*. En particular destaca un esqueleto muy completo de la especie *Pierolapithecus catalaunicus*, que ha permitido aclarar aspectos muy significativos de los primeros hominoideos antropomorfos (ALBA, 2012). Junto a ellos destaca también un pequeño primate, *Pliobates*, relacionado con el género *Pliopithecus* y que tal vez esté en el origen de los actuales gibones.



Cráneo y reconstrucción de *Sansanosmilus*



Esqueleto y reconstrucción de *Anisodon*

EL VALLESIENSE (ENTRE 11 Y 8,7 MILLONES DE AÑOS)

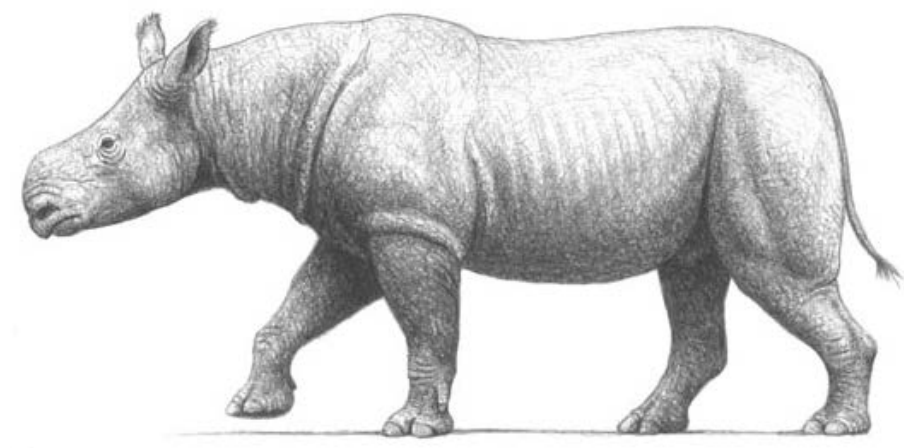
Al inicio del Mioceno superior, hace unos 10 millones de años, se produjo un nuevo descenso del nivel del mar a nivel global. Los océanos descendieron cerca de 100 metros, de manera que nuevos puentes intercontinentales emergieron, permitiendo la migración y el intercambio entre las faunas terrestres. Este fue el caso de *Hippotherium* (anteriormente incluido en el

supergénero *Hipparion*), un pequeño caballo de tres dedos, originado en América del Norte hace unos 15 millones de años y que, como su pariente *Anchitherium* cinco millones de años antes, se expandió rápidamente por Europa y Asia (GARCÉS; CABRERA; AGUSTÍ, 1997). En su migración, las primeras oleadas de hipariones arrastraron consigo a otros grandes mamíferos de origen asiático que acompañaron a estos équidos en su viaje hacia Europa (AGUSTÍ; ANTÓN, 1992). Tal es el caso de *Machairodus*, un felino del tamaño de un león que se distinguía por el gran tamaño de sus colmillos, lo que le ha valido la denominación popular de “tigre dientes de sable”. Junto a ellos, se encontraban también los primeros jiráfidos que entraron en Europa, encuadrados dentro de los géneros *Palaeotragus* y *Decennatherium*. *Decennatherium* tenía la talla de un okapi y pertenecía al grupo de los sivaterinos. Los sivaterinos no presentaban los largos cuellos que hoy ostentan las jirafas actuales y así mismo sus extremidades eran más cortas. Se caracterizaban por presentar no uno sino dos pares de apéndices craneales. Los primeros, pequeños y cónicos, estaban situados sobre las órbitas y recuerdan los que hoy podemos ver en las jirafas y el okapi. Los segundos, en posición más retrasada, eran mucho más grandes y de forma aplanada, expandiéndose lateralmente.

Faunas de este tipo, a base de hipariones, jiráfidos y grandes félidos “dientes de sable” eran conocidas desde principios del siglo XX en Grecia, en las localidades de Pikermi y Samos. En España, era también conocida la localidad de Conclud (Teruel). En todas estas localidades, las faunas del Mioceno superior, compuestas básicamente por hipariones, jirafas, antílopes y felinos “dientes de sable”, habían sustituido a aquellas otras del Mioceno medio compuestas mayoritariamente por ciervos, suidos, rinocerontes y grandes cánidos como *Amphicyon*. Sin embargo, cuando los paleontólogos Miquel Crusafont, Josep F. de Villalta y Jaume Truyols iniciaron sus investigaciones en la cuenca del Vallès-Penedès, se encontraron con un curioso problema paleontológico. Así, los hipariones constituían un elemento muy frecuente en numerosos yacimientos de esta cuenca como Can Ponsic, Can Llobateras, Viladecavalls o los niveles más superiores de la serie de Hostalets de Pierola. No obstante, a diferencia de los que ocurría en Pikermi, Samos o Conclud, la asociación que acompañaba estos équidos y a sus acompañantes como *Machairodus* era todavía idéntica a las del Mioceno medio, con abundancia de ciervos como *Euprox* y *Micromeryx*, ciervos de agua como *Dorcatherium*, suidos como *Listridon*, calicotéridos y otros. Crusafont advirtió que esta diferente composición faunística de las “faunas con *Hipparion*” del Vallès-Penedès no se debía a una singularidad biogeográfica de esta cuenca, sino que correspondía a una etapa especial de la historia de nuestro continente que hasta entonces había pasado desapercibida (CRUSAFONT, 1950). Este autor propuso el piso “Vallesiense” para designar este tipo de faunas (por ser el Vallès una de las primeras cuencas donde había sido reconocido), con estratotipo en el yacimiento de Can Llobateres.

El Vallesiense cuenta con un excelente registro en la Península Ibérica. Además de la cuenca del Vallès-Penedès (AGUSTÍ; CABRERA; MOYÀ-SOLÀ, 1985; CASANOVAS-VILAR; MADERN; ALBA et ál., 2016), este piso mastológico se encuentra ampliamente representado en las cuencas de Calatayud-Daroca (Nombrevilla, Pedregueras) (FREUDENTHAL, 1968), Teruel (Masía del Barbo) (ALBERDI; MORALES, 1981), Duero (Los Valles de Fuentidueña) (ALBERDI; LÓPEZ; MORALES, 1981) y Tajo (Cerro Batallones) (MORALES; POZO; SILVA et ál., 2008). También se han registrado niveles vallesienses en las cuencas pirenaicas de la Cerdaña y la Seu d'Urgell (AGUSTÍ; GIBERT; MOYÀ-SOLÀ et ál., 1979; AGUSTÍ; ROCA, 1987), así como en la cuenca de Guadix-Baza (Cortijo de la Piedra) (MARTÍN-SUÁREZ; GARCÍA-ALIX; MINWER-BARAKAT et ál., 2012). Pero es sin duda en la cuenca del Vallès-Penedès donde se encuentra un registro más completo de este piso mastológico. Dentro del Vallesiense puede diferenciarse un Vallesiense inferior y un Vallesiense superior. El Vallesiense inferior está representado en la cuenca del Vallès-Penedès por una serie de yacimientos que presentan una extraordinaria diversidad tanto de macromamíferos como de micromamíferos. Es el caso, especialmente, del yacimiento de Can Llobateres, que ha librado más 60 especies.

La asociación de mamíferos de Can Llobateres muestra la característica mezcla de elementos típicos del Mioceno medio junto a los nuevos invasores asiáticos y americanos del Vallesiense. Así, el équido *Hippotherium* aparece asociado a una fauna de herbívoros que es intercambiable con la de yacimientos como el de Sant Quirze. Entre los rinocerontes se encuentran los sin cuernos del género *Aceratherium* (de características semejantes a *Hoploaceratherium*), junto a otros que muestran los típicos apéndices córneos como *Lartetotherium* o *Dihoplus*, un rinoceronte de gran talla. Entre los proboscídeos, persisten los gonfoterios del género *Tetralophodon* así como *Deinotherium*, representado por *Deinotherium laevius*, una especie de gran-



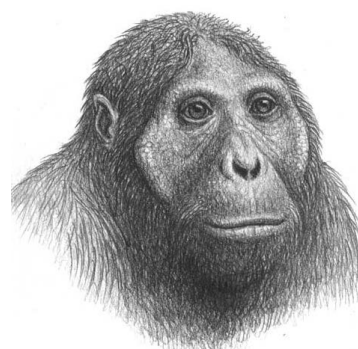
Reconstrucción de *Aceratherium*

des dimensiones. Como en faunas anteriores, abundan los suidos y los cérvidos. Lo curioso es que todos estos elementos persistentes coexisten durante el Vallesiense con sus teóricos competidores de procedencia oriental. Así, los jiráfidos del género *Decennatherium* presentes en Can Llobateres y otras localidades vallesienses aparecen asociados a la fauna de ciervos que encontrábamos en Sant Quirze: *Micromeryx*, *Euprox*, *Dorcatherium* y otros.

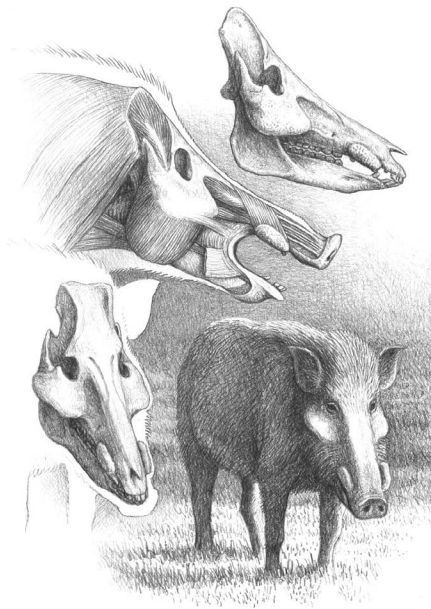
Entre los grandes carnívoros, los primeros “dientes de sable” del género *Machairodus* coexistirán con los últimos *Sansanosmilus* de la arcaica familia de los barburoufélicos. En el nicho ecológico de tipo “oso”, los primeros úrsidos de porte moderno de los géneros *Indarctos* y *Ursavus* coincidirán con los grandes “perros-osos” como *Amphicyon*. También en esta época encontramos las primeras hienas como *Thalassictis* y *Protictitherium*, todavía muy parecidas a sus parientes los vivérridos. La presencia de tapires (*Tapirus priscus*), ardillas voladoras (géneros *Albanensia* y *Miopetaurista*), castores (géneros *Chalicomys* y *Euroxenomys*) testimonia la presencia de un bosque húmedo en el Vallesiense inferior del Vallès-Penedès. Entre los micromamíferos, el tránsito del Aragoniense superior al Vallesiense inferior no comportará en principio grandes cambios en la fauna de roedores, todavía dominada por una profusión de cricétidos, glíridos y eómydos.

Elementos destacados de las faunas del Vallesiense inferior del Vallès-Penedès son los hominoides del género *Hispanopithecus*. Este género fue inicialmente reconocido por Crusafont y Villalta en base a restos mandibulares y dentarios. Sin embargo, hasta el año 1993 poco era lo que se sabía de su anatomía craneal y post-craneal. Las cosas cambiaron en ese año cuando en el yacimiento de Can Llobateres apareció un fragmento craneal muy completo que mostraba cómo era la cara de *Hispanopithecus*. En excavaciones posteriores, no tan solo la cara sino buena parte del esqueleto de *Hispanopithecus* salió finalmente a la luz (MOYA-SOLA; KOHLER, 1996). La sorpresa, sin embargo, fue notable, al observarse que *Hispanopithecus* mostraba unas afinidades mucho más estrechas con el orangután asiático que con los grandes antropomorfos africanos. El esqueleto de *Hispanopithecus* también era mucho más parecido al de un orangután, mostrando unos brazos y manos desproporcionadamente largos. A diferencia, pues, de chimpancé y gorila, *Hispanopithecus* raramente descendía al suelo, haciendo una vida básicamente arborícola. La presencia de *Hispanopithecus* y ardillas voladoras testimonia la existencia de un bosque de tipo subtropical húmedo en las inmediaciones de Can Llobateras hace unos 10 millones de años.

El tránsito al Vallesiense superior, sin embargo, comportó un significativo cambio en las condiciones climáticas y ambientales que conllevó la desaparición de buena parte de los elementos predominantes durante el Mioceno (AGUSTÍ; MOYA-SOLA, 1990; AGUSTÍ; SANZ DE SIRIA; GARCÉS, 2003). En este contexto, las formas típicas de bosque húmedo, como los suidos y los



Reconstrucción de *Hispanopithecus*



Cráneo y reconstrucción de *Microstonyx*

ciervos, se vieron especialmente afectadas por el cambio ambiental. Entre los suidos, desaparecieron los pécaris como *Barberahyus* y *Taucanamo*, el pequeño *Parachleuastochoerus* y el hasta entonces ubicuo *Listriodon*. Estos fueron sustituidos por *Microstonyx*, una especie de jabalí gigante que a partir de entonces se convirtió en el suido dominante. Los ciervos como *Euprox* y *Micromeryx* se vieron súbitamente diezmos, y otro tanto se observa entre los ciervos de agua del género *Dorcatherium*. Con ellos, los últimos restos de *Hispanopithecus* se encuentran todavía en algunos yacimientos del Vallesiense superior. Entre los carnívoros, desaparecen definitivamente los anficiónidos y los hiénidos primitivos. Por primera vez aparecen hienas de aspecto moderno como *Adcrocuta*. *Adcrocuta eximia* era mucho más robusta que sus parientes vallesienses *Thalassictis* y *Protictitherium* y mostraba ya la típica especialización dentaria que le permitía triturar y deglutir los huesos de las carroñas. En definitiva, la crisis climática del Vallesiense superior alcanzó también a la variada fauna de roedores que hasta entonces había poblado los bosques vallesienses. Las formas arborícolas como las ardillas voladoras, o las formas asociadas a cursos de agua, como los grandes castores del género *Chalicomys*, desaparecen abruptamente del registro fósil. Este es también el caso de numerosos elementos de la variada fauna de cricétidos, glíridos y eómidos del Aragoniense superior y del Vallesiense inferior. De entre los glíridos, sólo unos pocos supervivientes superarán la crisis del Vallesiense superior, quedando reducidos prácticamente a los géneros que todavía hoy pueblan Europa, como es el caso de *Glis*, *Muscardinus*, *Glirulus* o *Myomimus*. Los cricétidos también se verán severamente afectados por esta crisis, desapareciendo buena parte de los géneros que habían poblado Europa durante el Mioceno, como *Democricetodon*, *Megacricetodon* o *Eumyarion*. Sólo aquellos cricétidos que mostraban una dentición adaptada a la ingestión de vegetales duros, como *Hispanomys* o *Rotundomys*, se verán beneficiados por las nuevas condiciones. Los eómydos desaparecen prácticamente del registro ibérico y buena parte del europeo. Es en este momento cuando hacen su aparición en Europa occidental los primeros múridos del género *Progonomys*, la familia que incluye a ratas y ratones. De origen asiático, a partir del Vallesiense superior, los múridos se convertirán en los elementos dominantes de las faunas de roedores.

EL TUROLIENSE (ENTRE 8,7 Y 7 MILLONES DE AÑOS)

Tras la crisis del Vallesiense superior, un nuevo tipo de fauna de mamíferos se instala en la Península Ibérica, dominado por hiénidos carroñeros y grandes herbívoros corredores (équidos, bóvidos y jiráfidos), adaptados a las praderas herbáceas. Este periodo de tiempo está muy bien representado en la cuenca de Teruel, razón por la cual el paleontólogo Miquel Crusafont propuso el nombre de Turolense para designarlo. Aparte del yacimiento de Los Mansuetos, estratotipo de este piso mastológico, cabe reseñar los

yacimientos de Los Aguanaces, Concud, Rambla de Valdecebro y Los Algezares (ALCALÁ, 1994). Más allá de la cuenca de Teruel, el Turolense se encuentra representado en las cuencas del Vallès-Penedès (Piera) (AGUSTÍ; CABRERA; MOYÀ-SOLÀ, 1985; SANTAFÉ; CASANOVAS, 1982), Crevillente (Crevillente 2) (ALCALÁ; MONTOYA, 1990) y Fortuna, en Murcia (Casa del Acero) (AGUSTÍ; GIBERT; MOYÀ-SOLÀ, 1981; AGUSTÍ, 1986).

Durante el Turolense, la diversidad de cérvidos y suidos se ve drásticamente reducida. Entre los cérvidos encontramos tan sólo los géneros *Lucentia* y *Procapreolus*. Aunque de diseño simple, las astas de estos cérvidos muestran ya la presencia de un candil que anuncia la estructura posterior de las astas de los ciervos modernos (AZANZA; MENÉNDEZ, 1990). Los suidos se encuentran representados básicamente por *Microstonyx*, que incrementa incluso su talla con respecto a los representantes del Vallesiense superior.

Desde ese momento, las comunidades de artiodáctilos pasan a estar dominadas por bóvidos y jiráfidos corredores. Entre los bóvidos, hasta entonces muy escasos en yacimientos del Vallesiense, se hace extraordinariamente abundante el género *Tragoportax*, que pertenece al grupo de los boselafinos, que en la actualidad están representados por el nilgo (*Boselaphus tragocamelus*), un gran antílope de las altas praderas de la India. También por esta época aparecen las gacelas, un elemento muy común en las faunas europeas de finales del Mioceno y que desaparecerá de este continente con la llegada de los primeros fríos del Cuaternario. Otros elementos comunes en las faunas del Turolense son los jiráfidos, representados por el género *Birgerbohlinia*, un pariente próximo del género vallesiense *Decennatherium*, aunque de talla más grande y constituye la prolongación de este grupo en el Turolense.

El grupo de los hipariones será otro de los beneficiados por el cambio ambiental, convirtiéndose en uno de los elementos más abundantes de esta época, representados por la especie *Hipparion concudense*. Por lo que respecta al resto de perisodáctilos, la diversidad de rinocerontes decrece, representados ahora por los supervivientes *Aceratherium incisivum* y el gran *Dihoplus scheleirmarcheri*. Entre los calcotéridos, persisten los representantes del género *Anisodon*, aunque su presencia se hace cada vez más rara en los yacimientos turolenses. Entre los proboscídeos, los gonfoterios del género *Tetralophodon* desaparecen de escena. Por su parte, los últimos dinoterios todavía se encuentran presentes en los niveles más bajos del Turolense, como es el caso del yacimiento de Piera, desapareciendo poco después del registro ibérico.

Entre los roedores, los múridos se hacen ahora dominantes, representados por los géneros *Parapodemus*, *Occitanomys* y *Huerzelerimys* (MEIN; MARTÍN-SUÁREZ; AGUSTÍ, 1993). Los cricétidos están básicamente representados



Cráneo y reconstrucción de *Tragoportax*

por formas con dientes de corona cada vez más alta (*Ruscinomys*, un descendiente de *Hispanomys*) y por los precursores de los hámsteres modernos (*Neocricetodon*). Entre los glíridos, el lirón *Eliomys truci*, antecesor del actual lirón careto, es la única especie presente en las asociaciones del Turoliense. Los castóridos están tan sólo representados por el pequeño castor *Dipoides*.

Entre los carnívoros, persisten los hiénidos carroñeros de corte moderno del género *Adcrocuta*, junto a otros hiénidos corredores de porte grácil como *Talassictis* o *Plioviverrops*. Entre los “dientes de sable”, dominan las formas de talla moderada, como *Promegantereon*, de la talla de un leopardo, o como *Stenailurus* y *Metailurus*, cuyos caninos no excedían el tamaño de los de un felino moderno. Los úrsidos están representados por formas robustas de grandes dimensiones como *Indarctos* y *Agriotherium*. Cabe destacar en este momento la irrupción del primer cánido precursor de los actuales lobos y perros, apodado *Canis cipio* por Crusafont, y que se encuentra en los yacimientos de Concud y Los Mansuetos. Esta especie se encuadra actualmente dentro del género *Eucyon*, una forma precursora del género *Canis*.

EL VENTIENSE (ENTRE 7 Y 5 MILLONES DE AÑOS)

Frente a los grandes espacios abiertos típicos del Turoliense, con su cohorte de antílopes, jiráfidos e hipariones, las faunas de mamíferos de la parte final del Mioceno en la Península Ibérica muestran un notable incremento de diversidad, así como la reaparición de algunos grupos que indican un ambiente más húmedo y forestado. Así, de nuevo aparecen formas de bosque como los ciervos de tipo moderno, con astas con varios candiles, como *Croizetoceros*. La abundancia de cursos de agua permanentes queda de manifiesto por la reaparición de los cocodrilos y por la entrada de los primeros hipopótamos. Aparecen los primeros bóvidos de porte pesado como *Parabos*, precursores de lo que luego serán los búfalos y bisontes. Este tipo de faunas había sido asimilado a la parte más alta de Turoliense, pero en 1984 el paleontólogo del Museo Nacional de Ciencias Naturales en Madrid Jorge Morales propuso separar las faunas de finales del Mioceno de las del Turoliense típico, proponiendo un nuevo piso mastológico, el Ventiense, con estratotipo en el yacimiento de Venta del Moro, en la cuenca del Cabriel, cuyo estudio fue el objeto de su tesis doctoral (Morales, 1984). Aparte la localidad-tipo de Venta del Moro, el Ventiense se encuentra representado en las cuencas de Teruel (El Arquillo) (ALCALÁ, 1994), Fortuna (Librilla, Romerales y otros) (AGUSTÍ; LLENAS, 1996; VAN DER MADE; MORALES, 1999) y Granada (Arenas del Rey, Purcal y otros) (MARTÍN-SUÁREZ; OMS; FREUDENTHAL et ál., 1998; GARCÍA-ALIX; MINWER-BARAKAT; MARTÍN et ál., 2008).

Las faunas del Ventiense vienen marcadas por el extraordinario evento conocido como “Crisis de Salinidad del Messiniense”. Hace unos 6 millo-

nes de años, se produjo el cierre por razones tectónicas del estrecho rifeño, única vía de comunicación que quedaba entre el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo, tras el cierre anterior del estrecho bético, la otra vía de comunicación existente hasta entonces. Como consecuencia, el Mediterráneo se desecó casi completamente, quedando reducido a unos grandes lagos salinos. La desecación del mar Mediterráneo durante el Messiniense abrió nuevos puentes continentales de comunicación entre las faunas terrestres de Europa, África y Asia. En el caso de la Península Ibérica, los efectos de la desecación del Mediterráneo se hicieron mucho más patentes, ya que permitieron la entrada de elementos africanos a través de la zona bética. Así, entre las faunas de roedores de esta edad, se encuentran por primera vez representantes de la familia de los gerbílidos (AGUSTÍ, 1990; AGUSTÍ; CASANOVAS-VILAR, 2003). Los gerbílidos son roedores africanos que en la actualidad pueblan las zonas desérticas y subdesérticas del norte de África. En yacimientos como el de Salobreña, en Granada, y Almenara, en Castellón, los gerbílidos de los géneros *Debruijnimys* y *Myocricetodon* constituyen más del 50% de la fauna de roedores. Este tipo de faunas con roedores de origen africano se encuentran también en la cuenca Guadix-Baza, en la serie del Negrátin (MINWER-BARAKAT; GARCÍA-ALIX; AGUSTÍ et ál., 2009). Por lo demás, el resto de la fauna de roedores sigue dominada por los múridos, que incluso incrementan su diversidad. A los pre-existentes *Occitanomys* y *Apodemus*, se unen ahora los géneros *Stephanomys* y *Paraethomys*, este último de probable origen africano.

Entre los nuevos inmigrantes africanos del Messiniense también se encuentran mamíferos acuáticos como los pequeños hipopótamos del género *Hexaprotodon*, que hasta entonces eran elementos desconocidos en el registro euroasiático (VAN DER MADE, 1990). Pero sin duda, uno de los elementos más sorprendentes que entran durante el Messiniense en la Península Ibérica es *Paracamelus*, un típico representante de la familia de los camélidos. *Paracamelus* era un auténtico camello de gran talla, que presentaba ya muchas de las características típicas de este grupo. Su dentición era de corona alta, adaptada a la dura vegetación característica de los ambientes subdesérticos. Como en los camellos actuales, la pata presentaba dos únicos dedos. Estos dedos, a pesar de tener fusionados parcialmente metatarsianos y metacarpianos, tendían a estar muy separados entre sí, formando un ángulo muy abierto, lo que constituye una adaptación típica para la locomoción sobre substratos blandos. *Paracamelus* ha sido encontrado en los yacimientos del Ventiense en el Levante ibérico de Venta del Moro y Librilla (VAN DER MADE; MORALES et ál., 1999). A diferencia de otros inmigrantes del Messiniense, esta incursión de los camélidos en la Península Ibérica no tuvo mayores consecuencias, ya que *Paracamelus* no sobrepasó el límite entre los periodos Mioceno y Plioceno. *Paracamelus* coexistirá con formas persistentes del Tuoliense, como los “antilopes” del género *Tragoportax* y con los primeros bóvidos de porte moderno del género *Parabos*, precur-

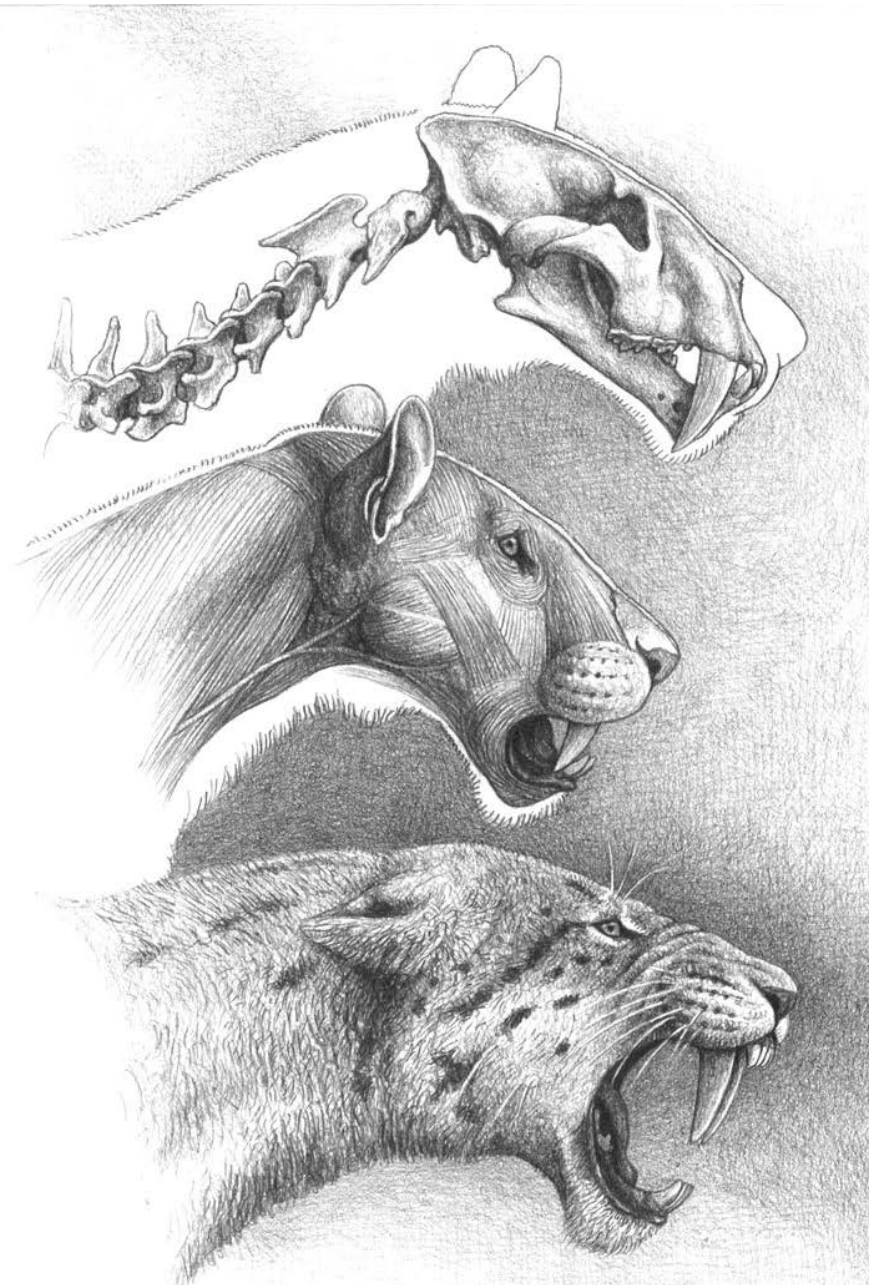
sor de los actuales búfalos y bueyes. A diferencia de las formas corredoras como *Tragoportax*, las extremidades de *Parabos* eran más anchas y robustas, peor adaptadas a una marcha prolongada.

En cuanto a los équidos, durante Ventiense la diversidad dentro de los hipariones aumentó espectacularmente (ALBERDI; ALCALÁ, 1990), llegando a contabilizarse hasta tres especies de talla diferente coexistiendo en el mismo yacimiento. Este es el caso de la localidad de El Arquillo, en Teruel, en donde, además de los hipariones robustos del tipo de *Hippotherium concudense*, se encuentra *Cremohipparion gromovae*, que no alcanzaba más de un metro hasta la cruz. La palma, sin embargo, se la llevaba el pequeño *Hipparion periafricanum*, del mismo yacimiento, cuya talla no excedía los 70 centímetros.

Los gonfoterios, raros durante el Tuoliense, se hacen más abundantes en el Ventiense, representados por *Anancus*, un nuevo género que presenta características diferentes a los anteriores. *Anancus arvernensis* procede probablemente de alguna especie asiática de *Tetralophodon*, el género de gonfoterios dominantes durante el Vallesiense. Si bien la dentición era más o menos semejante a la del resto de gonfoterios, el cráneo de *Anancus* difería notablemente de sus predecesores. Así, en lugar de los cráneos alargados, típicos de *Gomphotherium* y *Tetralophodon*, el cráneo de *Anancus* era mucho más corto, de proporciones semejantes a las de los elefantes actuales. Paralelamente, la mandíbula es así mismo mucho más corta, habiendo perdido las dos defensas inferiores típicas de los gonfoterios del Mioceno medio. Por el contrario, las dos defensas superiores se hacen extraordinariamente largas y rectilíneas, llegando hasta los tres metros de longitud. Externamente, pues, *Anancus* debía parecerse más a un elefante moderno que a los gonfoterios que anteriormente habían poblado los bosques europeos, aunque sus extremidades eran comparativamente más cortas que las de los actuales proboscídeos. Con sus cerca de tres metros de altura, *Anancus* fue el herbívoro de mayor talla de las faunas de finales del Mioceno, persistiendo hasta hace unos 2 millones de años.

El Ventiense está caracterizado por una variada gama de carnívoros (ALCALÁ; MORALES; SORIA, 1990), que incluye el úrsido de grandes dimensiones *Agriotherium* y los felidos “dientes de sable” *Amphimachairodus giganteus* y *Promegantereon maximiliani*, de menores dimensiones. Entre los hiénidos persisten las hienas robustas del género *Adcrocuta* y las pequeñas hienas corredoras del género *Thalassictis*. Junto a ellos se encontraban los perros-mapache del género *Nyctereutes*. Todos estos elementos constituirán a su vez la base de las faunas de principios del Plioceno, tal como aparecen representadas en la localidad de Alcoy (Alicante).

En fin, hace unos 5 millones de años la erosión fluvial comenzó a actuar en la zona de Gibraltar. Los efectos progresivos de esta erosión llevaron al



Agradecimientos

Quiero agradecer a Bienvenido Martínez-Navarro la invitación a participar en este volumen. Así mismo, he de agradecer a Mauricio Antón la autorización para reproducir algunas de sus excelentes reconstrucciones de la fauna del Mioceno. Este capítulo se encuadra dentro de los proyectos CGL2016-80000-P (Ministerio de Economía y Competitividad, Spain) y SGR2017-859 (Gencat).

Cráneo y reconstrucción de *Amphimachairodus*

establecimiento del actual estrecho del mismo nombre, restableciéndose la comunicación con el Atlántico. Una gigantesca catarata abocó las aguas de este océano en la desecada cuenca del Mediterráneo, de manera que en pocos años el Mediterráneo adquirió su configuración actual. Había empezado el Plioceno.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, J. (1990) The Miocene Rodent Succession in Eastern Spain: a zoogeographical appraisal. En LINDSAY, E.; FAHLBUSCH, V.; MEIN, P. (ed.) *European Neogene Mammal Chronology*. New York: Plenum Press, 1990, pp. 375-404
- AGUSTÍ, J. (1986) Nouvelles espèces de cricetidés vicariantes dans le Turolien moyen de Fortuna (prov. Murcia, Espagne). *Geobios*, vol. 19, n.º 1, 1986, pp. 5-11
- AGUSTÍ, J.; ANTÓN, M. (2002) *Mammoths, sabertooths, and hominids*. New York: Columbia University Press, 2002
- AGUSTÍ, J.; CABRERA, L.; MOYÀ-SOLÀ, S. (1985) Sinopsis estratigráfica del Neógeno de la fosa del Vallès Penedès. *Paleontologia i Evolució*, vol. 18, 195, pp. 57-84
- AGUSTÍ, J.; CASANOVAS-VILAR, I. (2003) Neogene gerbils from Europe. *Deinsea*, vol. 10, 2003, pp. 13-21
- AGUSTÍ, J.; GIBERT, J.; MOYÀ-SOLÀ, S. (1981) Casa del Acero: nueva fauna turolense de Vertebrados (Mioceno superior de Fortuna, Murcia). *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell*, vol. 13, n.º 1-2, pp. 69-87
- AGUSTÍ, J.; GIBERT, J.; MOYÀ-SOLÀ, S.; CABRERA, L. (1979) Roedores e Insectívoros del Mioceno superior de Seu d'Urgell (Cataluña, España). *Acta Geologica Hispanica*, vol. 14, 1979, pp. 362-369
- AGUSTÍ, J.; LLENAS, M. (1993) Los roedores del Mioceno inferior de Els Casots (Vallès-Penedès). Nota preliminar. En GONZÁLEZ DONOSO, J. M. (ed.) *Comunicaciones de las IX Jornadas de Paleontología; Málaga, 28-30 de octubre de 1993*. [s.l.] : [s.n.], 1993, pp. 70-72
- AGUSTÍ, J.; LLENAS, M. (1996) The late Turolian muroid rodent succession in eastern Spain. *Acta Zoologica Cracoviensia*, vol. 39 (1), 1996, pp. 47-56
- AGUSTÍ, J.; MOYÀ-SOLÀ, S. (1990) Mammal extinctions in the Vallesian (Upper Miocene). *Lecture Notes in Earth Science*, vol. 30, 1990, pp. 425-432
- AGUSTÍ, J.; ROCA, E. (1987) Síntesis biostratigráfica de la fosa de la Cerdanya (Pirineos Orientales). *Estudios Geológicos*, vol. 43, 1987, pp. 521-529
- AGUSTÍ, J.; SANZ DE SIRIA, A.; GARCÉS, M. (2003) Explaining the end of the hominoid experiment in Europe. *Journal of Human Evolution*, vol. 45, 2003, pp. 145-153
- ALBA, D. M. (2012) Fossil Apes from the Vallès-Penedès Basin. *Evolutionary Anthropology*, 21, 2012, pp. 254-269
- ALBERDI, M.; ALCALÁ, L. (1990) El género *Hipparion* en la fosa de Alfambra-Teruel. *Paleontologia Evolució*, vol. 23, 1990, pp. 105-110
- ALBERDI, M. T.; LÓPEZ MARTÍNEZ, N.; MORALES, J.; SESÉ, C.; SORIA, D. (1981) Bioestratigrafía y Biogeografía de la fauna de mamíferos de Los Valles de Fuentidueña (Segovia). *Estudios Geológicos*, vol. 37, 1981, pp. 503-511
- ALBERDI, M.; MORALES, J. (1981) *Significado bioestratigráfico del género Hipparion en España*. Teruel, vol. 66, pp. 61-66.
- ALCALÁ MARTÍNEZ, L. (1994) *Macromamíferos neógenos de la fosa de Alfambra-Teruel*. Teruel: Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1994
- ALCALÁ, L.; MONTOYA, P. (1990) Las faunas de macromamíferos del Turoliense inferior español. *Paleontologia Evolució*, vol. 23, 1990, pp. 111-119
- ALCALÁ, L.; MORALES, J.; SORIA, D. (1990) El registro fósil neógeno de los carnívoros (Creodonta y Carnívora, Mammalia) de España. *Paleontologia Evolució*, vol. 23, 1990, pp. 67-73
- ASTIBIA, H. (1987) Los macromamíferos del Mioceno medio de Tarazona de Aragón (Depresión del Ebro, provincia de Zaragoza). *Paleontologia Evolució*, vol. 21, 1987, pp. 11- 42
- AZANZA, B.; MENÉNDEZ, E. (1990) Los ciervos fósiles del neógeno español. *Paleontologia Evolució*, vol. 23, 1990, pp. 75-82
- CASANOVAS-VILAR, I.; MADERN, A.; ALBA, D. M.; CABRERA, L.; GARCÍA-PAREDES, I.; VAN DEN HOEK OSTENDE, L. W.; DEMIGUEL, D.; ROBLES, J. M.; FURIÓ, M.; VAN DAM, J.; GARCÉS, M.; ANGELONE, C.; MOYÀ-SOLÀ, S. (2016) The Miocene mammal record of the Vallès-Penedès Basin (Catalonia). *Comptes Rendus Palevol*, vol. 15, n.º 7, 2016, pp. 791-812
- CRUSAFONT, M. (1950) La cuestión del llamado Meótico español. *Arrahona*, vol. 1, 1950, pp. 3-9
- DAAMS, R.; FREUDENTHAL, M.; VAN DER WEERD, A. (1977) Aragonian, a new stage of continental deposits of Miocene age. *Newsletters on Stratigraphy*, vol. 6, n.º 1, 1977, pp. 42-55
- DAAMS, R.; FREUDENTHAL, M.; ÁLVAREZ-SIERRA, M. (1981) Ramblian: A new stage for continental deposits of early Miocene age. *Geologie en Mijnbouw*, vol. 65, pp. 297-308
- EISENMANN, V.; GUERIN, C. (1992) *Tapirus priscus* Kaup from the Upper Miocene of western Europe: palaeontology, biostratigraphy and palaeoecology. En AGUSTÍ, J. (coord.) *Global Events and Neogene Evolution of the Mediterranean*. *Paleontologia Evolució*, vol. 24-25, 1992, pp. 113-122
- FREUDENTHAL, M. (1966) On the mammalian fauna of the *Hipparion*-beds in the Calatayud-Teruel Basin (prov. Zaragoza, Spain). Part 1. The genera *Cricetodon* and

Ruscinomys (Rodentia). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, vol. 69, n.º 2, 1966, pp. 296-317

• FREUDENTHAL, M. (1968) On the mammalian fauna of the Hipparion-beds in the Calatayud-Teruel Basin (prov. Zaragoza, Spain). Part 4. The genus *Megacricetodon* (Rodentia). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, vol. 71, n.º 1, 1968, pp. 57-72

• GARCÉS, M.; CABRERA, L.; AGUSTÍ, J.; PARÉS, J. M. (1997) Old World first appearance datum of "Hipparion" horses: late Miocene large mammal dispersal and global events. *Geology*, vol. 25, n.º 1, 1997, pp. 19-22

• GARCÍA-ALIX, A.; MINWER-BARAKAT, R.; MARTÍN, J. M.; MARTÍN SUÁREZ, E.; FREUDENTHAL, M. (2008) Biostratigraphy and sedimentary evolution of late Miocene and Pliocene continental deposits of the Granada basin (southern Spain). *Lethaia*, vol. 41, 2008, pp. 431-446

• GINSBURG, L.; MORALES, J.; SORIA, D. (1994) The Ruminants (Artiodactyla, Mammalia) from the Lower Miocene of Cetina de Aragón (Province of Zaragoza, Aragón, Spain). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, vol. 97, n.º 2, 1994, pp. 141-181

• MARTÍN-SUÁREZ, E.; OMS, O.; FREUDENTHAL, M.; PARÉS, J. M. (1998) Continental Mio-Pliocene transition in the Granada Basin. *Lethaia*, vol. 31, 1998, pp. 161-166

• MARTÍN-SUÁREZ, E.; GARCÍA-ALIX, A.; MINWER-BARAKAT, R.; AGUSTÍ, J.; FREUDENTHAL, M. (2012) Filling the gap: first evidence of early Tortonian continental deposits in southern Iberia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 32, n.º 6, 2012, pp. 1421-1428

• MEIN, P.; MARTÍN-SUÁREZ, E.; AGUSTÍ, J. (1993) *Progonomys Schaub, 1938 and Huerzelerimys gen. nov.* (Rodentia); their evolution in Western Europe. *Scripta Geologica*, vol. 103, 1993, pp. 41-64

• MINWER-BARAKAT, R.; GARCÍA-ALIX, A.; AGUSTÍ, J.; MARTÍN-SUÁREZ, E. (2009) The micromammal fauna from Negrátin-1 (Guadix Basin, Southern Spain): new evidence of African-Iberian mammal exchanges during the late Miocene. *Journal of Paleontology*, vol. 83, n.º 6, 2009, pp. 854-879

• MORALES, J. (1984) *Venta del Moro: su macrofauna de mamíferos y bioestratigrafía continental del Mioceno terminal mediterráneo*. Tesis doctoral inédita. Universidad Complutense de Madrid, pp. 340

• MORALES, J.; ALCALÁ, L.; HOYOS, M.; SORIA, D. (1993) El yacimiento del Aragoniense medio de La Retama (Depresión Intermedia, Provincia de Cuenca, España):

significado de las faunas con *Hispanotherium*. *Scripta Geologica*, vol. 103, 1993, pp. 23-39

• MORALES, J.; L. GINSBURG; SORIA, D. (1986) Los Bovoidea (Artiodactyla, Mammalia) del Mioceno inferior de España: Filogenia y Biogeografía. *Paleontología Evolució*, vol. 20, 1986, pp. 259-266

• MORALES, J.; POZO, M.; SILVA, P. G.; DOMINGO, M. S.; LÓPEZ-ANTOÑANZAS, R.; ÁLVAREZ SIERRA, M. A.; ANTÓN, M.; MARTÍN ESCORZA, C.; QUIRALTE, V.; SALESA, M. J.; SÁNCHEZ, I. M.; AZANZA, B.; CALVO, J. P.; CARRASCO, P.; GARCÍA-PAREDES, I.; KNOLL, F.; HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M.; VAN DEN HOEK OSTENDE, L.; MERINO, L.; VAN DER MEULEN, A. J.; MONTOYA, P.; PEIGNÉ, S.; PELÁEZ-CAMPOMANES, P.; SÁNCHEZ-MARCO, A.; TURNER, A.; ABELLA, J.; ALCALDE, G. M.; ANDRÉS, M.; DEMIGUEL, D.; CANTALAPIEDRA, J. L.; FRAILE, S.; GARCÍA YELO, B. A.; GÓMEZ CANO, A. R.; LÓPEZ GUERRERO, P.; OLIVER PÉREZ, A.; SILICEO, G. (2008) El sistema de yacimientos de mamíferos miocenos del Cerro de los Batallones, Cuenca de Madrid: estado actual y perspectivas. *Seminario de Paleontología de Zaragoza*, vol. 8, 2008, pp. 41-117

• MOYÀ-SOLÀ, S. (1987) Los Rumiantes (Cervoidea y Bovoidea, Artiodactyla, Mammalia) del Ageniense (Mioceno inferior) de Navarrete del Río (Teruel, España). *Paleontología Evolució*, vol. 21, 1987, pp. 247-270

• MOYÀ-SOLÀ, S.; KOHLER, M. (1996) A *Dryopithecus* skeleton and the origin of great-ape locomotion. *Nature*, vol. 379, 1996, pp. 156-159

• SANTAFÉ, J. V.; CASANOVAS, M. L. (1982) Los Rinocerótidos (Mammalia, Perissodactyla) del Turoliense del Penedés (Piera, Barcelona). *Butlletí Informatiu de l'Institut de Paleontologia de Sabadell*, vol. 14, 1982, pp. 39-47

• VAN DER MADE, J. (1994) Suoidea from the lower Miocene of Cetina de Aragón (Spain). *Revista Española de Paleontología*, vol. 9, n.º 1, 1994, pp. 1-23

• VAN DER MADE, J. (1990) Iberian Suoidea. *Paleontología Evolució*, vol. 23, 1990, pp. 83-98

• VAN DER MADE, J.; MORALES, J. (1999) Family Camelidae. En Rössner, G. E.; Heissig, K. (coord.) *The Miocene land mammals of Europe*. Munchen: Verlag F. Pfeil, 1999, pp. 221-224

Los mamíferos del Plioceno y Pleistoceno de la Península Ibérica

Bienvenido Martínez-Navarro | IPHES, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Àrea de Prehistòria, Universitat Rovira i Virgili (URV), ICREA

Sergio Ros-Montoya, María-Patrocínio Espigares | Dpto. de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga

Joan Madurell-Malapeira | Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont

Paul Palmqvist | Dpto. de Ecología y Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4203>

RESUMEN

España es el país con mayor número de yacimientos bien conservados, cantidad y calidad de fósiles de todo el continente europeo. Aquí se describe el patrimonio paleobiológico correspondiente al Plio-Pleistoceno (últimos 5,3 millones de años) registrado en los principales yacimientos con presencia de fósiles de grandes mamíferos de la Península Ibérica. Ningún otro país de nuestro entorno al norte del Mediterráneo ofrece mayores posibilidades para el estudio y disfrute de los registros paleontológicos del Plioceno y Pleistoceno. En este contexto destacan las principales cuencas sedimentarias como las de Besalú-Bañolas, Vallés, Calatayud-Teruel, o ya en el sur las cuencas intrabéticas, donde merece especial interés la de Baza y Guadix, con localidades emblemáticas como Baza 1 para el Plioceno, y como los yacimientos de Orce (Fuente Nueva 1 y 3, Venta Micena o Barranco León, entre otros) para el Pleistoceno inferior. También se hace referencia a otro tipo de yacimientos, como son los mares volcánicos pliocénicos del Camp dels Ninots en Cataluña, o el de las Higuieruelas en la Mancha, a las terrazas fósiles de los grandes ríos peninsulares, así como a los extraordinarios registros kársticos, donde destaca el de Atapuerca en Burgos. Afortunadamente, este patrimonio es ya muy conocido y estudiado, y está publicado en las mejores revistas científicas mundiales. Sin embargo, salvo en el caso puntual de Atapuerca, su divulgación no ha llegado todavía a calar en el gran público, y su explotación cultural y turística necesita de un fuerte impulso en años venideros.

Palabras clave

España | Fósiles | Mamíferos terrestres | Patrimonio paleontológico | Península ibérica | Pleistoceno | Plioceno | Yacimientos |



Reconstrucción del paleambiente registrado en el yacimiento de Venta Micena (Orce, Granada) | Ilustración Mauricio Antón

INTRODUCCIÓN

Escudriñar el pasado es siempre un ejercicio detectivesco, pero si la excursión tiene lugar en el mundo de la paleontología y, en el caso que nos ocupa, en el de los vertebrados fósiles, especialmente los mamíferos terrestres, esta actividad se parece entonces mucho a la que realizan los forenses, pero contando con la gran ventaja de que los restos fósiles no huelen como los cadáveres y, además, suelen ser agradables al tacto. Ello permite tratarlos como objetos que se pueden estudiar y reestudiar permanentemente, mejorando el conocimiento que se tiene de ellos e incrementando así su valor patrimonial. Por esta causa, el discurso sobre el patrimonio paleontológico de los registros del Plio-Pleistoceno (últimos 5,33 millones de años) en las grandes cuencas sedimentarias de la geografía española, conjuntamente con las acumulaciones conservadas en los importantes sistemas kársticos existentes a lo largo de todas las cordilleras de nuestra Península, ha mejorado sustancialmente en los últimos años.

Las investigaciones sobre paleontología de vertebrados comenzaron a desarrollarse en España, especialmente después de la Guerra Civil, gracias a los trabajos y al ímpetu, en momentos muy difíciles para el país, de los profesores Miquel Crusafont, José F. de Villata y Jaume Truyols. Especialmente se centraron en un principio en el Mioceno catalán, en la cuenca del Vallés-Penedés, pero a partir de ahí y gracias al extraordinario registro de la Península, ampliaron sus investigaciones hacia el Plioceno y el Pleistoceno. Debido al enorme patrimonio de la Península Ibérica, desde que comenzaron a desarrollarse las ciencias del pasado en nuestro país, además de los tres paleontólogos arriba citados, son muchos los científicos que han contribuido con sus ideas y su trabajo en los yacimientos paleontológicos y arqueológicos a lo largo de todo el territorio; todos ellos, de una u otra manera, han incidido en el desarrollo de estas ciencias, aportando conocimientos y nuevas interpretaciones sobre la geología, la paleontología, la arqueología, las técnicas de restauración de los fósiles, la museología, etc. Gracias a ello, hoy, en el año 2018, la paleontología española y, en este caso concreto, la que se ocupa del Plio-Pleistoceno, cuenta con uno de los discursos científicos más sólidos para la interpretación de los ecosistemas continentales de toda Europa.

Esta revisión se va a restringir al Plioceno, época geológica que comienza hace 5,3 millones de años y finaliza hace 2,6 millones de años, y al Pleistoceno, que empieza cuando acaba el Plioceno y finaliza hace unos 10.000 años, cuando entramos en el Holoceno, la época en la que todavía vivimos.

La Península Ibérica, al igual que las otras dos penínsulas meridionales de Europa, la Itálica y la Balcánica, presenta una serie de cuencas continentales Neógeno-Cuaternarias, especialmente bien representadas en el borde

Mediterráneo y en el interior de las cordilleras Ibérica y Bética. Las principales cuencas son, de norte a sur, las de Besalú-Banyoles, Vallés-Penedés, Calatayud-Teruel, Guadix-Baza y Granada. También son importantes los yacimientos en las terrazas cuaternarias de los grandes ríos y sus afluentes, que abarcan desde el Pleistoceno inferior hasta el Holoceno. Son de destacar igualmente las importantes acumulaciones de fósiles en yacimientos ligados a cuencas situadas en complejos volcánicos. Son las acumulaciones situadas en maares, que son lagunas localizadas en las depresiones formadas en el interior de cráteres fósiles. En la Península corresponden especialmente al Plioceno superior, como el del Camp dels Ninots en el maar de Caldas de Malavella, Gerona (CAMPENY VALL-LLOSERA; GÓMEZ DE SOLER, 2010), o los registros de las Higuieruelas en Alcolea de Calatrava, Ciudad Real (SEQUEIROS, 2010 y referencias incluidas).

A este registro hay que sumar los importantes rellenos kársticos localizados a lo largo de toda la Península, desde los famosos yacimientos de Atapuerca en Burgos (CARBONELL; BERMÚDEZ DE CASTRO; PARÉS et ál., 2008), que no necesitan presentación, a todos los registros en cuevas que bordean el arco Mediterráneo desde Cataluña, como las simas del Macizo del Garraf en Barcelona (por ejemplo, Cova del Gegant, DAURA, SANZ, SOBIRÁ et ál., 2005), pasando por las cuevas valencianas, como ocurre con los rellenos de Casablanca en Almenara, el Tossal de la Font en Villafamés (GUSI; CARBONELL; ESTEVEZ et ál., 1982), las Picarazas entre Chelva y Andilla (VICENTE GABARDA; MARTÍNEZ VALLE; GUILLEM CALATAYUD et ál., 2016) o Bolomor en Tavernes de la Valldigna (SAÑUDO; BLASCO; FERNÁNDEZ PERIS, 2016), a las murcianas como Cueva Victoria en Cartagena (MARTÍNEZ-NAVARRO; PALMQVIST; SHABEL et ál., 2008; FERRÁNDEZ-CAÑADELL; RIBOT; GIBERT, 2014), Quibas en Abanilla (ALBA; CARLOS-CALERO; MANCHEÑO et ál., 2011) o la Sima de las Palomas en Torre Pacheco (WALKER; GIBERT; LÓPEZ et ál., 2008), a las numerosas cuevas andaluzas, como el karst de Moreda (BAILÓN, 1992), Cueva Horá en Darro (BOTELLA LÓPEZ, 1987) o la cueva de la Carihuela en Píñar (VEGA-TOSCANO; HOYOS; RUIZ-BUSTOS et ál., 1988) (las tres en Granada), el Boquete de Zafarraya en Alcaucín (Málaga) (BARROSO RUIZ, 2003), la Cueva del Ángel en Lucena (Córdoba) (BARROSO RUÍZ; BOTELLA ORTEGA; CAPARRÓS et ál., 2011), el Chaparral en Villaluenga (Cádiz) (GILES PACHECO; SANTIAGO PÉREZ; GUTIÉRREZ et ál., 2011), e incluso las famosas cuevas de Gibraltar (FINLAYSON; GILES PACHECO; RODRÍGUEZ-VIDAL et ál., 2006) que, aunque no se encuentran dentro del territorio administrado por España, sí están en Andalucía, y ya en la cornisa cantábrica los famosos yacimientos de Lezetxiki en Mondragón (Guipúzcoa) (ARRIOLABENGOA; IRIARTE; ARANBURU et ál., 2015), Altamira en Santillana del Mar (Cantabria) (MONTES; LASHERAS, DE LAS HERAS et ál., 2004), la cueva del Sidrón en el concejo de Piloña (Asturias) (ROSAS; MARTÍNEZ-MAZA; BASTIR et ál., 2006), o la cueva de Eirós, en Triacastela

(Lugo) (STEELMAN; DE LOMBERA HERMIDA; VIÑAS VALLVERDÚ et ál., 2017).

En este trabajo vamos a destacar el espectacular registro de algunos yacimientos, como son especialmente los de la cuenca de Guadix-Baza, por la abundancia de localidades paleontológicas, con dimensiones kilométricas, distribuidos a lo largo de todo el Plio-Pleistoceno, así como por la excelente conservación y la elevada densidad de restos esqueléticos de las especies extintas que albergan, en especial los de especies de grandes mamíferos, aquellas con más de cinco kilogramos de masa corporal.

Las asociaciones de mamíferos fósiles varían a lo largo del tiempo, dependiendo de circunstancias como la evolución de los distintos grupos taxonómicos y los eventos de dispersión y/o extinción de las especies, produciéndose de esta manera cambios sucesivos en la composición de la fauna a lo largo de la historia de nuestro planeta, que se relacionan por lo general con cambios importantes en la climatología y/o la tectónica, y facilitan o impiden las dispersiones y el recambio faunístico. Así, durante el Plioceno y el Cuaternario ha tenido lugar varias veces la renovación de las asociaciones de especies presentes en Europa. En este contexto, la Península Ibérica atesora, muy probablemente, el mejor registro de tales sucesiones faunísticas en todo el continente.

Asimismo, durante el Pleistoceno inferior los homínidos colonizaron por primera vez el continente europeo y, hoy por hoy, las evidencias más antiguas de su presencia se localizan en España, concretamente en Andalucía, en dos yacimientos de la cuenca de Baza y Guadix situados en las inmediaciones de Orce: Barranco León y Fuente Nueva-3, datados en casi 1,5 millones de años (MARTÍNEZ-NAVARRO; TURQ; AGUSTÍ et ál., 1997; OMS; PARÉS; MARTÍNEZ-NAVARRO et ál., 2000; TORO-MOYANO; MARTÍNEZ-NAVARRO; AGUSTÍ et ál., 2013; PALMQVIST; DUVAL; DIÉGUEZ et ál., 2016). Una cronología similar, también con presencia de industria lítica y marcas de actividad antrópica sobre los huesos, tiene el yacimiento kárstico de las Picarazas en la Comunidad Valenciana (VICENTE GABARDA; MARTÍNEZ VALLE; GUILLEM CALATAYUD et ál., 2016). El nivel TE9 de la Sima del Elefante de Atapuerca, donde también hay restos humanos, es ligeramente más reciente, datado en 1,2 millones de años (CARBONELL; BERMÚDEZ DE CASTRO; PARÉS et ál., 2008). Estas poblaciones humanas arcaicas son muy particulares, sobre todo teniendo en cuenta que debieron ser mucho más carnívoras que sus homólogas africanas. Fue precisamente esa misma adaptación al consumo de carne la que permitió el desarrollo de las enormes capacidades cognitivas del género humano en África, el continente natal de la humanidad, al satisfacer las elevadas demandas energéticas del tejido nervioso (en nuestra especie representa un 22% de la tasa metabólica basal), lo que también permitió a estos distantes antepasados

Europeos sobrevivir en las latitudes medias, con climas estacionales de veranos secos e inviernos fríos, donde durante la estación invernal había pocos recursos vegetales para consumir, contrariamente a lo que ocurre en los ecosistemas tropicales, donde la vegetación acostumbra a ser más exuberante durante casi todo el año. Por ello, sólo un recurso accesible durante todas las estaciones del año pudo ayudar a la supervivencia de unos homínidos necesitados de altas dosis de energía obtenibles de la grasa animal (en especial el tuétano de los huesos) para combatir el hambre y el frío invernal, en tiempos donde aún no está documentado el uso del fuego, carne procedente del carroñeo de los cadáveres de grandes mamíferos cuya muerte vino ocasionada por los depredadores dominantes en estos ecosistemas del Pleistoceno inferior, como los tigres de dientes de sable, así como los animales muertos por otras causas, como enfermedades o accidentes.

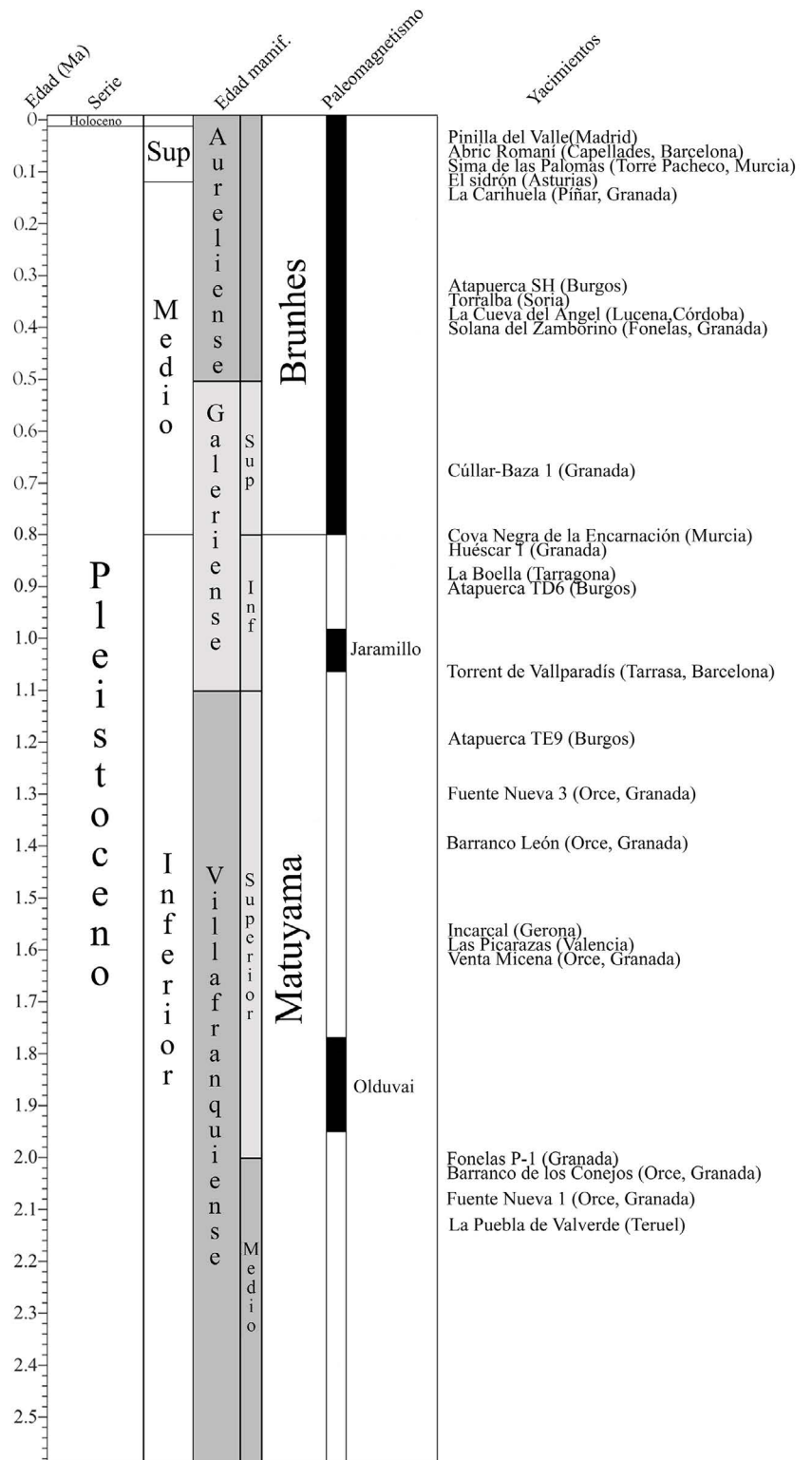
En este contexto, los yacimientos del Plio-Pleistoceno de la Península Ibérica son claves, y en muchas ocasiones únicos, para estudiar cada una de las especies registradas desde una perspectiva paleobiológica, intentado interpretar cómo eran, qué tamaño tenían, cuáles eran sus características anatómicas y fisiológicas, cómo se comportaban, cómo se relacionaban entre ellas y con el medio, cuál era su tipo de alimentación y, sobretudo, cuál era el rol de estos homínidos carroñeros en un escenario único y privilegiado en el continente europeo. Como se verá más adelante, la paleontología cuenta con una serie de herramientas para ofrecer luz sobre estos aspectos, normalmente muy elusivos, como el estudio tafonómico de las circunstancias en las que se generaron las acumulaciones de fósiles conservadas en los yacimientos, los enfoques ecomorfológicos y biomecánicos tendentes a poner de manifiesto a partir de la forma de los dientes y huesos sus dimensiones corporales y sus adaptaciones a un tipo particular de dieta o unos hábitos de locomoción, o los análisis geoquímicos de su composición, mediante isótopos estables y elementos traza, que permiten inferir el tipo de hábitat en el que se desenvolvían y diversos aspectos de su ecofisiología (PALMQVIST; MARTÍNEZ-NAVARRO; ARRIBAS, 1996; ARRIBAS; PALMQVIST; 1998; PALMQVIST; ARRIBAS, 2001; PALMQVIST; GRÖCKE; ARRIBAS et ál., 2003; PALMQVIST; PÉREZ-CLAROS; GRÖCKE et ál., 2008; PALMQVIST; PÉREZ-CLAROS; JANIS et ál., 2008).

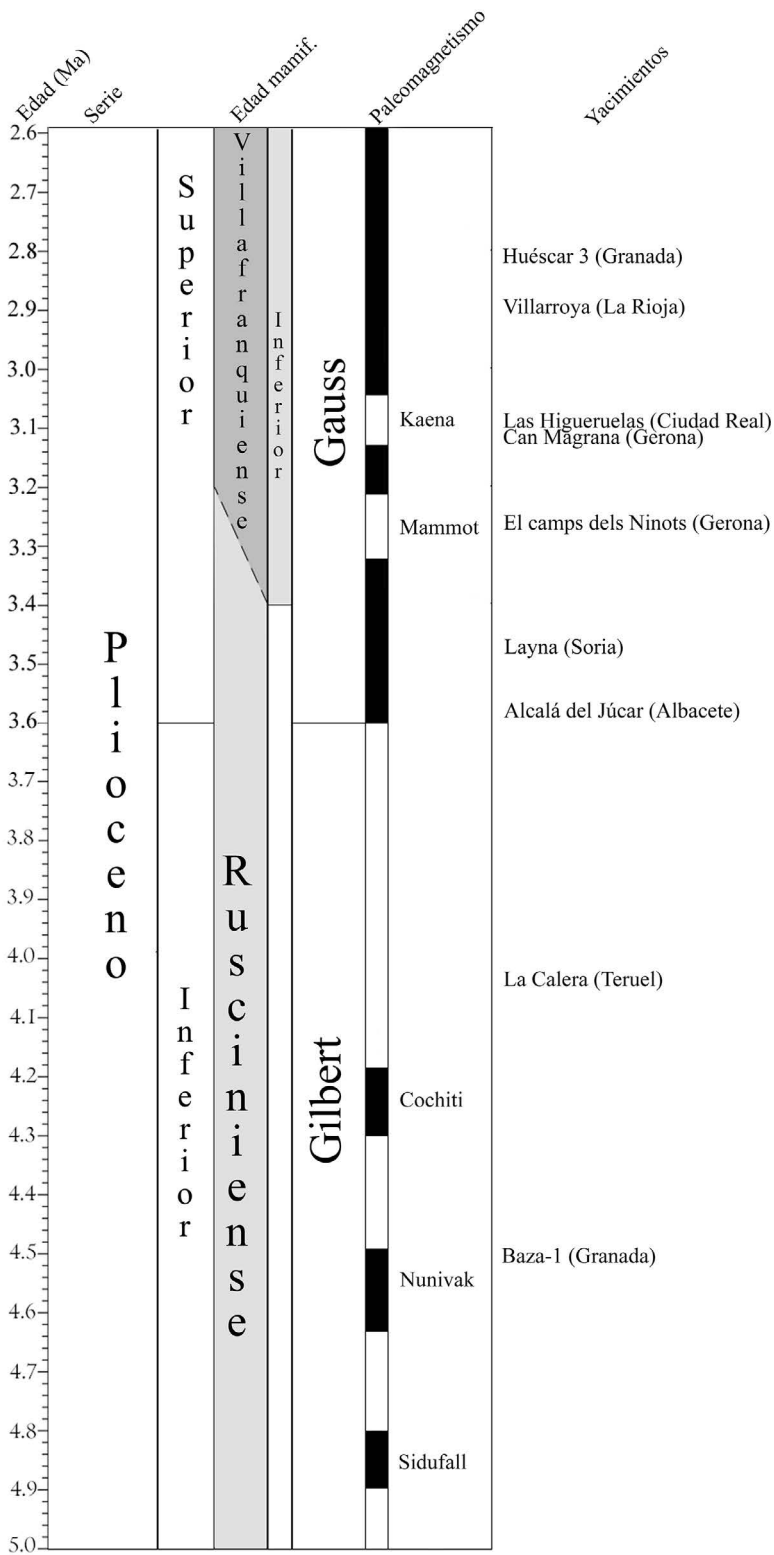
El patrimonio paleobiológico español es tan rico e informativo que no podemos pasar por alto una relación cronológica del registro de fósiles en este paraíso singular de la paleontología en Europa.

EL PLIOCENO

El Plioceno se divide en inferior, que discurre entre 5,3 y aproximadamente 3,4-3,2 millones de años, y se llama Rusciniense en los registros conti-

Cuadro cronológico con algunos de los yacimientos más relevantes del Pleistoceno continental de España | fuente los autores





Cuadro cronológico con algunos de los yacimientos más relevantes del Plioceno continental de España | fuente los autores

nentales, y superior, entre 3,4-3,2 y 2,6 millones años, correspondiente al Villafranquiense inferior, como se explicará más adelante.

Existe un importante vacío del registro fósil continental en Europa para el intervalo del Plioceno inferior. Esta carencia contrasta con la abundancia de datos conocidos para el Mioceno superior (11,2-5,3 millones de años) y para el Plioceno superior y la totalidad del Pleistoceno.

EL PLIOCENO INFERIOR

El Rusciniense se caracteriza por ser el resultado de un importante evento geológico, la apertura del contacto entre el Mediterráneo y el Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar tras su cierre durante el Mesiniense, hace entre 6 y 5,3 millones de años, en el que la cuenca que separa Europa de África y de Asia había quedado cerrada, sin conexión al Atlántico ni al Índico; por ello, al ser deficitaria hidrológicamente, con una evaporación que supera al aporte por las precipitaciones, se había desecado totalmente en la mayoría de su extensión areal, lo que permitiría ir y venir andando desde el Magreb a la Península Ibérica sin cruzar ninguna barrera acuática. Una vez el Estrecho de Gibraltar se abrió, el Mediterráneo volvió a rellenarse con el agua procedente del Atlántico y se conformó una geografía parecida ya a la actual.

Al clima seco y frío del Mesiniense le sucedió un clima más cálido y húmedo en general, muy benigno en nuestras latitudes y con gran diversidad específica, con un nivel del mar más elevado que el actual. Las faunas del Rusciniense de la Península Ibérica se caracterizan por la conservación de diversos taxones de origen africano, especialmente roedores, como los múridos correspondientes al género *Paraethomys*, que llegaron a la Península y, tras quedarse aislados al norte del Estrecho, evolucionaron independientemente de sus parientes africanos. La subida del nivel de las aguas provocó, además, que la mayoría de las islas mediterráneas, unidas al continente durante el Mesiniense, quedaran totalmente aisladas, lo que permitió una evolución muy singular de las especies que las poblaban, generando en ocasiones seres aberrantes como la pequeña cabra rechoncha y patiocorta de las islas baleares, con ojos frontalizados, un cerebro reducido e incisivos inferiores de crecimiento continuo, llamada *Myotragus balearicus*, que fue definida por la paleontóloga inglesa Dorothea Bate en 1909, especie que sobrevivió hasta el Holoceno, cuando fue extinguida por los primeros pobladores humanos de las islas, hace entre 4000 y 3500 años.

Actualmente, en Europa se conocen escasos yacimientos en cronologías ruscinienses con presencia de fauna de grandes mamíferos, como Megalo Emvolon en Grecia (ARAMBOURG; PIVETEAU, 1929; KOUFOS; KOSTOPOULOS, 1997), Malusteni en Rumania (RADULESCO; SAMSON;

PETCULESCU et ál., 2003) y varias localidades en la zona del Rosellón en los Pirineos Orientales franceses, a los que hay que sumar los localizados en la Península Ibérica: La Calera en la cuenca de Calatayud-Teruel, Layna en Soria, Alcalá de Júcar en Albacete (ALBERDI; ALCALÁ, 1989-90; AZANZA; MENÉNDEZ, 1989-90; ALCALÁ; MORALES; MOYÁ-SOLÁ, 1989-90; MAZO, 1997), y especialmente el yacimiento de Baza-1, actualmente en fase de excavación (ROS-MONTOYA; MARTÍNEZ-NAVARRO; ESPIGARES et ál., 2017; PIÑERO; AGUSTÍ; OMS et ál., 2017). Esta última localidad merece una referencia especial, por el extraordinario estado de conservación en el que se encuentran los restos fósiles allí encontrados.

El yacimiento paleontológico de Baza-1 se sitúa en el Barranco de las Seguidillas-Cuesta del Francés, conocida en la zona como Las Arrodeas, a las afueras de la ciudad granadina de Baza. Este yacimiento fue localizado en el año 1996 por el primer firmante de estas líneas (Bienvenido Martínez Navarro) y los primeros trabajos comenzaron en el año 1999, al



Yacimiento pliocénico de Baza-1 (Granada) durante la excavación de 2016. Arriba, vista general; abajo, excavación | foto S. Ros-Montoya

realizar una prospección del área que permitiese decidir dónde ubicar un pequeño sondeo de tres por tres metros, el cual se realizó durante los años 2000 y 2001. En mayo de 2015, junio de 2016 y septiembre de 2017 nuestro equipo de investigación ha abierto nuevamente la excavación, autorizada por la Consejería de Cultura, gracias a la financiación del Ayuntamiento de Baza, con un área de trabajo amplia en la que se incluyen las cuadrículas iniciadas en las actuaciones previas.

El contexto sedimentario de los depósitos en los que se encuadra esta localidad paleontológica corresponde a un ambiente de tipo pantanoso, formado por niveles arcillosos oscuros con restos de plantas carbonizadas, que incluyen abundantes restos fósiles de vertebrados.

El registro paleontológico se compone de un rico material fósil, en general con buen estado de conservación y una densidad de restos óseos muy alta. La lista faunística incluye once especies de roedores (*Ruscinomys* sp., *Apocricetus barrierei*, *Debruijnimys julii*, *Apodemus gorafensis*, *Castillomys gracilis*, *Occitanomys* cf. *brailloni*, *Paraethomys meini*, *Paraethomys* aff. *abaigari*, *Stephanomys cordii*, *Trilophomys* cf. *castroi* y *Eliomys* aff. *intermedius*), dos proboscídeos (=animales con trompa) (*Anancus arvernensis* y *Mamut borsoni*), dos bóvidos (uno de gran talla, *Alephis* sp., y otro de talla media, muy semejante a un antílope, que se encuentra en fase de estudio), un ciervo de talla media (*Cervinae* indet.), un rinoceronte (*Stephanorhinus* sp. cf. *S. jeanvireti*) y un pequeño caballo primitivo con tres dedos (*Hipparion* sp.) (ROS-MONTOYA; MARTÍNEZ-NAVARRO; ESPIGARES et ál., 2017; PIÑERO; AGUSTÍ; OMS et ál., 2017). El registro se completa con bastantes fragmentos de placas de tortuga, uno de ellos de gran tamaño, y hay que destacar que hasta el momento no se han encontrado restos de carnívoros.

Estos datos preliminares permiten concluir que la localidad de Baza-1 es de gran importancia, pues cronológicamente es algo más antigua de cuatro millones de años (Rusciniense), intervalo temporal que cuenta, como ya se ha indicado, con un exiguo registro de grandes mamíferos en el continente europeo. Otro dato muy interesante es la coexistencia de dos especies de mastodontes (*Anancus arvernensis* y *Mamut borsoni*), ya que escasean los yacimientos en los que aparecen asociados estos dos grandes megaherbívoros, siendo éste el primer y único yacimiento en la Península Ibérica donde ambos se encuentran juntos en el mismo nivel estratigráfico. Tales datos indican que el yacimiento de Baza-1 alberga una diversidad específica muy elevada, pues si bien el techo del tamaño corporal de los ungulados está probablemente representado por los dos proboscídeos, en tamaños inferiores debería estar registrada, potencialmente, una enorme cantidad de especies, básicamente rumiantes, y también diversos carnívoros. Se ha excavado todavía muy poco, pero el nivel fosilífero continúa y es muy probable que existan varios cientos de metros cuadrados, si no miles, con pre-

sencia de restos fósiles, los cuales permitirán conocer, con el desarrollo de las excavaciones, mucho mejor el Plioceno inferior de la cuenca de Baza y de Europa en general.

La parte final del Rusciniense, próxima a la transición con el Villafranquiense, está muy bien representada en el yacimiento del Camp dels Ninots en Caldes de Malavella, en la provincia de Gerona (CAMPENY-VALL-LLOSERA; GÓMEZ DE SOLER, 2010; GÓMEZ DE SOLER; CAMPENY VALL-LLOSERA; MADE et ál., 2012), cuya edad se ha estimado en 3,2 millones de años.

Los fósiles del Camp dels Ninots se conservan en los depósitos de un maar, un lago fósil formado en un cráter volcánico. La lista faunística se compone de micro y macrovertebrados, entre los que abundan los peces del grupo de los ciprínidos (*Leuciscus* sp., *Luciobarbus* sp.), anfibios como salamandras (*Pleurodeles* sp.), tritones palmados (*Lissotriton* aff. *helveticus*) y ranas verdes (cf. *Pelophylax perezii*), tortugas representadas por las especies *Mauremys leprosa* y *Chelydropsis* cf. *pontica*, roedores como el ratón *Apodemus atavus*, además de grandes mamíferos como tapires (*Tapirus arvernensis*), bóvidos de gran tamaño (*Alephis tignerisi*) y rinocerontes (*Stephanorhinus jeanvireti*). Lo más importante es el estado de conservación de esta fauna, donde dominan los esqueletos completos, ya que los animales posiblemente murieron intoxicados a causa de la inhalación de gases volcánicos, quedando enterrados en el lago in situ de manera muy rápida. Por ello, poder estudiar esqueletos completos es un lujo en paleontología de vertebrados, lo que se da en muy pocas ocasiones. Esto convierte al yacimiento en un registro excepcional que permitirá realizar estudios paleobiológicos únicos sobre las especies allí fosilizadas.

EL PLIOCENO SUPERIOR

El tránsito del Plioceno inferior al superior se caracteriza por la llegada a Europa de las llamadas faunas villafranquienses (ROOK; MARTÍNEZ-NAVARRO, 2010). El Villafranquiense, definido por PERETO (1865) es una edad mastológica que abarca un amplio periodo temporal, desde hace aproximadamente 3,4-3,2 millones de años hasta hace aproximadamente 1,1-1,2 millones de años, y se divide en inferior (hasta hace 2,6 millones de años, en el tránsito Plio-Pleistoceno), medio (hasta hace 2,0 millones de años, en la base del subcron paleomagnético normal Olduvai), y superior (hasta hace 1,1-1,2 millones de años, justo debajo del subcrón paleomagnético normal Jaramillo).

El Plioceno superior, correspondiente al llamado Villafranquiense inferior, el cual comprende cronologías entre 3,4-3,2 y 2,6 millones años, se caracteriza por retener todavía algunos taxones precedentes de afinidades subtropicales, típicos del Rusciniense. Incluye varias especies de habitantes

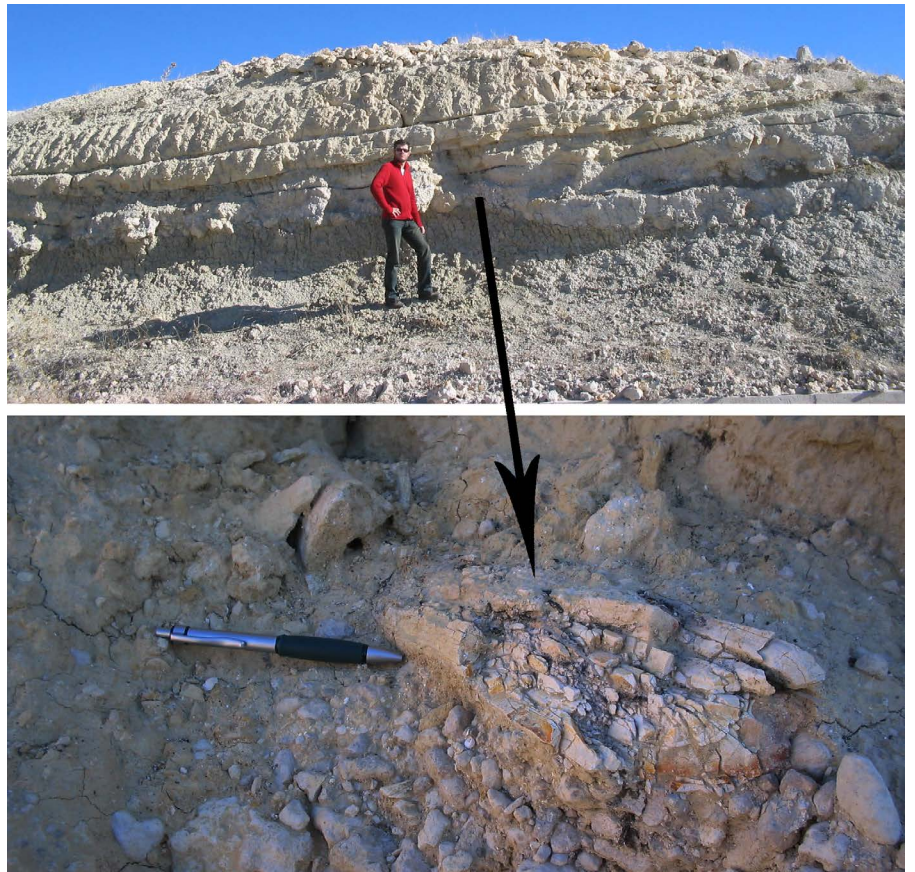


Yacimiento pliocénico del Camp dels Ninots (Caldes de Malavella, Gerona) | foto G. Campeny Vall.llosera

de bosques húmedos, como el tapir *Tapirus arvernensis*, los mastodontes *Mammuth borsoni* y *Anancus arvernensis*, el cerdo *Sus minor*, o el cercopitécido *Mesopithecus monspessulanus*. Estas especies se asocian a otras de nueva aparición en el continente, también relacionadas con ambientes boscosos, como el bovino *Leptobos stenometopon*, ya un auténtico búfalo, el rinoceronte *Stephanorhinus elatus*, el ciervo modelo gamo *Pseudodama lyra*, así como carnívoros tales como las hienas *Pliocrocuta perrieri*, de hábitos carroñeros, y *Chasmaporthetes lunensis*, de hábitos corredores y más cazadores, los tigres de dientes de sable *Homotherium crenatidens* y *Megantereon cultridens*, o el guepardo gigante *Acinonyx pardinensis* (ROOK; MARTÍNEZ-NAVARRO, 2010).

A nivel europeo, un yacimiento típico de la base del Villafranchiense inferior es el de Vialette en el Macizo Central francés, datado en 3,14 millones de años (LACOMBAT; ABBAZZI; FERRETTI et ál., 2008).

En España, el Villafranchiense inferior está bien representado en diversos yacimientos distribuidos por gran parte del territorio, entre los cuales mere-



Yacimiento pliocénico del Canal de San Clemente (Huéscar, Granada). Arriba, vista general; abajo, defensa del mastodonte *Anancus arvernensis* | foto S. Ros-Montoya

cen especial referencia el de Villarroya en la Rioja (ALBERDI; AZANZA; CERVANTES, 2016) y Las Higuieruelas en Ciudad Real (MAZO; MADE; ARRIBAS et ál., 2003; SEQUEIROS, 2011). En una cronología similar estaría el yacimiento de Can Magrana, en Medinyà (provincia de Gerona), donde se registra la presencia de un molar de *Mammuth borsoni* además de una fauna que incluye, entre otros, la presencia de *Tapirus arvernensis* (VILLALTA; LLOMPART, 1981). En la cuenca de Guadix-Baza son relevantes los yacimientos de Huéscar-3 (MAZO, 1989) y del Canal de San Clemente, también en Huéscar (MARTÍNEZ-NAVARRO; TORO; ROS-MONTOYA et ál., 2006), con presencia, además, de un gran número de niveles a lo largo de la cuenca con registros de microvertebrados.

Es de destacar en estas cronologías del Plioceno terminal la presencia de un yacimiento kárstico en brecha, situado en Moreda, junto a las estribaciones de la cuenca de Guadix-Baza, en su sector más meridional, en el que se registra un primate, un mono cercopitécido grande con un rostro similar al de los macacos y un cuerpo parecido al de un babuino, indicativo de hábitos más terrestres, llamado *Paradolichopithecus*, que se perpetúa en Europa y Asia hasta hace unos dos millones de años (MARIGÓ; SUSANNA; MINWER-BARAKAT et ál., 2014).

EL PLEISTOCENO INFERIOR

El límite Plio-Pleistoceno está marcado por el cambio paleomagnético de normal a negativo, el llamado límite Gauss/Matuyama, situado hace 2,59 millones de años.

La transición del Plioceno al Pleistoceno viene precedida por una importante crisis climática, una glaciación que marcará la tendencia hacia las condiciones de enfriamiento que se irán acentuando a lo largo de todo el Cuaternario durante los sucesivos ciclos climáticos.

Durante esta transición se perpetúan algunas especies presentes en el Plioceno terminal como el mastodonte *Anancus arvernensis*, el guepardo *Acynonix pardinensis*, las hienas *Pliocrocuta perrieri* y *Chasmaporthetes lunensis*, o los tigres de dientes de sable *Homotherium crenatidens* y *Megantereon cultridens*, entre otros. Pero, además, se produce un importante recambio faunístico en Europa, marcada por la llegada de dos importantes taxones, el elefante moderno correspondiente al género *Mammuthus* y el caballo monodáctilo que sustituye a los hipariones, con tres dedos, correspondiente al género *Equus*. Este evento es conocido como el "Elephant/*Equus* event" (LINDSAY; OPDYKE; JOHNSON, 1980; AZZAROLI, 1983, 1995). A estos inmigrantes hay que sumar la llegada de los ciervos gigantes del género *Eucladoceros*, antílopes como *Gazella borbónica*, muy esbelta, o *Gazellospira torticornis*

que, como su nombre indica, presenta los cuernos de crecimiento espiralado, caprinos como *Gallogoral meneghini*, o cerdos como *Sus strozzi*, parecido al actual jabalí verrugoso de Java (*Sus verrucosus*) en el sureste asiático.

En España, el Villafranquiense medio está bien representado en varios yacimientos, pero destaca especialmente en la localidad de La Puebla de Valverde en Teruel, muy rica en grandes mamíferos como carnívoros (KURTEN; CRUSAFONT-PAIRÓ, 1977) y ungulados, donde aparece también el mono cercopitécido *Paradolichopithecus arvernensis*. Está datada en una cronología comprendida entre 2,0 y 2,1 millones de años (SINUSIA; PUEYO; AZANZA et ál., 2004). El mono *P. arvernensis* también está representado en el yacimiento de Cova Bonica, Vallirana, en el macizo del Garraf, junto a Barcelona (MARIGÓ; SUSANNA; MINWER-BARAKAT et ál., 2014).

Por lo que se refiere a la cuenca de Guadix-Baza, donde existe el mejor registro de toda la Península Ibérica para el Plio-Pleistoceno, el Villafranquiense medio está muy bien representado en algunos afloramientos en la región próxima al embalse del Negratín (AGUSTÍ; OMS; REMACHA, 2001), en la cubeta de Guadix, en el yacimiento de Huélago (ALONSO DIÁGO; HOYOS GÓMEZ; ALBERDI, 2002) y en la cubeta de Baza, cuya localidad más significativa de este periodo es, sin duda, el yacimiento de Fuente Nueva-1, situado en la base de la Cañada de Vélez de Orce, próximo al Cortijo de la Mojona, a unos dos kilómetros al este de la pedanía de Fuente Nueva, en el talud del camino que la une con Orce.

Fuente Nueva-1 se localizó durante las primeras prospecciones desarrolladas en los años ochenta por el equipo dirigido por Josep Gibert y la primera publicación sobre el yacimiento se realizó en 1987 por parte de Salvador Moyà-Solà y sus colaboradores (MOYÀ-SOLÀ; AGUSTÍ; MARÍN, 1987).

Este yacimiento está enclavado en unos niveles con calizas y margas, entre las que se encuentra un nivel de sílex nativo, calcedonia, de entre 15 y 25 cm de espesor, con una extraordinaria abundancia de restos óseos tanto por encima como por debajo del nivel silíceo. Para hacerse una idea de la densidad de fósiles, baste indicar que en la campaña de 2015, en solo cuatro metros cuadrados, se exhumaron 253 restos óseos, correspondientes a diez especies diferentes de grandes vertebrados, entre ellos abundantes núcleos óseos (cuernos) de gacela, correspondientes a la especie *Gazella borbónica*, conjuntamente con otro núcleo óseo de un antílope con cuernos torsionados (espiralados), llamado *Gazellospira torticornis*. Además, se recuperó una mandíbula de caballo de gran talla, perteneciente a la especie *Equus stenonis*, restos de caprinos y otros bóvidos de gran tamaño, ciervos, un fragmento de diente de leche de elefante, un premolar deciduo (de leche) correspondiente a un individuo infantil de hiena, adscrito a la especie *Pliocrocuta perrieri*, cuyo tamaño y anatomía eran parecidos a los de la hiena



Yacimiento del Pleistoceno inferior (Villafranquiense medio) de Fuente Nueva 1 (Orce, Granada). Arriba, excavación; abajo, detalle de una mandíbula del caballo *Equus stenonis* | foto S. Ros-Montoya

parda sudafricana actual (*Parahyaena brunnea*), además de varios fragmentos de placas correspondientes a caparazones de tortuga (ROS-MONTOYA; MARTÍNEZ-NAVARRO; ESPIGARES et ál., 2016).

Desgraciadamente, las escasas excavaciones realizadas, aunque sumamente productivas en fósiles, no han permitido determinar todavía el potencial de esta localidad paleontológica, pues su extensión, en estrato horizontal, debe de ser de bastantes miles de metros cuadrados, a buen seguro plagados de fósiles, con una diversidad faunística mucho más amplia de lo que se conoce hasta el momento.

EL VILAFRANQUIENSE SUPERIOR

Sin duda, el mejor registro del Villafranquiense superior de España, de todo Europa y, uno de los mejores de todo el mundo, es el de la cuenca de Guadix-

Baza, y especialmente el del sector de Orce y sus dos pedanías, Fuente Nueva y Venta Micena, conocido como el Olduvai español, en referencia al legendario yacimiento paleoantropológico tanzano de fama mundial.

La transición del Villafranquiense medio al superior (entre 2,0 y 1,8 millones de años) se conoce gracias a diversos yacimientos, entre ellos cabe nombrar el de Fonelas P-1 (ARRIBAS; GARRIDO; VISERAS et ál., 2009), próximo a la ciudad de Guadix, pero conviene indicar que esta transición se encuentra igualmente bien registrada en Orce, en las localidades de Barranco de los Conejos, Cortijo de D. Diego o Cortijo Alfonso (AGUSTÍ; BLAIN; FURIÓ et ál., 2013).

El comienzo del Villafranquiense superior se caracteriza por un nuevo recambio faunístico, muy importante, pues pocas especies que habitaban el continente con anterioridad sobreviven a las nuevas condiciones climáticas y ecológicas, aunque algunas muy significativas sí lo hacen, como el elefante meridional, *Mammuthus meridionalis*. Estos proboscídeos, de origen africano, se adaptan a los climas de mayor contraste estacional de las latitudes medias de Europa y Asia, comportándose como herbívoros generalistas, capaces de consumir todo tipo de vegetales, tanto hojas a distintas alturas de las ramas de los árboles como sobre todo hierbas en las praderas. La evolución de este gigante viene marcada por la adquisición de unos molares con la corona progresivamente más alta que, además, incrementan paulatinamente el número de láminas de esmalte, las cuales se hacen progresivamente más finas y se empaquetan más, adquiriendo con el tiempo mayor resistencia a la abrasión. Este cambio en la forma de los dientes permite a los proboscídeos consumir alimentos más abrasivos y, a la vez, menos nutritivos, lo que les faculta a sobrevivir durante el proceso de estepización (propio de climas más secos y fríos) que se desarrolla en Europa a lo largo de todo el Cuaternario. Esta evolución es típica en el género *Mammuthus* y se acentúa hasta su grado más desarrollado en las formas terminales del linaje, el llamado *Mammuthus primigenius*, el elefante del frío, el mamut lanudo típico del final del Pleistoceno.

El Villafranquiense superior viene marcado en general por la aparición de nuevas especies, fundamentalmente ungulados procedentes de Asia, en especial rumiantes (cérvidos, bóvidos y jiráfidos), además de équidos y algunas otras, escasas pero muy significativas, procedentes de África, entre las que destaca, por supuesto, la llegada del género *Homo*, cuyas evidencias más antiguas se han registrado en Georgia, en el Cáucaso, a las puertas de Europa, en el mundialmente conocido yacimiento de Dmanisi, datado en 1,8 millones de años y donde se han encontrado hasta el momento cinco cráneos humanos muy completos, que oscilan en capacidad cerebral entre 550 y 750 cm³, valores similares a los de los *Homo habilis* africanos, cuatro mandíbulas, vértebras, costillas y huesos de las extremidades, acompaña-

dos de una amplia colección de industrias líticas y otras evidencias de actuación humana sobre los cadáveres de grandes mamíferos. Sin embargo, los homínidos llegan a Europa occidental algo más tarde, como se explica más adelante, por lo que en nuestra península, y en general en Europa, esta transición del Villafranchense medio al superior está marcada por lo que Azzaroli (1983) llamó “the Wolf event” (el evento del lobo), caracterizado por el enorme impacto que produce en este momento la llegada de los cánidos de aspecto moderno a los ecosistemas europeos, si bien el registro de los lobos modernos ya se había producido en Europa unos cientos de miles de años antes.

Modestamente, Martínez-Navarro (2010) propuso que este evento debería llamarse realmente “the *Pachycrocuta brevirostris* event” (el evento *Pachycrocuta brevirostris*), pues el impacto que produce la llegada de esta hiena gigante, procedente de África, en las asociaciones faunísticas acumuladas en lo que resta del Pleistoceno inferior, hasta hace 0,8-0,9 millones de años, es mucho más importante que el de los cánidos, ya que este supercarroñero está presente en prácticamente todas partes y, además, es el causante de la mayoría de las acumulaciones de restos óseos en Eurasia, desde la Península Ibérica hasta China e Indonesia. *Pachycrocuta brevirostris* era una hiena gigante caricorta, cuya masa corporal, calculada en función de las dimensiones de sus dientes y huesos, sobrepasaría los 110 kg (PALMQVIST; MARTÍNEZ-NAVARRO; PÉREZ-CLAROS et ál., 2011); tales dimensiones asombran al compararlas con las de las hienas actuales, pues las duplican, pero algunos ejemplares de la especie podrían llegar a pesar más de 150 kg, un peso medio entre el de un león y una leona actuales. La ecología y el comportamiento de esta hiena ha sido especialmente estudiada por nuestro equipo en el yacimiento de Venta Micena en Orce.

Pachycrocuta brevirostris presenta un cráneo muy robusto, con una dentición a nivel de los premolares y una musculatura facial muy sólida y resistente, al igual que sus miembros, proporcionalmente cortos y muy fornidos, mucho más que en cualquiera de las hienas actuales. Se trata, pues, de un carroñero sistemático, capaz de abrir, descuartizar y comerse cualquier cadáver que encuentre, aprovechándolo todo, desde los tejidos blandos hasta fracturar los huesos más resistentes, con el objetivo de extraer el tuétano o el cerebro en el caso de los cráneos y, por ello, es el gran competidor con los homínidos por el aprovechamiento de la carroña. Debemos entender que el llamado Villafranchense superior (entre 2,0 y 1,2 millones de años) y el Epivillafranchense (entre 1,2 y 0,8 millones de años, aproximadamente) se caracterizan en Eurasia por ser un escenario en el que humanos y hienas competían por el bien más preciado, los cadáveres de los animales cazados por otros depredadores o muertos por causas naturales. Nuestros antepasados y estas hienas eran dos supercarroñeros que presumiblemente se conocían bien, se observaban, luchaban y, en la mayoría de las ocasiones, eran



Excavación del corte 4 en el yacimiento del Pleistoceno inferior de Venta Micena (Orce, Granada). Arriba, excavación; abajo, detalle de una acumulación de restos | foto S. Ros-Montoya

estas últimas las vencedoras, pues su registro en el continente, tanto a nivel de fósiles de la especie como de acumulaciones de restos óseos generadas por ellas, es mucho más abundante que el de los homínidos.

El escenario ecológico mejor conocido del Villafranchiense superior en todo el continente europeo es el del yacimiento de Venta Micena, localidad paleontológica única y paradigmática para las ciencias que se ocupan del estudio del pasado. Se trata de un estrato horizontal de caliza micrítica, de 80 a 120 cm de espesor, que se puede seguir a lo largo del relieve durante más de 2,5 kilómetros y se ha calculado, proyectando su extensión areal, que tiene más de un kilómetro cuadrado de sedimentos repletos de fósiles, es decir, más de un millón de metros cuadrados con restos óseos, de los que sólo se han excavado por el momento unos 350 metros cuadrados, los cuales presentan una densidad superior a 50 fósiles por metro cuadrado. Por ello, Venta Micena es el yacimiento más rico en restos faunísticos del Cuaternario de toda Europa y uno de los más ricos de todo el mundo, rivalizando con localidades como Rancho La Brea en el Pleistoceno superior de California.

El Villafranchiense superior se caracteriza por la llegada al continente europeo de nuevas especies, como un caballo de anatomía parecida a la moderna cebra de Grevy, llamado *Equus altidens*, procedente de Asia, que sustituye a las formas anteriores representadas en Fuente Nueva-1, correspondientes a la especie *Equus stenonis*.

Entre los perisodáctilos, animales ungulados con dedos impares, además de los caballos, que sólo conservan un dedo (una pezuña), se localizan también los rinocerontes, que presentan tres dedos. El Villafranchiense superior se caracteriza por la llegada de una nueva especie, llamada *Stephanorhinus hundsheimensis*, que toma su nombre del yacimiento centroeuropeo de Hundsheim y se distingue por tener el cráneo proporcionalmente más ancho (braquicéfalo) que su antecesora, llamada *Stephanorhinus etruscus*. Este rinoceronte, ramoneador de hojas en el límite entre las zonas arboladas y arbustivas con los espacios abiertos, tenía hábitos similares al rinoceronte negro africano actual (*Diceros bicornis*) y se perpetúa en Europa durante el Epivillafranchiense hasta ya entrado el Pleistoceno medio, hace aproximadamente 0,7 millones de años.

Pero éstas no son las únicas novedades. Es especialmente remarcable la llegada de nuevas especies de rumiantes, entre las que conviene citar la aparición, durante la transición Villafranchiense medio-superior, de una jirafa correspondiente al género *Mitilanotherium*, localizada por el momento solo en la cuenca de Guadix, en dos yacimientos, Huélagos y Fonelas P-1, pero que aún no se ha registrado en la región de Orce, aunque es probable que aparezca en futuras campañas de excavación. También se incorporan al registro nuevas especies de bóvidos y cérvidos, que sustituyen a las prece-

dentes. En Venta Micena se localizan dos especies de ciervo, una de gran tamaño, llamada *Praemegaceros verticornis*, de unos 400 kg de masa corporal, cuyos machos exhiben unas cuernas de casi 1,5 metros, compuestas por una rama principal y diversos candiles (puntas). Por su dentición braquidonta (muelas de corona baja) sabemos que estaba adaptada a consumir hojas y brotes tiernos de árboles y arbustos, por lo que habitaba en ambientes boscosos relativamente abiertos o en el tránsito entre las praderas y los bosques, pues dada su cornamenta, en las épocas de máximo desarrollo de las cuernas los machos no podrían desenvolverse por espacios boscosos cerrados. También hay una segunda especie de ciervo, en este caso de tamaño mediano, equivalente al de un gamo, llamada *Metacervocerus rhenanus*, adaptada a consumir pastos más secos y aprovechar eficientemente el contenido hídrico de la vegetación. Además, aunque todavía no se ha caracterizado bien en Venta Micena, es muy probable que en un futuro se identifique otro ciervo de tamaño pequeño, el correspondiente a un corzo.

Sin embargo, los bóvidos son los rumiantes más diversos, abundantes y significativos en estas cronologías. El Villafranquiense superior se caracteriza por la llegada de los primeros bisontes a Europa, que son los típicos habitantes de las praderas y bosques abiertos, los cuales se localizan por primera vez en Dmanisi. Los bisontes evolucionan directamente desde formas primitivas correspondientes al género *Leptobos*, que se perpetúan hasta el tránsito Villafranquiense medio-superior y cuyos últimos representantes se encuentran en la cuenca de Guadix-Baza en el yacimiento de Fonelas P-1. Después los bisontes, ya de aspecto moderno, son característicos en el resto del Pleistoceno, perviviendo hasta la actualidad en Europa con la especie *Bison bonasus*. Los bisontes son muy abundantes en Venta Micena y en los demás yacimientos de Orce, así como en otras localidades paleontológicas de edades similares, como Incarcal en Crespità (Gerona) (ROS-MONTOYA; MADURELL-MALAPEIRA; MARTÍNEZ-NAVARRO et ál., 2012). Además, en Venta Micena se localiza otra especie de búfalo, el llamado *Hemibos* aff. *gracilis*, descrita en el yacimiento chino de Longdan en el año 2004. Se trata de una forma muy extraña, no localizada con anterioridad, que se ha descrito muy recientemente en Europa. Esta especie, de origen asiático, ha sido citada por primera vez en Orce y en nuestro continente (MARTÍNEZ-NAVARRO; ROS-MONTOYA; SPIGARES et ál., 2011). Se trata una forma adaptada a ambientes boscosos y corresponde a un ancestro de los búfalos de agua, de cuyas hembras se extrae la leche con la que se fabrica la mozzarella.

El conjunto de especies de bóvidos se caracteriza, además, por la llegada de los ancestros de los bueyes almizcleros, localizados por primera vez en el yacimiento del Barranco de los Conejos, cuya cronología se ha estimado en 1,8 millones de años, donde se encuentra un núcleo óseo (un cuerno) correspondiente a este linaje, llamado *Praeovibos* (anterior a *Ovibos moschatus*, el

actual buey almizclero). En la actualidad, esta especie está totalmente adaptada a la vida en las latitudes boreales y gélidas del círculo polar ártico, pero en el Pleistoceno inferior vivían en ambientes mediterráneos más benignos, como las estribaciones montañosas de la cuenca de Guadix-Baza, aunque los estudios isotópicos sugieren que los líquenes formaban ya parte de su alimentación. Es muy común también la presencia de otro bóvido, pariente próximo de los bueyes almizcleros, llamado *Soergelia minor* (MOYÀ-SOLÀ, 1987). Se trata de un animal muy extraño, con la base de los cuernos dirigidos lateralmente y hacia delante. Es un animal muy característico, que se localiza en Europa entre 1,8 y 1,5 millones de años, asociado a la primera dispersión del género *Homo* hacia nuestro continente. Como tal, está presente en Dmanisi, en Venta Micena y, también en la Península Ibérica, se ha hallado recientemente en el yacimiento del Alto de las Picarazas, en la provincia de Valencia, asociado a industria lítica (VICENTE GABARDA; MARTÍNEZ VALLE; GUILLEM CALATAYUD et ál., 2016). Los estudios ecomorfológicos han permitido poner de manifiesto que su alimentación era mixta sobre hojas y hierba, presentando dientes con una altura de corona intermedia.

Finalmente, se ha localizado también una cabra pacedora de hierba, *Capra alba* (MOYÀ-SOLÀ, 1987), cuyo nombre está dedicado al color blanco de la caliza micrítica del yacimiento de Venta Micena. Al igual que en el caso de *Soergelia*, los análisis biogeoquímicos permiten constatar que había desarrollado ya las adaptaciones fisiológicas que facultan a los caprinos modernos el subsistir con el agua de la vegetación que ingieren.

Sin embargo, el ungulado más característico del Villafranquiense superior y del Epivillafranquiense es, sin lugar a dudas, el artiodáctilo gigante de cuatro dedos, el hipopótamo de origen africano llamado *Hippopotamus antiquus*, que es una especie hermana, si no la misma, que *Hippopotamus gorgops*, bien conocido durante el Pleistoceno inferior en África oriental y en el Corredor Levantino, en Israel y Palestina. Esta especie se dispersa desde África en el Villafranquiense superior, aunque hay algunas citas discutidas sobre su presencia en el Villafranquiense medio italiano, en un yacimiento llamado Coste San Giacomo. Se convierte en un taxón abundante en las asociaciones faunísticas de Europa a partir del momento faunístico Venta Micena, hace aproximadamente 1,6 millones de años, y se perpetúa hasta hace unos 0,6 millones de años. Se trata de una especie muy particular y especialmente relevante para explicar el entorno ecológico y climático de los primeros homínidos de nuestro continente, pues los análisis ecomorfológicos e isotópicos han mostrado que tenía una dependencia más estricta por el medio acuático que la especie actual, alimentándose solo de vegetación acuática en lugar de salir del agua por la noche a palear hierba.

Entre los carnívoros, el registro es muy abundante tanto en Venta Micena como en los otros dos yacimientos de Orce ampliamente excavados,

Barranco León y Fuente Nueva-3. Así, se encuentran fósiles abundantes, además de rastros de su actividad, de la hiena gigante de cara corta, procedente de África, *Pachycrocuta brevirostris*, como ya se ha indicado, pero además hay una buena representación de tigres de dientes de sable, uno grande del tamaño de un león, *Homotherium latidens*, y otro más pequeño, *Megantereon whitei*, con dimensiones similares a las de un jaguar, del cual se explican sus características a continuación. También hay restos de jaguares, linceos, zorros, chacales, licaones, osos y tejones.

Son de destacar los estudios sobre el tigre de dientes de sable de origen africano *Megantereon whitei*, cuyo registro más antiguo fuera de África se encuentra en el yacimiento de Dmanisi a 1,8 millones de años, junto con los primeros homínidos de Eurasia. Esta especie era un félido super-depredador que cazaba por emboscada y se desenvolvía en hábitats mixtos (arbolados y abiertos). Poseía fuertes miembros anteriores, unos caninos superiores muy alargados, de unos 10 cm de altura en la corona y con bordes lisos, sin crenulaciones, comprimidos lateralmente como puñales, y una mandíbula corta de mentón pronunciado, con la dentición premolar reducida en tamaño. Estaba muy bien adaptado para cazar al acecho herbívoros ungulados de tamaño medio a grande, pero su estructura masticatoria sólo le permitía acceder a las partes más blandas de sus presas, especialmente las vísceras y paquetes musculares, por el peligro que suponía fracturarse los caninos, dada su longitud y fragilidad, a la hora de entrar en contacto con las partes duras. Por ello, su comportamiento habitual sería abrir el abdomen, comer las vísceras y dejar la mayor parte de los cadáveres intactos, siendo éstos posteriormente aprovechados por los carroñeros, especialmente por la hiena gigante *Pachycrocuta brevirostris*, pero probablemente también por nuestros antepasados, los primeros homínidos de Europa (MARTÍNEZ-NAVARRO; PALMQVIST, 1995, 1996; PALMQVIST; TORREGROSA; PÉREZ-CLAROS et ál., 2007).

Estudios similares han sido llevados a cabo con el perro pintado del Pleistoceno inferior *Lycaon lycaonoides*, ancestro de los actuales licaones africanos (MARTÍNEZ-NAVARRO; ROOK, 2003). La investigación fundamental se basa en el hallazgo de un cráneo muy peculiar, conservado completo, procedente de Venta Micena (el espécimen siglado como VM 7000), localizado en la campaña del año 1995. Este fósil corresponde a un individuo viejo, de unos 6 ó 7 años, que muestra varias anomalías: es bilateralmente asimétrico y le faltan una serie de piezas dentales fundamentales. Así, tras un análisis radiológico fue posible demostrar que, durante su vida, nunca tuvo el canino superior derecho, que es una pieza clave y fundamental en cualquier depredador. Estas anomalías fueron consecuencia, probablemente, del alto grado de consanguinidad presente en las poblaciones de la especie en la cuenca de Guadix-Baza. En una especie hipercarnívora, como las del linaje de los perros pintados africanos modernos, este indi-

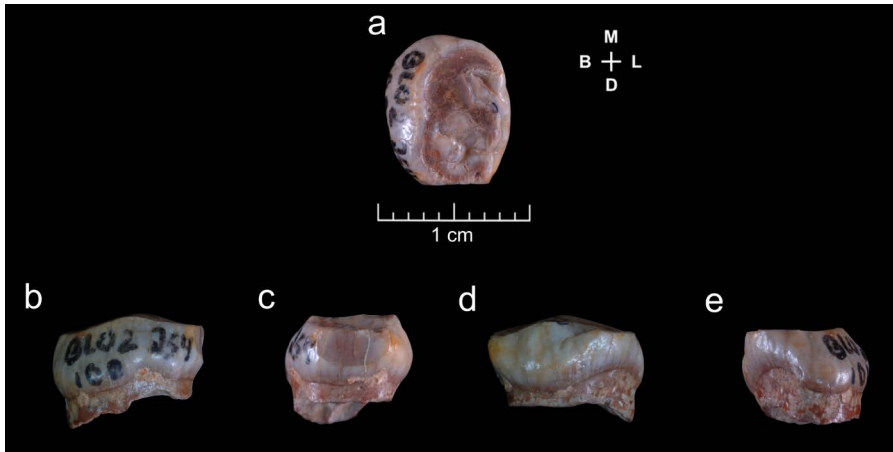


Tigre de dientes de sable, *Megantereon whitei*, cazando un ciervo gigante, *Praemegaceros verticornis*, interpretado en el registro de Venta Micena | ilustración Mauricio Antón

viduo sobrevivió hasta llegar a una edad adulta pese a sus taras tan marcadas. La supervivencia de individuos patológicos tan longevos como éste sugiere que el comportamiento social colaborativo en el cuidado y la ayuda a individuos enfermos, discapacitados y/o viejos por parte de otros miembros de la familia, como ocurre en los licaones actuales *Lycaon pictus*, ya estaba desarrollado en el Pleistoceno inferior, hace por lo menos un millón y medio de años (PALMQVIST; ARRIBAS; MARTÍNEZ-NAVARRO, 1999). Un comportamiento social similar, ayudando a un individuo humano viejo y desdentado, se ha detectado en el yacimiento de Dmanisi en el Cáucaso gracias al hallazgo del cráneo D3444 y la mandíbula D3900, que carecen de la práctica totalidad de los dientes, perdidos años antes de sobrevenirle la muerte al individuo, como indica el avanzado estado de reabsorción de tejido óseo alveolar, mostrando así una convergencia entre el comportamiento de



Yacimiento del Pleistoceno inferior (Villafranchiense superior) de Barranco León (Orce, Granada). Arriba, excavación; abajo, detalle de una cuadrícula con industria lítica y restos óseos | foto S. Ros-Montoya

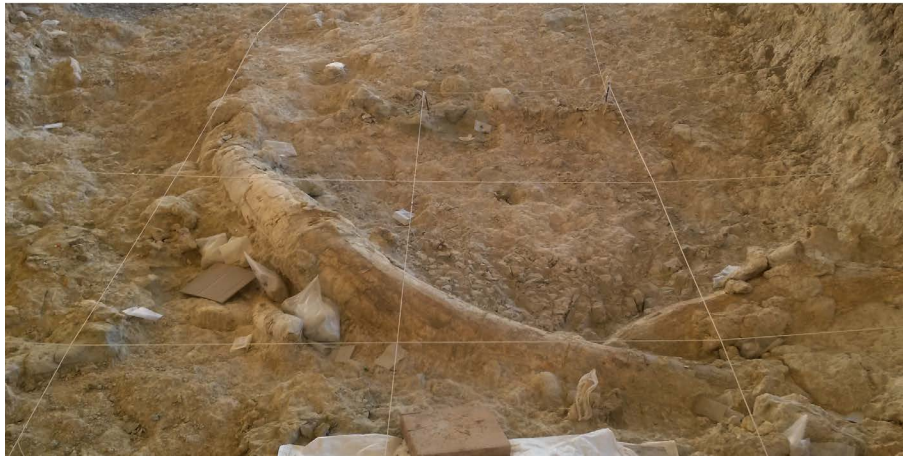


Diente fósil BL02-J54-100, primer molar de leche inferior izquierdo (dm1) del yacimiento de Barranco León D. a: vista oclusal; b: vista labial; c: vista distal; d: vista lingual; y e: vista mesial | fuente modificado a partir de TORO; MARTÍNEZ-NAVARRO; AGUSTÍ et ál., 2013

los grandes carnívoros sociales y el de los humanos primitivos con hábitos carnívoros manifiestos. Curiosamente, los perros pintados se dispersaron desde Eurasia hacia África al mismo tiempo (1,9-1,8 millones de años) que los homínidos abandonaban África y siguiendo la misma ruta, el corredor levantino, pero en sentido opuesto.

El yacimiento de Barranco León, conocido desde los primeros años ochenta gracias a los trabajos de prospección del equipo que dirigía entonces J. Gibert, está datado en 1,4 millones de años y ha dado una importante cantidad de restos faunísticos asociados a la industria lítica, pero ha pasado a la literatura científica principalmente por haber brindado el resto humano más antiguo exhumado en Europa hasta el momento. Se trata de un diente de leche correspondiente a un niño o niña de unos diez años de edad, que probablemente murió en Barranco León y pudo haber sido comido parcialmente por las hienas u otros carnívoros, quedando enterrado por partes. De momento sólo hemos encontrado esta pieza, pero es probable que en un futuro aparezcan nuevos fósiles humanos correspondientes a este individuo (TORO-MOYANO; MARTÍNEZ-NAVARRO; AGUSTÍ et ál., 2013).

El yacimiento de Fuente Nueva-3 es, hoy por hoy, probablemente el mayor espectáculo en el mejor teatro del Pleistoceno inferior de Europa. Esta localidad fue descubierta por dos niños, los hijos de Paula Ninou, que pasaban sus vacaciones en una casa cueva situada justo encima del afloramiento. Ellos se lo enseñaron a un vecino, gran aficionado a la arqueología, Alain Bocquet, quien se lo mostró a uno de nosotros (Bienvenido Martínez Navarro) el 5 de mayo de 1991. Fuente Nueva 3 es un verdadero cementerio de elefantes. Es probablemente aquí donde mejor se interpreta el comportamiento de nuestros primeros antepasados en el continente europeo para proveerse de alimentos de origen animal, en competencia directa con los grandes carnívoros, especialmente con las hienas gigantes caricortas. En algo más de 100



Yacimiento de Fuente Nueva-3, Villafranquiense superior (Orce, Granada). Arriba, excavación; debajo, detalle de las defensas de un individuo macho gigante de *Mammuthus meridionalis* | fotos S. Ros-Montoya

metros cuadrados se han localizado restos correspondientes a un mínimo de 10 individuos de elefantes de la especie *Mammuthus meridionalis*, que incluyen un macho gigante con unas defensas torsionadas de más de cuatro metros de largo y 32 cm de diámetro, lo que indica que debía tener una altura en vida de más de cinco metros y una masa de 12 a 15 toneladas. También se encuentran varias hembras y crías. Además, son abundantes los restos de otros megaherbívoros, como hipopótamos, rinocerontes, bisontes, ciervos gigantes y caballos, todos ellos comidos por homínidos y carnívoros, en base a la enorme cantidad de industria lítica localizada y a la presencia de marcas de fractura y de corte en los huesos, así como a otras marcas producidas



Homininos descuartizando el cadáver de una hembra de *Mammuthus meridionalis* en Fuente Nueva-3, mientras las hienas, *Pachycrocuta brevirostris*, acechan | dibujo Mauricio Antón

por los dientes de los carnívoros y la presencia de coprolitos (excrementos fosilizados) de hiena. De hecho, la competencia entre homínidos y hienas por el acceso a estos cadáveres se encuentra bien documentada al menos en un caso. Se trata del esqueleto parcial de un elefante hembra, de unos 55 años de edad a su muerte, que aparece desmembrado y rodeado parcialmente por lascas de sílex y coprolitos de hiena, de color oscuro (indicativo de que comieron la carne del animal), lo que evidencia su consumo por estos dos supercarroñeros del Pleistoceno. Dada la gran extensión del yacimiento, que cuenta con varios miles de metros cuadrados potencialmente fértiles, es muy posible que en un futuro, conforme se vaya desarrollando la excavación, aparezcan varias decenas o incluso centenares de elefantes allí acumulados (ESPIGARES; MARTÍNEZ-NAVARRO; PALMQVIST et ál., 2013).

En la lucha por el aprovechamiento de esta abundante carroña y por la supervivencia entre homínidos y grandes carnívoros, en un yacimiento tan extenso como Fuente Nueva 3, es muy probable que algún congénere nuestro tuviera mala suerte y fuera cazado y matado por una hiena u otro carnívoro. Por ello, es posible que en esta localidad arqueopaleontológica se localice en un futuro algún resto humano que contribuya a mejorar el registro paleoantropológico de Orce.

Como se ha dicho, además de los registros de la cuenca de Baza y Guadix, otros yacimientos importantes correspondientes al Villafranchense superior



Arriba, yacimiento del Pleistoceno inferior (Villafranquiense superior) del Alto de las Picarazas (Andilla-Chelva, Valencia) | foto B. Martínez-Navarro

A la derecha, yacimiento de Incarcal (Embudo de Incarcal V) durante la excavación de septiembre de 2016, Villafranquiense superior (Crespià, Gerona) | foto B. Martínez-Navarro



en la Península Ibérica son el de Incarcal en Crespià (Girona), donde en unos embudos kársticos se localizan abundantes restos de grandes mamíferos (*Mammuthus meridionalis*, *Stephanorhinus hundsheimensis*, *Equus altidens*, *Hippopotamus antiquus*, *Bison* sp., *Pachycrocuta brevirostris*, *Homotherium latidens*, *Macaca sylvanus florentina* y otros) (ROS-MONTOYA; MADURELL-MALAPEIRA; MARTÍNEZ-NAVARRO et ál., 2012; ALBA; MADURELL-MALAPEIRA; DELSON et ál., 2016), y el del Alto de las Picarazas, donde se ha citado la presencia de grandes bovinos, *Bison* sp. y *Hemibos* sp., junto a *Equus altidens*, *Metacervocerus rhenanus*, *Stephanorhinus etruscus*, *Capra alba*, *Soergelia minor*, megacerino indet, *Ursus etruscus*, *Lynx* sp., *Felis* cf. *lunensis* y *Mustela* sp., conjuntamente con industrias líticas y marcas de corte y fractura sobre los huesos, que atestiguan la presencia humana muy antigua en este yacimiento, a 1,4 ó 1,5 millones de años (VICENTE GABARDA; MARTÍNEZ VALLE; GUILLEM CALATAYUD et al., 2016). También habría que añadir el yacimiento de Quibas, en Murcia, de cronología similar a Orce, donde también se localiza *Macaca sylvanus* (ALBA; CARLOS CALERO; MANCHEÑO et ál., 2011).

EL EPIVILLAFRANQUIENSE Y LA LLEGADA DE LOS CERDOS MODERNOS A EUROPA

El Epivillafranquiense comienza aproximadamente hace 1,1-1,2 millones de años (ROOK; MARTÍNEZ-NAVARRO, 2010; MADURELL-MALAPEIRA; ROS-MONTOYA; ESPIGARES et ál., 2014; BELLUCCI; SARDELLA; ROOK, 2015) y se caracteriza por un recambio progresivo de las faunas cuaternarias

en Europa, relacionado con el cambio climático que avecina el Pleistoceno medio y culmina medio millón de años más tarde. Por ello, en la bibliografía se conoce como la “revolución del Pleistoceno medio” (*Mid-Pleistocene Revolution*), caracterizable por un cambio de influencia en los factores de ciclicidad astronómica que controlan el clima de la Tierra, que pasan de estar dominados por los ciclos de oblicuidad del eje de rotación, con una frecuencia de 41 mil años (41 ka) a los resultantes de los cambios en la excentricidad orbital (100 ka), lo que desencadena los ciclos glaciares del Pleistoceno y la acumulación permanente de hielo en el Ártico.

Nuevas especies aparecen paulatinamente en el continente mientras que otras desaparecen. Este proceso culmina con la práctica extinción, al final del Pleistoceno inferior o ya en la base del Pleistoceno medio, de la mayoría de las especies Villafranquienses (por ejemplo, carnívoros como *Pachycrocuta brevirostris*, *Megantereon whitei* y *Lycaon lycaonoides*, los caballos *Equus altidens* y *Equus sussenbornensis*, el elefante *Mammuthus meridionalis*, el hipopótamo *Hippopotamus antiquus*, el ciervo *Praemegaceros verticornis*, etc.), y progresivamente van llegando otras nuevas de hábitos más generalistas, produciéndose un cambio total en el tránsito Pleistoceno inferior/medio, entre 0,9 y 0,7 millones de años, como se explica más abajo.

La especie más significativa de todo este escenario Epivillafranquiense es el jabalí *Sus scrofa* (MARTÍNEZ-NAVARRO; MADURELL-MALAPEIRA; ROS-MONTOYA et ál., 2015). Los cerdos, el grupo de los suidos en general y, en menor medida, sus primos americanos los pécaris, son los únicos ungulados que presentan reproducción múltiple, es decir, sus camadas están compuestas por un número de crías amplio, a veces de hasta 15 o más individuos, por lo que el potencial de multiplicación de sus poblaciones es muy elevado, en cierta manera parecido al de los roedores; sólo hay que pensar en la plaga que suponen los jabalíes actuales en muchos lugares y comarcas que han quedado desocupadas por nuestra especie. Mientras tanto, los demás ungulados presentan una tasa de reproducción mucho más limitada, con una sola cría normalmente por parto, que excepcionalmente pueden ser dos y en muy contadas ocasiones tres. Por esta causa, cuando los cerdos están presentes en los ecosistemas del pasado, es muy normal que queden registrados en las asociaciones paleontológicas, pues la tasa de fosilización se relaciona directamente con la tasa de reproducción. Es decir, a mayor tasa de reproducción (y la de los cerdos es la más alta entre los ungulados), mayor probabilidad de registro para una especie. Sin embargo, es muy significativo que en ninguno de los yacimientos de Orce (Venta Micena, Barranco León o Fuente Nueva 3), ni en todo el triángulo fosilífero que conforman Orce-Fuente Nueva y Venta Micena, después de más cuarenta años de investigación continuada y decenas de miles de fósiles exhumados, jamás se hayan localizado restos de cerdos. La única conclusión a la que hemos llegado es que no se encontraban presentes en las comunidades de mamíferos del

Villafranquiense superior. Curiosamente, sí hay cerdos en Europa en cronologías anteriores a 1,8 millones de años, incluso en la cuenca de Baza y Guadix en el yacimiento de Fonelas P-1, donde hay una especie designada allí como *Potamochoerus magnus*, la cual llaman en otras partes *Sus stozzii*, pero luego los cerdos desaparecen de todo el continente. Por ejemplo, en el momento faunístico de Dmanisi, en el Cáucaso, coincidiendo con la primera dispersión de los homínidos africanos hacia el norte, ya han desaparecido los cerdos de Europa, pues allí no se encuentran, y no vuelven a reaparecer en nuestro continente hasta que se registran en el nivel TE9 de la Sima del Elefante de Atapuerca junto a la porción anterior de una mandíbula humana, en una cronología de 1,2 millones de años, donde se localiza una forma primitiva del cerdo moderno *Sus scrofa* (CARBONELL; BERMÚDEZ DE CASTRO; PARÉS et ál., 2008). A partir de esta cronología, los cerdos se generalizan y nunca más vuelven a desaparecer de Europa.

Basados en este argumento, se puede decir que los homínidos llegan a Europa occidental antes que los cerdos modernos, tal y como queda demostrado en los yacimientos de Orce donde sí hay evidencias de presencia humana, como en Barranco León (1,4 millones de años) y en Fuente Nueva-3 (1,3-1,5 millones de años). Por tanto, ésta es una evidencia de que los yacimientos de Orce son más antiguos que los de Atapuerca, donde sí hay cerdos.

Como yacimientos emblemáticos en la Península Ibérica del Epivillafranquiense hay que citar dos localidades catalanas, la sección del

Abajo, yacimiento del Torrent de Vallparadís, Epivillafranquiense (Terrassa, Barcelona). Arriba, excavación; debajo, detalle de una acumulación de huesos | foto J. Madurell-Malapeira

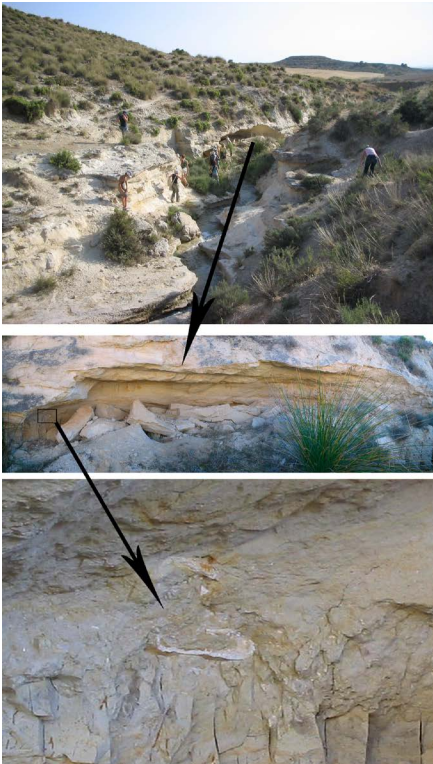
A la derecha, yacimiento Epivillafranquiense de la Boella (La Canonja, Tarragona). Defensas de *Mammuthus meridionalis* | foto Josep Vallverdú



Torrent de Vallparadís, situada en el centro del casco urbano de la ciudad de Terrassa, en Barcelona, donde en una serie que abarcaría todo el Epivillafranquiense existe un extraordinario registro faunístico, excavado especialmente durante la primera década del presente siglo (MADURELL-MALAPEIRA; MINWER-BARAKAT; ALBA et ál., 2010), y el de La Boella, en La Canonja, próximo a Tarragona, donde conjuntamente con un rico registro faunístico se ha localizado una industria lítica de tipo Achelense primitivo (VALLVERDÚ; SALADIÉ; ROSAS et ál., 2014).

Es también en el Epivillafranquiense cuando se localiza en el sureste de la Península Ibérica, concretamente en Cueva Victoria, en Cartagena, localidad datada en 0,9 millones de años, una especie de mono gigante, un cercopitécido parecido a los babuinos gelada actuales, de unos 50 kg de masa y origen africano. Se trata de *Theropithecus oswaldi* (GIBERT; RIBOT; GIBERT et ál., 1995; MARTÍNEZ-NAVARRO; CLARET; SHABEL et ál., 2005; MARTÍNEZ-NAVARRO; PALMQVIST; SHABEL et ál., 2008; FERRÁNDEZ-CAÑADELL; RIBOT; GIBERT, 2014), un animal bien conocido y ampliamente registrado en África, pero muy escaso fuera de dicho continente. Por el momento, además de en este yacimiento murciano, se ha identificado en Israel, en la localidad arqueopaleontológica de 'Ubeidiya, y en Mirzapur, en los montes Siwaliks de la India. La explicación ecológica de su presencia en Eurasia es una incógnita de difícil resolución. También en la provincia de Murcia, muy cerca de Andalucía, en el término municipal de Caravaca de la Cruz, hay que citar el yacimiento de Cueva Negra de la Encarnación, datado justo en el límite terminal del Pleistoceno inferior (SCOTT; GIBERT, 2009). Allí se ha citado la presencia de hogares, que se corresponderían con los registros de domesticación del fuego más antiguos de toda Europa (WALKER; LÓPEZ-MARTÍNEZ; CARRIÓN GARCÍA et ál., 2012).

En Andalucía es interesante señalar el yacimiento kárstico de El Chaparral, en Villaluenga del Rosario (Cádiz), datado en aproximadamente 1,0 millones de años (GILES PACHECO; SANTIAGO; MARÍA GUTIÉRREZ et ál., 2011), además de otros yacimientos en la cuenca de Guadix-Baza, donde especialmente destaca la localidad de Huéscar-1, en la que se ha citado una fauna correspondiente al Epivillafranquiense, de una edad aproximada de 0,8-1,0 millones de años, integrada por diversos grandes mamíferos, entre ellos un cánido de tamaño medio, un hiénido, un jaguar (*Panthera gombaszoegensis*), un tigre de dientes de sable de gran tamaño (*Homotherium* sp.), el hipópotamo *Hippopotamus major* (sinónimo de *H. antiquus*), un proboscídeo, dos especies de caballos, *Equus altidens* y *Equus sussenbornensis* (las mismas que en Barranco León y Fuente Nueva-3), un rinoceronte, una cabra y un ciervo de gran tamaño, conjuntamente con el registro de roedores, que son los que han permitido precisar la cronología del yacimiento (ALBERDI; ALCALÁ; AZANZA et ál., 1989). Asimismo, en 2003 se localizó industria lítica (MARTÍNEZ-NAVARRO; TORO MOYANO; ROS-MONTOYA et ál., 2006).



Yacimiento Epivillafranchense de Huéscar 1 (Granada). Arriba, vista general; centro, desprendimiento a causa de la gran erosión que sufre el afloramiento; abajo resto óseo indeterminado in situ | foto S. Ros-Montoya

Sin embargo, conviene indicar que esta localidad se ha datado recientemente por la técnica de luminiscencia en aproximadamente 0,5 millones de años (DEMURO; ARNOLD; PARES et ál., 2015). Es evidente que la lista faunística y la datación numérica no se corresponden.

En España, el yacimiento emblemático de esta cronología del Pleistoceno inferior terminal es sin duda el nivel TD6 de la Gran Dolina de Atapuerca en Burgos, donde se describió la especie humana *Homo antecessor* (BERMÚDEZ DE CASTRO; ARSUAGA; CARBONELL et ál., 1997), nivel datado en aproximadamente 0,9 millones de años. El incremento de la población humana en la Península Ibérica (y, por extensión, en Europa) es notable, pues los yacimientos con evidencias de presencia humana se multiplican.

EL PLEISTOCENO MEDIO

En el tránsito del Pleistoceno inferior al medio (0,9-0,7 millones de años), los ciclos climáticos de cien mil años se imponen y el rigor climatológico se acentúa hasta la actualidad.

Es en este momento cuando, con singulares excepciones como el tigre de dientes de sable *Homotherium latidens*, que se perpetúa hasta bien entrado el Pleistoceno medio, prácticamente se han extinguido todos los taxones llamados villafranchenses y aparecen las faunas llamadas galerienses, que toman su nombre del yacimiento italiano de Ponte Galeria, en las proximidades de Roma. A partir de este momento comienzan a dominar especies más generalistas, con capacidad de sobrevivir a los cambiantes rigores climáticos, donde se alternan, cíclicamente, periodos cálidos y húmedos con otros muy fríos y secos. Estas nuevas especies, que han ido llegando sucesivamente desde que comenzó el Epivillafranchense, integran, además de los cerdos, a nuevos carnívoros, como la hiena manchada cazadora y carroñera *Crocuta crocuta*, y la hiena carroñera rayada *Hyaena hyaena*, el león *Panthera leo* y el leopardo *Panthera pardus*, todos ellos procedentes de África. También colonizan el continente nuevos herbívoros: dos especies de elefantes, una procedente de Asia, adaptada a ambientes esteparios (*Mammuthus trogontherii*), y otra procedente de África, adaptada a una alimentación de tipo generalista [*Elephas (Palaeoloxodon) antiquus*], un nuevo équido, ancestro directo del caballo doméstico (*Equus ferus*), el ciervo común o venado (*Cervus elaphus*), etc. Algunas de estas nuevas especies se perpetúan en nuestro continente hasta el final del Pleistoceno e incluso unas pocas llegan a sobrevivir hasta la actualidad.

En la cuenca de Guadix-Baza, en una cronología ligeramente más reciente, próxima a 0,7-0,8 millones de años, se encuentra el yacimiento de Cúllar Baza-1 (hoy Cúllar, a secas) (RUIZ-BUSTOS, 1976; ALBERDI; DIAGO,

2009). Dicha localidad arqueopaleontológica conserva aún algunas especies epivillafranquienses, tales como los caballos *Equus altidens* y *Equus sussenbornensis*, y el rinoceronte *Stephanorhinus hundsheimensis*.

Ya entrado el Pleistoceno medio, en torno a 0,5-0,6 millones de años, se produce también la llegada a Europa de una especie muy significativa. Se trata del uro *Bos primigenius*, el ancestro de los actuales toros y vacas domésticos, que es una especie evolucionada en África durante el Pleistoceno inferior, cuyo origen es el búfalo de Olduvai, el llamado *Pelorovis oldowayensis*, descrito en 1928 por un paleontólogo alemán llamado Reck (MARTÍNEZ-NAVARRO; PÉREZ-CLAROS; PALOMBO et ál., 2007).

Bos primigenius coloniza Europa en un viaje desde África realizado en paralelo con los homínidos portadores de industrias líticas achelenses evolucionadas, que darán lugar a las poblaciones europeas de *Homo heidelbergensis*, a partir de las que evolucionarán luego los neandertales. Desde hace 0,5 millones de años hasta la actualidad la cantidad de registros arqueopaleontológicos en Europa en general, y en España en particular, se multiplica. La cita y descripción de todos ellos en este capítulo es imposible, pues son muchos y muy interesantes. La presencia de industria lítica achelense evolucionada es general en todas partes. Los yacimientos con fauna y, algunos de ellos, también con restos humanos, son comunes, destacando los de Sima de los Huesos y Galería en la Sierra de Atapuerca (ARSUAGA; MARTÍNEZ; GRACIA et ál., 1993; GARCÍA-MEDRANO; CÁCERES; OLLÉ et ál., 2017), o el nuevo hallazgo realizado en el yacimiento portugués de la Gruta da Aroeira en Portugal, datado en 0,4 millones de años (DAURA; SANZ; ARSUAGA et ál., 2017).

En este contexto habría que hacer referencia a la cueva de Letzitziki en Mondragón, Guipúzcoa (ARRIOLABENGOA; IRIARTE; ARANBURU et ál., 2015), Bolomor en Tavernes de la Valldigna, Valencia (SAÑUDO; BLASCO; FERNÁNDEZ PERIS 2016), Cueva Horá en Darro y la Carihuela en Píñar, ambas en Granada (BOTELLA LÓPEZ, 1987; VEGA-TOSCANO; HOYOS; RUIZ-BUSTOS et ál., 1988), o la Cueva del Ángel en Lucena, Córdoba (BARROSO RUÍZ; BOTELLA ORTEGA; CAPARRÓS et ál., 2011).

Dentro de estas cronologías hay que incluir también el yacimiento en terraza de Ambrona en Soria, con abundante presencia del elefante *Palaeoloxodon antiquus* (SANTONJA GÓMEZ; PÉREZ GONZÁLEZ; RUIZ ZAPATA et ál., 2005)

En la cuenca de Baza y Guadix se encuentra el famoso yacimiento de la Solana del Zamborino, en el municipio de Fonelas, próximo a Guadix, que se excavó en los años setenta por Miguel Botella, de la Universidad de Granada. En esta localidad arqueopaleontológica se ha identificado una amplia lista



Yacimiento del Pleistoceno medio de la Solana del Zamborino (Fonelas, Granada) | foto B. Martínez-Navarro

faunística, compuesta por especies modernas, muchas de ellas supervivientes en la actualidad, que fueron descritas en un principio en Martín-Penela (1988) y posteriormente adaptadas a una nomenclatura más moderna en Ruiz-Bustos (1999). El registro paleontológico contiene al mono de berbería *Macaca sylvanus*, que habita actualmente en Gibraltar (bien representado a lo largo del Pleistoceno en la Península en diversos yacimientos, como ya se ha dicho, incluido el Pleistoceno medio, por ejemplo la cueva de Bolomor, en Valencia, arriba citada), al mamut de estepa *Mammuthus trogontherii*, al elefante generalista de origen africano *Elephas (Palaeoloxodon) antiquus*, al caballo moderno *Equus caballus torralbae*, al rinoceronte de pradera *Stephanorhinus hemitoechus*, al venado *Cervus elaphus*, al corzo *Capreolus capreolus*, al gamo *Dama* sp., al toro *Bos primigenius*, al bisonte de pradera *Bison priscus*, al hipopótamo moderno *Hippopotamus* cf. *amphibius*, al jabalí *Sus scrofa*, al lobo *Canis lupus*, al león de las cavernas *Panthera leo spelaea*, al linco ibérico *Lynx* cf. *pardinus* y al gato montés *Felis sylvestris*.

Esta lista faunística es coherente con una edad de 0,3-0,5 millones de años (JIMÉNEZ-ARENAS, SANTONJA, BOTELLA et ál., 2011), según se ha confirmado recientemente tras un análisis paleomagnético exhaustivo (ÁLVAREZ-POSADA; PARÉS; SALA et ál., 2017).

EL PLEISTOCENO SUPERIOR

El Pleistoceno superior está básicamente registrado en cuevas y terrazas de ríos, y su abundancia es muy importante a lo largo de toda la geografía ibé-

rica, por lo que la cita de todos los yacimientos es imposible en la extensión de este escrito.

A nivel humano, estos yacimientos están ligados a la presencia de los neandertales hasta su extinción, entre hace unos 40 y 30000 años, según diversos autores, y a nuestra especie desde su llegada coincidiendo con la extinción de los primeros.

Desde entrado el Pleistoceno medio y durante el Pleistoceno superior, en las latitudes septentrionales del planeta, incluida Europa, la fauna se caracteriza por la alternancia de especies adaptadas al frío, que dominan el continente durante los momentos glaciales, cuyos máximos exponentes son el mamut y el rinoceronte lanudos (*Mammuthus primigenius* y *Coelodonta antiquitatis*, respectivamente), pero además hay que incluir el ciervo gigante conocido como el "alce irlandés" (*Megaloceros giganteus*), el reno (*Rangifer tarandus*), el bisonte (*Bison bonasus*), el antílope saiga (*Saiga tatarica*), o el buey almizclero (*Ovibos moschatus*), entre otros.

La presencia de faunas adaptadas a climas fríos, dadas las características geográficas de nuestra península, es menos abundante en España que en otros países situados en latitudes más septentrionales de Europa. Aun así, la presencia de estas especies no es anómala durante el Pleistoceno superior, especialmente en las cuevas de la mitad norte a lo largo de la Cornisa Cantábrica, de los Pirineos y de las cordilleras Central e Ibérica. Como ejemplo se puede citar la cueva de l'Arbreda, en Serinyà, Gerona (ESTÉVEZ, 1987). Mientras tanto, el sur y las zonas del Levante se han comportado como refugios climáticos de especies adaptadas a climatologías benignas, como por ejemplo el toro (*Bos primigenius*), el rinoceronte de pradera (*Stephanorhinus hemitoechus*), o el elefante de defensas largas y rectilíneas (*Palaeoloxodon antiquus*), en contraposición al bisonte, al rinoceronte lanudo o al mamut lanudo, respectivamente, todos ellos de clima frío.

En este contexto, cabe decir que en el Pleistoceno superior tardío el frío llegó a ser muy intenso y parte de esta fauna se expandió hasta el extremo más meridional de la Península. Así, en un momento álgido del hielo, en torno a una cronología entre 40 y 30000 años de antigüedad, se han localizado restos fósiles de mamut lanudo en las turberas de El Padul, ya en la falda oriental de Sierra Nevada, a escasos kilómetros al sur de Granada (ROS-MONTOYA, 2006; ÁLVAREZ-LAO; KAHLKE; GARCÍA et ál., 2009). Este último dato indica cuán importantes han sido los cambios climáticos a lo largo del Cuaternario, ahora que está tan de moda el tema gracias a las alteraciones antrópicas del clima, con amplios glaciares recorriendo la geografía europea en los momentos de menor temperatura, los cuales afectaban de manera significativa hasta las regiones montañosas situadas más al sur del continente.

Curiosamente, el registro de *Mammuthus primigenius* en el Padul coincide con la extinción de *Homo neanderthalensis* en la Península Ibérica, cuyos últimos registros se encuentran precisamente en el sur. El Pleistoceno superior tardío y el Holoceno se caracterizan por la extinción masiva y sucesiva de la megafauna, y posteriormente de otras especies de menor tamaño, extinción que se proyecta hasta la actualidad, pues siguen siendo muchas las especies cuyo ocaso se está produciendo en estos momentos. Esta extinción comienza de manera coincidente o justo después de la colonización por parte del hombre anatómicamente moderno, *Homo sapiens*, de los distintos territorios, como es manifiesto en España. Este es un tema en continuo debate, sobre cuáles son las causas de la desaparición de la megafauna y, también, sobre cuáles son las causas que provocan la extinción final de los neandertales. En nuestra opinión, *Homo sapiens* es el causante fundamental de la desaparición de la fauna y de los neandertales, gracias a su capacidad cinegética sin parangón en momentos precedentes a su llegada. La caza masiva, especialmente en el caso de los ungulados de tamaño medio a grande, no da tiempo a que los individuos de las distintas especies se reproduzcan suficientemente como para contrarrestar la mortandad provocada por nuestros antepasados. La reproducción en el caso de los grandes animales es muy costosa, con largos tiempos de gestación, lactancia y menarquia, al igual que en los humanos, incluidos los neandertales, que deben competir con los *sapiens* por los recursos. La llegada del hombre moderno desequilibra las poblaciones de las distintas especies, disminuyendo el número de individuos y derivando finalmente en la fatalidad, en su ocaso (HORTOLÀ; MARTÍNEZ-NAVARRO, 2013).

Los yacimientos más importantes con presencia de fauna y neandertales en España son el del Sidrón en Asturias, Lezixiki en el País Vasco, el Abric Romaní en Cataluña, El Tossal de la Font, Bolomor y Cova Negra en la Comunidad Valenciana, Pinilla del Valle en Madrid, la Sima de las Palomas en Murcia, Cueva Horá, La Carihuela, o el Boquete de Zafarraya en Andalucía, más las cuevas de Gibraltar.

Los registros con presencia de Paleolítico superior asociado a fauna son muy abundantes y están distribuidos por toda la Península.

EL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO PLIO-PLEISTOCÉNICO Y SU EXPLOTACIÓN EN ESPAÑA

Como se ha explicado, son muchos y muy buenos los registros paleontológicos de cronologías recientes en nuestro país. Estos yacimientos están muy bien estudiados en muchos casos y su conocimiento científico es muy alto, siendo publicados en las mejores revistas paleontológicas, arqueológicas, geológicas y de ámbito más generalista (*Nature*, *Science*, *PNAS*, *PlosONE*,

Quaternary Science Reviews, Palaeo3, Journal of Human Evolution, etc.). Sin embargo, el conocimiento científico no siempre se corresponde con el impacto mediático y con la explotación del patrimonio gracias al fomento del turismo cultural de calidad. Son pocos los yacimientos bien publicitados y adaptados para ser visitados que estén puestos en explotación turística de manera satisfactoria.

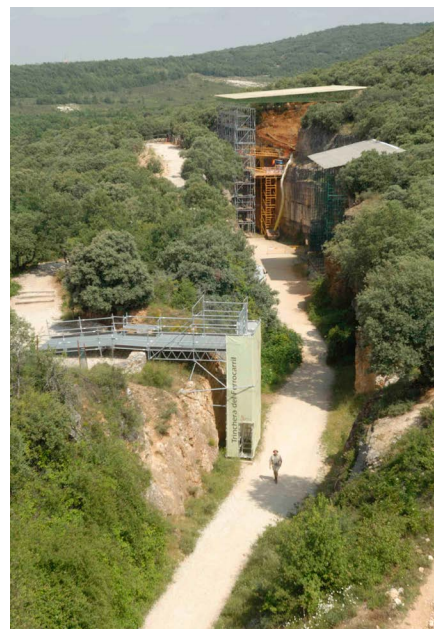
La excepción más importante la constituyen los yacimientos de la Sierra de Atapuerca en Burgos, donde en unos registros únicos por el enorme número de fósiles humanos allí localizados, asociados a una importante información paleontológica y arqueológica, se ha realizado una investigación de excelencia acompañada de una estrategia mediática que ha hecho de este patrimonio un lugar de referencia mundial, acompañada de la declaración por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad en el año 2000. Ello ha contribuido a convencer a la sociedad y a los políticos para crear las infraestructuras e instituciones necesarias en torno a este gran proyecto, tales como el Museo de la Evolución y el Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana-CENIEH en Burgos, la Fundación Atapuerca en Ibeas de Juarros y los distintos centros de recepción e interpretación en la Sierra de Atapuerca. Esta suma ha hecho que los yacimientos de Atapuerca estén permanentemente en los medios de comunicación y que los visitantes a los mismos se cuenten por varios cientos de miles cada año, convirtiendo este patrimonio en un recurso económico y social extraordinario para Burgos y su entorno.

Otros intentos de explotación del patrimonio paleontológico se han hecho en diversos yacimientos, tales como los de la cuenca de Baza y Guadix en Granada, especialmente en Orce donde existe el mayor patrimonio paleontológico del Pleistoceno inferior de Europa, y luego en Fonelas a través de un proyecto de Geoparque para las altiplanicies granadinas que está actualmente en proceso de tramitación. Desgraciadamente, el éxito de estos intentos ha sido por el momento relativo.

El ejemplo de Atapuerca debe servir como acicate para que otras localidades paleontológicas tomen nota y este patrimonio se explote adecuadamente de cara al futuro.

CONCLUSIONES

Esta revisión cronológica, necesariamente limitada, del registro paleobiológico de la Península Ibérica es suficiente para mostrar la importancia de un patrimonio natural sin igual en todo el continente europeo. La abundancia de localidades paleontológicas constituye un libro abierto para el estudio de las sucesivas comunidades de mamíferos continentales que habitaron el sur de



Trinchera del Ferrocarril en la Sierra de Atapuerca, donde se encuentran varios de los yacimientos del complejo kárstico (Sima del Elefante, Galería, Dolina) | foto Proyecto Atapuerca-IPHES

Europa durante todo el Plio-Pleistoceno, desde hace 5-6 millones de años hasta prácticamente la actualidad. Las condiciones geológicas de nuestro país, la enorme cantidad de afloramientos con restos de faunas pretéritas, la extensión de los estratos que albergan los fósiles, la densidad de restos, su buen estado de conservación y su accesibilidad, hacen de España un paraíso para el conocimiento de los ecosistemas del pasado. A ello hay que sumar, además, los registros más antiguos con presencia humana de toda Europa, basados en el hallazgo de restos fósiles e ingentes asociaciones de industria lítica. Gracias a ello, se pueden reconstruir los paleoambientes con una fidelidad que no es posible en otros lugares.

El conocimiento y la divulgación de este patrimonio sin igual en Europa debe implementarse con una estrategia clara y prioritaria con vistas a su explotación social y económica.

Agradecimientos

Al equipo editorial de la *revista PH* por habernos invitado a contribuir con este trabajo al volumen monográfico sobre patrimonio paleontológico. Este estudio ha sido financiado por los proyectos MINECO CGL2016-80975-P y CGL2016-78577-P, CGL-2014-54373-P, así como por los grupos de investigación de la Generalitat de Cataluña 2017 SGR 859 y SGR 116 GRC, y el grupo de investigación de la Junta de Andalucía RNM-146.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTÍ, J.; BLAIN, H.-A.; FURIÓ, M.; MARFÁ, R. (DE); MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; OMS, O. (2013) Early Pleistocene environments and vertebrate dispersals in Western Europe: the case of Barranco de los Conejos (Guadix-Baza Basin, SE Spain). *Quaternary International*, vol. 295, 2013, pp. 59-68
- AGUSTÍ, J.; OMS, O.; REMACHA, E. (2001) Long Plio-Pleistocene Terrestrial Record of Climate Change and Mammal Turnover in Southern Spain. *Quaternary Research*, 56, 2001, pp. 411-418
- ALBA, D. M.; CARLOS-CALERO, J. A.; MANCHEÑO, M. A.; MONTOYA, P.; MORALES, J.; ROOK, L. (2011) Fossil remains of *Macaca sylvanus florentina* (Cocchi, 1872) (Primates, Cercopithecidae) from the Early Pleistocene of Quibas (Murcia, Spain). *Journal of Human Evolution*, 61 (6), 2011, pp. 703-718
- ALBA, D. M.; MADURELL-MALAPEIRA, J.; DELSON, E.; VINUESA, V.; SUSANNA, I.; ESPIGARES, M. P.; ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2016) First record of macaques from the Early Pleistocene of Incarcál (NE Iberian Peninsula). *Journal of Human Evolution*, 96, 2016, pp. 139-144
- ALBERDI, M. T.; ALONSO, M. A. (2009) Cúllar-Baza 1. En MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; TORO MOYANO, I.; PALMQVIST, P.; AGUSTÍ, J. (ed.) (2009) *The Quaternary of southern Spain: a bridge between Africa and the Alpine domain – Fieldtrips Guide*. Orce, pp. 20-128
- ALBERDI, M. T.; ALCALÁ, L. (1989-90) El género hipparion en la fosa del Alfambra-Teruel. *Paleontología i Evolució*, 23, 1989-90, pp. 105-109
- ALBERDI, M. T.; ALCALÁ, L.; AZANZA, B.; CERDEÑO, E.; MAZO, A. V.; MORALES, J.; SESÉ, C. (1989) Consideraciones bioestratigráficas sobre la fauna de Vertebrados fósiles de la cuenca de Guadix-Baza (Granada, España). En ALBERDI, M. T.; BONADONNA, F. P. *Geología y Paleontología de la Cuenca de Guadix-Baza*. Madrid: CSIC-Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1989, pp. 347-355 (Trabajos sobre el Neógeno-Cuaternario; 11)
- ALBERDI, M. T.; AZANZA, B.; CERVANTES, E. (ed.) (2016) *Villarroya, Yacimiento Clave de la Paleontología Riojana [Villarroya, Key Site of La Rioja Palaeontology]*. Logroño: Gobierno de la Rioja, 2016 (Ciencias de la Tierra; 34)
- ALCALÁ, L.; MORALES, J.; MOYÁ-SOLÁ, S. (1989-90) El registro fósil neógeno de los bóvidos (Artiodactyla, Mammalia) de España. *Paleontología i Evolució*, 23, 1989-90, pp. 67-73
- ALONSO DIÁGO, M. A.; HOYOS GÓMEZ, M.; ALBERDI, M. T. (2002) Tafonomía y ambiente sedimentario del yacimiento de Huélago. *Estudios Geológicos*, 58, 2002, pp. 11-25
- ÁLVAREZ-LAO, D. J.; KAHLKE, R.-D.; GARCÍA, N.; MOL, D. (2009) The Padul mammoth finds — On the southernmost record of *Mammuthus primigenius* in Europe and its southern spread during the Late Pleistocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 278, 2009, pp. 57-70
- ÁLVAREZ-POSADA, C.; PARÉS, J. M.; SALA, R.; VISERAS, C.; PLA-PUEYO, S. (2017) New magnetostratigraphic evidence for the age of Acheulean tools at the archaeo-palaeontological site “Solana del Zamborino” (Guadix – Baza Basin, S Spain). *Scientific Reports* 7: 13495 <<https://doi.org/10.1038/s41598-017-14024-5>>
- ARAMBOURG, C.; PIVETEAU, J. (1929) Les vertébrés du Pontien de Salonique. *Annales de Paléontologie*, 18, 1929, pp. 59-138
- ARRIBAS, A.; PALMQVIST, P. (1998) Taphonomy and paleoecology of an assemblage of large mammals: hyaenid activity in the lower Pleistocene site at Venta Micena (Orce, Guadix-Baza Basin, Granada, Spain). *Geobios*, 31(suppl.), 1998, pp. 3-47
- ARRIBAS, A.; GARRIDO, G.; VISERAS, C.; SORIA, J. M.; PLA, S.; SOLANO, J. G.; GARCÉS, M.; BEAMUD, E.; CARRIÓN, J. S. (2009) A Mammalian Lost World in Southwest Europe during the Late Pliocene. *PlosONE* 4(9): e7127. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007127>>
- ARRIOLABENGOA, M.; IRIARTE, E.; ARANBURU, A.; YUSTA, I.; ARRIZABALAGA, A. (2015) Provenance study of endokarst fine sediments through mineralogical and geochemical data (Lezetxiki II cave, northern Iberia). *Quaternary International*, vol. 364, 2015, pp. 231-243 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.072>>
- ARSUAGA, J. L.; MARTÍNEZ, I.; GRACIA, A.; CARRETERO, J. M.; CARBONELL, E. (1993) Three new human skulls from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site in Sierra de Atapuerca, Spain. *Nature*, 362, 1993, pp. 534–537 <<https://doi.org/10.1038/362534a0>>
- AZANZA, B.; MENÉNDEZ, E. (1989-90) Los ciervos fósiles del neógeno español. *Paleontología i Evolució*, 23, 1989-90, pp. 75-82
- AZZAROLI, A. (1983) Quaternary mammals and the end-villafranchian dispersal event— a turning point in the history of Eurasia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 44, 1983, pp. 117-139
- AZZAROLI, A. (1995) The “elephant-Equus” and the “end- Villafranchian” events in Eurasia. En VRBA, E. S.; DENTON, G. H.; PARTRIDGE, T. C.; BURCKLE, LL. H. (ed.) *Paleoclimate and Evolution, with Emphasis on Human Origins*. New Haven and London: Yale University Press, 1995, pp. 311-318

- BAILÓN, S. (1992) Escamosos (Reptilia) fósiles del yacimiento de Moreda (Plioceno medio/superior, Granada, España). *Revista Española de Paleontología*, Extra, 1992, pp. 11-15
- BARROSO RUIZ, C. (coord.) (2003) *El Pleistoceno superior de la Cueva del Boquete de Zafarraya*. Sevilla: Consejería de Cultura, 2003
- BARROSO RUIZ, C.; BOTELLA ORTEGA, D.; CAPARRÓS, M.; LUMLEY, H. (DE) (2011) The Cueva del Angel (Lucena, Spain): An Acheulean hunters habitat in the South of the Iberian Peninsula. *Quaternary International*, 243 (1), 2011, pp. 105-126 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.02.021>>
- BELLUCCI, I.; SARDELLA, R.; ROOK, L. (2015) Large mammal biochronology framework in Europe at Jaramillo: The Epivillafranchian as a formal biochron. *Quaternary International*, 389, 2015, pp. 84-89 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.012>>
- BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; ARSUAGA, J. L.; CARBONELL, E.; ROSAS, A.; MARTÍNEZ, I.; MOSQUERA, M. (1997) A hominid from the Lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: possible ancestor to Neandertals and modern humans". *Science*, 276, 1997, pp. 1392-1395
- BOTELLA LÓPEZ, M. (1987) Memoria de los trabajos realizados en el yacimiento arqueológico de Cueva Horá (Darro, Granada) durante 1985. En *Anuario Arqueológico de Andalucía, 1985, II. Actividades Sistemáticas*. Sevilla: Consejería de Cultura, 1987, pp. 214-215
- CAMPENY VALL-LLOSERA, G.; GÓMEZ DE SOLER, B. (ed.) (2010) *El Camp dels Ninots. Rastres de l'Evolució*. Caldes d'Ajuntament de Caldes de Malavella, Institut Català de Paleocologia Humana i Evolució Social (IPHES)
- CARBONELL, E.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; PARÉS, J. M.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; CUENCA-BESCÓS, G.; OLLÉ, A.; MOSQUERA, M.; HUGUET, R.; VAN DER MADE, J.; ROSAS, A.; SALA, R.; VALLVERDÚ, J.; GARCÍA, N.; GRANGER, D. E.; MARTINÓN-TORRES, M.; RODRÍGUEZ, X. P.; STOCK, G. M.; VERGÈS, J. M.; ALLUÉ, E.; BURJACHS, F.; CÁCERES, I.; CANALS, A.; BENITO, A.; DíEZ, C.; LOZANO, M.; MATEOS, A.; NAVAZO, M.; RODRÍGUEZ, J.; ROSELL, J.; ARSUAGA, J. L. (2008) The first hominin of Europe. *Nature*, 452, 2008, pp. 465-469 <<https://doi.org/10.1038/nature06815>>
- DAURA, J.; SANZ, M.; ARSUAGA, J. L.; HOFFMANN, D. L.; QUAM, R. M.; ORTEGA, M. C.; SANTOS, E.; GÓMEZ, S.; RUBIO, A.; VILLAESCUSA, L.; SOUTO, P.; MAURICIO, J.; RODRIGUES, F.; FERREIRA, A.; GODINHO, P.; TRINKAUS, E.; ZILHÃO, J. (2017) New Middle Pleistocene hominin cranium from Gruta da Aroeira (Portugal). *PNAS*, 114 (13), 2017, pp. 3397-3402 <<https://doi.org/10.1073/pnas.1619040114>>
- DAURA, J.; SANZ, M.; SUBIRÀ, M. E.; QUAM, R.; FULLOLA, J. M.; ARSUAGA, J. L. (2005) A Neanderthal mandible from the Cova del Gegant (Sitges, Barcelona, Spain). *Journal of Human Evolution*, 49, 2005, pp. 56-70 <<https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.03.004>>
- DEMURO, M.; ARNOLD, L. J.; PARÉS, J. M.; SALA, R. (2015) Extended-range luminescence chronologies suggest potentially complex bone accumulation histories at the Early-to-Middle Pleistocene palaeontological site of Huéscar-1 (Guadix-Baza basin, Spain). *Quaternary International*, 389, 2015, pp. 191-212 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.08.035>>
- ESPIGARES, M.P.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST, P.; ROS-MONTOYA, S.; TORO, I.; AGUSTÍ, J.; SALA, R. (2013) Homo vs. Pachyrocota: Earliest evidence of competition for an elephant carcass between scavengers at Fuente Nueva-3 (Orce, Spain). *Quaternary International*, 295, 2013, pp. 113-125 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.09.032>>
- ESTÉVEZ, J. (1987) La fauna de l'Arbreda (sector Alfa) en el conjunt de faunes del Pleistocè Superior. *CYPSELA VI*, 1987, pp. 73-87
- FERRÁNDEZ-CAÑADELL, C.; RIBOT, F.; GIBERT, LL. (2014) New fossil teeth of *Theropithecus oswaldi* (Cercopithecoidea) from the Early Pleistocene at Cueva Victoria (SE Spain). *Journal of Human Evolution*, 74, 2014, pp. 55-66
- FINLAYSON, C.; GILES PACHECO, F.; RODRÍGUEZ-VIDAL, J.; FA, D. A.; GUTIÉRREZ LÓPEZ, J. M.; SANTIAGO PÉREZ, A.; FINLAYSON, G.; ALLUE, E.; BAENA PREYSLER, J.; CÁCERES, I.; CARRIÓN, J. S.; FERNÁNDEZ JALVO, Y.; GLEED-OWEN, C. P.; JIMENEZ ESPEJO, F. J.; LÓPEZ, P.; LÓPEZ SÁEZ, J. A.; RIQUELME CANTAL, J. A.; SÁNCHEZ MARCO, A.; GILES GUZMAN, F.; BROWN, K.; FUENTES, N.; VALARINO, C. A.; VILLALPANDO, A.; STRINGER, C. B.; MARTINEZ RUIZ, F.; SAKAMOTO, T. (2006) Late survival of Neanderthals at the southernmost extreme of Europe. *Nature*, 443 (7113), 2006, pp. 850-853 <<https://doi.org/10.1038/nature05195>>
- GARCÍA-AGUILAR, J. M.; GUERRA-MERCHÁN, A.; SERRANO, F.; PALMQVIST, P.; FLORES-MOYA, A.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2014) Hydrothermal activity and its paleoecological implications in the latest Miocene to Middle Pleistocene lacustrine environments of the Baza Basin (Betic Cordillera, SE Spain). *Quaternary Science Reviews*, vol. 96, 2014, pp. 204-221 <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2013.07.009>>
- GARCÍA-AGUILAR, J. M.; GUERRA-MERCHÁN, A.; SERRANO, F.; FLORES-MOYA, A.; DELGADO-HUERTAS, A.; ESPIGARES, M. P.; ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST, P. (2015) A reassessment

of the evidence for hydrothermal activity in the Neogene-Quaternary lacustrine environments of the Baza basin (Betic Cordillera, SE Spain) and its paleoecological implications. *Quaternary Science Reviews*, 112, 2015, pp. 226-235 <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.02.001>>

• GARCÍA-MEDRANO, P.; CÁCERES, I.; OLLÉ, A.; CARBONELL, E. (2017) The occupational pattern of the Galería site (Atapuerca, Spain): A technological perspective. *Quaternary International*, vol. 433, 2017, pp. 363-378 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.11.013>>

• GIBERT, J.; RIBOT, F.; GIBERT, L.; LEAKEY, M.; ARRIBAS, A.; MARTÍNEZ, B. (1995) Presence of the cercopithecoid genus *Theropithecus* in Cueva Victoria (Murcia, Spain). *Journal of Human Evolution*, 28, 1995, pp. 487-493 <<https://doi.org/10.1006/jhev.1995.1036>>

• GILESPACHECO, F.; SANTIAGO, A.; GUTIÉRREZ, J. M.; LÓPEZ-GARCÍA, J. M.; BLAIN, H. A.; CUENCA-BESCÓS, G.; MADE, J. (DER); CÁCERES, I.; GARCÍA, N. (2011) The Early Pleistocene paleontological site in the Sierra del Chaparral (Villaluenga del Rosario, Cádiz, Southwestern Spain). *Quaternary International*, vol. 243, 2011, pp. 92-104 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.05.034>>

• GÓMEZ DE SOLER, B.; CAMPENY VALL-LLOSERA, G.; MADE, J. (VAN DER); OMS, O.; AGUSTÍ, J.; SALA, R.; BLAIN, H. A.; BURJACHS, F.; CLAUDE, J.; GARCÍA CATALÁN, S.; RIBA, D.; ROSILLO, R. (2012) A new key locality for the Pliocene vertebrate record of Europe: the Camp dels Ninots maar (NE Spain). *Geologica Acta* 10, 2012, pp. 1-17 DOI: <<http://dx.doi.org/10.1344/105.000001702>>

• GUERRA-MERCHÁN, A.; RUIZ-BUSTOS, A.; MARTÍN-PENELA, A. J. (1991) Geología y fauna de los yacimientos de Colorado 1, Colorado 2, Aljibe 2 y Aljibe 3 (Cuenca de Guadix-Baza, Cordilleras Béticas). *Geogaceta*, 9, 1991, pp. 99-102

• HORTOLÀ, P.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2013) The Quaternary megafaunal extinction and the fate of Neanderthals: An integrative working hypothesis. *Quaternary International*, vol. 295, 2013, pp. 69-72 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.02.037>>

• JIMÉNEZ-ARENAS, J. M.; SANTONJA, M.; BOTELLA, M.; PALMQVISTE, P. (2011) The oldest handaxes in Europe: fact or artefact? *Journal of Archaeological Science*, vol. 38, n.º 12, 2011, pp. 3340-3349 <<https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.07.020>>

• KOUFOS, G.; KOSTOPOULOS, D. (1997) Biochronology and succession of the Plio-Pleistocene macromammalian localities of Greece. En AGUILAR, J. P.; LEGENDRE, J.; MICHAUX, J. (ed.) *Actes du Congrès Biochro M'97. Mémoires et Travaux de l'Institut de Montpellier (EPHE)*, 21, 1997, pp. 619-634

• KURTÉN, B.; CRUSAFONT PAIRÓ, M. (1977) *Villafranchian Carnivores (Mammalia) from La Puebla de Valverde (Teruel, Spain)*. Helsinki: Societas Scientiarum Fennica, 1977, pp. 1-39 (Series Commentationes biologicae, 85)

• LACOMBAT, F.; ABBAZZI, L.; FERRETTI, M. P.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; MOULLÉ, P. E.; PALOMBO, M. R.; ROOK, L.; TURNER, A.; VALLIG, A. M. F. (2008) New data on the Early Villafranchian fauna from Vialette (Haute-Loire, France) based on the collection of the Crozatier Museum (Le Puy-en-Velay, Haute-Loire, France). *Quaternary International*, vol. 179, n.º, 2008, pp. 64-71 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.09.005>>

• LINDSAY, E. H.; OPDYKE, N. O.; JOHNSON, N. M. (1980) Pliocene dispersal of the horse *Equus* and late Cenozoic mammalian dispersal events. *Nature*, 287, pp. 135-138 doi:10.1038/287135a0

• MADURELL-MALAPEIRA, J.; MINWER-BARAKAT, R.; ALBA, D. M.; GARCÉS, M.; GÓMEZ, M.; AURELL-GARRIDO, J.; ROS-MONTOYA, S.; MOYÀ-SOLÀ, S.; BERÁSTEGUIC, X. (2010) The Vallparadís section (Terrassa, Iberian Peninsula) and the latest Villafranchian faunas of Europe. *Quaternary Science Reviews*, vol. 29, n.º 27-28, 2010, pp. 3972-3982 <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.09.020>>

• MADURELL-MALAPEIRA, J.; ROS-MONTOYA, S.; ESPIGARES, M. P.; ALBA, D. M.; AURELL-GARRIDO, J. (2014) Villafranchian large mammals from the Iberian Peninsula: paleobiogeography, paleoecology and dispersal events. *Journal of Iberian Geology [en línea]*, vol. 40, n.º 1, 2014, pp. 167-178 <<http://revistas.ucm.es/index.php/JIGE/article/view/44093/41692>> [Consulta: 21/05/2018]

• MARIGÓ, J.; SUSANNA, I.; MINWER-BARAKAT, R.; MADURELL-MALAPEIRA, J.; MOYÀ-SOLÀ, S.; CASANOVAS-VILAR, I.; ROBLES, J. M.; ALBA, D. M. (2014) The primate fossil record in the Iberian Peninsula. *Journal of Iberian Geology [en línea]*, vol. 40, n.º 1, 2014, pp. 179-211 <<http://revistas.ucm.es/index.php/JIGE/article/view/44094>> [Consulta: 21/05/2018]

• MARTÍN-PENELA, A. J. (1988) Los grandes mamíferos del yacimiento Achelense de la Solana del Zamborío, Fonelas (Granada, España). *Antropología y Paleoecología Humana*, n.º 5, 1988, pp. 29-187

• MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2001) *Prospección paleontológica con sondeo estratigráfico en el yacimiento de Baza-1 (Rusciniense Superior)*. Informe de las campañas correspondientes a los años 2000 y 2001. Delegación de Cultura de Granada. Junta de Andalucía. Inédito

• MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2010) Early Pleistocene faunas of Eurasia and hominin dispersals. En FLEAGLE, J. G.; SHEA, J. J.; GRINE, F. E.; BADEN, A. L.; LEAKEY,

R. E. (ed.) *Out of Africa I: The First Hominin Colonization of Eurasia*. New York: Springer, 2010, pp. 207-224

- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; CLARET, A.; SHABEL, A. B.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; LORENZO, C.; PALMQVIST, P. (2005) Early Pleistocene "hominid remains" from southern Spain and the taxonomic assignment of the Cueva Victoria phalanx. *Journal of Human Evolution*, 48 (5), 2005, pp. 517-523 <<https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2005.02.003>>
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; MADURELL-MALAPEIRA, J.; ROS-MONTOYA, S.; ESPIGARES, M. P.; MEDIN, T.; HORTOLÀ, P.; PALMQVIST, P. (2015) The Epiwillfranchian and the arrival of pigs into Europe. *Quaternary International*, vol. 389, 2015, pp. 131-138 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.039>>
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST, P. (1995) Presence of the African Machairodont *Megantereon whitei* (Broom, 1937) (Felidae, Carnivora, mammalia) in the lower pleistocene site of Venta Micena (Orce, Granada, Spain), with some considerations on the origin, evolution and dispersal of the genus. *Journal of Archaeological Science*, 22, 1995, pp. 569-582
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST, P. (1996) Presence of the African saber-toothed felid *Megantereon whitei* (BROOM, 1937) (Mammalia, Carnivora, Machairodontidae) in Apollonia-1 (Mygdonia Basin, Macedonia, Greece). *Journal of Archaeological Science*, 23, 1996, pp. 869-872
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST BARRENA, P.; MADURELL-MALAPEIRA, J.; ROS MONTOYA, S.; ESPIGARES ORTIZ, M. P.; TORREGROSA, V.; PÉREZ CLAROS, J. A. (2010) La fauna de grandes mamíferos de Fuente Nueva-3 y Barranco León-5: Estado de la cuestión. En TORO, I.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; AGUSTÍ, J. (coord.) *Ocupaciones Humanas en el Pleistoceno Inferior y Medio de la Cuenca de Guadix-Baza*. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, 2010, pp. 197-236
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PALMQVIST, P.; SHABEL, A. B.; CLARET DOS SANTOS, A. (2008) Reply to Gibert et al. (2008) on the supposed human phalanx from Cueva Victoria (Cartagena, Spain). *Journal of Human Evolution*, 54 (1), 2008, pp. 157-161
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; PALOMBO, M. R.; ROOK, L.; PALMQVIST, P. (2007) The Olduvai buffalo *Pelorovis* and the origin of *Bos*. *Quaternary Research*, vol. 68, n.º 2, 2007, pp. 220-226 <<https://doi.org/10.1016/j.yqres.2007.06.002>>
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ROOK, L. (2003) Gradual evolution in the African hunting dog lineage. Systematic implications. *Comptes Rendus Paléovol*, vol. 2, n.º 8, 2003, pp. 695-702 <<https://doi.org/10.1016/j.crvp.2003.06.002>>
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ROS-MONTOYA, S.; ESPIGARES, M. P.; PALMQVIST, P. (2011) Presence of the Asian origin Bovini, *Hemibos* sp. aff. *Hemibos gracilis* and *Bison* sp., at the early Pleistocene site of Venta Micena (Orce, Spain). *Quaternary International*, vol. 243, n.º 2011, pp. 54-60 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.05.016>>
- MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; TORO MOYANO, I.; ROS-MONTOYA, S.; ESPIGARES ORTIZ, M. P.; FAJARDO-FERNÁNDEZ-PALMA, B. (2006) Resultados de la Prospección Superficial del Área de Huéscar (Sector Nororiental de la Cuenca de Guadix-Baza), Campaña 2003. *Anuario Arqueológico de Andalucía/2003*. Sevilla: Dirección General de Bienes Culturales. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, 2006, pp. 54-59
- MAZO, A. V. (1989) Nuevos restos de Proboscidea (Mammalia) en la cuenca de Guadix-Baza. En ALBERDI, M. T.; BONADONNA, F. (ed.) *Geología y Paleontología de la cuenca de Guadix-Baza*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC, 1989, pp. 225-236 (Trabajos sobre el Neógeno-Cuaternario, vol. 11)
- MAZO, A. V. (1997) El yacimiento Rusciniense de Alcalá de Júcar (Albacete). Taxonomía y Bioestratigrafía. *Estudios Geológicos*, 53, 1997, pp. 275-286
- MAZO, A. V.; MADE, J. (VAN DER); ARRIBAS, A.; SÁNCHEZ, A. (2003) *Hace 3 Millones de Años (Catálogo de la exposición)*. Ciudad Real: Fundación de Cultura y Deportes de Castilla La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha
- FATÁS MONFORTE, P.; LASHERAS CORRUCHAGA, J. A.; RASINES DEL RÍO, P.; MONTES BARQUÍN, R.; HERAS MARTÍN, C. (DE LAS) (2004) Los "aerógrafos" de la Cueva de Altamira. *Zona arqueológica*, n.º 4(4), 2004, miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre, pp. 320-327
- MORATORCAL, R.; MATEU, J.; CARBONELL I ROURA, E.; YLL, R.; GUSI JENER, F.; ESTÉVEZ ESCALERA, J. (1980) Avance preliminar sobre el yacimiento del Pleistoceno medio. Cova del Tossal de la Font (Vilafamés, Castellón). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, 7, 1980, p. 7 ss.
- MOYÀ-SOLÀ, S. (1987) Los bóvidos (*Artiodactyla*, Mammalia) del yacimiento del Pleistoceno inferior de Venta Micena (Orce, Granada, España). *Paleontología i Evolució*, Mem. Esp., 1, 1987, pp. 181-236
- MOYÀ-SOLÀ, S.; AGUSTÍ, J.; MARÍN, M. (1987) Fuentesnuevas 1: nueva localidad con mamíferos del Plioceno superior de Guadix-Baza (Granada, España). *Paleontología i Evolució*, Mem. Esp., 1, 1987, pp. 87-93
- PALMQVIST, P.; ARRIBAS, A. (2001) Taphonomic decoding of the paleobiological information locked in a lower

Pleistocene assemblage of large mammals. *Paleobiology*, 27, 2001, pp. 512-530

• PALMQVIST, P.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ARRIBAS, A. (1996) Prey selection by terrestrial carnivores in a lower Pleistocene paleocommunity. *Paleobiology*, 22, 1996, pp. 514-534

• PALMQVIST, P.; ARRIBAS, A.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (1999) Ecomorphological study of large canids from the lower Pleistocene of southeastern Spain. *Lethaia*, 32, 1999, pp. 75-88

• PALMQVIST, P.; GRÖCKE, D. R.; ARRIBAS, A.; FARIÑA, R. A. (2003) Paleocological reconstruction of a lower Pleistocene large mammals community using biogeochemical ($\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, $\delta^{18}O$, Sr:Zn) and ecomorphological approaches. *Paleobiology*, 29(2), 2003, pp. 205-229 <<https://doi.org/10.1017/S0094837300018078>>

• PALMQVIST, P.; TORREGROSA, V.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; TURNER, A. (2007) A re-evaluation of the diversity of Megantereon (Mammalia, Carnivora, Machairodontinae) and the problem of species identification in extinct carnivores. *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 27, n.º 1, pp. 160-175

• PALMQVIST, P.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; JANIS, C. M.; GRÖCKE, D. R. (2008) Tracing the ecophysiology of ungulates and predator-prey relationships in an early Pleistocene large mammal community. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 266, n.º 1-2, 2008, pp. 95-111 <<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.03.015>>

• PALMQVIST, P.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; JANIS, C. M.; FIGUEIRIDO, B.; TORREGROSA, V.; GRÖCKE, D. R. (2008) Biogeochemical and ecomorphological inferences on prey selection and resource partitioning among mammalian carnivores in an early Pleistocene community. *Palaïos*, 23 (11), 2008, pp. 724-737 DOI: <<https://doi.org/10.2110/palo.2007.p07-073r>>

• PALMQVIST, P.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; PÉREZ-CLAROS, J. A.; TORREGROSA, V.; FIGUEIRIDO, B.; JIMÉNEZ-ARENAS, J. M.; ESPIGARES, M. P.; ROS-MONTOYA, S.; RENZIG, M. (DE) (2011) The giant hyena *Pachycrocuta brevirostris*: modeling the bone-cracking behavior of an extinct carnivore. *Quaternary International*, vol. 243, n.º 1, 2011, pp. 61-79 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.035>>

• PALMQVIST, P.; DUVAL, M.; DIÉGUEZ, A.; ROS-MONTOYA, S.; ESPIGARES, M. P. (2016) On the fallacy of using orthogenetic models of rectilinear change in arvicolid teeth for estimating the age of the first human settlements in Western Europe. *Historical Biology*, vol. 28, n.º 6, 2016, pp. 734-752 <<https://doi.org/10.1080/08912963.2015.1025390>>

• PERETO, L. (1865) Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 22, pp. 210-277

• PIÑERO, P.; AGUSTÍ, J.; OMS, O.; BLAIN, H. A.; LAPLANA, C.; ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2017) Rodents from Baza-1 (Guadix-Baza Basin, southeast Spain): filling the gap of the early Pliocene succession in the Betics. *Journal of Vertebrate Paleontology*, vol. 37, n.º 4, 2017 <<https://doi.org/10.1080/102724634.2017.1338294>>

• RADULESCU, C.; SAMSON P. M.; PETCULESCU, A.; STIUCA, E. (2003) Pliocene Large Mammals of Romania Grandes Mamíferos del Plioceno de Rumania. *Coloquios de Paleontología*, vol. Extra 1, 2003, pp. 549-558

• RODRÍGUEZ-GÓMEZ, G.; PALMQVIST, P.; RODRÍGUEZ, J.; MATEOS, A.; MARTÍN-GONZÁLEZ, J. A.; ESPIGARES, M. P.; ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2016) On the ecological context of the earliest human settlements in Europe: Resource availability and competition intensity in the carnivore guild of Barranco León-D and Fuente Nueva-3 (Orce, Baza Basin, SE Spain). *Quaternary Science Reviews*, vol. 143, pp. 69-83 <<https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.05.018>>

• ROOK, L.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B. (2010) Villafranchian: the long story of a Plio-Pleistocene European large mammal biochronologic unit. *Quaternary International*, vol. 219, n.º 1-2, 2010, pp. 134-144 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.01.007>>

• ROS-MONTOYA, S. (2006) El Padul (Granada): presencia de Mamut Lanudo (*Mammuthus primigenius* BLUMENBACH) en el Sur de España. *Miscelánea Paleontológica. Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza (SEPAZ)*, vol. 6, 2006, pp. 275-293

• ROS-MONTOYA, S. (2010) *Los Proboscídeos del Plio-Pleistoceno de las Cuencas de Guadix-Baza y Granada*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Granada, 403 pp.

• ROS-MONTOYA, S.; MADURELL-MALAPEIRA, J.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ESPIGARES, M. P.; PALMQVIST, P. (2012) Late Villafranchian *Mammuthus meridionalis* (Nesti, 1825) from the Iberian Peninsula: Dentognathic remains from Incarcàl-I (Crespià, Girona) and Venta Micena (Orce, Granada). *Quaternary International*, vol. 276-277, 2012, pp. 17-22 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.03.007>>

• ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ESPIGARES, M. P.; GUERRA-MERCHÁN, A.; GARCÍA-AGUILAR, J. M.; PIÑERO, P.; RODRÍGUEZ-RUEDA, A.; AGUSTÍ, J.; OMS, O.; PALMQVIST, P. (2017) A new Ruscinian site in Europe: Baza-1 (Baza basin, Andalusia,

Spain). *Comptes Rendus Palevol*, vol. 16, n.º 7, 2017, pp. 746-761 <<https://doi.org/10.1016/j.crpv.2017.05.005>>

• ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; ESPIGARES, M. P.; PALMQVIST, P. (2016) Fuente Nueva 1: el registro más antiguo del Pleistoceno inferior de Orce. En MELÉNDEZ, G.; NÚÑEZ, A.; TOMÁS, M. (ed.) *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Madrid: Instituto Minero y Geológico de España, 2016, pp. 387-391 (Cuadernos del Museo Geominero, 20)

• ROSAS, A.; MARTÍNEZ-MAZA, C.; BASTIR, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; LALUEZA-FOX, C.; HUGUET, R.; EUGENIO ORTIZ, J.; JULIÀ, R.; SOLER, V.; TORRES, T. (DE); MARTÍNEZ, E.; CAÑAVERAS, J. C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; CUEZVA, S.; LARIO, J.; SANTAMARÍA, D.; RASILLA, M. (DE LA); FORTEA, J. (2006) Paleobiology and comparative morphology of a late Neandertal sample from El Sidrón, Asturias, Spain. *PNAS*, 103 (51), 2006, pp. 19266-19271 <<https://doi.org/10.1073/pnas.0609662104>>

• RUIZ BUSTOS, A. (1976) Estudio sistemático y ecológico sobre las faunas del Pleistoceno Medio en las depresiones granadinas. El yacimiento de Cúllar de Baza I. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Facultad de Ciencias. Trabajos y Monografía, 1, pp. 1-300

• RUIZ-BUSTOS, A. (1999) Biostratigraphy of the continental deposits in the Granada, Guadix and Baza basins (Betic Cordillera). En GIBERT, J.; SÁNCHEZ, F.; GIBERT, L.; RIBOT, F. (ed.) *The hominids and their environment during the Lower and Middle Pleistocene of Eurasia*. Orce (Granada): Ayuntamiento, Museo de Prehistoria y Paleontología "J. Gibert", 1999, pp. 153-174

• SANTONJA GÓMEZ, M.; PÉREZ GONZÁLEZ, A.; RUIZ ZAPATA, B.; SESÉ, C.; SOTO, E. (2005) *Esperando el Diluvio. Ambrona y Torralba hace 400.000 años*. Madrid: Museo Arqueológico Regional, Comunidad de Madrid, Junta de Castilla y León, 2005

• SAÑUDO, P.; BLASCO, R.; FERNÁNDEZ PERIS, J. (2016) Site formation dynamics and human occupations at Bolomor Cave (Valencia, Spain): An archaeostratigraphic analysis of levels I to XII (100–200 ka). *Quaternary International*, vol. 417, 2016, pp. 94-104 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.044>>

• SCOTT, G. R.; GIBERT, L. (2009) The oldest hand-axes in Europe. *Nature*, 461, 2009, pp. 82-85 doi:10.1038/nature08214

• SEQUEIROS, L. (2011) *Elefantes, tortugas y volcanes. ALCOLEA DE CALATRAVA Y SUS FÓSILES*. Madrid: Bubok Publishing, 2011

• SINUSIA, C.; PUEYO, E. L.; AZANZA, B.; POCIVI, A. (2004) Datación magnetoestratigráfica del yacimiento

paleontológico de la Puebla de Valverde (Teruel). *Geotemas*, 6, 2004, pp. 329-342

• STEELMAN, K. L.; LOMBERA HERMIDA, A. (DE); VIÑAS VALLVERDÚ, R.; RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, X. P.; CARRERA-RAMÍREZ, F.; RUBIO-MORA, A.; FÁBREGAS-VALCARCE, R. (2017) Cova Eirós: an integrated approach to dating the earliest known cave art in NW Iberia. *Radiocarbon*, vol. 59, n.º 1, 2017, pp. 151-164 <<https://doi.org/10.1017/RDC.2017.4>>

• TORO-MOYANO, I.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; AGUSTÍ, J.; SOUDAY, C.; BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M.; MARTINÓN-TORRES, M.; FAJARDO, B.; DUVAL, M.; FALGUÈRES, C.; OMS, O.; PARÉS, J. M.; ANADÓN, P.; JULIÀ, R.; GARCÍA-AGUILAR, J. M.; MOIGNE, A. M.; ESPIGARES, M. P.; ROS-MONTOYA, S.; PALMQVIST, P. (2013) The oldest human fossil in Europe, from Orce (Spain). *Journal of Human Evolution*, vol. 65, n.º 1, 2013, pp. 1-9

• VALLVERDÚ, J.; SALADIÉ, P.; ROSAS, A.; HUGUET, R.; CÁCERES, I.; MOSQUERA, M.; GARCÍA-TABERNERO, A.; ESTALRRICH, A.; LOZANO-FERNÁNDEZ, I.; PINEDA-ALCALÁ, A.; CARRANCHO, A.; VILLALAIN, J. J.; BOURLÈS, D.; BRAUCHER, R.; LEBATARD, A.; VILALTA, J.; ESTEBAN-NADAL, M.; BENNÀSAR, M. L.; BASTIR, M.; LÓPEZ-POLÍN, L.; OLLÉ, A.; VERGÉS, J. M.; ROS-MONTOYA, S.; MARTÍNEZ-NAVARRO, B.; GARCÍA, A.; MARTINELL, J.; EXPÓSITO, I.; BURJACHS, F.; AGUSTÍ, J.; CARBONELL, E. (2014) Age and Date for Early Arrival of the Acheulian in Europe (Barranc de la Boella, la Canonja, Spain). *PlosONE* 9(7): e103634. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103634>>

• VEGA-TOSCANO G.; HOYOS M.; RUIZ-BUSTOS A.; LAVILLE, J. (1988) La séquence de la grotte de la Carihuela (Pinar, Grenade): chronostratigraphie et paléoécologie du Pléistocène supérieur au sud de la péninsule ibérique. En OTTE, M. (ed.) *L'Homme de Néandertal. L'Environnement*. Liège: Université de Liège, p1988, p. 169-180

• VICENTE GABARDA, V.; MARTÍNEZ VALLE, R.; GUILLEM CALATAYUD, M.; GARAY MARTÍ, P.; PUEYO, E.; CASABÓ, J. (2016) The Lower Palaeolithic site Alto de las Picarazas (Andilla-Chelva, Valencia). *Quaternary International*, vol. 393, 2016, pp. 83-94 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.04.049>>

• VILLALTA, J. F.; LLOMPART, C. (1981) Hallazgo de un molar de *Mammuth borsoni* (Hays) en el Plioceno del Baix Empurdà (Prov. Girona). *Acta Geológica Hispánica*, 16, 1981, pp. 195-197

• WALKER, M. J.; GIBERT, J.; LÓPEZ, M. V.; VINCENT LOMBARDI, A.; PÉREZ-PÉREZ, A.; ZAPATA, J.; ORTEGA, J.; HIGHAM, T.; PIKE, A.; SCHWENNINGER, J. L.; ZILHÃO, J.; TRINKAUS, E. (2008) Late Neandertals in

Southeastern Iberia: Sima de las Palomas del Cabezo Gordo, Murcia, Spain. *PNAS* [en línea], 105 (52), 2008, pp. 20631-20636 <<http://www.pnas.org/content/105/52/20631>> [Consulta: 22/05/2018]

• WALKER, M. J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, M.; CARRIÓN-GARCÍA, J. S.; RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T.; SAN-NICOLÁS DEL-TORO, M.; SCHWENNINGER, J. L.; LÓPEZ JIMÉNEZ, A.; ORTEGA-RODRIGÁNEZ, J.; HABER-URIARTE, M.; POLO-CAMACHO, J. L.; GARCÍA-TORRES, J.; CAMPILLO-BOJ, M.; AVILÉS-FERNÁNDEZ, A.; ZACK, W.(2013) Cueva Negra del Estrecho del Río Quípar (Murcia, Spain): A late Early Pleistocene hominin site with an "Acheulo-Levalloiso-Mousteroid Palaeolithic assemblage. *Quaternary International*, 294, pp. 135-159 <<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2012.04.038>>

El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?

coordina Eloísa Bernáldez Sánchez

“Encontré un fósil y no supe qué hacer con él”. Con este título publiqué un artículo en el *Boletín del IAPH* en 1998; 20 años después, sigue vigente. Los fósiles, esos restos de la vida pasada, son parte de los bienes muebles e inmuebles del patrimonio histórico de España desde 1985. En esta ley estatal no existen diferencias temporales, espaciales o culturales para proteger y fomentar el conocimiento de los fósiles. Sin embargo, sí las hay en la comunidad andaluza.

Desde el 2007, la Ley de Patrimonio Histórico (y, anteriormente, el Reglamento de Actividades Arqueológicas) diferencia los fósiles relacionados con la presencia de humanos y los que no cumplen esta condición. Es decir, que los fósiles que tienen menos de 1,4 millones de años (Ma), la fecha más antigua que tenemos de un homínido en Andalucía (TORO, 2015), son susceptibles de ser protegidos, fomentados, divulgados e investigados; pero los centenares de fósiles de ballenas repartidos por toda Andalucía desde Almería a Huelva, las icnitas de dinosaurios de Sevilla y Jaén, las miles de especies de invertebrados, como los magníficos moluscos tropicales de Málaga, las evidencias de los primeros seres vivos (estromatolitos) con unos 3.500 Ma, los troncos fosilizados de 16 m de coníferas con 280 Ma, las huellas de rayas en Córdoba... y así hasta cansarnos, son desconocidos y están desprotegidos porque, en el año 2003, estos bienes patrimoniales, que protegieron y fomentaron la Consejería de Cultura, dejan de ser competencia de esta administración, con un criterio muy lógico, al no estar unidos a la presencia de humanos.

Cuando en el año 2002 la Consejería de Medio Ambiente termina el Plan Estratégico de Geobiodiversidad, reconociendo a los fósiles como un rasgo del patrimonio geológico, pensamos que esas evidencias del pasado iban a ser protegidas por esta consejería. En los PORN (Planes de Ordenación de los Recursos Naturales) y PRUG (Planes Rectores de Uso y Gestión) de los espacios protegidos hay un artículo que prohíbe coger fósiles, pero la falta de un desarrollo legal hace inútil tal prohibición ante la falta de herramientas para juzgar a los que incumplen este artículo.

Pero lo más insólito de esta situación es que cuando quieres notificar el hallazgo de un fósil o de un yacimiento paleontológico no tenemos un organismo al que dirigirnos sin que nos digan que si no es un fósil relacionado con la presencia de humanos, no es su competencia y que se dirija a la Consejería de Medio Ambiente, en cuya Estrategia de la Geodiversidad reconoce como un “rasgo” del patrimonio geológico a los fósiles de nuestra comunidad, a pesar de que es un patrimonio reconocido estatalmente como independiente del geológico. Esto no importaría si no fuese porque cuando encuentras el esqueleto completo de una ballena, o las huellas de dinosaurios, o un yacimiento de erizos de mar, o de ammonites, o de huellas de rayas, y te diriges a la Consejería de Medio Ambiente, que parece que tendría las competencias sobre la investigación, la protección, el fomento y la divulgación del patrimonio paleontológico, te indican que llames a la Consejería de Cultura, volviendo al punto de partida, creándose un bucle infinito. Este bucle termina en una página web donde se solicitan vendedores de fósiles o en cualquier lugar donde se perderá el conocimiento histórico y natural de nuestra comunidad.

Nos preguntamos ¿a quién le corresponde esta competencia? Por ahora los paleontólogos no sabemos a quién pedir permisos para investigar los yacimientos paleontológicos, ni el ciudadano sabe dónde notificar

estos hallazgos ni a quién dirigirse para que le den respuesta sobre qué hacer con este patrimonio, reconocido estatalmente, que permanece desde el 2003 en el limbo autonómico.

BIBLIOGRAFÍA

- TORO MOYANO, I. (2015) Primeros pobladores: La colonización más antigua de Europa. *Andalucía en la historia*, n.º. 50 (La Historia de Andalucía en 50 palabras), 2015, pp. 6-7

Eloísa Bernáldez Sánchez | Laboratorio de Paleontología y Paleobiología del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH)

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4205>

Dinámica de funcionamiento de la sección PERSPECTIVAS

Este espacio de *revista ph* pretende poner en común los distintos puntos de vista sobre los temas de debate que se propongan, atendiendo a dos principios básicos: máxima libertad y respeto.

Dos veces al año, se sugerirá un tema para discutir, con un texto de presentación, redactado por la persona que coordine el debate, y un guión de cuestiones que puedan animar el intercambio de ideas.

A partir de este momento se abrirá un plazo de envío de contribuciones breves (1000 palabras + 1 o 2 imágenes). Dichas aportaciones deben adecuarse a los temas planteados en el texto y guión de presentación del debate. Estas contribuciones se revisarán y publicarán todas, siempre y cuando se ajusten al hilo argumental propuesto.

Para facilitar la posibilidad de comentar las distintas aportaciones que vayan llegando, se incluirán de manera provisional como *preprints* en el número de la revista en preparación, hasta una segunda fase en la que se maquetarán y paginarán en el número definitivo. Los comentarios de los lectores a los *preprints* continuarán visibles incluso después de la publicación del número que origina el debate, igualmente permanecerá abierta la posibilidad de seguir comentando.

Recuerda que para enviar contribuciones y comentarios hay que registrarse como autor y lector respectivamente. Si tienes perfil en alguna red social profesional o mantienes un blog especializado incorpora a tu texto sus direcciones para aumentar las posibilidades de comunicación.

Los debates que se plantean en la sección *Perspectivas*, antes (*preprint*) y después de la publicación de la revista, pueden seguir enriqueciéndose con tu aportación. Regístrate en *revista ph* y actualiza los debates con tus comentarios. También puedes participar a través del perfil de facebook del IAPH <www.facebook.com/patrimoniolIAPH>

La protección del patrimonio paleontológico en Castilla y León

Antonio Bellido Blanco | arqueólogo y lector de Stephen Jay Gould

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4139>

Amparo legal

La Ley 12/2002, de 11 de julio, de Patrimonio Cultural de Castilla y León es muy clara en lo que hace referencia al patrimonio paleontológico, al que considera junto a otras categorías patrimoniales (artística, histórica, arquitectónica, arqueológica, etnológica, científica y técnica). Su artículo 1.2 dice que “integran el Patrimonio Cultural de Castilla y León los bienes muebles e inmuebles de interés (...) paleontológico”. Sin embargo, algo más adelante, el artículo 8.3 incluye en la consideración de sitio histórico a los “parajes naturales vinculados a (...) obras del hombre que posean valor (...) paleontológico”. Y en el título del patrimonio arqueológico reconoce a “los restos materiales geológicos y paleontológicos que puedan relacionarse con la historia del hombre”, con lo cual queda matizada la consideración a un ámbito cronológico muy restringido.

Cinco años después, el Decreto 37/2007, de 19 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para la protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León, se desarrolla la protección de las zonas arqueológicas, sitios históricos, conjuntos etnológicos y lugares arqueológicos y se alude a garantizar en ellas el mantenimiento de los valores paleontológicos y la protección de los bienes afectados, refiriéndose de manera más o menos explícita a su relación con la historia del hombre (arts. 95, 96 y 101).

En definitiva, para esta normativa la protección efectiva de los bienes paleontológicos se reduce a aquéllos relacionados con la historia del hombre y sólo éstos deben someterse a solicitud de autorización para una intervención arqueológica, debiendo contarse con un codirector titulado en “Geología o Biología en la especialidad de Paleontología”. La obligación de un catálogo de patrimonio paleontológico queda también restringida a BIC relacionados con la historia del hombre.

Para el caso de restos paleontológicos anteriores a la presencia de homínidos, hay que acudir a la Ley 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León. Se reconoce en ella la protección de los lugares paleontológicos a través de los instrumentos de planeamiento urbanístico o de ordenación del territorio (art. 21) y la inclusión en la Red de Áreas Naturales Protegidas de “lugares paleontológicos de interés especial” (arts. 83 y 90).

Por aludir a un caso concreto, el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Espacio Natural “Babia y Luna” de León (regulado en el Decreto 7/2014) contempla la protección de áreas de interés paleontológico, limitando las actividades extractivas y los usos constructivos. En concreto (art. 39) se alude a la preservación de los yacimientos paleontológicos más relevantes, que son señalados en el anexo V del decreto y “se velará para que la recogida de fósiles no comprometa la preservación de los yacimientos paleontológicos”. La creación de estos lugares depende de la declaración mediante orden de la Consejería competente en materia de conservación del patrimonio natural, si bien hasta la fecha no se ha declarado ninguno de forma individual, más allá del Sitio de Cerro Pelado (Layna, Soria), por la Ley 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León y que era Reserva Paleontológica Nacional desde 1972.

Paleontología en Castilla y León

En el ámbito universitario, la Universidad de Burgos, unida al Centro Nacional de Investigación sobre Evolución Humana (CENIEH), realiza una labor de investigación que se ciñe al periodo que quedaría dentro del ámbito arqueológico. Para épocas anteriores cabe volver la vista a las Universidades de León y Salamanca, con departamentos de Geología que incluyen áreas



Esperanza Fernández Martínez, paleontóloga de la Universidad de León (<http://paleontologia.unileon.es/>) | foto Antonio Buil Romero



Emiliano Jiménez, de la Universidad de Salamanca, fundador de la 'Sala de las Tortugas' | foto Universidad de Salamanca

de Paleontología. También hay especialistas de otras regiones que desarrollan sus investigaciones dentro de Castilla y León.

Seguramente la institución de mayor relevancia en esta comunidad es la Fundación para el Estudio de los Dinosaurios en Castilla y León (<http://www.fundaciondinosaurosacyl.com/es/>), constituida en 2004 y asociada al Ayuntamiento de Salas de los Infantes (Burgos) y al

Colectivo Arqueológico-Paleontológico Salense (CAS). La Fundación organiza concursos, cursos de formación y jornadas técnicas, desarrolla excavaciones anualmente y edita un boletín.

Entre la conservación y la divulgación se dispone la labor de un puñado de museos. De manera casi anecdótica podría mencionarse a los museos provinciales, con unos pocos restos paleontológicos que apenas tienen relevancia en sus salas de exposición; tan sólo adquieren protagonismo en el Yacimiento-Museo de Ambrona (Soria). Se encuentran significativas colecciones en el Museo Municipal de Villadiego (Burgos) y en el Museo del Árbol Fósil de Hacinas (Burgos). Como lugares visitables habría que mencionar los muchos enclaves con icnitas en las Tierras Altas Sorianas y en el sureste de Burgos. Asociada a estos restos está el Aula Paleontológica de Villar del Río (Soria), inaugurada en 1996.

De mayor entidad es la Sala de las Tortugas, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca, y otra colección significativa es la que Adrián Martínez Tierno conserva en el Museo de Fósiles (Soria). Aunque sin duda el más relevante es el Museo de Dinosaurios de Salas de los Infantes, creado en 2001.

Actuaciones en el patrimonio paleontológico

El Decreto 37/1985 establecía la normativa sobre excavaciones arqueológicas y paleontológicas de manera conjunta, por ello desde 1988 y hasta 1998 la Consejería de Cultura convocó subvenciones a proyectos de excavación, prospección y documentación del patrimonio paleontológico junto al arqueológico. Este decreto fue derogado por la Ley 12/2002 y con posterioridad no se ha desarrollado una norma específica para las intervenciones en el patrimonio paleontológico. La Consejería de Cultura y Turismo continúa hoy subvencionando intervenciones en patrimonio paleontológico relacionado con la actividad humana. Para el caso concreto de la provincia de Burgos, la Diputación convoca periódicamente subvenciones similares a las existentes anteriormente para el conjunto de Castilla y León y se incluyen varias de carácter paleontológico.



Excavación del Oterillo | foto C.A.S. (Colectivo Arqueológico-Paleontológico de Salas)

No faltan los inventarios del patrimonio paleontológico y, por ejemplo, en 2008 la Universidad de León realizó uno para las provincias de León y Palencia por encargo de la Consejería de Medio Ambiente (en realidad de los lugares de interés geológico). Sin embargo, ninguno tiene a día de hoy valor legal de protección para los enclaves.

Con la normativa actual, la competencia de la mayoría de lugares paleontológicos correspondería a la Consejería de Fomento y Medio Ambiente, pero no parece aplicarse así. La confusión lleva además a que cuando se deterioran lugares paleontológicos, como ocurrió en 2015 con un yacimiento de graptolitos en Salas de la Ribera (Puente de Domingo Flórez, León), afectado por obras en la carretera N-536, se acuda a solicitar informes a departamentos pertenecientes a la Consejería de Cultura, como si se tratara de patrimonio arqueológico, y por esta indefinición han pasado tres años sin que se haya acometido ninguna medida de protección.

El error es generalizado y se extiende también a la búsqueda de ayudas económicas para el Museo de

Dinosaurios de Salas, que se centran en la misma Consejería de Cultura y, hasta hace unos años, en la Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León. En contradicción con la Ley 12/2002, en 2005 se declaró bien de interés cultural con categoría de zona arqueológica los yacimientos de icnitas de dinosaurios de las provincias de Burgos y Soria. Además la construcción del centro de visitantes de los yacimientos de icnitas en Villar del Río fue gestionada en 2015 por la Dirección General de Patrimonio Cultural.

Un último punto, los investigadores acuden a la Dirección General de Patrimonio Cultural (Consejería de Cultura y Turismo) para solicitar permiso de excavación en yacimientos paleontológicos del Pleistoceno, pero nada hay establecido para intervenir en los más antiguos.

Hoy urge que la Consejería de Fomento y Medio Ambiente actúe decididamente en este ámbito y que, mientras tanto, los paleontólogos no desesperen.

El patrimonio paleontológico: valorización y simbolismo de un pasado desconocido

Francisco José Casado Pérez | maestro en conservación y restauración de bienes culturales inmuebles, México

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4140>

En *Las formas del olvido*, Marc Augé asevera: “dime qué olvidas y te diré quién eres” (1998: 24), aludiendo al sentido vital del olvido en el ciclo mnemónico; sin embargo, ¿qué podría decirse del olvido de lo desconocido? De lo que no está en los registros más antiguos; de aquellos tiempos en que la vida inició: lo paleontológico.

Cuando el tiempo se hizo tiempo, se trazaron en el mundo las líneas continentales y los ambientes, así como los perfiles topográficos en el mar y la tierra. Desde ese momento, los seres microscópicos comenzaron los ciclos de la vida a través del proceso evolutivo hasta antes de los primeros homínidos, aquello es la paleontología. Por tal motivo, si ésta se encuentra directamente relacionada con la historia misma de la tierra, y por consiguiente con la del hombre y su patrimonio, ¿por qué se trata con cierta distancia a la paleontología en la circunstancia patrimonial, si todo está convenido en un mismo tiempo y espacio?

En una impresión inmediata puede enfocarse la respuesta al factor primordial en la ecuación del patrimonio: la presencia humana. Esto debido a que dicho aspecto es un hecho netamente humano, desde la singularización (XIRAU, 1953: 73), hasta la valorización y protección (CARRETÓN, 2016). Sin embargo, ante las premisas de un mundo azorado por el mismo factor determinante que hace circular los tiempos del olvido a marchas forzadas, es imperante incentivar la reflexión sobre nuestros alrededores; de aquello que singularizamos y de lo que pretendemos proteger; de esta urgencia ontológica que “ya no se refiere a la identidad sino al ser; y tampoco es ya: ¿Quién soy?”, sino ¿Qué soy?” (AUGÉ, 1998: 31). Enjuiciar el reconocimiento, sus *bemoles* objetivos, subjetivos; sus jerarquías y juicios para protegerlos y trans-

mitirlos a la vida presente y futura (CASADO PÉREZ, 2017: 57). En síntesis, sentarnos a discutir –perpetuamente– la naturaleza misma de la idea –y concepto– de lo que es patrimonio y el modo en que la paleontología se valora, e inclusive, se simboliza en esta.

El motivo parte desde la triada de la sostenibilidad: ambiente, economía y sociedad. En los primeros dos rubros, históricamente en algunos países como México, la paleontología ha representado un punto de inflexión para las ciencias extractivas, en el hallazgo y manufactura de distintos productos, impactando en la tercera esfera con la gestación y proliferación de conjuntos urbano-arquitectónicos, el desarrollo de estructuras socio-culturales, entre otros efectos subsecuentes que nos llevarán, en el ánimo del uróboros, de vuelta al origen; de la transformación –¿o la humanización?– del paisaje natural, saltando al clima y sus efectos en las otras esferas y así hasta el final, frenando la visión ilusoria del *ad infinitum*.

Por consiguiente, habría que preguntar: ¿qué valor(es) representa la paleontología hoy en día? Nuevamente podemos utilizar la base de la sostenibilidad, por sus capacidades vinculatorias: del ambiente con la figura del paisaje natural patrimonial; de lo económico como parámetro para el desarrollo teórico-práctico de técnicas, métodos y sistemas no invasivos o destructivos para la recopilación y conservación de la información en los estudios patrimoniales de lo arqueológico, histórico, artístico y sobre todo, paleontológico.

Finalmente, en lo social, es donde se requerirá el mayor esfuerzo, debido al reto de superar el desconocimiento de qué es y qué representa la paleontología, hecho que ha repercutido evidentemente en la determinación nor-



"Mirada paleontológica", 2018. Técnica: Lápiz acuarelable y tinta. 17x24,5 cm (papel para acuarela 160g/m2) | dibujo Francisco Casado

mativa, como apunta Alcalá: "...mientras quienes tienen la responsabilidad de gestionar este patrimonio no dispongan de los recursos independientes apropiados o bien establezcan consultas de amplio espectro, será difícil tomar decisiones objetivamente defendibles" (1999: 48) y por tanto, "Ya va siendo momento de que todos seamos conscientes de las normas que afectan a nuestro elemento primordial de trabajo [paleontológico, histórico, contemporáneo, arqueológico, inmaterial, entre otros] [...] y de que –si no las compartimos– hagamos lo posible por mejorarlas, en lugar de quedar poseídos por arrebatos de indignación" (Ídem). Es hora de cuestionar más atrás y más allá del tiempo del hombre.

Si a costa del olvido se subleva un esplendor, "[...] extraña cualidad de los instantes en los que el presente se libera del pasado sin dejar transparentar aún nada del futuro que origina su movimiento" (AUGÉ, 1998, 96), en lo desconocido de la paleontología también se encuentra una riqueza similar, como anotan Carreño y Montellano-Ballesteros (2005: 144): "A pesar de las nuevas tecnologías, muchas áreas permanecen, actualizadas sí, pero con el mismo valor de antaño. El peso de los fósiles como indicadores de edad no ha podido ser superado. De ellos depende una parte de nuestra economía y, por ello, debemos seguir promoviéndolos."

De tal forma que la paleontología simboliza el eslabón oculto de la espiral humana. Es el lenguaje que nos (re) conecta con el origen mismo. Hecho por el cual requiere una escala equitativa de promoción, fomento e incentivación en la multidisciplinariedad y la transversalidad a través de la figura de motor para desarrollo de la ciencia, la economía, el ambiente y sobre todo la sociedad, tanto actual como venidera. Son estas lecturas las que nos llevarán a darle un sentido real y contemporáneo a lo humano, así como a la naturaleza, alargando un poco más la línea del verdadero final.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALÁ, L. (1999) Reflexiones acerca de la protección del patrimonio paleontológico. *Coloquios de Paleontología* [en línea], vol. 50, 1999, pp. 45-51, Universidad Complutense de Madrid <<http://revistas.ucm.es/index.php/COPA/article/view/COPA9999110045A/29549>> [Consulta: 25/03/18]
- AUGÉ, M. (1998) *Las formas del olvido*. México: Editorial Gedisa, 1998
- CARREÑO, A. L.; MONTELLANO-BALLESTEROS, M. (2005) La Paleontología mexicana; pasado, presente y futuro. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* [en línea], tomo LVII, n.º 2, 2005, pp. 137-147 <[http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5702/\(2\)Carreno.pdf](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5702/(2)Carreno.pdf)> [Consulta: 28/03/18]
- CARRETÓN, A. (2016) El patrimonio paleontológico ¿Es patrimonio realmente? [en línea] *Patrimonio Inteligente* <<http://www.patrimoniointeligente.com/patrimonio-paleontologico/>> [Consulta: 22/03/18]
- CASADO PÉREZ, F. J. (2017) *Principios y criterios para la valorización y conservación de la vivienda modernista en la ciudad de México*. Tesis de maestría en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Inmuebles. Trabajo inédito
- XIRAU, R. (1953) *Sentido de la presencia*. México: Fondo de Cultura Económica (FCE), 1953 (Ensayos, Colección Tezontle)

La conservación del patrimonio paleontológico en Canarias

Esther Martín González | conservadora de paleontología y geología del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4142>

Al encontrarnos en islas volcánicas oceánicas que tienen una edad tan moderna como 23 millones de años, en el caso de Fuerteventura, se piensa que nuestro patrimonio paleontológico es pobre e, incluso, inexistente. Sin embargo, poseemos fósiles de ammonites de más de 150 millones de años, depositados en el fondo oceánico del primigenio océano Atlántico y que debido a las fuerzas tectónicas afloran en escasos lugares. Y huevos de aves no voladoras de 4,5 millones de años que fosilizaron en un banco de dunas al norte de Lanzarote. O importantísimos depósitos de improntas vegetales que nos indican la evolución de la vegetación de las islas. Y también impresionantes playas fósiles con gran cantidad de especies marinas, que no solamente nos indican los cambios del nivel del mar, sino también tremendos eventos de alta energía (tsunamis). Nuestro registro fósil no es muy diverso, pero la fragmentación y fragilidad de los territorios insulares hace que tenga un incuestionable valor científico y patrimonial. Para los paleontólogos que trabajamos en las islas es primordial conservar, al menos, un tipo de yacimiento en cada una de las islas, porque constituye una evidencia única de la historia evolutiva de cada una de ellas.

En el caso de la Comunidad Autónoma de Canarias, el patrimonio paleontológico queda legalmente protegido por la Ley 4/99 de Patrimonio Histórico de Canarias, con la definición de bienes de interés cultural (BIC) en la categoría de zona paleontológica, en el caso de yacimientos singulares o de gran importancia científica, y la inclusión de otros menos importantes en las cartas paleontológicas insulares (caso de Fuerteventura) o municipales (municipio de Arucas). La otra ley que permite la protección de los yacimientos paleontológicos es la Ley del Suelo y Espacios Naturales Protegidos de Canarias, bajo la figura de monumentos naturales, pero hasta el momento no existe ningún yacimiento paleontológico

recogido como tal. Ocurre al contrario que con la legislación de patrimonio histórico, existiendo en este momento un total de nueve yacimientos declarados como BIC en las diferentes islas del archipiélago.

El anteproyecto de la Ley de Patrimonio Cultural de Canarias que se está promoviendo en estos momentos desde la Dirección General de Patrimonio Histórico del Gobierno de Canarias plantea que el patrimonio paleontológico se elimine de su ámbito de protección, pasando a estar únicamente protegido por la legislación de ordenación territorial regional, la discutida Ley del Suelo y Espacios Naturales Protegidos de Canarias. Sin embargo, no se ha detallado cómo se haría la transposición de aquellos yacimientos paleontológicos declarados BIC, se supone que, por su importante valor patrimonial, a la figura de monumento natural. Hay que señalar que solo en el caso de Lanzarote existe coincidencia entre BIC paleontológico y monumento natural declarado previamente, Los Ajaches, que incluye parte del BIC Punta de Garajao a Punta de Papagayo. En Canarias existen declarados 52 espacios naturales en la categoría de monumento natural, y solo el de Ajuy considera el interés paleontológico entre los motivos fundamentales para su protección. Hay que añadir a esto que las normas de conservación, las normas de protección de los monumentos naturales, entraron en vigor en 2005, a pesar de ser declarado como tal en 1987. Respecto a esto se debe hacer hincapié que en el archipiélago no se ha declarado ningún espacio natural protegido desde 1987, por la Ley 12/1987, de 19 de junio, de Declaración de Espacios Naturales, modificados en su denominación por la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias.

Para gestionar un recurso es imprescindible identificarlo y conocerlo. Por ello es necesario realizar los inven-



Conchas de *Persististrombus latus* en el afloramiento de Matas Blancas, BIC en Fuerteventura | foto Esther Martín González

tarios de los elementos que conforman el patrimonio paleontológico, lo que implica la identificación, localización y clasificación de los lugares de interés paleontológico. Estos inventarios no existen en la legislación del patrimonio natural de Canarias, pero sí en el caso de las cartas paleontológicas de Fuerteventura y Lanzarote y algunos términos municipales como Arucas (en Gran Canaria) y Granadilla (Tenerife), incorporándolos a los Planes Insulares de Ordenación del Territorio. Esto proporciona ciertas medidas de conservación a los yacimientos paleontológicos, de modo que se obligue a las administraciones públicas a autorizar determinadas

obras en estos lugares de especial riqueza patrimonial, estableciendo aquellas medidas correctoras adecuadas y de obligado cumplimiento, como se hace con el patrimonio arqueológico.

Sin embargo, al igual que ocurre en otras comunidades autónomas, el patrimonio paleontológico canario sigue estando sumido en un halo de indefensión jurídica. Su conservación y protección es una acción de presente, no de futuras legislaturas. Hasta que la Ley 42/2007 de Biodiversidad y Patrimonio Natural no se transponga a la legislación canaria, es imposible e inaudito realizar un cambio tan drástico como el que se propone. La declaración de los yacimientos paleontológicos como monumentos naturales es inviable tal y como se entienden actualmente; a ello hay que sumar la dilación en el tiempo de la aprobación de las normas de conservación de estos espacios protegidos. Urge, por tanto, el desarrollo de una legislación específica sobre este tema que permita hacer llegar a las generaciones futuras aquellos vestigios que les facilite comprender de dónde deriva la biodiversidad que los rodea.

Faltan técnicos en la gestión del patrimonio paleontológico español

Ángela Delgado Buscalioni | Unidad de Paleontología, Dpto. de Biología y Centro para la Integración en Paleobiología (CIPb), Universidad Autónoma de Madrid

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4141>

Las leyes y normativas sobre patrimonio paleontológico de las diferentes comunidades autónomas han frenado lo que los especialistas diagnosticaron como su mayor riesgo: expolios sistemáticos del coleccionismo salvaje. La regulación estimuló también que algunas colecciones privadas fueran salvaguardadas en ámbitos locales dependientes de los ayuntamientos que pasaron a formar parte de colecciones museográficas. Con ello el número de estas aulas o colecciones aumentaron a partir de 1990, algunas con escaso éxito funcionaron temporalmente y su cierre supuso que dichas colecciones dejaran de ser visitables. Sin embargo, otras colecciones fueron debidamente catalogadas y gestionadas, sobre todo en aquellas comunidades con normativas más responsables que sistematizaron las tareas y los perfiles técnicos adecuados para la gestión de su patrimonio como sucede, por ejemplo, en Cataluña (véase el Convenio Colectivo del Sector de la Arqueología y Paleontología en Cataluña).

Las responsabilidades en la gestión del patrimonio son muy desiguales en las diferentes comunidades autónomas de España. Un trabajo reciente (DELVENE; VEGAS; JIMÉNEZ et ál., 2018), en la revista *Geoheritage*, pone de manifiesto las deficiencias que tiene la gestión de nuestro patrimonio, indicando que las administraciones han de procurar que las colecciones han de ser gestionadas por técnicos formados en paleontología y que los centros donde se salvaguarde el material han de reunir unos requisitos físicos, de catalogación y documentación que garanticen la preservación, sean visitables y se permita el estudio de las colecciones de fósiles. Entre las recomendaciones que plantean, los autores indican que los propios investigadores tendrían que exigir

que estas condiciones se cumplieren o bien depositar el material en el lugar donde consideren sea el más adecuado para su salvaguarda.

La normativa y regulación del patrimonio, al considerar todos los aspectos relativos a su gestión (desde la extracción del material hasta su depósito en los museos), no solo debe contemplar los supuestos legales de conservación sino que debería invertir en la formación de técnicos que desarrollen todas las líneas de investigación implícitas en la gestión del patrimonio: inventarios, sistemas y programas de gestión, divulgación y difusión. Ello supondría la creación de un cuerpo especializado sensible capaz de atender las notificaciones de los hallazgos de ciudadanos y de coordinar con los especialistas todos aquellos aspectos sobre la clasificación, catalogación, valoración y diagnóstico de los inventarios. El patrimonio es un sistema complejo que requiere de la coordinación entre varios agentes sociales: la administración, los científicos y ciudadanos. Para que el patrimonio se convierta en un recurso y tenga una dimensión cultural requiere de personal con dedicación permanente en los museos en donde el patrimonio histórico se salvaguarde y se difunda.

BIBLIOGRAFÍA

- DELVENE, G.; VEGAS, J.; JIMÉNEZ, R.; RÁBANO, I.; MENÉNDEZ, S. (2018) From the Field to the Museum: Analysis of Groups-Purposes-Locations in Relation to Spain's Moveable Palaeontological Heritage. *Geoheritage* <<https://doi.org/10.1007/s12371-018-0290-3>>

Acciones para la salvaguardia y el uso sustentable del patrimonio paleontológico en la comuna de Caldera, Región de Atacama, Chile

Mauricio Lorca | Facultad de Ciencias de la Salud, Jurídicas y Sociales, Universidad de Atacama

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4144>

A diferencia de otros países, en Chile el material paleontológico (piezas, muestras y lugares donde se encuentren) pertenece al Estado y está protegido por la ley n.º 17.288 de Monumentos Nacionales (1970), bajo la categoría de monumento arqueológico. Se considera que dichos bienes están “sobre o bajo la superficie del territorio nacional, o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales, y cuya conservación interesa a la historia, al arte o a la ciencia” (MARCO, 2014: 2). Asimismo, el Decreto Supremo n.º 484 (1990) o Reglamento sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas “regula las formas y condiciones en que el CMN (Consejo de Monumentos Nacionales) otorga permisos de prospección y excavación paleontológica, para realizar investigaciones en el territorio nacional, y la forma en que se distribuyen los materiales provenientes de dichos proyectos” (MARCO, 2014: 2).

Por su parte, el artículo 43º de la Ley Pascua n.º 16.441 (1996) reglamenta “la forma en que los bienes paleontológicos (piezas o muestras) pueden extraerse del territorio nacional” (MARCO, 2014: 3). Además, en el año 2014 Chile ratificó la Convención sobre las medidas que deben adoptarse para prohibir e impedir la importación, la exportación y la transferencia de propiedad ilícita de bienes culturales de la Unesco (1970) y un año antes, en 2013, se creó oficialmente la Mesa de lucha contra el tráfico ilícito de bienes patrimoniales, cuyo principal objetivo es “contribuir a la consolidación de una estrategia nacional de lucha contra esta realidad y aportar a la protección del patrimonio, junto con fortalecer las capacidades orientadas a impedir su exportación, importación, apropiación y comercialización ilícitas” (KREBS, 2013: 6).

Sin duda, estas figuras de protección legal e instancias institucionales, sumadas a la capacitación en el reconocimiento y la protección de bienes patrimoniales de, entre otros, policías y funcionarios de aduanas, y campañas comunicacionales –como la denominada *Cuida tu amor de verano* del CMN–, orientadas a sensibilizar a la población sobre la recolección, el tráfico y la venta de bienes patrimoniales, han generado avances en el reconocimiento, la protección y el resguardo del material y los yacimientos paleontológicos en el país.

El caso de los depósitos paleontológicos pertenecientes a la formación Bahía Inglesa, la mayor concentración de restos fósiles de Chile, ubicada en la comuna de Caldera, en la Región de Atacama, ilustra bien ese proceso¹.

Durante las décadas de 1980 y 1990 y comienzos de los años 2000, el material paleontológico del área fue víctima de la recolección y el tráfico indiscriminado tanto a escala nacional como internacional. Esto quedó de manifiesto cuando en el año 2009 el Museo Senckenberg de Alemania informó al Museo Nacional de Historia Natural (MNHN) sobre la existencia de un fósil que estaba en manos de un coleccionista privado y que se presumía provenía de Caldera, Chile. El museo alemán compró y, junto al MNHN, estudió el espécimen para luego repatriarlo para que se integrara a las colecciones del museo chileno en el año 2011. El ejemplar en cuestión fue identificado como una nueva especie, el *pelagornis chilensis*, y corresponde a una especie voladora gigante –que alcanza una envergadura de 5,2 m y 6,10 m–, en un excelente estado de conservación e integridad (MAYR; RUBILAR-ROGERS, 2010).



Parque Paleontológico, Caldera, región de Atacama. Delfín enano. Visita realizada en el marco de la asesoría al CMN sobre los restos paleontológicos recuperados del sitio Cerro Ballena | foto Archivo del Centro Nacional de Conservación y Restauración (NARANJO, 2015)

En el año 2006 –gracias al trabajo conjunto de la organización comunitaria Promuseo, la municipalidad de Caldera y el paleontólogo Mario Suárez– se creó el Museo Paleontológico de Caldera, convirtiéndose en el único del país dedicado exclusivamente a ese tema, instalando poco a poco un cambio en el significado y la valoración de esos bienes en la comunidad local. Así, por una parte, se logró que quienes recogían y vendían fósiles a turistas pasaran en cambio a producir réplicas en resina y silicona para su comercialización. Y, por otra, el Departamento de Educación de la comuna de Caldera procuró transmitir e instalar contenidos en las aulas de clases mediante la ejecución de programas de educación patrimonial. De este modo, se consiguió que el material paleontológico fuera resignificado, reconocido

y apropiado socialmente en tanto patrimonio, pasando a ser además concebido como un rasgo de la identidad vernácula. En el año 2013 este proceso continuó con la creación del Parque Paleontológico de Caldera, el primer museo de sitio paleontológico del país que, con senderos de interpretación, réplicas y señaléticas, permite comprender la biodiversidad que tuvo la zona hace millones de años atrás. Siguiendo esa línea de acción, en 2016 se fundó una corporación municipal, en la que participan distintos actores sociales locales, para encargarse de la gestión de ese proyecto e impulsar el desarrollo turístico, cultural y geopaleontológico comunal.

Así, además de inculcar el reconocimiento y la apropiación del valor patrimonial y la preservación de este

...a debate *El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?*



Cartel de Parque Paleontológico, Caldera, región de Atacama. Visita realizada en el marco de la asesoría al CMN sobre los restos paleontológicos recuperados del sitio Cerro Ballena | foto Archivo del Centro Nacional de Conservación y Restauración (NARANJO, 2015)

tipo de bienes, Caldera busca convertirse en la capital paleontológica de Chile. Esto mediante la articulación de un discurso patrimonial e identitario consensuado y la planificación de una estrategia turístico-cultural que rentabilice las particularidades y los atractivos del área y aporte a la dinamización económica, la creatividad y, por ende, el desarrollo comunal.

En otras palabras, la apropiación y la puesta en valor del patrimonio paleontológico comunal han pasado a ser acciones fundamentales para la protección de los bie-

nes paleontológicos locales. Pero, igualmente, representan labores que convierten a Caldera en un referente y un ejemplo de conservación patrimonial y aprovechamiento sustentable de esos recursos mediante la simbiosis entre protección, educación y actividad turística.

NOTAS

1. El vídeo del siguiente vínculo resume el mencionado caso: <<https://vimeo.com/165241036>> [Consulta: 16/05/2018].

BIBLIOGRAFÍA

- MARCO legal de protección del patrimonio paleontológico en Chile y normativas asociadas (2014) [en línea] Santiago de Chile: Consejo de Monumentos Nacionales <http://www.monumentos.cl/sites/default/files/articulos-39477_documento_06.pdf> [Consulta: 16/03/2018]
- KREBS, M. (2013) La protección del patrimonio y el tráfico ilícito de bienes culturales. En *Patrimonio en peligro: Acciones para su protección*. Santiago: Dirección de Archivos Bibliotecas y Museos-Consejo de Monumentos Nacionales, 2013, pp. 6-7
- MAYR, G.; RUBILAR-ROGERS, D. (2010) Osteology of a New Giant Bony-Toothed Bird from the Miocene of Chile, with a Revision of the Taxonomy of Neogene Pelagornithidae. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30 (5), 2010, pp. 1313-1330

Algunas reflexiones sobre la gestión del patrimonio paleontológico por parte de las administraciones españolas

José Ignacio Canudo | catedrático de Paleontología y director del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4156>

Los fósiles tienen un indudable valor patrimonial por eso tiene sentido su inclusión en las leyes de patrimonio cultural o natural. Es una polémica estéril seguir discutiendo si su ubicación es más adecuada en uno u otro ámbito, lo importante es que la administración diseñe y favorezca las estrategias de conservación, protección e investigación de los fósiles independientemente de su consideración de cultura o de medio ambiente. La inclusión de la palabra investigación es imprescindible en esta reflexión al ser los fósiles un objeto científico descrito y valorado en revistas especializadas. Sirva estas palabras para dar el punto de vista de un científico con más de 30 años de experiencia en trabajos de campo paleontológicos en España y en otros países, lo incluye casi un centenar de actuaciones paleontológicas aprobadas y tuteladas por diferentes administraciones.

Las actuales leyes de regulación de recogida de fósiles en España tienen algunos aspectos claramente mejorables. En muchos casos se trata de normas conjuntas del patrimonio paleontológico y arqueológico que no discriminan sus diferencias metodológicas. Resulta, por ejemplo, difícil de entender que recoger trilobites del Cámbrico sea considerada como excavación, aunque se usen martillos y escoplos en su extracción. Las comunidades con paleontólogos en la administración son capaces de aplicar las leyes desde un punto lógico, entendiendo las singularidades del patrimonio fosilífero, pero sin duda es insuficiente. Las leyes de patrimonio cultural en vigor no contemplan las diferencias en la recuperación de los fósiles y los objetos arqueológicos en el campo, estando desarrolladas desde el punto de vista únicamente arqueológico. Sería un paso necesario que las diferentes comunidades autónomas hicieran cambios en sus respectivas leyes de patrimonio cultural

de manera que contemplaran la singularidad de la recolección de los fósiles por parte de los investigadores.

Otro aspecto incluido en las leyes de patrimonio cultural es considerar a todos los fósiles como bien a conservar. Lo cual resulta irrealizable al carecer de sentido proteger todo el territorio donde se encuentran los fósiles. Así hay formaciones geológicas donde se acumulan tal cantidad de macro y microfósiles que es utópico, ni tiene sentido proteger, ni nunca se hará. Reconozco que los límites entre lo que sería un fósil a proteger y el que no es un tema discutible, pero sin duda esta discusión nos permitiría una mejor protección de los bienes con verdadero interés patrimonial y científico. Esto requiere esfuerzos económicos, de organización y de investigación para buscar entre todos los bienes valiosos susceptibles de conservar. Las posibilidades son diversas y los criterios pueden variar entre comunidades autónomas, por ejemplo no pueden ser el mismo en La Rioja con cientos de yacimientos con icnitas de dinosaurios imposibles de proteger, que otra comunidad que solo tenga un solo yacimiento de estas características, que obviamente debería protegerse.

Cuando se legisla sobre los fósiles no se suele tener en cuenta a un actor fundamental en la paleontología como es el investigador. En el mejor de los casos sufre una carga burocrática generalmente innecesaria, pero en otros la legislación puede llegar a afectar al normal desarrollo de su investigación, bien por la aplicación de las normas de una manera estricta o por malentendidos con las fuerzas de seguridad. El investigador profesional es el que pone en valor a los fósiles, por lo que las leyes y sobre todo su aplicación deberían centrarse en facilitar su trabajo y no entorpecerlo. La mala praxis

que puede tener algunos “profesionales” no puede ser la excusa para el desarrollo de leyes restrictivas. Además carece de sentido que la burocracia sea la misma para una investigación de una institución pública con una trayectoria contrastada que por ejemplo una actuación de paleontología preventiva de una empresa privada con trabajadores sin experiencia. Una de las maneras de poder reducir la carga burocrática sería por ejemplo el desarrollo planes plurianuales de investigación aprobados por las comunidades autónomas en áreas, yacimientos, tipos de fósiles. Habría otras posibilidades, en definitiva se trataría de desburocratizar la parte de gestión del patrimonio paleontológico aplicable a los profesionales de la investigación. No podemos olvidarnos que profesores de la Universidad e investigadores del CSIC forman parte de la administración como los técnicos de gestión del patrimonio. En este punto vale la pena resaltar que el trabajo conjunto y de colaboración entre los técnicos de la administración y los investigadores es imprescindible para que la información fluya con facilidad.

No quiero acabar estas reflexiones sin apuntar otro aspecto fundamental. Las leyes de patrimonio se han desarrollado para protegerlo, sin embargo la percepción de muchos investigadores es que terminan siendo un instrumento de control de la administración, más que de gestión. Dicho de otra manera, el desarrollo de estas leyes no se han traducido en un aumento de los recursos económicos para la investigación, a pesar de ser paso previo e imprescindible en la valoración del patrimonio paleontológico y su protección. La percepción sería muy diferente si hubiera planes de investigación centrados en líneas o yacimientos significativos, ya que los recursos no son inagotables. Además de, por supuesto, la investigación centrada en catalogación de yacimientos, de fósiles, de conservación en museos, etc., que deberían estar dotados de una manera adecuada.

En resumen, la adecuada gestión patrimonial de los fósiles necesita unos cambios legislativos significativos en las leyes que desarrollen las singularidades del patrimonio fosilífero, en cuanto a su extracción y excavación. Lo

importante no es que los fósiles estén gestionados como patrimonio cultural o natural, sino que donde se gestionen se tenga en cuenta sus particularidades. Hay un sentimiento bastante generalizado por parte de los investigadores paleontólogos de que las leyes patrimoniales solo sirven para entorpecer su trabajo, y no hay unas contrapartidas en forma de ayudas a la investigación o de gestión de las colecciones recuperadas. La corrección de dos aspectos son fundamentales para avanzar en una adecuada gestión del patrimonio paleontológico.

Reflexión sobre la consideración del patrimonio paleontológico

Juan Carlos García Pimienta | facultativo superior en patrimonio cultural-paleontología (Dirección General de Cultura y Patrimonio, Diputación General de Aragón)

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4159>

Resulta preocupante el dispar tratamiento y consideración que existe respecto al patrimonio paleontológico en el territorio español, lo que genera una gran confusión tanto al ciudadano como a los profesionales. Por un lado, hay una corriente, más filosófica que otra cosa, sobre si debe ser tratado por las leyes sobre patrimonio histórico o por las de medio natural como parte del patrimonio geológico. Aún más preocupante es, casi 40 años después de la promulgación de la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, tener que retrotraernos a una cuestión fundamental previa a cualquier planteamiento futuro al respecto de la gestión de la paleontología y que parecía ya superada: ¿los fósiles han de ser protegidos? El régimen de protección y la regulación posterior ha de ser acorde a la consideración o valor que la sociedad dé a los fósiles.

Una regulación eficaz del patrimonio paleontológico pasa porque los entes implicados (científicos, políticos, sociedad) entendamos que se trata precisamente de eso, de un "patrimonio", cuya acepción derivada del derecho romano consiste en "el Conjunto de bienes heredados de los padres, en sentido amplio y que debe ser preservado para otras personas presentes y futuras, lo que necesariamente impone cargas y deberes y restringe su disponibilidad". Una vez considerado que nos encontramos ante un patrimonio, algo a conservar y proteger, hay que arbitrar todas las medidas normativas y administrativas necesarias para la consecución de ese fin.

La Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español supuso un antes y un después para los convencidos de que los fósiles eran un patrimonio y por tanto debían de contar con un régimen de protección. Vieron en esta norma la fórmula para incluir los restos paleontológicos junto (aunque más bien subordinados) a los arqueológicos

y asegurar así su reconocimiento. No obstante, la lectura permitía una doble interpretación del Art. 40.1 de la LPHE: "Forman parte, asimismo, de este patrimonio (arqueológico) los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre y sus orígenes y antecedentes":

- A) Interpretar orígenes y antecedentes del hombre como el origen de la vida en la Tierra y por tanto tendrían cabida todos los restos paleontológicos.
- B) Interpretar orígenes y antecedentes del hombre como restringido a los homínidos y por tanto tendrían cabida únicamente los restos paleontológicos asociados a contextos arqueológicos.

Aún haciendo una interpretación "generosa" desde el punto de vista paleontológico de la Ley 16/1985 (opción A), está claro que su articulado dejaría mucho que desear para una adecuada gestión del patrimonio paleontológico.

Una vez convencidos de la idea de que los fósiles son algo a conservar (un patrimonio) y viendo las carencias existentes en la LPHE, lo adecuado sería el desarrollo normativo (autonómico por la asunción de competencias por las CC. AA.) que significara: la definición del patrimonio paleontológico y de las cuestiones básicas: órgano competente responsable, condiciones de intervención, régimen de protección, figuras de protección, cuál debe ser su uso y destino, etc.

Aragón, por ejemplo, hizo un desarrollo inicialmente de la ley estatal y posteriormente se decantó por hacer una Ley propia (Ley 3/1999 de Patrimonio Cultural Aragonés) en la que: se separó el patrimonio arqueológico del pale-

ontológico y, para ello, se definió qué es el patrimonio paleontológico (independiente del arqueológico) y se le otorgó la consideración de bienes de dominio público. Todo ello trajo consigo la creación de una infraestructura administrativa (entre ellas, la presencia en plantilla de dos plazas de funcionarios como Técnicos Facultativos en Patrimonio Cultural-Paleontología) o la inclusión de la existencia de este patrimonio paleontológico en otras normativas sectoriales (urbanística, ambiental, ordenación del territorio), etc.

Es preocupante que existan a día de hoy territorios que no reconozcan siquiera los fósiles como patrimonio (se suma una interpretación laxa de la Ley estatal y una nula voluntad autonómica de desarrollo propio). Pero es igual de preocupante que el patrimonio paleontológico siga estando subordinado al arqueológico en otros casos o que se tenga una regulación normativa pero luego no se den los pasos siguientes de creación de una mínima infraestructura administrativa que impulse y desempeñe las funciones de gestión que le compete (gestión de autorizaciones, informes sectoriales, control de expedientes, cumplimentación de bases de datos de yacimientos, etc.).

No hay ninguna duda de que los fósiles son bienes naturales que forman parte del patrimonio geológico y nada tienen que ver con el patrimonio histórico. Pero no hay que olvidar que estas normativas históricas o culturales son las que dieron pie indirectamente a la protección del patrimonio paleontológico y es únicamente por ello por lo que han seguido ligadas a los departamentos responsables del patrimonio histórico. Hay que tener en cuenta que el patrimonio geológico no se reconoce como tal en España hasta el año 2007 (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad) y que el patrimonio paleontológico tiene unas connotaciones muy diferentes respecto a los bienes arqueológicos o históricos que dificulta su gestión común, pero éstas son tanto o más respecto a otros elementos naturales como son los glaciares, los pliegues, dolinas o las fallas. En Aragón, los fósiles son bienes de dominio público por sí mismos por la ley 3/1999, algo que no lo son ninguno del resto de elementos geológicos.

Como funcionario, creo irrelevante que mi sitio se encuentre en una u otra planta de la misma administración si hay que llevar a cabo las mismas funciones y lo único que va a cambiar es qué cargo va a tener competencia en la firma en lo relativo al patrimonio paleontológico (el Director General de Cultura y Patrimonio o el de Medio Natural). Lo importante es que el patrimonio paleontológico tenga su reconocimiento como un "patrimonio", se lleve a cabo su gestión administrativa (supervisión de obras y actuaciones, protección, inventarios, se fomente su estudio, difusión, investigación, etc.), que los fósiles que se estudien vayan a un museo, y que las secciones, así como yacimientos sean conservados o se documenten antes de que desaparezcan.

El patrimonio paleontológico es un legado a proteger y el debate debe ir encaminado a establecer un diagnóstico del estado actual en cada territorio y las necesidades y mecanismos precisos para abordar su gestión.

¿Es una ley garantía de protección del patrimonio? Previsión, prevención y negociación como posibles alternativas de protección

Àngel Galobart | director del Museu de la Conca Dellà y Dinosfera; jefe del grupo de investigación del Mesozoico del Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4160>

Recientes casos que han afectado gravemente una parte del patrimonio paleontológico en diversos yacimientos de Catalunya nos permiten abrir una reflexión sobre la eficacia y eficiencia del marco legal vigente.

Como introducción recordaremos que en el caso de Catalunya la ley vigente es la de octubre de 1993, que incluye un amplio abanico de bienes patrimoniales, entre ellos la paleontología. La ley describe las categorías de protección del patrimonio paleontológico y hace especial hincapié en el papel del propietario en relación con la conservación de los bienes culturales que se encuentren en su propiedad. Este factor puede llegar a convertirse en un problema, más que en una solución, en algunos casos, principalmente cuando estamos hablando de pro-

pietarios particulares que se ven en la obligación de conservar un patrimonio que, por ley, es de todos.

Dos casos pueden resumir las diferentes problemáticas que podemos encontrar en relación con la protección del patrimonio: pérdida de patrimonio por causas naturales (yacimiento de icnitas de dinosaurio de Fumanya) y pérdida de patrimonio por actos vandálicos (yacimiento de huevos de dinosaurio de Coll de Nargó, Lleida).

El primer caso se refiere al yacimiento de Fumanya (Barcelona), catalogado como bien cultural de interés nacional y corresponde a un afloramiento de más de un kilómetro y medio de longitud, con cerca de 3500 huellas de dinosaurio que se encuentra al aire libre, sujeto



Vista del desprendimiento en el yacimiento de icnitas de Fumanya Sud. A la izquierda una vista del yacimiento con un recuadro que señala la zona del desprendimiento. Derecha, magnitud del desprendimiento en el yacimiento | Institut Català de Paleontologia

a las inclemencias de la temperatura propia de alta montaña. Este yacimiento se descubrió gracias a la realización de una mina de carbón a cielo abierto a mediados de los años 80. Los hallazgos nunca fueron comunicados al organismo competente para la gestión del patrimonio paleontológico pero sí al organismo que regula la extracción de minerales y recuperación de canteras a cielo abierto, con el objetivo mal disimulado de evitar reparar el terreno. A finales de siglo aparecen los primeros artículos científicos y los recientes propietarios de la cantera (Endesa) reúnen a paleontólogos, técnicos de la administración y alcaldes de la zona para consensuar medidas de protección y dinamización de la zona. Sin previo aviso Endesa cede el terreno, ya sin interés económico, a los municipios, y con esta cesión la responsabilidad de proteger el yacimiento recae en estos últimos. Un yacimiento de estas características (paredes verticales de más de 60 metros de altura, en una zona con parte del año completamente cubierta de nieve) sólo tiene una mínima posibilidad de conservación si se aplica un plan de saneamiento de escorrentía de aguas y se cubre de las inclemencias meteorológicas. Teniendo en cuenta que la crisis económica frena cualquier tipo de inversión faraónica como una cubierta parcial, solo queda aplicar un plan de saneamiento de la zona superior del yacimiento. Estos trabajos, proyectados por geólogos e ingenieros en el año 2005 y valorados en un 60.000€, no se llevaron nunca a cabo y, diez años después, un gran desprendimiento cercenaba buena parte del yacimiento paleontológico en una zona situada en frente del centro de interpretación que se inauguraría un par de años después del derrumbe.

Este caso es paradigmático por declarar como BCIN una estructura geológica que claramente no se puede proteger, y menos aún por sus propietarios, que son municipios de centenares de habitantes y sin recursos económicos. No obstante, y previendo la desintegración del yacimiento, los científicos encargados de su estudio (geólogos de la UAB y paleontólogos del Institut Català de Paleontologia) llevaron a cabo una digitalización de todo el yacimiento utilizando un LiDAR-scanner que ha permitido preservar, digitalmente, el patrimonio ya desaparecido.

El segundo caso que presentamos conlleva unos tintes kafkianos difíciles de comprender. La geología de Coll de Nargó (Lleida) nos ha proporcionado unos excepcionales yacimientos de huevos y nidos de dinosaurio que se extienden por varios kilómetros cuadrados. Esta riqueza paleontológica ha puesto en órbita internacional los afloramientos Maastrichtienses del Pirineo y se han propuesto nuevas hipótesis sobre el comportamiento reproductivo de los dinosaurios saurópodos. Esta riqueza patrimonial es la base de un proyecto de divulgación (Dinosaurios de los Pirineos) que quiere mostrar el patrimonio en centros de interpretación próximos a los yacimientos (caso de Dinosfera en Coll de Nargó o el Museu de la Conca Dellà en Isona). Uno de estos centros corresponde al "Mirador del Cretaci", un espacio a cielo abierto musealizado con un camino y unas pasarelas que recorren y muestran diversos elementos fósiles como son restos vegetales, pisadas o restos de huevos conservados en una margocaliza de gran dureza. Este espacio se inauguró en el año 2008, con gran afluencia de público, y en el año 2013 se excavó un pequeño esqueleto de un vertebrado que se encontraba entre los restos de huevos de dinosaurio. Durante la última noche



Bloque de yeso con los fragmentos de sedimento rotos depositados cerca del yacimiento. El autor del robo rompió y manipuló el bloque de sedimento en busca de los fósiles | Institut Català de Paleontologia

de la excavación alguien sustrajo el bloque de sedimento con el fósil, ya preparado para su extracción. Durante aproximadamente un mes, la brigada de patrimonio de los Mossos de Esquadra llevó a cabo una meticulosa investigación que desembocó en una presión extremada sobre el presunto autor de robo. Una llamada anónima alertó de que el bloque con el fósil se había depositado cerca del yacimiento, esta vez completamente roto y con la pérdida irreparable de parte del fósil. Finalmente se detuvo al propietario del terreno como autor del robo del fósil y fue juzgado a principios del año 2015. Por razones desconocidas no se presentó al juicio la defensa de la Generalitat de Catalunya, a pesar de haberse realizado una cuantificación de los daños sufridos por el fósil, de forma que el juez dictaminó una multa de 6€ durante quince días.

En el mes de julio del mismo año el yacimiento de huevos de dinosaurio amaneció completamente destrozado. Las casi dos decenas de huevos de dinosaurio habían sido destrozados de forma metódica y contumaz. La brigada de patrimonio llevó a cabo otra investigación cuyos resultados aún no se conocen.

Fósiles y yacimientos paleontológicos: un patrimonio en la encrucijada

Esperanza Fernández Martínez | Universidad de León

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4153>

Los fósiles son objetos naturales con un importante valor cultural

Muy a menudo, los fósiles se definen como “restos de la vida pretérita”. En mi opinión, esta descripción oculta el enorme potencial que tienen los fósiles como archivos del pasado. Unos archivos que permiten no sólo conocer la paleo-diversidad morfológica de los seres vivos, sino también sus comportamientos y sus relaciones ecológicas y filogenéticas.

Además, en los últimos años se ha producido un importante desarrollo de conceptos y técnicas en tafonomía, isótopos estables, biomarcadores, etc., favoreciendo que los fósiles desempeñen un papel cada día más importante en el conocimiento del pasado de nuestro planeta y de nuestra historia como seres vivos. Sin ellos, seríamos una especie amnésica, en el sentido de que no reconoceríamos a nuestros antepasados, ni tendríamos la certeza de formar parte de un entramado evolutivo.

Por estos motivos, los objetos naturales que llamamos fósiles realizan una aportación básica a nuestro acervo cultural: conocimiento científico. Un conocimiento, el de los cambios en el pasado geológico y biológico, que es fundamental para afrontar los retos actuales del planeta. A este valor hay que añadir el atractivo intelectual, emocional y estético que tienen muchos fósiles, atractivo que los convierte en objetos clave para la enseñanza y divulgación de las ciencias de la Tierra y de la vida.

No debemos olvidar la importancia de este valor cultural, que es una de las cuatro funciones principales reconocidas en el enfoque ecosistémico de la naturaleza (GRAY, 2011; GRAY; GORDON; BROWN, 2013).

Los marcos legales que amparan el patrimonio paleontológico son ineficientes para gestionar este patrimonio

A pesar de su enorme importancia, en nuestro país y bien entrado el siglo XXI, los fósiles se encuentran en una situación de “tierra de nadie” que repercute negativamente en su preservación y uso (GARCÍA-ORTIZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2016). Y no solo porque son lugares y objetos susceptibles de ser legislados al mismo tiempo desde instituciones culturales y medioambientales, sino porque esta duplicidad legislativa no es capaz de responder a las necesidades que plantea su gestión.

Desde el punto de vista patrimonial, todos los fósiles (sean de homínidos o no) son objetos de origen natural pertenecientes a la geosfera y, por tanto, deberían ser gestionados desde las entidades competentes en medio ambiente. Así lo reconocen instituciones de la importancia de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, resolución 083 de 2016); o, en nuestro país, la Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 42/2007 de 13 de diciembre (y su posterior Ley 33/2015 de 22 de septiembre). Ambas incluyen los fósiles en el listado de elementos que forman parte del patrimonio natural geológico.

Esta legislación nacional se traslada a las comunidades autónomas, de manera muy diversa, a través de los respectivos desarrollos de estas leyes (ver, a este respecto, <http://sepaleontologia.es/patrimonio-paleontologico/>). Sin embargo, ni su pertenencia al patrimonio natural ni su consideración como patrimonio cultural en numerosas comunidades han impedido años de expolio y pérdida de información.



Intento malogrado de expolio de un braquiópodo. Yacimiento devónico de El Millar (León) | foto Esperanza Fernández Martínez

Un ejemplo de esta situación es el que se desarrolla en la comunidad de Castilla y León, certeramente descrita por nuestro colega Antonio Bellido Blanco en su aportación a esta sección (*Perspectivas*, revista PH 94).

Varias figuras pueden acoger el patrimonio paleontológico

Fósiles y yacimientos no son sinónimos de patrimonio paleontológico (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2015). Para que un elemento forme parte del patrimonio tiene que haber sido previamente valorado. Desde el patrimonio natural, esta valoración se realiza mediante inventarios de Lugares de Interés Geológico (LIG), que pueden tener diferente nivel de importancia, desde internacional a meramente local.

Además, los yacimientos de fósiles pueden ser declarados monumento natural y algunas comunidades han creado figuras de protección específicas, como los “lugares paleontológicos de especial interés” en Castilla y León.

También desde el patrimonio natural pueden utilizarse determinadas figuras de protección para gestionar los yacimientos paleontológicos. Este sería el caso de los incluidos en territorios declarados como espacios naturales.

Sin embargo, el problema principal es que ninguna de estas figuras asegura la protección del yacimiento, y aún menos de sus fósiles que, sólo en el mejor de los casos, acaban en colecciones públicas. Para que la protección fuera efectiva, sería necesario elaborar inventarios bien definidos y específicos para este patrimonio, desarrollar una normativa sancionadora, habilitar a la guardería y, no menos importante, trabajar en una educación centrada en el respeto hacia los fósiles.

La difícil gestión del patrimonio paleontológico

La gestión del patrimonio paleontológico implica “preservar” los fósiles (evitar su desaparición o deterioro), pero también fomentar su utilización como elementos con valor cultural. Esto implica favorecer las investigaciones paleontológicas, el uso docente y las actividades recreativas centradas en fósiles y sus yacimientos. En este sentido hay dos aspectos a que tener en cuenta:

- 1) No basta con valorar los fósiles y sus yacimientos, hay también que determinar cuál es la vocación de cada lugar o colección (científica, docente y/o recreativa) y centrar la gestión en ella.
- 2) Todos estos usos (incluyendo los científicos y docentes) conllevan unos riesgos de degradación que es imprescindible reconocer e intentar minimizar.



La colocación de un panel en el yacimiento devónico de Matallana de Torío (León) provocó un enorme incremento de la recolección de ejemplares, a pesar de la indicación “los yacimientos están protegidos por la Ley de Patrimonio Cultural de Castilla y León” | foto Esperanza Fernández Martínez

Consideración final

Aunque sin duda es necesario aclarar bajo qué legislación debe gestionarse el patrimonio paleontológico, la protección de los yacimientos y los fósiles no pasa sólo por tener una legislación única que la respalde. Es imprescindible conocer en detalle los rasgos y problemas de este patrimonio, desarrollar inventarios selectivos y orientados a la gestión, y diseñar estrategias que afronten cada caso de manera individualizada. Este debe ser nuestro reto para el futuro inmediato.

BIBLIOGRAFÍA

- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (2015) Los fósiles como componentes de la geodiversidad: algunas consideraciones para su gestión. En REOLID, M. (ed.) *Libro de resúmenes de las XXXI Jornadas de Paleontología*. Jaén: Servicio Publicaciones de la Universidad Jaén, 2015, pp. 124-126
- GARCÍA-ORTIZ, E., FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (2016) La complejidad legislativa en el patrimonio paleontológico: el caso de los yacimientos de icnitas de La Rioja. En MELÉNDEZ, G.; NÚÑEZ, A.; TOMÁS, M. (ed.) *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2016, pp. 171-176 (Serie Cuadernos del Museo Geominero, n.º 20)
- GRAY, M. (2011) Other nature: geodiversity and geosystem services. *Environmental Conservation*, vol. 38, n.º 3, 2011, pp. 271-274
- GRAY, M.; GORDON, J. E.; BROWN, E. J. (2013) Geodiversity and the ecosystem approach: the contribution of geoscience in delivering integrated environmental management. *Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 124, 2013, pp. 659-673

Algunas consideraciones sobre la gestión del patrimonio paleontológico

Esperanza Fernández Martínez, Esperanza García-Ortiz de Landaluce | Universidad de León

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4154>

El objetivo fundamenal del patrimonio debe ser la conservación, entendiendo por tal la preservación del valor del lugar u objetos considerados como tales, y su utilización con fines culturales (bien sean de investigación, enseñanza a diferentes públicos o turismo). Para lograr estos fines es fundamental realizar una labor de gestión que ha de tener en cuenta dos aspectos básicos:

- > el uso potencial al que se va a dedicar el lugar u objeto/s con valor patrimonial;
- > los rasgos específicos de cada patrimonio. Estos últimos dependen de los elementos físicos que los constituyen, y, en gran medida, determinan su riesgo de degradación.

Algunos rasgos del patrimonio paleontológico

Por tratarse de objetos naturales pertenecientes a la geosfera, los fósiles y los yacimientos donde se encuentran comparten una serie de rasgos con otros tipos de patrimonio geológico. Entre ellos, cabe citar:

1. Ser constituyentes habituales de las rocas sedimentarias.
2. No ser renovables.
3. Requerir exposición. Esta puede producirse por causas naturales (los yacimientos de icnitas de dinosaurio de la costa asturiana, por ejemplo) o por causas antrópicas (los yacimientos de Atapuerca o de Lo Hueco).
4. Tener alta capacidad explicativa. Los fósiles y sus yacimientos son documentos naturales que, convenientemente interpretados, nos muestran aspectos muy diversos sobre mundos hoy desaparecidos.

A mayores, el patrimonio paleontológico tiene rasgos que le son peculiares, aunque algunos de ellos están compartidos por otros tipos de patrimonio.

5. Duplicidad legal, al estar regido por normativas referidas tanto al patrimonio cultural como al natural, ninguna de las cuales ha logrado evitar ni la degradación de muchos yacimientos ni la pérdida de numerosas colecciones.
6. Estar formado por elementos muebles (los fósiles) e inmuebles (los yacimientos).
7. Ejercer una fuerte atracción para el público general, motivo por el cual son elementos de alto interés en actividades docentes, divulgativas y turístico-recreativas.

Muchos de estos rasgos, pero especialmente los números 1, 2, 4, 5 y 7, se conjugan para hacer del paleontológico un patrimonio con un altísimo riesgo de degradación, hecho de especial relevancia a la hora de gestionar cualquier patrimonio.

Riesgo de degradación del patrimonio paleontológico

La figura que incluimos muestra los principales factores de riesgo de degradación de un yacimiento.

El riesgo por fragilidad lo poseen aquellos yacimientos que, por tener litologías fácilmente erosionables o formas de fosilización débiles, experimentan procesos intrínsecos de destrucción que no pueden frenarse con facilidad (por ejemplo, fósiles conservados en margas y sin partes mineralizadas). Algo similar ocurre con el riesgo por vulnerabilidad natural, aunque en este caso el proceso que destruye el yacimiento es externo y no está



Esquema de los riesgos de degradación que amenazan el patrimonio paleontológico con un ejemplo de cada uno de ellos | esquema Esperanza Fernández Martínez a partir de datos en GARCÍA-ORTIZ; FUERTES-GUTIÉRREZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2014; FUERTES-GUTIÉRREZ; GARCÍA-ORTIZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2016 (fotografías de la autora excepto la imagen 2, cedida por Asier Hilario –Geoparque de la Costa Vasca–)

relacionado con el mismo (yacimientos en la costa cantábrica, por ejemplo).

El riesgo por vulnerabilidad antrópica en los yacimientos paleontológicos es, casi siempre, altísimo, ya que fósiles y yacimientos ejercen un gran atractivo sobre muchas personas. Este hecho, unido a los comportamientos vandálicos habituales que afectan a todo patrimonio, y al hecho de que “coger fósiles” ha sido una práctica muy extendida y aplaudida en el pasado, son los responsables de esta valoración.

Por último, el rasgo 1 (ser parte de las rocas sedimentarias) hace que el riesgo por afecciones ajenas al yaci-

miento sea también alto, pero este caso es matizable. En primer lugar porque existen Estudios de Impacto Ambiental (EIA) que, bien desarrollados, pueden frenar la destrucción del yacimiento e incluso ayudar a su estudio. En segundo lugar porque, como se indicó en el rasgo 3, la actividad antrópica puede sacar a la luz un yacimiento.

La gestión del patrimonio paleontológico

Retomando la idea inicial, la gestión del patrimonio paleontológico tiene que estar orientada a dos objetivos básicos: 1/ preservar el valor del elemento y 2/ favorecer que este sea utilizado con fines culturales diversos.

La preservación del valor del yacimiento o de sus fósiles debe realizarse utilizando diversas estrategias que están relacionadas con el riesgo de degradación y con el uso que se quiera dar al lugar o colección.

Así, la preservación de yacimientos cuyo riesgo principal se produce por fragilidad o por vulnerabilidad natural es casi imposible y, en muchos casos, se impone un estudio integral del mismo, la extracción de los fósiles y la creación de colecciones con fines científicos y/ o expositivos.

Los yacimientos que experimentan afecciones por grandes obras o por actividades extractivas deben tener una gestión especial, consistente en realizar EAI y, si es posible, en llegar a acuerdos con las empresas causantes de la afección para poder realizar los estudios pertinentes y obtener materiales de colección. En España tenemos magníficos ejemplos de este tipo de gestión (Túnel Ordovícico del Fabar, yacimiento de Lo Hueco, acuerdos de la Fundación Dinópolis con empresas que explotan recursos naturales en lugares con fósiles de vertebrados, etc.).

En los casos anteriores, el uso potencial de estos elementos patrimoniales (sean yacimientos y/o colecciones) está en la investigación científica, pudiendo desarrollarse posteriormente una fase divulgativa centrada en las colecciones obtenidas.

Por último, tenemos el caso de los yacimientos afectados por acciones antrópicas. Estas aluden al vandalismo y al expolio realizado por coleccionistas, comerciantes o público no especializado. Sin embargo, actividades docentes y prácticas científicas poco cuidadosas pueden también alterar el valor de un yacimiento. En estos casos, e independientemente del número o tipo de fósiles librados, resulta imprescindible regular la recolección en función de varios parámetros como el tipo de yacimiento y fósiles, su valor, estado de conservación y, sobre todo, del diferente uso que se le quiera dar (científico, docente, divulgativo, empresas turísticas, etc.) Ejemplos de buenas prácticas en la gestión de fósiles

existen en varios países, como Gran Bretaña, donde se han desarrollado códigos que regulan la recolección y grupos de custodia locales que se ocupan de controlar las visitas.

Una regulación de este tipo sólo puede ser efectiva si existe un apoyo legislativo que incluya normativa sancionadora, si la guardería medioambiental se involucra en ella y, muy especialmente, si comenzamos una auto-educación centrada en la no recolección indiscriminada de ejemplares. Muchos fósiles y yacimientos se han perdido en los últimos años, así que no deberíamos esperar mucho más.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA-ORTIZ, E.; FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (2014) Concepts and terminology for the risk of degradation of geological heritage sites: fragility and natural vulnerability, a case study. *Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 125, 2014, pp. 463-479
- FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; GARCÍA-ORTIZ, E.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (2016) Anthropoc Threats to Geological Heritage: Characterization and Management: A Case Study in the Dinosaur Tracksites of La Rioja (Spain). *Geoheritage*, vol. 8, n.º 2, 2016, 135-153. <<https://doi.org/10.1007/s12371-015-0142-3>>

Encontré un icnofósil y tampoco supe qué hacer con él

Eduardo Mayoral Alfaro | Dpto. de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4158>

Tomando como inspiración el título del texto introductorio de la coordinadora de este debate, mi querida Eloísa Bernáldez, me gustaría incidir y profundizar en algunas reflexiones que ella hace en el mencionado texto, entre otras cosas, porque ambos hemos sufrido los avatares y sinsabores acerca del devenir del patrimonio paleontológico en Andalucía.

El patrimonio paleontológico debe tener su propio marco legal, al igual que ocurre con el arqueológico, y del que nadie, desde la administración hasta la sociedad, tiene dudas de que debe de estar protegido, como así ocurre. Las razones que lo justifican son obvias. Los yacimientos paleontológicos (los fósiles) son elementos que forman parte del patrimonio geológico y se constituyen como georrecursos que son rasgos esenciales de la geodiversidad y esto, como se puede deducir, no tiene nada que ver con el patrimonio arqueológico. Por desgracia, en la Comunidad Autónoma de Andalucía, la situación es lamentable y penosa. Lo “paleontológico” solo queda recogido de pasada en la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español y ligado siempre a la historia del hombre, sus orígenes y antecedentes, siendo materia de estudio mediante la realización de excavaciones arqueológicas.

También es cierto que la tipología de algunos yacimientos de fósiles “no humanos” pueden acogerse a alguna figura de protección legal dentro de la ley anterior (monumento, conjunto histórico, sitio histórico o zona arqueológica); e incluso todos ellos son susceptibles de inscribirse por su interés para la comunidad autónoma como bien de interés cultural dentro del Catálogo General del Patrimonio Histórico Andaluz. Hasta aquí todo casi perfecto, pero luego topamos con la exasperante lentitud burocrática de la administración. Un ejemplo, el yacimiento de medusas fósiles del Cámbrico inferior de Constantina en la

provincia de Sevilla. Este yacimiento fue dado a conocer por Liñán y Mayoral (1992), hallazgo que fue puesto en conocimiento de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía; por entonces, el organismo que tenía competencias en esta materia. Posteriormente, tras doce años de investigación, el yacimiento fue publicado en extenso y difundido a la comunidad científica (MAYORAL; LIÑÁN; GÁMEZ VINTANED et ál., 2004). Este yacimiento es, sin duda, uno de los más importantes del mundo en cuanto al registro de estos organismos de cuerpo blando, tanto en cantidad (más de 90 ejemplares) como en calidad (tamaños excepcionales de hasta 88 cm de longitud). Y, junto a otros, ha sido uno de los principales argumentos que han servido para que, en septiembre de 2015, la UNESCO declarase como geoparque mundial al Geoparque de la Sierra Norte de Sevilla, lugar en el que se ubica dicho yacimiento. Desde entonces, han pasado otros 14 años y todavía la administración andaluza no ha hecho efectiva la figura de su protección como monumento natural (una de las pocas figuras que concede la legislación actual), a pesar incluso de su difusión a la comunidad científica internacional (GIL TOJA; SANZ MATENCIO; MAYORAL, 2016). Si un yacimiento de esta importancia tiene que esperar 36 años (¡de momento!) a que sea declarada una figura de protección legal para el mismo es que vamos por mal camino. Y todo esto se deriva, como es lógico, de la inexistencia de una ley que permita su tratamiento correcto, con la toma de medidas efectivas y adecuadas para evitar que se pierda de forma irremediable, como en este caso, una de las joyas de nuestro inmenso y rico patrimonio paleontológico.

Por todo, la protección del patrimonio paleontológico es muy importante. El principal motivo, por la salvaguarda de todos aquellos yacimientos que no contienen fósiles humanos (protegidos por la ley anterior). Esto hace (y ha hecho) que muchos yacimientos o hallazgos importantes



Vista general del afloramiento de fósiles del Plioceno inferior del paraje de Las Presas en Villarrasa (Huelva). Arriba, mayo de 2014, cuando se conservaba todo el tramo inferior y medio de la serie estratigráfica con sus niveles fósiles. Abajo, mayo de 2015; la parte inferior de la sección ha desaparecido por la instalación de un cultivo de aloe vera | fotos Eduardo Mayoral Alfaro

hayan sido expoliados y/o destruidos, ya sea de forma intencionada (coleccionismo), por desconocimiento (realización de obras públicas o intervenciones antrópicas) o por desidia por parte de la administración. En esta línea, el papel del paleontólogo/a es esencial, ya que los investigadores especializados en Paleontología son los únicos profesionales capacitados para abordar con conocimiento de causa cualquier proyecto de investigación de esta índole o de cualquier actuación de carácter patrimonial. Los requisitos, tener formación paleontológica acreditada, independientemente si se procede de los grados de Geología o Biología. En la actualidad, en la comunidad andaluza los únicos proyectos de “paleontología” están regulados como actividades arqueológicas y los investigadores responsables ya no pueden ser paleontólogos, sino las personas físicas, nacionales o extranjeras, que cuenten con titulación académica de licenciatura en el ámbito de las Humanidades y que acrediten una formación teórica en arqueología (LEY 14/2007). Si esto no es un caso claro de intrusión profesional...

Por último, siguiendo el hilo argumental propuesto, el uso de las nuevas tecnologías siempre es positivo si éstas se aplican de la forma correcta y están encaminadas a la consecución de fines que tengan que ver con una buena gestión de uso y conservación de los fósiles y sus yacimientos. Hoy en día, las técnicas de geolocalización, por ejemplo, nos permiten tener un mayor control de la situación exacta de estos, en ocasiones ubicados en lugares remotos, lo que permite o facilita aspectos como su inventario y cuestiones relacionadas con su “explotación”. Sin embargo, estas mismas tecnologías hacen que algunos yacimientos sean muy frágiles frente a actividades de expolio o coleccionismo incontrolado. De ahí, que sea necesario e imprescindible contar con una legislación que pueda contemplar de forma adecuada todas estas y otras muchas posibilidades, dirigidas siempre a la protección y conservación de todos estos bienes naturales de indudable valor cultural y patrimonial.

BIBLIOGRAFÍA

- GIL TOJA, A.; SANZ MATENCIO, A.; MAYORAL (2016) New Natural Monument: Lower Cambrian jellyfish impressions (Sierra Norte de Sevilla Geopark). En *7th International Conference on UNESCO Global Geoparks, Torquay, United Kingdom - Riviera International Conference Centre* [en línea] p. 106 <http://www.globalgeopark.org/UploadFiles/2016_11_2/Abstract_Book%20of%20the%207th%20international%20conference%20on%20UNESCO%20Global%20Geoparks.pdf> [Consulta: 10/04/2018]
- LEY 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, n.º 248, de 19 de diciembre de 2007
- LEY 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. *Boletín Oficial del Estado*, n.º 155 de 29 de junio de 1985, pp. 20342-20352
- LIÑÁN, E.; MAYORAL (1992) Medusoides del Cordubiense (Cámbrico basal) de Sevilla. *VII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, Oviedo (España)*. Oviedo: Universidad, 1992, p. 40
- MAYORAL, E.; LIÑÁN, E.; GÁMEZ VINTANED, J. A.; MUÑIZ, F.; GOZALO, R. (2004) Stranded jellyfish in the lowermost Cambrian (Corduban) of Spain. *Revista Española de Paleontología*, vol. 19, n.º 2, 2004, pp. 191-198

El reglamento de actividades arqueológicas y la investigación paleontológica en Andalucía: ¿El estudio del registro fósil debe ser competencia de los licenciados en humanidades?

Paul Palmqvist Barrena | Dpto. de Ecología y Geología, Universidad de Málaga

Matías Reolid | Dpto. de Geología, Universidad de Jaén

Borja Figueirido, Juan Antonio Pérez-Claros, Antonio Guerra-Merchán, José Manuel García-Aguilar, Francisco J. Serrano | Dpto. de Ecología y Geología, Universidad de Málaga

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4164>

España atesora un patrimonio cultural ingente y diverso, de carácter tanto histórico como natural, y su registro fósil no es en absoluto una excepción. Así, una serie de enclaves de nuestra geografía gozan de reconocimiento a nivel mundial gracias a su extraordinario patrimonio paleontológico, e igualmente debido a las investigaciones que diversos equipos científicos vienen realizando sobre el mismo. Es el caso de los yacimientos pleistocenos de la sierra burgalesa de Atapuerca (Burgos), en los que se continúa reescribiendo la evolución humana, del humedal cretácico de las Hoyas (Cuenca), donde aprendemos día a día sobre la evolución de las aves y los mamíferos mesozoicos, o los afloramientos cámbricos de Murero (Zaragoza), que aportan información clave sobre la historia temprana de los metazoos a comienzos del Paleozoico, por solo citar tres emplazamientos particularmente destacados.

Andalucía alberga, igualmente, un patrimonio fósil de proyección internacional, como ocurre con los importantes yacimientos paleontológicos de la región de Orce en el altiplano granadino (depresión de Guadix-Baza), los cuales atesoran las evidencias más antiguas de presencia humana en el margen occidental de Europa (1,4 millones de años), lo que nos abre una ventana excepcional al estudio de los ecosistemas peninsulares de inicios del Cuaternario, o los yacimientos marinos de la comarca almeriense de Cuevas del Almanzora, por el momento menos estudiados, que nos transportan a un mundo de manglares subtropicales habitado por cetá-

ceos y manatíes hace más de cuatro millones de años. Por ello, nuestra administración debería tener como prioridad la investigación del patrimonio paleontológico que atesoran tales enclaves y muchos otros, investigación que se debe orientar hacia la diseminación del conocimiento científico y la integración social de dichos recursos como bienes de carácter cultural, vertebradores del desarrollo económico del territorio en el que se ubican.

Por otra parte, no podemos olvidar que, conforme a la recomendación de la UNESCO, la idea de patrimonio se debe desarrollar desde una perspectiva más amplia, basada en el concepto de patrimonio de naturaleza inmaterial, lo que es de aplicación también en el ámbito de la Paleontología. Este enfoque, concebido inicialmente para los hechos culturales, puede incluir igualmente a los científicos o a cualesquiera otros que deriven de los logros de la humanidad, lo que nos lleva desde la idea más o menos inmediata de que los fósiles son objetos patrimoniales singulares, que deben conservarse en los museos, a la noción de que son los conocimientos paleontológicos generados tras su estudio los que verdaderamente dan valor a ese patrimonio. Así, las explicaciones llegan con frecuencia a ser más interesantes que la belleza o el interés que pueda despertar en sí mismo un fósil. Los yacimientos de la región de Orce vuelven a ser un buen ejemplo de tales prácticas en Andalucía, que contribuyen a la puesta en valor del patrimonio histórico y natural. Durante las últimas décadas, la investigación del contexto geológico, los atributos tafonómicos

y el marco paleoecológico de las asociaciones fósiles de grandes mamíferos recuperadas en los yacimientos orceses, en particular Venta Micena, Barranco León-D y Fuente Nueva-3, ha permitido constatar la dispersión, hace un millón y medio de años, de fauna africana hacia la ribera norte del Mediterráneo, entre cuyos integrantes se encuentran los primeros pobladores humanos de Eurasia, conservándose tales vestigios en las inmediaciones de los sistemas lacustres de la cuenca de Baza,

que estaban sujetos a surgencias de aguas termales. En estos ecosistemas tan singulares, los fósiles de la fauna de grandes mamíferos que habitaban en las inmediaciones de los lagos se conservaron en el entorno de los cubiles de cría de las hienas gigantes (*Pachycrocuta brevirostris*) que poblaban la cuenca, como ocurre en el caso de Venta Micena. Tales hienas competían intensamente con los homínidos por el acceso a la carroña, según se evidencia particularmente en Fuente Nueva-



Reconstrucción del entorno de Orce hace 1,4 millones de años. Se aprecia, en primer plano, a tres félidos con dientes de sable de la especie *Homotherium latidens* abatiendo a una cría del elefante *Mammuthus meridionalis*, mientras en segundo término intervienen defensivamente tres ejemplares adultos para separar a uno de ellos de su presa y ahuyentar a un cuarto depredador | dibujo Mauricio Antón

3, un verdadero cementerio de elefantes, dejando como testimonio ingentes asociaciones de útiles líticos tallados in situ según la tradición olduvayense y, en el caso de Barranco León-D, un diente de leche que es hoy por hoy el fósil humano más antiguo de Europa.

Desgraciadamente, la labor investigadora de los paleontólogos no se ve facilitada en nuestra comunidad por la administración, más bien al contrario. Así, el Reglamento de Actividades Arqueológicas de Andalucía (BOJA núm. 134, DECRETO 168/2003 de 17 de junio), que regula la normativa aplicable a la prospección y excavación de este patrimonio, define en su artículo 2 (apartado a) como excavación arqueológica la destinada al descubrimiento de restos históricos o paleontológicos, e incluso los componentes geomorfológicos relacionados con ellos, consideración que se hace extensiva a la prospección arqueológica (apartado b), entendida como exploración dirigida al estudio, investigación o detección de vestigios arqueológicos o paleontológicos.

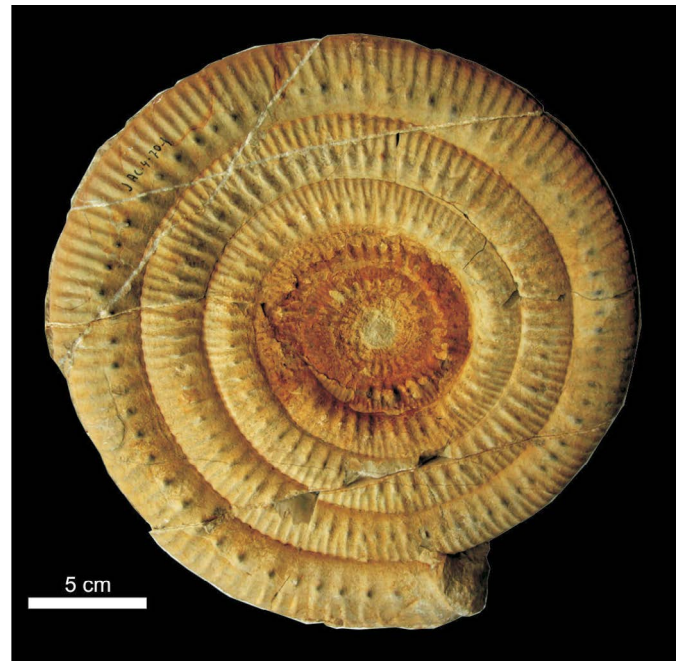
Por otra parte, el artículo 3, relativo a los tipos de excavaciones arqueológicas, contempla como tales las excavaciones extensivas en superficie para documentar el registro estratigráfico y extraer científicamente los vestigios paleontológicos, e igualmente considera como sondeos arqueológicos los análisis de las secuencias estratigráficas de los yacimientos, poniendo incluso en manos de los arqueólogos el control de los movimientos de tierras, en detrimento de los especialistas en geotecnia.

Finalmente, en el artículo 6 se explicita quiénes pueden solicitar autorización a la administración andaluza para realizar este tipo de actividades, consideradas como exclusivamente arqueológicas, indicando que son únicamente los licenciados en humanidades con formación teórico-práctica acreditada en arqueología o los departamentos universitarios y museos competentes en arqueología.

Por todo ello, y aunque a priori pueda resultar difícil de creer, el reglamento excluye categóricamente de la

dirección de tales estudios y excavaciones a los propios paleontólogos, incluso en el caso de aquellos yacimientos que son de naturaleza exclusivamente paleontológica (esto es, sin evidencias culturales de la humanidad, como ocurre en la mayoría de los casos, pues el registro fósil comprende más de 3.500 millones de años), siendo que nuestra comunidad cuenta con algunos de los equipos paleontológicos de trayectoria científica más acreditada en su especialidad a nivel internacional.

Así pues, esta reglamentación anula claramente las competencias profesionales de los paleontólogos y, en general, de los geólogos en Andalucía, lesionando sus legítimos intereses profesionales al supeditar la dirección de una serie de actividades científicas, como las prospecciones geológicas y las excavaciones paleontológicas, a los licenciados en humanidades. Esto lleva a pensar que dicho reglamento de actividades arqueológicas, en su versión del año 2003, actualmente vigente, se elaboró con la



Ammonites del género *Skirroceras* del Bajociense (169 millones de años, Jurásico medio) de Campillo de Arenas (provincia de Jaén, Subbético Medio)
| foto Matías Reolid

intención de dotar de la máxima inclusividad posible a las actividades profesionales de los arqueólogos y los prehistoriadores, dejando a su cargo competencias científicas que en buena lógica deberían haber recaído en otros profesionales, como los paleontólogos y los estratígrafos. Por ello, cabe preguntarse entonces hasta qué punto incurre el reglamento en una clara prevaricación administrativa. De hecho, en la versión anterior del reglamento, de 1993, se manifestaba que podrán solicitar autorización para realizar actividades arqueológicas las personas físicas, nacionales o extranjeras, que cuenten con la titulación académica de Licenciado, y acrediten formación arqueológica o paleontológica. Esto induce a pensar que en la versión posterior del mismo se excluyó deliberadamente a los paleontólogos. Además, en el reglamento de 1993 se indicaba, en su artículo 3, que para las excavaciones sistemáticas terrestres y las prospecciones con sondeos estratigráficos terrestres, será necesaria la presencia en el equipo de un arquitecto o arquitecto técnico, lo cual se eliminó también en la versión vigente de 2003, donde tales competencias profesionales, claramente ajenas a la formación de los arqueólogos, recaen una vez más en los licenciados en humanidades.

Por otra parte, en el reglamento de 2003 no se habla en ningún momento de restringir las actividades consideradas como propiamente arqueológicas al Cuaternario (últimos 2,6 millones de años), período en el que cabe contemplar la presencia simultánea en los yacimientos de restos humanos, que son competencia de los paleoantropólogos, y sus manifestaciones culturales, como las industrias líticas, que son competencia de los arqueólogos (aunque como icnofósiles, esto es, evidencias de la actividad vital de una especie extinta, también interesan a los paleontólogos, tal y como ocurre con las huellas de los dinosaurios).

De hecho, en el caso de los yacimientos de Orce, como sucede en Fuente Nueva-3 y Barranco León-D, se presentan ambos tipos de registros, industrias líticas (que representan menos del 15% de los registros) y fósiles de macrovertebrados (la gran mayoría de los restos, a los que se sumarían los fósiles de la microfauna). No

obstante, la dirección de las excavaciones en estos yacimientos ha recaído durante las dos últimas décadas siempre en manos de arqueólogos, pese a su falta de competencias profesionales para trabajar con restos paleontológicos.

Más aún, esta situación afecta también al yacimiento de Venta Micena, que es exclusivamente paleontológico, pues su cronología es anterior a la llegada de las primeras poblaciones humanas a nuestras latitudes, pese a lo cual su excavación continúa siendo dirigida por licenciados o graduados en humanidades. De hecho, en el reglamento de actividades arqueológicas no se explicita que su ámbito de aplicación se restrinja a aquellos yacimientos en los que se constate la presencia humana o las evidencias de actividad antrópica. Por ello, si sumamos esta consideración a la efectuada anteriormente, en el sentido de que su regulación no se limita a los yacimientos pleistocenos, en los que sí cabe contemplar la posibilidad de dicha presencia humana, debería entenderse, por extensión, que este reglamento afecta potencialmente a cualquier resto fósil o yacimiento paleontológico (por ejemplo, los trilobites del Cámbrico o los dinosaurios del Mesozoico), lo cual podría generar en el futuro un problema de competencias aún mayor que el planteado actualmente.

Esta carencia de habilidades profesionales para gestionar la investigación del registro fósil tiene su expresión más perniciosa en el riesgo potencial de destrucción del patrimonio paleontológico durante la propia excavación, al carecer el arqueólogo de la formación necesaria, tanto de índole geológica como biológica, para afrontar la extracción de los fósiles. Así, cabe plantearse qué conocimientos puede tener un licenciado en humanidades sobre la anatomía de los ammonites jurásicos o la de los notosaurios triásicos, sobre los paleoecosistemas en los que vivieron estos organismos (los cuales carecen de representantes actuales) o sobre las características de las propias rocas en las que se conservaron sus fósiles.

Este tema ha sido objeto de numerosos debates en las jornadas que celebra anualmente la Sociedad Española

de Paleontología, particularmente en el seno de su Grupo de Trabajo sobre Patrimonio Paleontológico. En todo caso, pese a tales agravios y limitaciones, conviene recordar que han sido paleontólogos y geólogos los que han generado el grueso del conocimiento que se tiene sobre el extraordinario patrimonio fósil andaluz. Así, en el caso de los importantes yacimientos de la depresión de Guadix-Baza, que se llevan excavando y estudiando durante décadas, la inmensa mayoría de las publicaciones con índice de calidad y repercusión internacional han sido realizadas por equipos de investigación coordinados por paleontólogos, lo que ha generado un considerable impacto y difusión en los medios de comunicación, contribuyendo a la puesta en valor y socialización de este extraordinario patrimonio.

A modo de resumen, y en función de todo lo expuesto anteriormente, consideramos que el reglamento de actividades arqueológicas de Andalucía, en su versión actual, lesiona gravemente las competencias profesionales de los paleontólogos y, por extensión, de toda una serie de especialistas del ámbito de la Biología y la Geología, como los estratígrafos, los geocronólogos, los geomorfólogos, los paleobiólogos, los palinólogos, los sedimentólogos y los tafónomos, al situar la responsabilidad del estudio y la gestión de los bienes paleontológicos en manos de licenciados en humanidades con experiencia válida en Arqueología. Tal reglamentación, única en España, sienta graves precedentes y limita seriamente las investigaciones paleontológicas que se desarrollan sobre el ingente registro fósil que atesora nuestra comunidad autónoma.

Por otra parte, la ausencia de reconocimiento por parte de la administración de las competencias profesionales de los paleontólogos genera un vacío legal en lo relativo a la protección de los propios yacimientos paleontológicos, que en la mayoría de los casos no cuentan con las mínimas medidas de protección exigibles. Es el caso, entre otros, del yacimiento cárstico de Moreda en Guadix-Baza, generado por la actividad de las aves rapaces, el cual atesora incontables restos de micromamíferos, como insectívoros, roedores y murciélagos de

la época pliocena, así como el primer registro conocido en nuestra comunidad del primate *Paradolocopithecus arvernensis*, un macaco de anatomía convergente con la de los geladas modernos. Este enclave, apenas estudiado, está siendo sometido a un expolio continuado por parte de los coleccionistas, encontrándose fósiles del mismo a la venta en mercadillos y en la web, lo que traslada una imagen penosa de la ausencia de interés por parte de nuestra administración en la salvaguarda de tales recursos patrimoniales, los cuales no representan ninguna prioridad para los arqueólogos a los que se les han concedido las competencias sobre su estudio.

Patrimonio paleontológico en Colombia: ¿esperanzas en el horizonte?

Sandra Patricia Maya Ealo | abogada egresada de la Universidad EAFIT

Harold Fernando Jiménez Velandia | geólogo egresado de la Universidad EAFIT

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4163>

En los últimos 15 años, numerosos hallazgos están cambiando la percepción de Colombia, ubicándola como una región con un alto potencial paleontológico. Es el caso del *Padillasaurus leivaensis*, la primera especie acuñada de un dinosaurio en Colombia y el único Brachiosauridae conocido en Sudamérica (CARBALLIDO; POL, PARRA RUGE et ál., 2015); *Desmatochelys padillai*, considerada como la especie más antigua de tortuga marina (CADENA; PARHAM, 2015); *Telamonocarcinus Antiquus*, el cangrejo que cambia la hipótesis del origen de este grupo (LUQUE, 2015); *Titanoboa cerrejonensis*, la serpiente más grande que habitó el planeta hasta el momento (HEAD; BLOCH; HASTINGS et ál., 2009; JARAMILLO; OVIEDO, 2017); los primeros registros de la selva tropical (WING; HERRERA; JARAMILLO et ál., 2009; JARAMILLO; OVIEDO, 2017). Y, con los nuevos descubrimientos, el interés por proteger el patrimonio paleontológico ha empezado a cambiar la legislación colombiana.

Las normas para la protección del patrimonio paleontológico en Colombia permiten determinar los procedimientos de protección con el fin de evitar su destrucción por desconocimiento o falta de interés de los particulares y el robo o exportación ilícita por parte de nacionales y extranjeros; establece procedimientos para la creación de planes de trabajo y asignación de competencias y obligaciones por parte de entes privados y públicos, además de ofrecer claridad y seguridad para los profesionales durante sus investigaciones (MAYA, 2016).

Actualmente, el país cuenta con normas para la protección de elementos paleontológicos. No obstante, dichas normas fueron establecidas pensando en la protección del patrimonio cultural, histórico y arqueológico (MAYA,

2016). Un estudio normativo ayuda a dilucidar que el patrimonio paleontológico solo es nombrado para supe-ditar su protección a los términos en que se protege el patrimonio arqueológico, como refleja el texto del artículo 6 de la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– que expresa que “para la preservación de los bienes integrantes del patrimonio paleontológico se aplicarán los mismos instrumentos establecidos para el patrimonio arqueológico” (art. 6 Ley 397 de agosto 7 de 1997) (MAYA, 2016). La normatividad no es clara y se presta para confusión entre el área de estudio de la arqueología y el de la paleontología, lo cual indicaría que el legislador solo se estaba enfocando a los fósiles de homínidos, olvidando al resto de organismos (MAYA, 2016).

De otro lado, al Servicio Geológico de Colombia (SGC) –antes Ingeominas–, por medio del Decreto 4131 del 3 de noviembre de 2011, le fueron asignadas funciones investigativas sobre los recursos del subsuelo, las cuales son enumeradas en el artículo 4 de este decreto, entre ellas: “9. Identificar, evaluar y establecer zonas de protección que, en razón de la presencia de patrimonio geológico o paleontológico del país, puedan considerarse áreas protegidas” (art. 4.9 Decreto 4131 del 3 de noviembre de 2011). De lo que se desprende que tiene la responsabilidad del patrimonio paleontológico inmueble del país. A lo cual se le suman los numerales 3, 4 y 5 del artículo 2 del Decreto 2703 del 22 de noviembre de 2013 donde se le asignan funciones al Director General del Servicio Geológico, para la custodia del patrimonio paleontológico.

En este mismo sentido, la función de administración del Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez se



Concreciones con moldes externos de *amonitas*. Parque de Guane, Santander (Colombia), 2009 | fotos Harold Fernando Jiménez Velandia

mantiene con en el artículo 4.6 del Decreto 4131 del 3 de noviembre de 2011 (ESPINOZA, 2018). “El SGC por intermedio del Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez es el repositorio oficial de las colecciones científicas paleontológicas de Colombia” (SGC, 2014: 30). Así las cosas, el SGC bien podría ser, a su vez, el encargado de la administración y protección de las colecciones científicas paleontológicas del país, al igual que de los museos que las contienen (MAYA, 2016). En otras palabras, el responsable del patrimonio paleontológico mueble.

Lo anterior tiene sentido en tanto que el Decreto 4131 del 3 de noviembre de 2011 bien podría cambiar la competencia de administrar el patrimonio paleontológico. En primera instancia, debido a su jerarquía como decreto con fuerza de ley, dictado por las facultades extraordinarias del ejecutivo de acuerdo al art. 150.10 de la Constitución de 1991, concedidas a aquel por el Congreso por medio del artículo 18 literal e de la Ley 1444 de mayo 4 de 2011. Y segundo, por la derogación tácita de las normas que le sean contrarias (art. 18, Decreto 4131 del 3 de noviembre de 2011) (MAYA, 2016).

Como parte de sus funciones en la protección del patrimonio paleontológico de Colombia, el SGC se centra en la repatriación de los ejemplares entregados en calidad de préstamo y no han sido devueltos o que se encuentran de forma ilegal en diferentes colecciones de todo el mundo. Añadido a esto, también se encuentra en la tarea de instaurar un decreto para el establecimiento de técnicas o métodos de recolección del material paleontológico (BUSTAMANTE, 2018; TABORDA, 2018; FOG, 2018).

Aunque en materia de legislación se están haciendo grandes cambios, todavía contamos con muchos inconvenientes. La baja disponibilidad de empleo para los pocos profesionales especializados en paleontología, la escasa formación de especialidades de paleontología en centros de educación superior en el país, los pocos espacios físicos (museos, universidades, etc.) adecuados para el almacenamiento y protección del material, las inadecuadas edificaciones (salones comunales, viviendas, etc.) empleadas como museos, la pobre calidad de las exhibiciones (reconstrucciones, iluminación, vitrinas, paleoilustraciones, paneles de información, dioramas, incorporación de la tecnología, personal o guías certificados, etc.) y el limitado espacio en los medios de comunicación (prensa, radio, televisión, aplicaciones tecnológicas, documentales, libros, etc.) para la divulgación y socialización de la paleontología como ciencia y patrimonio exponen un gran recorrido que debe hacer la nación y las entidades para la protección del patrimonio.

BIBLIOGRAFÍA

- BUSTAMANTE HERNÁNDEZ, N. (2018) Así fue como Colombia recuperó un cráneo perdido hace 66 años. *El Tiempo* [en línea] 06 de abril 2018 <<http://www.eltiempo.com/Vida/ciencia/encuentran-craneo-de-plesiosaurio-que-pertenecia-a-colombia-en-estados-unidos-201656>> [Consulta: 12/04/2018]
- CADENA, E. A.; PARHAM, J. F. (2015) Oldest known marine turtle? A new protostegid from the Lower Cretaceous of Colombia. *PaleoBios* [en línea] <<https://escholarship.org/uc/item/147611bv>> 32(1), 2015, pp. 1-42 [Consulta: 12/04/2018]
- CARBALLIDO, J. L.; POL, D.; PARRARUGE, M. L.; PADILLA BERNAL, S.; PÁRAMO-FONSECA, M. E.; ETAYO-SERNA, F. (2015) A new Early Cretaceous brachiosaurid (Dinosauria, Neosauropoda) from northwestern Gondwana (Villa de Leiva, Colombia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 35(5), DOI: 10.1080/02724634.2015.980505
- ESPINOZA, A. (2018) Breve Historia del Servicio Geológico Colombiano. En *Servicio Geológico Colombiano* [en línea]. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano, 2016-2017 <<https://www2.sgc.gov.co/Nosotros/AcercaDelSgc/Paginas/Historia.aspx>> [Consulta: 12/04/2018]
- FOG CORRADINE, L. (2018) De cómo el plesiosaurio de Villa de Leyva encontró su cabeza. *Revista Semana* [en línea] <<http://www.semana.com/educacion/articulo/servicio-geologico-colombiano-recupero-el-plesiosaurio-encontrado-en-villa-de-leyva/562660>> 6 de abril de 2018 [Consulta: 13/04/2018]
- HEAD, J. J.; BLOCH, J. I.; HASTINGS, A. K.; BOURQUE, J. R.; CADENA, E. A.; HERRERA, F. A.; POLLY, P. D.; JARAMILLO, C. A. (2009) Giant boid snake from the Palaeocene neotropics reveals hotter past equatorial temperatures. *Nature*, 457(7230), 715
- JARAMILLO, C.; OVIEDO, L. H. (ed.) 2017 *Hace tiempo. Un viaje paleontológico ilustrado por Colombia*. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt e Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, 2017
- LUQUE, J. (2015) The oldest higher true crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura): insights from the Early Cretaceous of the Americas. *Palaeontology*, 58(2), 2015, pp. 251-263
- MAYA EALO, S. P. (2016) *Patrimonio Paleontológico de Colombia: Concepto, Importancia, estudio normativo y perspectivas de regulación*. Proyecto de grado inédito. Escuela de Derecho. Universidad EAFIT. Colombia, Medellín [disponible en línea] <<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/11223>> [Consulta: 13/04/2018]
- PLAN Estratégico del Conocimiento Geológico del Territorio Colombiano 2014-2023 (2014) [en línea] <https://www2.sgc.gov.co/Publicaciones/Cientificas/NoSeriadadas/Documents/Plan_Estrategico_2014-2023.pdf> Servicio Geológico Colombiano (Colección Administración, Gestión y Desarrollo) [Consulta: 13/04/2018]
- TABORDA, C. (2018) El fósil que recuperó su cráneo después de 66 años. *El Espectador* [en línea] <<https://www.elespectador.com/noticias/ciencia/el-fosil-que-recupero-su-craneo-despues-de-66-anos-articulo-748416>> 5 de abril de 2018 [Consulta: 13/04/2018]
- WING, S. L.; HERRERA, F.; JARAMILLO, C. A.; GÓMEZ-NAVARRO, C.; WILF, P.; LABANDEIRA, C. C. (2009) Late Paleocene fossils from the Cerrejón Formation, Colombia, are the earliest record of Neotropical rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(44), 2009, pp. 18627-18632

Patrimonio paleontológico: un legado olvidado

Cristina Sousa Macías | gestora cultural

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4147>

“El mundo se mueve a un ritmo tan acelerado que la mayoría de las personas irrumpió en el siglo XXI olvidando sus orígenes. Debiera ser al revés. Deberíamos valorizar nuestras raíces y nuestra cultura, y utilizarlas como cimientos para construir nuestro futuro”.

Recomendaciones de estudiantes en el Foro Juvenil del Patrimonio Mundial, Pekín (China)

Tratar el patrimonio paleontológico es tratar de entender si realmente es patrimonio. Normalmente se tiende a confundir esta disciplina con la arqueológica y es que, aunque en ocasiones compartan el mismo método de trabajo, son ramas diferentes entre sí y con áreas de conocimientos desiguales, es por ello por lo que se llega al planteamiento de si el “patrimonio” paleontológico necesita de un marco legal propio y específico.

Pese a todos los bienes paleontológicos que podemos referenciar, no se establece un marco legal con cobertura amplia para hacer de este patrimonio un enclave único de protección y conservación. Es más, ¿es considerada la paleontología patrimonio cultural?

Aunque la respuesta depende de los bienes paleontológicos a los que se haga referencia, me atrevería a decir que no, la paleontología está regida bajo la ley de patrimonio histórico español de 1985, donde se incluye los “bienes de interés paleontológicos” junto a los bienes de interés histórico, por lo tanto la paleontología carece de un marco legal propio y específico. Y, por supuesto, debe de tenerlo.

Esta rama es una contribución más en nuestro patrimonio y por lo tanto sus valores son fundamentales para nuestra sociedad, tanto científicos, sociales como económicos. Es un patrimonio olvidado, en ocasiones comparado y poco valorado; razón por la que expertos en

la materia demandan más protección, conservación, difusión y financiación, para seguir con sus labores de investigación, cruciales para una mejora en nuestro patrimonio, que debe ser enormemente cuidado, conocido y conservado por todos los ciudadanos. El patrimonio siempre debe de estar en constante desarrollo e investigación, ya que aporta una riqueza muy necesaria para el progreso de nuestro país. Por ello se debe contemplar leyes que amparen y salvaguarden nuestro extenso patrimonio, y la paleontología no puede ser menos.

Esclarecemos, pues, que la protección de dicho patrimonio debe ser una clave fundamental para su desarrollo, por ello necesita de más cobertura legal, no solo para su salvaguarda sino para evitar el expolio o el vandalismo, dado que como legado histórico, éste es símbolo de un alto valor y atractivo. Si no existe una protección legal, o la protección está enfocada a varios yacimientos, no se podrá evitar estos acontecimientos y tendremos un patrimonio abandonado, expoliado y robado. Por estas razones se necesitan normas que puedan interpretarse de modo que concilien las facilidades a la investigación con la conservación y difusión del patrimonio paleontológico, puesto que será la única forma de evitar exponer nuestro patrimonio y protegerlo adecuadamente.

Esta falta de protección afecta de lleno a los paleontólogos. El papel de un paleontólogo es imprescindible a la hora de valorar, catalogar, inventariar y responder ante un proyecto de paleontología. Y aunque es así y lo sabemos, desafortunadamente son menos investigadores los que llegan a hacer posible uno de estos proyectos; la principal causa, la falta de financiación e investigación en el ámbito paleontológico. En este contexto, la Sociedad Española de Paleontología sigue sin jugar el papel que debería corresponderle como interlocutor o institución consultiva de las administraciones. Estas

instituciones estatales deben de proteger y preservar la seguridad y salvaguarda de los yacimientos, donde los paleontólogos investigarán para una futura inversión en la mejora del patrimonio paleontológico. Cabe destacar que un paleontólogo estudia fósiles para desarrollar el conocimiento de las antiguas formas de vida y su medio ambiente, ligado al patrimonio por el alto contenido histórico de los bienes que son trabajados por estos profesionales.

Para dichos profesionales, que normalmente son geólogos con licenciaturas en paleontología, resulta vital una enseñanza en cuanto a patrimonio, ya que su trabajo es imprescindible a la hora de ejecutar la planificación de un trabajo de campo. Por ello desde hace décadas existen numerosas publicaciones que unen la relación geológica con la patrimonial estableciendo el estudio del patrimonio geológico español, el cual surge por una necesidad de divulgación social en los entornos educativos e incluso como uso turístico.

Cabe destacar que, bajo este criterio, el patrimonio paleontológico ha recibido una especial atención en las distintas comunidades autónomas, como se refleja en la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Española de Paleontología formada en 1991 para la conservación y protección del patrimonio paleontológico español en dichas comunidades.

Por otro lado, las nuevas tecnologías permiten innovar y facilitar el trabajo que conlleva la investigación y elaboración del patrimonio paleontológico. Esto supone un avance en cuanto a inventariado, registro y catalogación de las piezas, prestando su búsqueda y medidas de conservación y protegiendo la obra adecuadamente dado los informes y fichas técnicas.

También el avance tecnológico aporta difusión mediante redes sociales del patrimonio, lo que ayuda a la concienciación ciudadana de la importancia sobre el patrimonio, lo que genera a su vez que la sociedad se involucre y conozca las obras que lo integran. Acto muy importante para la protección y salvaguarda del mismo.



Equinodermo de la familia de los *Clypeaster*. Rivera de Nicoba, afluente del río Tinto, que atraviesa los municipios de Gibraleón y Trigueros, en la provincia de Huelva | foto José Ramírez Cuadri

Finalmente, observamos que pese a todos los organismos surgidos para garantizar la existencia de tan nombrado patrimonio, aun escasean las medidas para su mejora y futura conservación. Es un patrimonio que se contiene estancado y no en constante evolución como merece. Por ello se debe difundir, proteger y conservar, pero sobre todo educar, educar colectivamente para la salvaguarda de tan valioso bien, que no solo supone un medio social y cultural, sino que es un recurso económico que genera riqueza en la sociedad.

Educar sobre patrimonio es avalar nuestro legado histórico. Mantener el patrimonio paleontológico es mantener las costumbres, tradiciones, avances culturales y una evolución constante. Cuidar lo que tenemos en común es proteger una diversidad cultural aprendida y generada. Se necesita más protección, más investigación y más difusión, para hacer de nuestra historia un legado socialmente protegido.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALÁ, L. (1999) Reflexiones acerca de la protección del patrimonio paleontológico en España. *Coloquios de Paleontología*, 50, 1999, pp. 45-51

Paleontología, ciencia, patrimonio y futuro

Gloria Cuenca-Bescós | Aragosaurus-IUCA, Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4166>

¿Cuál es el papel del paleontólogo o paleontóloga en los proyectos de investigación e intervención patrimonial? ¿Qué formación específica ha de tener?

La paleontología es la ciencia que permite conocer la vida en el pasado y cómo ha ido evolucionando. El tándem tierra-vida ha hecho cambiar y evolucionar el clima y el paisaje de nuestro planeta. Los seres humanos vivimos en este planeta porque, entre otros factores geológicos –terrestres y extraterrestres–, la vida y la evolución lo han hecho posible.

Ponderamos este conocimiento mediante el estudio de los fósiles, objetos que reciben este nombre por estar enterrados en los sedimentos y en las rocas que forman la corteza de la tierra. El registro fósil es un recurso excepcional para conocer la historia de la vida y los paleontólogos somos los investigadores que sacamos la información de estos fósiles. Esto respondería a la pregunta de cuál es el papel del paleontólogo o paleontóloga en los proyectos de investigación patrimonial. He quitado la palabra intervención puesto que un paleontólogo puede, además de excavarlos, investigar los fósiles ya extraídos en anteriores excavaciones/intervenciones, depositados e inventariados y almacenados en una institución pública, sin ánimo de lucro y que tenga un proyecto a largo plazo de protección patrimonial. La institución puede ser museo, universidad, centro de investigación, centro de interpretación local, etc. Es preciso que cumpla con unos requisitos para asegurar la conservación y adecuado almacén de los fósiles, así como la posibilidad, en función del tamaño de la institución, de investigar y divulgar en paleontología, evolución, reconstrucciones ambientales, y todo el conocimiento que se desarrolla a partir del estudio de los fósiles.

El papel del paleontólogo es entonces fundamental a la hora de analizar los vestigios de la vida en el pasado de

la Tierra. Las especies que han existido, su evolución y diversificación y la riqueza o abundancia de las especies en el pasado; la (paleo) biodiversidad y su evolución en el tiempo. Aplicar los estudios paleontológicos a los problemas que preocupan a la humanidad actual como el cambio climático, el futuro de los seres humanos, la protección de la naturaleza, entre otros muchos.

Por qué es importante la protección del patrimonio paleontológico

La relevancia de las instituciones que guardan el patrimonio paleontológico es precisamente su labor de registro e inventariado, así como la restauración y conservación que permite poner a disposición de esta y futuras generaciones de investigadores el material paleontológico. Los fósiles han estado guardados en su roca desde hace cientos, miles y millones de años por lo que la protección de los mismos tiene que continuar la casi “inmortal” labor que la tierra ha realizado. La protección del patrimonio paleontológico consiste en perpetuar esta “inmortalidad” de la vida del pasado.

Por otra parte, el patrimonio paleontológico para las futuras generaciones podrá ser estudiado con nuevas ideas y técnicas mejores que descubrirán aspectos de la vida en el pasado inimaginables hasta ahora. En mi campo de la paleontología de microvertebrados en medios continentales, no había antes del SEM (escáner electrónico de barrido), manera de observar los detalles de la superficie oclusal de los molares de los micromamíferos como son las marcas de abrasión en los roedores o las crestas en las cúspides de los diminutos molares de los multituberculados. El SEM, TEM y otra microscopía de alta resolución permite además de ver detalles morfológicos, descubrir los elementos atómicos que componen huesos y los dientes fósiles y descubrir que no son solo fosfato cálcico. Además las nuevas técnicas permitirán

reconocer mejor el estado de conservación de los fósiles para afrontar necesidades de futuras restauraciones y óptimo almacenamiento. Las nuevas técnicas de extracción de ADN antiguo pueden encontrar trazas en fósiles bien conservados, no muy antiguos y lo mismo puedo añadir en el caso de los análisis isotópicos.

El patrimonio paleontológico bien guardado e inventariado permitirá además analizar la evolución de la biodiversidad en nuestro planeta a través del análisis de los fósiles de diversas instituciones. Para ello es fundamental que, además de la labor de una institución particular, se cree una red que permita conocer lo que se conserva en varias instituciones a escala global, regional, nacional e internacional. Los "big data" así obtenidos permitirán saber cuál es el papel del ser humano en la conservación de la naturaleza, cuándo empieza el ser humano a ser afectado por el medio ambiente y viceversa. Los programas de conservación de las especies son cada vez más conscientes de la importancia de las grandes colecciones de los museos, que en algunos casos llevan más de 200 años guardando, almacenando, inventariando y estudiando materiales biológicos. Los programas de conservación basados por ejemplo en el Ecological Niche Modeling así lo indican. Algunos autores resaltan la importancia de las grandes colecciones paleontológicas para extraer un modelo de las condiciones abióticas del nicho paleoecológico adecuado para cada especie. Es una técnica que requiere una correlación entre la información estratigráfica, geográfica y geológica proporcionada por la presencia espacial y temporal de la especie y el conjunto de condiciones ambientales en cada área donde la especie estuvo presente. Estas técnicas podrán en el futuro ayudar a discernir el futuro de la humanidad con el cambio climático y cómo afecta este a las especies que viven con nosotros en nuestro planeta.

Un apunte sobre la importancia del patrimonio paleontológico

Como parte de nuestro pasado, el patrimonio paleontológico atrae mucho al público en general. Pienso que la paleontología tiene un papel intelectual en una sociedad

cada vez más liberada del trabajo manual y que está ansiosa por conocer, explorar, investigar. En mis clases en la Universidad de la Experiencia, cuento la evolución humana y las técnicas de datación relativa con fósiles de microvertebrados (mi especialidad) a más de 100 alumnos, dos veces al año. Esto quiere decir que 200 personas, ya adultas, en edad de jubilación, que acuden a clases porque quieren saber más, representan todos los años desde 2005 al menos, lo que en mi opinión es el futuro de la humanidad: pasión por saber, pasión por conocer. Porque nuestro cerebro necesita alimento una vez que hemos "cumplido" con la parte material. De hecho tenemos muchos más alumnos en los cursos de la Universidad de la Experiencia de los que tenemos en grado o máster de Geología en la Universidad de Zaragoza.

Con esto quiero decir que veo que las personas llegan a una edad de jubilación con una mente lúcida y ávida de conocimientos y que investigar en cómo era la vida en el pasado es una tarea a la que pueden acceder si existen instituciones guardianas del patrimonio paleontológico, como los museos y si se abren al público y hay profesionales que pueden guiarles y enseñarles.

Las ciencias ambientales y sociales deberían tener en cuenta esta nueva faceta de una población humana, cada vez más importante en la sociedad actual, con una mente madura y lúcida y a una edad en la que pueden todavía desarrollar y explorar el conocimiento de la vida en el pasado de la mano de los fósiles. Es posible que a la pregunta de ¿Cuál es el papel del paleontólogo o paleontóloga en los proyectos de investigación e intervención patrimonial? ¿Qué formación específica ha de tener? Debamos añadir que el papel del paleontólogo es fundamental en los proyectos de investigación e intervención patrimonial pero que no hay límite de edad si está formado convenientemente. Para finalizar creo que la del paleontólogo debe ser una formación en grado en Ciencias, pueden ser Geológicas, Ciencias de la Tierra, Ciencias Naturales o simplemente Geología y Biología, con una especialización de Master en Paleontología.

Reseteo: patrimonio paleontológico 2.0

Ignacio Fierro Bandera | GeaLand Patrimonio S. L.

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4173>

Quiero elogiar a los organizadores la oportuna apertura de este debate, sin ningún tipo de censura editorial como la que algunas revistas del gremio imponen.

El planteamiento del debate pretende tratar un problema en el que distintos especialistas participan. El problema existe, es real, no es sencillo y presenta muchas vertientes, sin embargo, la más importante se dogmatiza: la definición actual de lo que es patrimonio. Creo que es un mal punto de partida.

Es evidente que el marco normativo que debe regular el patrimonio paleontológico debería tener relación con la naturaleza de los bienes a gestionar. Los fósiles son bienes naturales, igual que los yacimientos de donde proceden y parece oportuno que sea alguna legislación medioambiental o de ordenación natural la que se encargue de ellos. Sin embargo, salvando las serias implicaciones de competencias profesionales, esto sería relativamente poco importante si la legislación existente partiera de firmes conceptos, basados por ejemplo en una correcta definición de lo que es el patrimonio paleontológico y unas correctas y eficaces herramientas para su gestión.

Además, todo lo anterior carece de sentido si no se invierten los recursos necesarios para el cumplimiento del marco legal existente (técnicos capacitados y fondos económicos que permitan el desarrollo y cumplimiento de la norma a partir de proyectos), amén de otras circunstancias. En la Comunidad Valenciana existe una legislación que podría haber sido provechosa pero que lleva 20 años sin ser aplicada. En la provincia de Alicante no ha sido cumplida ni por la propia Consellería ni por los ayuntamientos sobre los que dirime competencias (salvo puntuales excepciones). Es una situación denunciada y que así venimos haciendo desde hace años.

Los fósiles y los yacimientos de los que proceden son importantes desde muchos aspectos, en tanto en cuanto se relacionan con el ser humano en diferentes vertientes. Son importantes para la ciencia y la cultura (nos permiten mejorar nuestro conocimiento del planeta en el que vivimos), son importantes para la divulgación y la docencia de dicha importancia científica (tenemos que conservar sitios y elementos de interés por su propia importancia y porque sirven para la divulgación y docencia), son importantes para la economía de nuestra sociedad (existen lugares que pueden ser explotados turísticamente y otros que los explotamos industrialmente porque sus fósiles poseen un uso aplicado). En cualquiera de los casos hacemos uso del patrimonio, como bienes muebles, inmuebles o inmateriales. Para todos estos casos tenemos que tener una legislación específica adaptada, salvaguardando el patrimonio que tiene valor científico y haciendo uso o explotando el que tiene valor económico, turístico, etc. Además, los técnicos responsables deberían contar con la suficiente experiencia y conocimiento, también algo de sentido común, para solucionar conflictos en los que los distintos valores mencionados confluyan en un mismo bien patrimonial.

El problema de la paleontología en la Comunidad Valenciana resulta complejo de resolver, en la medida en que se sustenta en la sensibilidad de nuestros políticos para hacer cumplir la ley (porque las leyes están desde hace mucho). Nuestros políticos deberían estar bien asesorados y deberían poseer la formación suficiente para entender que las rocas, y los fósiles que contienen, son elementos fundamentales para la ciencia y la cultura. Se trata de objetos y sitios que, en las sociedades modernas, forman parte de lo que llamamos patrimonio y que, en ocasiones, por su valor, superan el valor como herencia de la población local y adquieren una relevancia global. Este problema, político, difícil de solucionar,



Excavación paleontológica del único yacimiento declarado BIC en Alicante, ocupando el fondo de una antigua cantera de materiales para la construcción | foto Ignacio Fierro, Museo Paleontológico de Elche, 2011

se alimenta con el fomento de una sociedad vendida al valor de otros menesteres. Esta situación condiciona que, a pesar del esfuerzo de muchos colectivos profesionales (que divulgan el patrimonio geológico), la población interesada por el tema, y que valora estos bienes, sea mínima.

A este peliagudo asunto se une que la mayoría de los actores que intervienen, incluso profesionalmente como expertos en el tema, actúan movidos por intereses personales y no por el interés o el bien del patrimonio en sí. Esta situación, evidentemente, complica la búsqueda de soluciones. Además, se echa en falta la colaboración o apoyo, siquiera..., de los ilustres colegios profesionales que activamente defiendan los intereses de la disciplina.

Ante esta circunstancia, el Museo Paleontológico de Elche, la Fundación Cidarís y GeaLand Patrimonio cuentan con una herramienta que se ha demostrado eficaz

para el conocimiento y gestión del patrimonio paleontológico y geológico: el proyecto FOPALI. El proyecto FOPALI, en riguroso cumplimiento de la legislación existente promueve, desde la iniciativa privada, el desarrollo de proyectos en beneficio del patrimonio geológico y paleontológico.

Me gustaría resaltar tres aspectos que finalizan mi reflexión:

- > En la Comunidad Valenciana existen suficientes normas que podrían ser útiles para la gestión del patrimonio paleontológico.
- > Ser paleontólogo no es per se una cualificación capacitadora para ejercer con éxito la gestión del patrimonio paleontológico.
- > “Del exceso viene la norma”; la educación en valores de nuestra sociedad es, en general, la única solución al problema.

— a debate *El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?*

| coordina Eloísa Bernáldez Sánchez

El patrimonio paleontológico del centro de Argentina como parte del patrimonio cultural, una relación social y legal

Guillermo Heider | CONICET-CCT-San Luis. Dpto. de Geología, Universidad Nacional de San Luis. IFDC-San Luis

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4171>

El contexto legal sobre la protección del patrimonio en San Luis, Argentina

Hace poco tiempo, durante el invierno de 2017, me contactó el propietario de un establecimiento rural del oeste de San Luis (Argentina) y me pidió que me acercara al mismo para observar una barranca en donde la erosión descubrió una “tortuga gigante” (se refería probablemente a un *Glyptodon sp.*). Este tipo de solicitudes para acudir a parajes apartados, así como los comentarios sobre la existencia de restos fósiles, son comunes en mi lugar de trabajo, el Departamento de Geología de la Universidad Nacional de San Luis. Sin embargo, durante mis años como profesional de la arqueología, una de las preguntas más comunes que recibo es acerca del hallazgo de restos de dinosaurios. Esto es un reflejo de la percepción imprecisa que tiene la mayor parte de las personas en mi ámbito local en cuanto a los campos de estudios de la arqueología y la paleontología.

En este contexto, donde no existen claras diferencias para la sociedad entre ambos tipos de patrimonio, comparto el punto en el cual el poder legislativo de San Luis legisló un marco legal para el estudio y la protección del patrimonio paleontológico encuadrado dentro de normas generales para la protección del patrimonio cultural (tanto el tangible como el intangible). De hecho, la estructura gubernamental está orientada en ese sentido, siendo la Secretaría de Patrimonio Cultural la que debe bregar por la protección de los bienes arqueológicos y paleontológicos. La Ley vigente de Patrimonio Cultural de la Provincia de San Luis N° II-052623 del año 2006 (que derogó la ley n.º II-0052 del 2004) se adhirió al régimen de Ley Nacional n.º 25.743 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico. Esta adición debe ser entendida en el marco de los cambios pro-

ducidos en materia legal sobre patrimonio cultural, los cuales surgieron a partir de la reforma constitucional de 1994 (GIACOMASSO; ENDERE, 2015). En dicha modificación, más precisamente en el artículo 41, se estableció que la Nación debe dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección y las provincias, por su parte, las necesarias para complementarlas sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales (Constitución de la Nación Argentina).

En relación con lo expresado para el marco legal, se añade que en la provincia de San Luis coexisten dos jurisdicciones, esto es, la federal (en el Parque Nacional Las Quijadas) y la provincial, en el resto del territorio. Sin embargo, ninguna de las dos estructuras gubernamentales cuenta con profesionales dedicados a tiempo completo a la conservación del patrimonio paleontológico y arqueológico (paleontólogos, arqueólogos, museólogos, entre otros tantos posibles). Queda esta tarea entonces a cargo de los representantes nombra-



área de los yacimientos paleontológico y arqueológico Bajo de Velíz (San Luis, Argentina) | foto Guillermo Heider

dos por cada administración (cuya tarea abarca más que la conservación del patrimonio paleontológico) y a los profesionales de diferentes universidades nacionales, cuyos proyectos de investigación paleontológicos se desarrollan en una o ambas jurisdicciones. Esto dificulta la dedicación plena a las tareas de conservación debido a que, por lo general, las labores de los paleontólogos y arqueólogos incluyen primordialmente la investigación, así como la docencia de grado y postgrado, además de actividades de transferencia y extensión. Por su parte, los representantes de las administraciones provincial y nacional deben atender todo un conjunto de tareas de gestión que limitan el tiempo para tareas tan específicas como la conservación del patrimonio paleontológico.

Las perspectivas futuras

Para el caso particular de San Luis, la Universidad Nacional de San Luis es la tenedora de los restos fósiles que sus investigadores recuperaron en distintos puntos del país durante más de 40 años. Allí, un grupo de docentes e investigadores creó en el año 2007 el Museo Interactivo de Ciencias de la Facultad de Ciencias Físico, Matemática y Naturales, con el objeto de acercar la ciencia y la tecnología a la comunidad. Sin embargo, y a pesar de estos y otros esfuerzos que tuvieron lugar no solo en la Universidad sino también en pequeños pueblos cercanos a los yacimientos paleontológicos (por ejemplo el caso de Bajo de Véliz en Santa Rosa del Conlara), es compleja la aplicación de nuevas tecnologías de modo sistemático y global, siendo hasta ahora todos los intentos existentes más bien tareas individuales o de proyectos de investigación puntuales. Sin duda, la adquisición de nuevas tecnologías como la impresión en tres dimensiones o la fotogrametría (ya en desarrollo para arte rupestre en San Luis dentro del Departamento de Geología), permitirán mejorar la conservación y difusión del patrimonio paleontológico y arqueológico.

A partir de lo expuesto, entiendo que la recuperación, conservación y resguardo del patrimonio paleontológico puede ser abordada en conjunto con la del patrimonio arqueológico. Más aún, si los patrimonios son flexibles

y abiertos en tanto valorados por cada grupo social, pueblo o comarca desde múltiples miradas, es entonces correcto enmarcar legalmente dentro de un mismo ámbito a dos disciplinas como la arqueología y la paleontología cuya dualidad es, al menos, difusa en nuestro ámbito. Proteger esos patrimonios de manera conjunta reafirma la mirada plural que es necesaria para producir un quiebre con la concepción aséptica y distante que las leyes tienen sobre lo que la sociedad valora como propio, lo cual es desde ya contingente (ALONSO GONZÁLEZ, 2013; FOWLER, 1992; entre muchos otros).

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO GONZÁLEZ, P. (2013) Patrimonio y ontologías múltiples: hacia la co-producción del patrimonio cultural. En GIANOTTI GARCÍA, C.; BARREIRO MARTÍNEZ, D.; VIENNI BAPTISTA, B. (coord.) *Patrimonio y Multivocalidad. Teoría, práctica y experiencias en torno a la construcción del conocimiento en Patrimonio*. Montevideo, Uruguay: CSIC, Universidad de la República, 2013, pp. 179-198
- *CONSTITUCIÓN de la nación argentina* (1994) Texto Reformado. Buenos Aires: Scotti, 1994
- FOWLER, P. (1992) *The past in contemporary society: then, now*. London, Nueva York: Routledge, 1994
- GIACOMASSO, V.; ENDERE, M. (2015) El patrimonio cultural de San Luis. Reflexiones acerca de la normativa legal que promueve su salvaguarda. *Andes*, vol. 26 (2), 2015, pp. s/p
- *LEY provincial n.º II-0526 de Patrimonio Cultural de la Provincia de San Luis* (2006) [en línea] <admin.diputados.sanluis.gov.ar/diputadosasp/paginas/verNorma.asp?NormalID=165> [Consulta: 17/04/2018]

La paleontología en el marco legal de la Comunidad Valenciana

Esteban José Sánchez Ferris | coordinador del Proyecto FOPALI (Fósiles y Patrimonio de Alicante) del Museo Paleontológico de Elche

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4168>

Según el artículo 148.17 de la Constitución Española, las comunidades autónomas asumen las competencias respecto a la cultura y la investigación. Así, en el ámbito de sus competencias, han desarrollado sus propias leyes de patrimonio. Esto ha supuesto un desequilibrio, ya que las diferentes interpretaciones de esta ley ha llevado a una situación en la que unas comunidades poseen regulaciones muy rigurosas mientras que en otras no lo sean tanto. Así, la Ley Orgánica 1/2006 de Reforma de la Ley Orgánica 5/1982 del Estatuto de Autonomía de la Comunidad Valenciana dota a la Generalitat Valenciana de competencia exclusiva sobre el patrimonio cultural y protección de espacios naturales, si bien el Estado se reserva el derecho de establecer la legislación básica en ambas materias.

En este contexto, la Consellería de Educación, Investigación, Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana es el organismo competente en materia de conservación del patrimonio. Así mismo, a través de instrumentos de planificación y gestión del medio natural, otras consellerías complementan a la anterior estableciendo normas adicionales de protección. Además, también juegan un papel importante las diputaciones provinciales y las entidades locales. Se puede decir que el marco legal valenciano en el que se pueden desarrollar estrategias de conservación y de gestión es el siguiente:

- > La Ley 2/1989 de Impacto Ambiental.
- > El Decreto 162/1990, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989 de Impacto Ambiental.
- > La Ley 11/1994 de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana.
- > La Ley 4/1998 del Patrimonio Cultural Valenciano y

sus modificaciones: Ley 7/2004 y Ley 5/2007.

> La Ley 4/2004 de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje, derogada por la Ley 5/2014 de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana.

Por otro lado, las figuras de protección que pueden aplicarse a los yacimientos paleontológicos según esta ley son las siguientes:

> Bienes de Interés Cultural (BIC). Se recogen las zonas paleontológicas, definidas como lugares donde existen un conjunto de fósiles de interés científico o didáctico relevante.

> Bienes de Relevancia Local (BRL). Se contemplan los espacios (o áreas) de protección paleontológica, que deben ser incluidos en los catálogos de bienes y espacios protegidos de cada municipio. La declaración como BRL no excluye la declaración como BIC.

En ambos casos, deben inscribirse en el Inventario General del Patrimonio Cultural Valenciano, definido como un instrumento unitario de protección de los bienes muebles, inmuebles e inmateriales del patrimonio cultural cuyos valores deban ser especialmente preservados y conocidos. De esta manera, un yacimiento no inscrito en el inventario, y consecuentemente no declarado como BRL o BIC, no es objeto de ninguna protección específica.

Por su parte, la Ley 11/1994 de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana establece siete figuras con distintos niveles de protección. La figura de “monumentos naturales” es la que mejor contempla una protección adecuada para áreas de interés geológico o paleontológico. Aunque también se recoge en esta ley

la figura de “espacio natural protegido” (ENP), definida como un “[...] área o hito geográfico que contiene elementos o sistemas naturales de particular valor, interés o singularidad, tanto debidos a la acción y evolución de la naturaleza, como derivados de la actividad humana, que se consideren merecedores de una protección especial”, en la que pueden quedar englobadas áreas de interés geológico o paleontológico.

También los planes de ordenación de los recursos naturales y los planes rectores de uso y gestión mencionan de forma particular al patrimonio paleontológico que se encuentra en su ámbito territorial de aplicación, estableciendo limitaciones y prohibiciones. Otras normas, como la Ley 2/1989 de Impacto Ambiental y su Reglamento de Desarrollo y posteriores modificaciones, aprobado mediante Decreto 162/1990, también inciden directamente en la protección de elementos geológicos y paleontológicos.

La necesidad de vertebrar la protección de los yacimientos paleontológicos y de la geodiversidad con la ordenación territorial en general viene también reflejada en la Ley 5/2014 de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana, estableciéndose específicamente la protección de los recursos paleontológicos o los recursos geológicos que los acogen.

En definitiva, la gestión del patrimonio paleontológico en la Comunidad Valenciana se ve dificultada por la gran cantidad de normas legales de diferente rango y ámbito de aplicación. Si a ello añadimos que la definición de patrimonio paleontológico en la legislación es bastante cuestionable, que su protección práctica está supeditada a la arqueología o a la geología en un papel secundario no adecuado a su singularidad, y que no existe personal especializado en patrimonio paleontológico entre los técnicos de las administraciones encargadas de la tutela del mismo, el panorama resulta bastante desalentador.

El trabajo desarrollado desde el Museo Paleontológico de Elche ha permitido constatar el deterioro o desaparición de yacimientos paleontológicos que formaban

parte de los inventarios de la Carta Paleontológica de la Comunidad Valenciana, elaborada por la Dirección General de Cultura y Patrimonio. Hay que destacar que entre nuestras prioridades se encuentra la conservación del patrimonio geológico y paleontológico, particularmente el de nuestro entorno geográfico más próximo. Desde el inicio de sus actividades en 2004 (y anteriormente como Grupo Cultural Paleontológico de Elche desde 1982), se han llevado a cabo numerosas intervenciones con tal objetivo: inventarios de yacimientos y colecciones, prospecciones y excavaciones, exposiciones temporales y permanentes, colaboraciones con instituciones públicas y privadas, etc.

En 2006, ante la necesidad de coordinar todas estas actividades, dotarlas de un contenido teórico y desarrollar protocolos de actuación eficaces, se diseña el Proyecto FOPALI (Fósiles y Patrimonio de Alicante), cuyo objetivo es documentar, inventariar, valorar, proteger, gestionar y divulgar el patrimonio geológico y paleontológico de la provincia de Alicante. En último término, constituye una herramienta de gestión. Una vez conocidos los puntos o áreas de interés y tras un detallado inventariado y valoración de los mismos, solo queda desarrollar propuestas concretas de conservación, investigación y difusión que reviertan en la ciudadanía. Así, los bienes patrimoniales pueden convertirse en centro de un conjunto de actuaciones que contribuyan a su proyección social.

Una mirada a la Tierra. Valoración del patrimonio paleontológico

Francisco Giles Pacheco | arqueólogo y ex-Director del Museo Municipal de El Puerto de Santa María

Esperanza Mata Almonte | arqueóloga

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4174>

Nuestra participación en este foro de debate sobre el patrimonio paleontológico siendo arqueólogos obedece a un interés por sumarnos a la reivindicación de su relevancia y de clarificación de su marco jurídico de protección. Nuestra reflexión parte, por un lado, de nuestra experiencia profesional en el marco de la prehistoria, donde hay un trabajo común de ambas disciplinas; y, por otro, de nuestra trayectoria en la defensa y protección del patrimonio arqueológico.

La denominación de “patrimonio” ya indica que le reconocemos valores y significado relevante para el desarrollo de la sociedad. Al nombrar el adjetivo se marcan las diferencias, se visibiliza su singularidad y se concretan objetivos e intereses: arqueológico, etnográfico, industrial, paleontológico, inmaterial... Aunque a veces las diferencias no son tan nítidas. La propia evolución del concepto de patrimonio permite hoy una visión integral del mismo, así se vincula patrimonio cultural y natural. Y, desde ambas perspectivas, se puede enfocar la protección de los bienes paleontológicos, pero creemos que en su conjunto, evitando que al final se creen diferencias normativas entre paleontología “prehistórica” y paleontología “histórica” (vinculada a la presencia humana). En las leyes autonómicas, de redacciones muy variadas, suele prevalecer el tratamiento desde el punto de vista del patrimonio cultural y la arqueología.

Desde esta visión “cultural”, la misma Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía 14/2007 menciona ya los “valores paisajísticos y ambientales”. En el patrimonio inmueble cita, dentro de la clasificación de los bienes de interés cultural, en el artículo 26.5, las zonas arqueológicas, incluyendo los restos “paleontológicos de interés relevante relacionados con la Historia de la Humanidad”. Podríamos pensar que al incluir en el art. 47, en el con-

cepto de patrimonio arqueológico, que “...forman parte de este patrimonio los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia de la humanidad y sus orígenes y *antecedentes*”, existe ya el marco jurídico. Pero sabemos, desde la arqueología, que la interpretación de la normativa deriva en ocasiones a criterios individuales y gestiones dispares de “lo que quiere decir”. En el desarrollo posterior del articulado de la ley prevalece solamente la mención “arqueológica”. En general, se inserta mejor en esta normativa los “bienes inmuebles paleontológicos” (que se relacionan, por ejemplo, para las ocupaciones humanas, con captación de recursos, caracterización paleogeográfica del asentamiento...) que los “bienes muebles paleontológicos”, de protección menos clara, sobre todo para los períodos geológicos sin presencia humana. Prima la conceptualización antrópica del yacimiento en los casos, por ejemplo, de los yacimientos paleontológicos de la depresión de Guadix-Baza, en Granada; Fonelas P-1 es un yacimiento paleontológico de edad Plioceno-Pleistoceno, situado en la localidad granadina de Fonelas (España). Está declarado como lugar de interés geológico español de relevancia internacional (Geosite) por el Instituto Geológico y Minero de España, con la denominación “VP014: Fonelas P-1”, dentro de la categoría yacimientos de vertebrados del Plioceno-Pleistoceno español.

Podemos pensar que dicha ley puede ser hoy la fórmula más rápida para otorgarle al patrimonio paleontológico una protección dentro de un marco normativo ya existente sobre patrimonio histórico. El carácter de fragilidad de los bienes o el impacto de las actividades antrópicas actuales sobre el territorio son aspectos comunes al patrimonio arqueológico y paleontológico. Conceptos como el contexto o los bienes muebles y bienes inmuebles son aplicables en ambas disciplinas. En la reglamen-

tación de las actividades arqueológicas hay establecido la regulación de los proyectos, procedimiento de autorizaciones, cautelas de intervención, coordinación con planes urbanísticos o figuras de protección, como bien de interés, que podrían aplicarse al patrimonio paleontológico y a la tramitación de actividades paleontológicas. Asimismo, existe regulación sobre la redacción de memorias, un canal de publicación (anuarios) y depósitos de materiales en museos que creemos interesante como armazón para aplicar al patrimonio paleontológico. Aunque esta normativa no está exenta de continuas reivindicaciones de su modificación por parte de los colectivos de arqueólogos.

Esbozamos en este debate el tema sobre la profesionalización: desde la arqueología vivimos una evolución de la profesión, de ámbitos públicos a ámbitos privados, no exenta hoy de discrepancias y continuas reivindicaciones. La valorización de la profesión no es ajena a debates de orden interno o en la relación con otras disciplinas. Creemos que, los paleontólogos, como profesionales, tienen una vinculación más estrecha con el ámbito público, universidades o centros de investigación. En este armazón normativo, la presencia de técnicos de distintas disciplinas, según el objeto de la intervención, genera menos dudas en los proyectos generales de investigación pero difiere en actividades preventivas. Por ejemplo, ¿qué papel tiene hoy en Andalucía el paleontólogo en estas prevenciones? Por otro lado, creemos interesante evaluar el grado de conocimiento del patrimonio paleontológico en la comunidad andaluza a nivel de catálogos actualizados y un análisis de la normativa, de autonómica a municipal, para trabajar sobre qué está siendo protegido y qué no. Una base de este conocimiento para su gestión, en el caso del patrimonio arqueológico, fueron las cartas arqueológicas. Traemos el ejemplo de la comunidad de Murcia, que puso en marcha, ya en 1998, un Plan de Estructuración de la Protección del Patrimonio Paleontológico Regional, con objetivos como definir necesidades de la regulación normativa, catálogo de yacimientos y colecciones, evaluación de riesgos, etc. Parte de este conocimiento ha sido incorporado al Inventario Andaluz de Georrecursos



Molar de *Mammuthus meridionalis* (Nesti, 1825) procedente del yacimiento de La Florida (El Puerto de Santa María, Plio-Pleistoceno | foto Museo municipal del Puerto de Santa María (Cádiz)

Culturales, elaborado desde la visión “natural”, con un interés en destacar los valores científicos, didácticos o turísticos e incluyendo categorías de componente “cultural”, como la geomínica o geoarqueológica. En realidad, actualmente existe una excesiva multiplicación de nomenclaturas, quizás fuera necesario un esfuerzo por aunar conceptos que sólo podría resultar de una interdisciplinariedad real en la investigación y gestión del patrimonio. Recientemente, en la edición de un estudio multidisciplinar del yacimiento de la Era Cenozoica del El Manantial en el Puerto de Santa María (Cádiz), centrado principalmente con las colecciones de fósiles pertenecientes a los fondos del Museo Municipal de esta localidad, se presenta una interesante propuesta para su gestión patrimonial tomando como modelo los yacimientos paleontológicos del Manantial- Base Naval-El Puerto de Santa M^a-Rota, que según su coautor (RUIZ GIL, 2017) servirá como premisa para la propuesta de su “definición patrimonial” en el contexto de “yacimiento paleontológico” anterior a la presencia humana. Creemos que es de interés señalar brevemente en este debate intervenciones “pioneras” en yacimientos paleontológicos pre-Cuaternarios en Andalucía, descubiertos como consecuencia de aperturas de explotaciones de áridos que dio lugar a hallazgos de restos fósiles de vertebrados

del Plio-Pleistoceno en el año 1985 y que fueron depositados en el Museo Arqueológico Municipal del Puerto de Santa María. Su gran importancia derivó a su catalogación con propuestas de intervenciones como zona de interés paleontológico en la provincia de Cádiz, realizándose excavaciones sistemáticas de un yacimiento con fósiles de proboscídeos *Anancus* y *Mammuthus*. Paralelamente en esta misma época, 1985, se redactó un inventario con referencia a más de una veintena de enclaves paleontológicos actualizando nuevas fichas técnicas de información, equivalente al modelo de catalogación similar a las cartas arqueológicas, propuesta por la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.

BIBLIOGRAFÍA

- LÓPEZ AMADOR, J. J. (coord.) (2017) *Paleontología en el Manantial. La bahía de Cádiz hace millones de años*. Cádiz: Universidad, Servicio de Publicaciones, 2017 (Monografías Ciencias Naturales)
- MANCLOVA BOHÓRQUEZ, A.; GILES PACHECO, F. (1987) Informe Preliminar (1985) sobre las excavaciones de La Florida (El Puerto de Santa María, Cádiz): Geomorfología, Paleontología, Prehistoria. En *Anuario Arqueológico de Andalucía/1985, II Actividades Sistemáticas*. Sevilla: Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, 1987, pp. 199-206
- ROMERO SÁNCHEZ G. (2005) La protección del patrimonio paleontológico en la región de Murcia: experiencias e iniciativas. *De Re Metallica*, 5, 2005, pp. 21-30
- RUIZ GIL, J. A. (2017) Los yacimientos paleontológicos de El Manantial-Base Naval (El Puerto de Santa María-Rota, Cádiz) Propuestas para su gestión patrimonial. En LÓPEZ AMADOR, J. J. (coord.) *Paleontología en el Manantial. La bahía de Cádiz hace millones de años*. Cádiz: Universidad, Servicio de Publicaciones, 2017 (Monografías Ciencias Naturales), pp. 133-138

Marco legal del patrimonio paleontológico en la Comunidad Valenciana

Andrés Santos-Cubedo | investigador del Dpto. de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Universitat Jaume I, director del Museo Municipal de Bejís y de la Colección Museográfica de Cinctorres

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4172>

Estado de la cuestión

El Estatuto de autonomía de la Comunidad Valenciana dota a la Generalitat Valenciana de competencia exclusiva sobre la protección del patrimonio y de los espacios naturales de la región. En ambos casos existe legislación que hace referencia a la protección de los fósiles, en este caso las leyes 9/2017, de 7 de abril, de la Generalitat, de modificación de la Ley 4/1998, del Patrimonio Cultural Valenciano, y la Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana.

Las dos primeras (4/1998 y 9/2017) definen, en su TÍTULO III, el patrimonio arqueológico y paleontológico; este último como: “2. Integran el patrimonio paleontológico valenciano los bienes muebles y los yacimientos que contengan fósiles de interés relevante”.

La segunda ley (11/1994), en su artículo 11 (Monumentos naturales), dice que “1. Los monumentos naturales son espacios o elementos de la naturaleza, incluidas las formaciones geomorfológicas y yacimientos paleontológicos, de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial por sus valores científicos, culturales o paisajísticos”.

La primera problemática, a la vista de esta legislación, surge de quién gestiona el patrimonio paleontológico, Cultura o Medio Ambiente. En el caso de la Comunidad Valenciana, la gestión efectiva del mismo se viene realizando desde Cultura desde la Dirección General de Cultura y Patrimonio. De hecho, tanto es así que, pese a que en la comunidad existen yacimientos que tienen una protección especial, por ejemplo afloramientos de icnitas

que han sido declarados bien de interés cultural, no hay ningún yacimiento que haya sido elevado a la figura de monumento natural.

La segunda problemática radica en qué se debe proteger o qué integra este tipo de patrimonio. Ninguna de las leyes tiene una definición clara que pueda someterse a criterios objetivos y definir cuáles son los “fósiles de interés relevante” y cuáles no, o qué yacimientos tienen una “notoria singularidad, rareza o belleza”. Además, ninguna de las leyes especifica quién tiene la potestad de decidir qué fósiles son de interés relevante o qué yacimientos son singulares, raros o bellos. A efectos prácticos, es la Dirección General de Cultura y Patrimonio la que decide cuáles son y cuáles no. El relativismo al que quedan sujetas estas decisiones administrativas ha sido motivo de controversia entre los especialistas, más aún si se tiene en cuenta que en la citada dirección no existe en la actualidad un funcionario paleontólogo que pueda avalar las citadas decisiones.

La tercera problemática radica en la histórica inclusión de la Paleontología dentro de las normativas arqueológicas. Un ejemplo, lo acabamos de indicar, es que hay técnicos funcionarios de Patrimonio arqueólogos, pero no hay ningún paleontólogo. Por otro lado, aunque parte de las metodologías en ambas ciencias son coincidentes, hay otras que no, igual que los bienes sobre los que se actúa en ambos casos. Lo que ha llevado a muchas comunidades a tener reglamentos separados para Arqueología y Paleontología. Este no es el caso de la Comunidad Valenciana. De hecho, recientemente se ha aprobado el Decreto 107/2017, de 28 de julio de 2017, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de regulación de las

actuaciones arqueológicas en la Comunidad Valenciana. En este decreto se especifica en la disposición adicional segunda que: "1. En tanto en cuanto no se regulen reglamentariamente las actuaciones paleontológicas sobre fósiles de interés relevante o zonas que los contengan en la Comunidad Valenciana, su realización se ajustará a lo previsto en este decreto con las especificidades que en consideración a la especial naturaleza de este tipo de patrimonio correspondan". Pero en este reglamento arqueológico no se especifican cuáles son estas "especificidades", lo que puede generar de nuevo controversias. Parte de esta problemática podría ser resuelta por el Consejo Asesor de Paleontología, órgano que se ha creado a raíz de la aprobación del Decreto 107/2017; sin embargo el propio decreto especifica que este órgano solo "tendrá carácter consultivo".

Conclusiones

Para una adecuada gestión y protección del patrimonio paleontológico en la Comunidad Valenciana es necesario un nuevo marco propio y específico, separado de las normativas que hacen referencia al patrimonio arqueológico.

Esta nueva legislación debería tratar a fondo algunos temas básicos como son:

- > Qué órgano/s tienen competencias sobre el patrimonio paleontológico.
- > Qué puestos son necesarios en la consejería competente y en las direcciones territoriales para ser ocupados por paleontólogos.
- > Formulación de una adecuada definición de lo que es el patrimonio paleontológico.
- > Qué, cómo, cuándo y dónde se deben proteger los fósiles.
- > Actualización de la Carta Paleontológica de la comunidad.
- > Adecuación e integración de las normativas europeas y las leyes estatales (por ejemplo, Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad) dentro de este nuevo marco legal.

A este respecto no es necesario comenzar de cero, sino que pueden tomarse como modelo leyes sobre patrimonio cultural o natural y decretos específicos sobre Paleontología aprobados en otras comunidades autónomas (LEÑERO BOHÓRQUEZ; RUIZ MUÑOZ; GONZÁLEZ-REGALADO MONTERO et ál., 2006: 113-127) y que se están revelando como modelos de protección eficaces de este tipo de recursos.

BIBLIOGRAFÍA

- DECRETO 107/2017, de 28 de julio de 2017, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de regulación de las actuaciones arqueológicas en la Comunidad Valenciana. *Diari oficial de la Generalitat Valenciana*, n.º 8157, de 26 de octubre de 2017
- LEÑERO BOHÓRQUEZ, R.; RUIZ MUÑOZ, F.; GONZÁLEZ-REGALADO MONTERO, M. L.; ABAD, M. (2006) Derecho y Patrimonio Paleontológico (I): Patrimonio Histórico VS Patrimonio Paleontológico. *Studia Geológica Salmanticensis*, 42, 2006, pp. 113-127
- LEY 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, n.º 2423, de 9 de enero de 1995
- LEY 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, n.º 3267, de 18 de junio de 1998
- LEY 9/2017, de 7 de abril, de la Generalitat, de modificación de la Ley 4/1998, del Patrimonio Cultural Valenciano. *Diari oficial de la Generalitat Valenciana*, n.º 8019, de 11 de abril de 2017

Principio de precaución y agravios comparativos en la gestión de la arqueología y la paleontología por parte de las administraciones: el caso de la Comunidad Valenciana

Francisco Javier Ruiz Sánchez | Área de Paleontología, Universitat de València

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4177>

El *Diccionario de la Real Academia Española* define “agravio comparativo” como “trato desigual a personas que tienen o creen tener el mismo derecho a algo en determinada situación”. Otros diccionarios amplían el significado de este término a cosas y no solo a personas, y así el *Spanish living Oxford Dictionaries* (Oxford University Press) lo define como “daño u ofensa que se hace a una persona o cosa al tratarla de modo diferente que a otra de su misma condición o en una misma situación”. Conocer tanto la acción (trato desigual-trato de modo diferente), como las circunstancias del sujeto (en este caso, paleontología y arqueología) que recibe la acción son importantes de cara a conocer la realidad de la gestión de estos valores en el territorio.

Nuestro Estado de las autonomías establece un marco legislativo y competencial en el que cada autonomía ejerce sus competencias dentro de un sistema basado en lo que marca su Estatuto de Autonomía y la legislación básica que emana del Estado, UE, convenios, etc. (Aparicio, 1981 in Ruiz-Sánchez, 2005). La gestión de una materia particular (arqueología o paleontología) puede variar mucho dependiendo del marco legislativo del que se ha provisto la autonomía.

En referencia a la paleontología, en el Estado español esta materia tiene dos aproximaciones legislativas diferentes: se encuentra regulada parcialmente por normas de patrimonio cultural (Ley 16/1985, de 25 de junio) y también del patrimonio natural (Ley 42/2007, de 13 de diciembre). En este contexto, cada comunidad autónoma, en el marco de sus competencias, han regulado la materia y su ejecución (gestión) (MELÉNDEZ; SORIA, 1999).

La legislación de impacto ambiental es una de las bases sobre las que se fundamenta la protección de los recursos naturales y culturales (RUIZ-SÁNCHEZ, 2005). Cuando la arqueología y la paleontología se gestionan conjuntamente se observan diferencias poco justificables. En este trabajo se describe, muy someramente, la dispar forma cómo son tratadas ambas materias a la hora de identificar y valorar los impactos en los procedimientos de evaluación del impacto ambiental en la Comunidad Valenciana. Es necesario considerar no solo la protección pasiva y/o activa que suponen las figuras de protección en el marco de los espacios naturales protegidos, sino también la gestión que posibilitan los procedimientos de evaluación del impacto ambiental de las actuaciones humanas sobre el medio natural (RUIZ-SÁNCHEZ, 2005).

El caso concreto de la Comunidad Valenciana

En los más de 23.000 km² de superficie que abarca la Comunidad Valenciana, son las rocas sedimentarias las que mayor porcentaje del territorio ocupan (SANTANACH; BANDA; CALVET, et ál., 1986; SANCHÍS MOLL; RODRÍGUEZ ESTRELLA; MORELL EVANGELISTA, 1988; GUIMERÀ; ANADÓN; CABRERA, et ál., 1992), existiendo una media-alta probabilidad de encontrar restos fósiles a partir de una actuación con remoción del terreno. De igual manera, el territorio de lo que hoy en día conforma la Comunidad Valenciana ha sido encrucijada de caminos de un buen número de culturas, que han propiciado un rico y variado legado cultural. Por tanto, y tal como queda expresado en la Ley 11/1994, de Espacios Naturales protegidos de la Comunidad Valenciana y la Ley 4/1998, de Patrimonio Cultural Valenciano, consti-

tuyen algunas de “.. las principales señas de identidad del pueblo valenciano y el testimonio de su contribución a la cultura universal... siendo un legado patrimonial de inapreciable valor, cuya conservación y enriquecimiento corresponde a todos los valencianos e instituciones y poderes públicos que los representan”.



Vertedero de residuos controlados de la localidad castellonense de Almenara. Al fondo se observan los terrenos de la Marjal d'Almenara correspondiente a los municipios de La Llosa y Chilches. En el interior del vertedero se puede observar el relleno cárstico, en su mayor parte cubierto por toneladas de residuos sólidos urbanos, en cuya parte inferior se localiza el yacimiento Almenara Casablanca 3 (ACB-3). La falta de un riguroso estudio de impacto ambiental en el momento de construcción del vertedero ha llevado a la destrucción de ACB-3 | fotos Francisco Javier Ruiz Sánchez

La Orden de 3 de enero de 2005, de la Generalitat Valenciana, por la que se establece el contenido mínimo de los estudios de impacto ambiental regula que estos estudios identificarán y valorarán los impactos, tanto en la solución propuesta como sus alternativas, incorporando (entre otros documentos) el informe vinculante de conformidad del proyecto con la normativa de protección del patrimonio cultural que se recoge en el art. 11 de la Ley 4/1998 de Patrimonio Cultural Valenciano (Memoria de Impacto Patrimonial, según el Decreto 208/2010). Este informe vinculará a la administración que debe realizar la declaración de impacto ambiental. El Decreto 208/2010 de la Generalitat Valenciana establece el contenido mínimo de las memorias de impacto patrimonial que pudieran afectar a los bienes integrantes del patrimonio histórico, artístico, arqueológico y paleontológico en el caso de los planes y programas sujetos a evaluación ambiental estratégica o de proyectos sujetos a estudio de impacto ambiental. Según este Decreto, para valorar la posible incidencia del proyecto, plan o programa, obra o actividad respecto al patrimonio arqueológico será preceptivo llevar a cabo una prospección arqueológica, que deberá contemplar la totalidad del ámbito de afección del proyecto evaluado, incluyendo todas las obras auxiliares asociadas, y deberá incluir la prospección de un entorno mínimo de 50 metros desde el límite de afección (ampliable a 2000 metros en las actuaciones lineales). Por el contrario, y según este Decreto, para el patrimonio paleontológico, el promotor deberá consultar previamente las cartografías que delimitan las áreas de bajo potencial paleontológico de la Comunidad Valenciana, y si el proyecto se ubica íntegramente en estas áreas solo se deberá incluir justificación documentada de esta circunstancia en el estudio de impacto ambiental.

Según la descripción que hacíamos del “agravio comparativo”, tanto los valores arqueológicos y paleontológicos tienen una misma condición (recursos protegibles) y una misma situación (capaces de ser destruidos en caso de actuación humana incontrolada). Ante esta situación solo nos podemos hacer preguntas que no por insidiosas dejan de tener sentido. ¿Por qué entonces se gestionan de forma tan diferente? ¿Son acaso

tan exhaustivas las cartografías de esas áreas de bajo potencial paleontológico de la Comunidad Valenciana como para intentar evitar uno de los principios básicos de la evaluación ambiental, y que no es otro que el principio de precaución?

El principio de precaución se menciona en el artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, y lo que pretende es garantizar un elevado nivel de protección del medio ambiente mediante tomas de decisión preventivas en caso de riesgo. El recurso a este principio se inscribe, por tanto, en el marco general del análisis de riesgo y, más concretamente, en el marco de la gestión del riesgo que corresponde a la fase de toma de decisiones (Comunicación EU-[COM(2000) 1 final] sobre el recurso al principio de precaución).

Parece obvia la respuesta a alguna de las preguntas formuladas (al menos a la pregunta sobre la exhaustividad de estas cartografías sobre el bajo potencial paleontológico), cuando puede comprobarse que estas áreas representan casi en su totalidad los depósitos cuaternarios en la Comunidad Valenciana. ¿Es la posible presencia de restos humanos en esos depósitos, y por tanto su adscripción a “lo arqueológico” (según alguna línea de pensamiento en el ámbito de la arqueología) la razón de este proceder por parte de la administración?

BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, M. A. (1981) *Introducción al sistema político y constitucional español*. Barcelona: Ariel, 1981
- COMUNICACIÓN EU-[COM(2000) 1 final] sobre el recurso al principio de precaución [en línea] <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3A132042>> [Consulta: 15/04/2018]
- GUIMERÀ, J.; ANADÓN, P.; CABRERA, L.; ESTÉVEZ, A.; MARTÍ, J.; TABERNER, C. (1992) Geología II. En *Enciclopèdia d'Història Natural dels Països Catalans*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana S. A., 1992, pp. 1-548
- LEY 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. *Boletín Oficial del Estado*, n.º 155, de 29 de junio de 1985

- LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado*, n.º 299, de 14 de diciembre de 2007
- MELÉNDEZ, G.; SORIA, M. (1999) Situación Actual del Patrimonio Paleontológico en España. *PH: Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, n.º 29, 1999, pp. 128- 141
- RUIZ-SÁNCHEZ, F. J. (2005) La legislación de medio ambiente y la protección del patrimonio paleontológico en la Comunidad Valenciana (España). *Revista Española de Paleontología*, vol. 10, 2005, pp. 119-124
- SANCHÍS MOLL, E. J.; RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.; MORELL EVANGELISTA, I. (1988) Geología. En SANCHÍS MOLL E. J. (dir.) *Guía de la naturaleza de la Comunidad Valenciana*. Valencia: Ediciones Alfonso el Magnánimo, 1988, pp. 19-72
- SANTANACH, P.; BANDA, E.; CALVET, F.; CARRERAS, J.; CASAS, J. M.; FONTBOTÉ, J. M.; FORNÓS, J.; GISBERT, J.; JULIVERT, M.; MARZO, M.; RODRÍGUEZ-PEREA, A.; SALAS, R.; BOUQUET, P. (1986) Geología I. En *Enciclopèdia d'Història Natural dels Països Catalans*. Barcelona: Enciclopèdia Catalana S. A., 1986, pp. 1-439

a debate *El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?*

| coordina Eloísa Bernáldez Sánchez

Patrimonio paleontológico en áreas naturales protegidas: el caso del ANP municipal Paso Córdoba (provincia de Río Negro, Patagonia, Argentina)

Leonardo Salgado, Ignacio Díaz-Martínez | Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología. UNRN-CONICET (Argentina)

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4178>



Valle de la Luna Rojo, Cretácico (ANP Paso Córdoba) | foto Ariel Méndez

Argentina posee más de 560 áreas naturales protegidas (nacionales, provinciales y municipales), con diferentes objetivos de conservación, algunas de importancia paleontológica. Como ejemplo de ese último tipo de áreas destaca el parque provincial de Ischigualasto, en la provincia de San Juan, en el noroeste argentino, con importantes yacimientos del Triásico continental.

En la provincia de Río Negro, en el norte de la Patagonia, existen algunas áreas naturales protegidas (ANP) pro-

vinciales de importancia geológica y paleontológica: ANP Valle Cretácico (creado por ley provincial 3033/96), Monumento Natural El Anfiteatro (ubicado dentro del ANP Valle Cretácico, y creado por ley 4005/05), Monumento Natural Bosque de Troncos Petrificados (también dentro del ANP Valle Cretácico, y creado por el 4006/05) y el Monumento Natural Bosque Petrificado (ubicado en la llamada "Línea Sur" rionegrina, en la ciudad de Valcheta, creado por ley 3689/02). Como ejemplo de ANP geológica y paleontológica municipal tenemos el ANP Paso

Córdoba, perteneciente a la municipalidad de General Roca.

El ANP Paso Córdoba, creada por ordenanza 2583 de septiembre de 1997, posee unas 17.000 ha de superficie. Allí afloran sedimentos del Cretácico Superior y del Mioceno-Plioceno. El área posee varios puntos de especial interés geológico y paleontológico, entre ellos, los llamados valles de la Luna Rojo (Cretácico) y Amarillo (Mio-Plioceno). Originalmente, el objeto de conservación era el ambiente natural (art. 1 de la ordenanza 2583). Sin embargo, con el correr de los años, y a raíz de las investigaciones paleontológicas llevadas a cabo por distintos grupos de investigación, lo paleontológico fue tomando un mayor relieve entre los objetivos de conservación del área, al punto de ocupar un lugar central en la actualización del plan de manejo que la municipalidad se encuentra realizando. Entre los bienes inmuebles de valor paleontológicos existentes en el área se cuentan numerosos sitios con huellas de dinosaurios (algunos de ellos acondicionados para la visita), y otros con restos óseos, tanto de dinosaurios y tortugas cretácicas, como de mamíferos y tortugas miocenas.

La provincia de Río Negro cuenta con una ley de protección del patrimonio arqueológico y paleontológico (la 3041, sancionada en 1996) mientras que, a nivel nacional, existe otra ley, la 25743/03, que es aplicada sólo en áreas de jurisdicción nacional. La municipalidad de General Roca no posee una normativa específica para la protección del patrimonio paleontológico, sino una Dirección de Medio Ambiente que, en el día a día, se encarga del cuidado de los fósiles como parte del patrimonio natural del área. Como paleontólogos universitarios las autorizaciones para realizar nuestras campañas las solicitamos al gobierno de la provincia de Río Negro (la Secretaría de Cultura provincial es la autoridad de aplicación de la ley 3041), aunque debemos contar con el aval de la municipalidad, a pesar de pertenecer a la administración nacional.

Todos los integrantes de nuestro equipo de investigación son docentes de las licenciaturas de geología y paleon-

tología de la Universidad Nacional de Río Negro, en la ciudad de General Roca. En varias asignaturas las prácticas se realizan en el ANP Paso Córdoba. Este hecho es, creemos, muy positivo, ya que favorece la toma de conciencia por parte de los alumnos sobre la necesidad de conservar no solo el material paleontológico en forma aislada, sino al sistema natural en su conjunto, al fósil y al entorno en el que se halla. En definitiva, los materiales paleontológicos como parte sustancial del ambiente natural que tutela la ordenanza municipal de creación del área. Parte de ese ambiente, además, se halla constituido por rasgos geológicos que dan cuenta de la historia natural de la región (estructuras tectónicas, estructuras sedimentarias, diferentes tipos de rocas, etc.). En lo formal, estos rasgos o estructuras geológicas no se encuentran protegidos por una norma específica, y en la práctica son resguardados por las normativas ambientales vigentes, tanto provincial como municipal.

Nos parece que la formación profesional del paleontólogo, al menos en Argentina, carece de esta visión integral que considera al bien fósil como parte del patrimonio natural y cultural de la sociedad. Entendemos que la protección del patrimonio paleontológico no puede separarse de la protección del medioambiente en general:



Valle de la Luna Amarillo, Mioceno (ANP Paso Córdoba) | foto Ariel Méndez

esa es la visión que anima nuestras investigaciones y actuaciones hacia la comunidad.

Coincidimos en que es necesaria una ley específica para el resguardo del patrimonio paleontológico, ya que nuestra disciplina posee especificidades muy distintas a las de otras. Por ejemplo, en arqueología hay aspectos que no tienen su correlato en el ámbito paleontológico, como la delicada cuestión del vínculo que guardan los objetos y sitios arqueológicos con los pobladores originarios que habitan actualmente esos territorios.

Como profesionales hemos participado en la elaboración de las leyes de patrimonio paleontológico, la nacional y las provinciales. Menos injerencia hemos tenido en los proyectos de leyes medioambientales. De hecho, al menos desde nuestra experiencia, hubo históricamente en la provincia de Río Negro muy poca articulación entre las áreas de Cultura y Medioambiente. Esta desarticulación, en ocasiones directamente una total falta de comunicación, no ha sido positiva para la seguridad de los bienes patrimoniales paleontológicos.

Un elemento central en la preservación del patrimonio paleontológico son los museos. En Río Negro, los museos, provinciales y municipales, han cumplido un rol fundamental en el resguardo del patrimonio paleontológico, sobre todo en tiempos de estrecheces y recortes presupuestarios. Corresponde cerrar esta participación con un reconocimiento especial a todos los que trabajan en esas instituciones.

BIBLIOGRAFÍA

• LEY Nacional 25.743/03 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico. *Boletín Oficial de la República Argentina* [en línea], n.º 30179, 26 de junio de 2003, pp. 1-3 <<https://www.boletinoficial.gob.ar/#!DetalleNormaBusquedaAvanzada/7254059/20030626>> [Consulta: 24/04/2018]

• LEY Provincial 2184/97 de Protección y conservación del Patrimonio Histórico, Arqueológico y Paleontológico de la Provincia del Neuquén. *Boletín Oficial* [en línea], n.º 2481,

19/9/1997 <<https://www.legislaturaneuquen.gob.ar/CONSULTASanciones.aspx>> [Consulta: 24/04/2018]

• LEY Provincial 3041/96 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de la Provincia de Río Negro. *Boletín Oficial de la Provincia de Río Negro* [en línea], n.º 3412, 31 de octubre de 1996, p. 2 <<http://www.rionegro.gov.ar/download/boletin/3412.PDF>> [Consulta: 24/04/2018]

• LEY Provincial 3033/96 de creación del ANP Valle Cretácico. *Boletín Oficial de la Provincia de Río Negro* [en línea], n.º 3411, 28 de octubre de 1996, p. 1 <<http://www.rionegro.gov.ar/download/boletin/3411.PDF>> [Consulta: 24/04/2018]

• LEY Provincial 3689/02 de creación del ANP Monumento Natural Bosque Petrificado. *Boletín Oficial de la Provincia de Río Negro* [en línea], n.º 4039, 24 de octubre de 2002, p. 1 <<http://www.rionegro.gov.ar/download/boletin/4039.PDF>> [Consulta: 24/04/2018]

• LEY Provincial 4005/05 de creación del ANP Monumento Natural El Anfiteatro. *Boletín Oficial de la Provincia de Río Negro* [en línea], n.º 4373, 2 de enero de 2006, p. 3 <<http://www.rionegro.gov.ar/download/boletin/4373.pdf>> [Consulta: 24/04/2018]

• LEY Provincial 4006/05 de creación del ANP Monumento Natural Bosque de Troncos Petrificados. *Boletín Oficial de la Provincia de Río Negro* [en línea], n.º 4373, 2 de enero de 2006, p. 3. <<http://www.rionegro.gov.ar/download/boletin/4373.pdf>> [Consulta: 24/04/2018]

• *ORDENANZA Municipal de General Roca 2583/97 de creación del ANP Paso Córdoba* [en línea] Aprobada el 9 de setiembre de 1997 en Sesión Ordinaria n.º 230 <<https://www.generalroca.gov.ar/DigestoWeb/ABM/Consultas/ExportarPDF.aspx?id=1751&tipo=html>> [Consulta: 24/04/2018]

El patrimonio paleontológico en Andalucía: un gran problema con una sencilla y razonable solución

Alfonso Arribas Herrera | Estación paleontológica Valle del río Fardes (Fonelas, Granada), Instituto Geológico y Minero de España

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4182>

En este documento se expone la visión del autor, como paleontólogo con experiencia de campo durante 30 años en yacimientos paleontológicos andaluces, sobre los fósiles y los yacimientos paleontológicos, el patrimonio geológico, el patrimonio paleontológico y el ejercicio profesional del paleontólogo. Para ello, es conveniente, antes de nada, aclarar el problema, presentar una cuestión esencial, recordar algunos conceptos básicos y, finalmente, plantear una solución razonable.

El problema

La situación actual del patrimonio paleontológico en Andalucía se puede considerar como crítica pues, a pesar de contar con unos registros paleontológicos excepcionales a escala internacional, aquellos con la suficiente relevancia como para ser considerados parte del patrimonio paleontológico se encuentran en un limbo legislativo, reglamentario y administrativo. Esto causa graves problemas (en muchos casos la imposibilidad) tanto para su investigación científica, a ser realizada por profesionales en paleontología, como para su catalogación, protección y puesta en valor.

La cuestión esencial

Entiendo que todo el problema deriva de la legislación del año 1985. Es razonable asumir que en el planteamiento de los legisladores (tanto en la redacción de la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español como en la Ley 14/2007 del Patrimonio Histórico de Andalucía) no ha existido interés o voluntad de prevaricar (según la Real Academia Española de la Lengua, delito consistente en dictar a sabiendas una resolución injusta una autoridad, un juez o un funcionario). Por ello, la lectura de la siguiente frase presente en ambos documentos,

referida al patrimonio arqueológico: “Asimismo, forman parte de este Patrimonio los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia de la humanidad y sus orígenes y antecedentes” habría de ser literal, sin interpretación posible. Se refiere, entiendo, en exclusividad a los registros arqueológicos de “la historia de la humanidad” con restos culturales y/o tecnológicos generados por cualquiera de las especies perteneciente al género *Homo* (por tanto, se refiere a los soportes en piedras y rocas –elementos geológicos– o huesos y restos vegetales –elementos paleontológicos– tallados, trabajados o manufacturados por el ser humano).

Pero en la legislación de Cultura y en sus reglamentos se ha ido, por desgracia para este tipo de patrimonio (el paleontológico), más allá.

Conceptos básicos

Recomiendo, en este punto, la consulta de estas definiciones oficiales en la Real Academia Española de la Lengua: fósil, paleontología, geología y arqueología. Las cosas son lo que son y no debemos cometer por enésima vez el error de re-inventar palabras y términos que ya existen. Esto, en el ámbito de las ciencias, es un grave error.

Desarrollo del planteamiento y consideración

El patrimonio geológico es parte consustancial del patrimonio natural, y da soporte y cobijo al resto del patrimonio natural de carácter biótico.

Los yacimientos paleontológicos aportan información sobre la evolución de la Tierra y de la Vida.

Los fósiles y los yacimientos paleontológicos (si tiene un valor altamente significativo) son parte del patrimonio paleontológico, en ningún caso se trata de patrimonio arqueológico, y como tal patrimonio forma parte del patrimonio geológico que es, asimismo, patrimonio natural. Por tanto, no cabe considerarlo como patrimonio histórico o cultural.

Por otra parte, dado que los conceptos son fundamentales y entiendo que no son discutibles, conviene recordar que un fósil es lo que es en cualquier ámbito científico o técnico del planeta, independientemente de la cronología (tenga cientos de millones de años o sólo un millar de años) o de la especie a que represente (tan fósil es una concha de un organismo unicelular o un grano de polen como un cráneo de homínido, o la huella de alimentación de un cangrejo de río). No se pueden segregar competencias en función de cronología o de los taxones, no es serio (no se debe estructurar de forma antropocéntrica la esencia de la naturaleza).

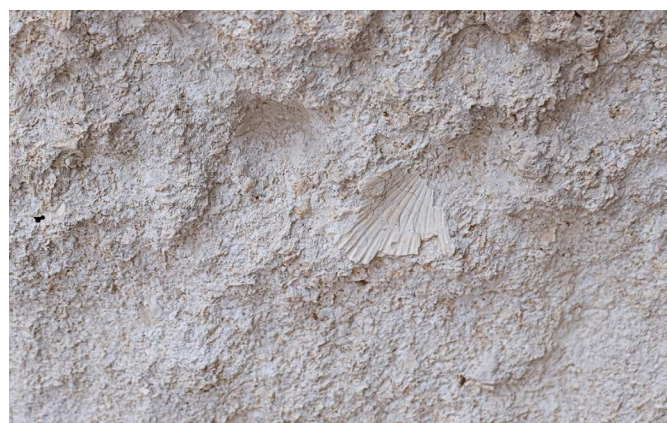
El patrimonio paleontológico, desde la perspectiva legal, queda sujeto a la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (Ley estatal): Artículo 3. Definiciones. A efectos de esta Ley, se entenderá por: 38) Patrimonio Geológico: conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida.

Tal es así, que en las citadas leyes andaluzas previas los conceptos “fósil” o “fósiles” y “evolución de la Tierra” o “evolución de la Vida” no aparecen ni en los “Conceptos” (p. e. Artículo 26 de la Ley 14/2007) ni en todo el desarrollo de esos textos legislativos, quedando pues la gestión de los fósiles y de los yacimientos paleontológicos al margen de estas legislaciones, pero regulados por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio natu-

ral y la Biodiversidad donde legislativamente sí son contemplados.

Consideración: el patrimonio paleontológico debe, y puede, tener un marco legal propio. Y la solución en el caso andaluz es sencilla y razonable. Esta comunidad autónoma lleva varios lustros desarrollando su Estrategia de Gestión integrada de la Geodiversidad, con notable buen hacer y sensibilidad, desde la Consejería de Medio Ambiente. Entiendo que, en este marco y desde esta Consejería, se debería legislar, reglamentar y tutelar el patrimonio paleontológico andaluz con la especificación del justo ejercicio de la profesión de paleontólogo (hasta ahora desarrollada esencialmente por geólogos y biólogos de formación, con alta especialización).

En definitiva, cualquier tipo de patrimonio es de la ciudadanía, las administraciones sólo ostentan su tutela, y por ello se debe aspirar a una reglamentación y una gestión que sean eficientes, justas, razonables y sensibles de los mismos, para el uso y disfrute por parte de la sociedad. Se trata de recursos con un potencial positivo evidente para las sociedades del siglo XXI.



Calcarenitas bioclásticas que forman parte del edificio de la Real Chancillería de Granada, con los fósiles que la integran. Son rocas que provienen de Escúzar, concretamente de la cantera de La Escribana, denominada allí “piedra franca”. Este mismo tipo de roca (calcarenita bioclástica), con el mismo lugar de origen, se puede encontrar en la catedral de Granada y el palacio de Carlos V | foto Alfredo Gómez

El patrimonio geológico y paleontológico en la región de Aragón

Guillermo Meléndez, Alizia Nuñez, Marta Tomás | Dpto. de Paleontología, Universidad de Zaragoza

Olga López Guajardo, Javier Lorente Obón | Empresa QUETEO

Monserrat Soria | profesora de Secundaria del Gobierno de Aragón

Paola Infante | Asesora Técnica en la Dirección General de Ordenación del Territorio del Gobierno de Aragón

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4183>

El marco legal sobre patrimonio geológico en Aragón

Durante los años 80, mientras el Estado Español se iba reconstruyendo en diferentes comunidades autónomas, la región aragonesa comenzó un trabajo de reformas y elaboración de un marco legal de reconocimiento y protección de su patrimonio cultural, geológico y paleontológico. Este proceso se prolongó durante bastantes años y fue perfilándose poco a poco durante las dos siguientes décadas. Dicha tarea no resultó sencilla. A la complejidad que ya de por sí tenía esta labor debido a la magnitud del proyecto, se le sumaba que no siempre existió un consenso total entre todas las instituciones implicadas, concretamente acerca del procedimiento ideal o más eficiente a seguir, lo cual alargó el proceso más tiempo del estimado en un principio. Posteriormente la situación mejoró, especialmente con la iniciativa del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) de generar una legislación más acorde con la existente en cada región que facilitó la tarea de las distintas áreas y regiones de España.

No obstante, todavía quedaban por perfilar ciertas cuestiones. En la sede del Gobierno de Aragón se instaló una serie de oficinas lideradas por personas escasamente relacionadas con el patrimonio paleontológico. Cuando solicitaron ayuda a la Universidad, encontraron con investigadores que tenían visiones muy diferentes sobre el patrimonio geológico y paleontológico. El resultado fue problemático y confuso, ya que el patrimonio paleontológico no se incluyó dentro del patrimonio geológico. Por suerte para los paleontólogos, el IGME se encontraba elaborando una guía sobre los valores patrimoniales de las distintas regiones españolas y el patrimonio paleontológico ocupaba un lugar destacado junto

con otros valores patrimoniales (por ejemplo, el patrimonio histórico y el estratigráfico).

Sin embargo, a pesar de que en los catálogos del IGME el patrimonio paleontológico ocupa un lugar notable, en la sede del Gobierno de Aragón su situación era escasamente clara. Pese a ello, parte de las autoridades no han tenido inconveniente en achacar a los investigadores las culpas de su deficiente gestión. El resultado ha sido la ruptura de relaciones entre la Administración y los investigadores.

En las páginas siguientes ofrecemos una visión detallada (en la medida de lo posible) de la situación actual del patrimonio paleontológico en la región aragonesa. Como podremos ver, éste es enormemente importante por todos los campos que abarca aunque no siempre se encuentre reconocido como debiera. No obstante, pensamos que ésta es una muy buena ocasión para mostrar su enorme riqueza y diversidad.

El cabalgamiento de Daroca

En la localidad de Daroca, a unos 80 km al sur de Zaragoza, los materiales del Cámbrico cabalgan sobre los del Mioceno Superior. Este cabalgamiento fue reconocido ya en los años 20 por Franz Lotze, quien en su tesis doctoral (1929) lo señalaba como una probable evidencia del empuje final de la placa africana durante la orogenia alpina.

En 1943, Bermudo Meléndez, en su tesis doctoral, estudió el yacimiento de trilobites de Murero, muy cerca de Daroca y también mencionó este cabalgamiento. Su interpretación fue similar a la de Lotze. Los dos auto-



Cabalgamiento de Daroca. Obsérvese cómo los materiales del Cámbrico cabalgan sobre los materiales del Mioceno. Un poco más adelante se puede reconocer a los materiales del Mioceno cabalgando sobre sí mismos, lo cual es una clara evidencia de la intensidad de la Orogenia alpina | foto de Andrés Gil Imaz

res coincidieron en afirmar que se podría tratar de una “cobijadura” tectónica sin grandes desplazamientos. Posteriormente el catedrático de la Universidad de Asturias J. Albareda aportó nuevas evidencias y coincidió con estos autores en decir que era una cobijadura sin grandes desplazamientos, aunque era cierto que en las proximidades se encontraban abundantes muestras de que el desplazamiento podría haber sido más importante de lo supuesto en los inicios.

En pocos años este cabalgamiento pasó a tener un interés preferente dentro del marco legal de la protección del patrimonio geológico aragonés, por lo que se incluyó como punto de especial interés geológico (PIG) en la cordillera ibérica. Mostraba claramente lo que había sido el resultado del empuje de la placa africana sobre el bloque ibérico al final del Mioceno (en el Messiniense). En realidad, el Cámbrico monta sobre los materiales del Mioceno Superior produciendo lo que se denomina una “inversión tectónica”. Este empuje no sólo provocó este cabalgamiento sino que generó el cabalgamiento de los materiales del Mioceno sobre sí mismos. En efecto: si se pasa del valle del Jiloca al valle del Río Peregiles, se puede ver perfectamente cómo los materiales del Mioceno montan sobre sí mismos y dejan un desnivel

de más de 40 metros entre ellos. En la actualidad, este cabalgamiento ha pasado a ser un punto fundamental de interés geológico, paleontológico y didáctico-turístico de esta región y los geólogos lo incluyen como punto de interés preferente, por lo que goza de una especial protección. Se puede decir que ha pasado a constituir una de las más sólidas evidencias empíricas de la tectónica alpina en la cordillera ibérica, referente fundamental para reconstruir su historia geológica (y de todos los orógenos españoles). En los últimos años este cabalgamiento ha pasado a tener un tratamiento preferente entre los puntos más protegidos de la región aragonesa y goza de una protección especial, siendo un referente fundamental del marco legal de esta región. Su interés ha llevado a que sea incluido como punto de especial interés geológico en el recorrido turístico-didáctico que se hace anualmente, el denominado Geolodía.

El Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido

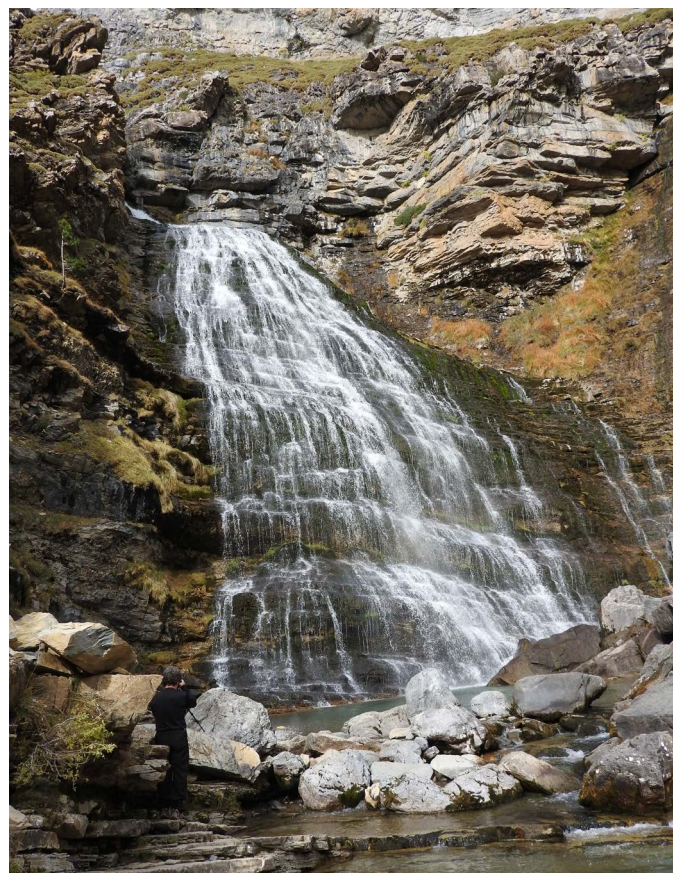
Con más de 15.000 ha de superficie, el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido se posiciona como la figura de protección más importante del territorio aragonés. Localizado en la parte más septentrional de la provincia de Huesca en la frontera con Francia, fue declarado el 16 de agosto de 1976 mediante Real Decreto y posteriormente ampliado en 1982 hasta alcanzar su actual superficie. A pesar de tratarse de una figura de protección de ámbito nacional, su gestión se traspasó a la comunidad autónoma en 2006, y en 2015 el Gobierno de Aragón aprobó el último Plan Rector de Uso y Gestión (en adelante, PRUG) el cual es utilizado como actual instrumento básico de planificación.

Que ostente la figura de más alto rango de protección está ampliamente justificado pues en este espacio confluyen otras muchas figuras: monumento natural de los glaciares pirenaicos, espacios protegidos de la Red Natura 2000 (LIC y ZEPA), reserva de la biosfera, patrimonio de la humanidad de la Unesco o geoparque mundial de la Unesco, entre otros.

En lo que respecta al patrimonio geológico y paleontológico, el PRUG es claro al considerar incompatible

cualquier alteración o sustracción de rocas, minerales y fósiles. No obstante, así como existe información sobre fauna y flora a través de la cartelería del parque, se observa la ausencia de referencias a la geología, por lo que difícilmente los visitantes pueden ser conscientes del valor del entorno.

En este sentido, cabe destacar que el patrimonio geológico presente en ese parque nacional acumula numerosos y llamativos ejemplos, como los valles glaciares de Ordesa y Pineta o los cañones fluvio-kársticos de Añisclo o Escuaín, valles colgados como el de Cotatuero o ventanas tectónicas como la de La Larri. El registro fósil es amplio y es fácil encontrar restos fósiles de espon-



Cascada de la Cola de Caballo, Parque Nacional de Ordesa. Este es uno de los puntos de mayor interés del Valle de Ordesa | foto Paola Infante

jas, foraminíferos, rudistas, equinodermos o corales. Es conocido el hallazgo de un cráneo de cocodrilo marino que está pendiente de estudio.

Todo ello hace de este lugar uno de los mejores para comprender la formación de los Pirineos y donde pueden observarse señales de las dos orogénias que ha sufrido esta zona: una primera fase de plegamiento que tuvo lugar durante el Pérmico (Orogenia Hercínica), que conformó una primitiva cordillera de la que todavía se pueden encontrar señales en los materiales más antiguos del Pirineo, y una segunda que comienza en el Triásico y se extiende hasta el Cretácico Superior y el Terciario, extendiéndose por gran parte del Cenozoico (Orogenia Alpina) y que es la responsable en gran parte de los relieves actuales, los cuales han sido profundamente modelados durante los episodios de glaciaciones más recientes.

En definitiva, el valor del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido desde el punto de vista patrimonial es incalculable. Pese a la confluencia de numerosas figuras de protección, la ausencia de información relativa a la geología de esta zona no impide que estos bienes pudieran resultar dañados, algo que podría evitarse favoreciendo la divulgación del valor de este patrimonio mediante la ampliación o modificación de la cartelería, la creación de rutas geológicas específicas o bien organizando actividades, jornadas...

Patrimonio geológico para todos públicos del Parque Cultural del Río Martín

Muchos lugares de interés geológico en Aragón catalogados como puntos o áreas de interés geológico y protegidos por el marco legal vigente en Aragón, la Ley de Patrimonio Natural y biodiversidad, la Ley del Patrimonio Cultural de Aragón y el Decreto de catalogación y protección del patrimonio geológico, se pueden considerar como auténticos recursos turísticos por su atractivo y singularidad.

El aprovechamiento de éstos en el sector turístico para difundir y divulgar la geología al público general es



Yacimiento de icnitas del Río Escuriza, Ariño, Teruel. El encajamiento de las conchas de los ostreidos constituyen una evidencia irrefutable de que este depósito corresponde con la zona supramareal de la cuenca. Es decir estos ejemplares no se encuentran en el lugar donde vivían | foto Olga López y Javier Lorente

una iniciativa a tener en cuenta. El Plan Aragonés de Estrategia Turística 2016-2020 incluye al geoturismo y al turismo geológico como motores de productos turísticos innovadores. Este hecho favorece la creación de productos turísticos basados en el aprovechamiento sostenible del patrimonio geológico aragonés.

Cabe destacar que el marco legal insta también a difundir y divulgar el patrimonio geológico además de conservarlo y protegerlo, por lo que, desde las administraciones públicas, se está haciendo un esfuerzo para financiar actuaciones con tal fin.

La comunidad autónoma de Aragón cuenta con destinos ejemplares para potenciar el geoturismo, como es

el caso del Parque Cultural del Río Martín, un área que aglutina un sinfín de recursos de diferente índole, incluyendo, según las leyes anteriormente mencionadas y la Ley de Parques Culturales de Aragón, los elementos geológicos en él existentes.

Algunos de los elementos geológicos que posee este parque cultural están catalogados según el decreto anteriormente mencionado como puntos de interés geológico (PIG). A continuación, se enumeran y se describen brevemente aquellos que cumplen con las premisas para ser recursos turísticos (singularidad, atractivo, estado de conservación, infraestructuras de apoyo interpretativo, accesibilidad, estacionalidad del recurso) y que, por lo tanto, son óptimos para ser visita-

dos por los turistas o visitantes que llegan a esta zona sin conocimiento alguno sobre conceptos y procesos geológicos.

> Baños de Ariño. Idóneo para dar a comprender la circulación del agua subterránea y su salida al exterior de las rocas en forma de manantiales, fuentes y surgencias, que reflejan claramente la existencia de un plano de cabalgamiento que llegaría hasta profundidades notables, similar al de la zona de Alhama de Aragón.

> Sima de Oliete. Óptimo para dar a conocer los procesos de disolución de las rocas calizas y las morfologías resultantes.

> Yacimiento de huellas de dinosaurios de Ariño. Apto para divulgar los procesos de fosilización y la reconstrucción del paleopaisaje del Cretácico Inferior. Algunos caracteres, tales como la desarticulación y el encajamiento de las conchas de los bivalvos son una clara evidencia empírica de que forman una serie de elementos encajados postmortalmemente y que se encuentran en el supramareal. Las pisadas de los dinosaurios deformando estas conchas confirman esta afirmación.

> Areniscas de Peñasroyas. Ejemplo para interpretar los procesos sedimentarios y petrogenéticos así como el paleoclima del Triásico Inferior.

> Pliegue de Alcaine. Muestra la generación de morfologías (pliegues y fallas) en el terreno debido a la energía interna, y los procesos de plegamiento, de la Tierra.

El diseño de un producto geoturístico se basa en la agrupación de estos recursos turísticos en forma de ruta de uno, dos o cuatro días, conformando así un paquete turístico. Como va dirigido a todo tipo de público se deben contemplar también las visitas a otros lugares relacionados con la historia, religión, salud, etnografía y gastronomía, de esta manera se asegura el éxito del producto enriqueciéndolo y dotándole de un mayor atractivo. El apoyo de profesionales del sector turístico (técnicos de turismo, agentes de viajes, consultores de

marketing turístico, etc.) es fundamental para la comercialización este producto geoturístico y cualquier otro.

Concluimos entonces que:

> La integración del patrimonio geológico en los planes estratégicos turísticos hace patente su transformación en recurso turístico, siendo, este hecho, una oportunidad para acercar al público general la Geología.

> El patrimonio geológico aragonés se caracteriza por ser muy diverso lo que facilita generar productos turísticos sugerentes que muestren una variedad de procesos geológicos relativos a las diferentes ramas que conforman la Geología.

> El marco legal aragonés hace alusión a la necesidad de su difusión y su divulgación por eso es necesario que desde las administraciones públicas se creen partidas presupuestarias para dichos objetivos.

> El trabajo en red con los agentes turísticos del ámbito público y privado es fundamental para promocionar y comercializar el producto.

Límite Calloviense-Oxfordiense en el sector Sierra de Arcos (Teruel)

Uno de estos casos singulares se hace patente en los materiales del Grupo Chelva que representan el tránsito entre el Jurásico Medio y Superior en los entornos de las localidades aragonesas de Ariño, Andorra, Calanda y Alcorisa, en donde forman secuencias condensadas muy fosilíferas.

Los fósiles de ammonoideos, espongiarios, bivalvos, braquiópodos y demás invertebrados marinos, muestran un conjunto de caracteres tafonómicos que permiten reconstruir, por un lado, los procesos alterativos experimentados por las entidades conservadas y, por otro, la dinámica evolutiva de la cuenca (tectónica de basculamiento de bloques) durante el Jurásico Medio y Superior, como evidencia el análisis de las poblaciones tafónicas registradas.

Los ammonoideos presentes en estos niveles se corresponden con macroconchas adultas. Esta curiosa selección que presentan es un claro indicador de la aloctonía de los mismos. Tras el momento de producción biogénica, las conchas de mayor diámetro habrían sido transportadas por un proceso de deriva necroplanctónica hacia zonas más someras de la cuenca, debido a su mayor potencial de flotación, recorriendo mayor distancia que otros ejemplares de tamaños inferiores. Además los fósiles presentan un alto grado de encajamiento y los ammonites corresponden en la mayoría de los casos con ammonites huecos, indicando un proceso de enterramiento rápido y cementación temprana. Este depó-



Ejemplar de *Macrocephalites* reelaborado del límite Calloviense-Oxfordiense de Ariño. Los criterios de reelaboración son claramente el relleno micrítico del ejemplar de ammonites (*Macrocephalites*), el grado de verticalización de las conchas y el hecho de estar envuelto en caliza oolítica, esta discontinuidad es una clara evidencia de la diaconría del ejemplar con el nivel que lo contiene | foto Guillermo Meléndez

sito ha sido generado por acción de tormentas en un ambiente de plataforma carbonatada somera.

Por encima de esta unidad, en el tránsito entre los pisos Calloviense y Oxfordiense, se encuentra el nivel de oolitos ferruginosos de la capa de Arroyofrío, que refleja una laguna estratigráfica de amplitud variable, mayor en la parte distal y menor en la parte proximal de la plataforma. La discontinuidad se desarrolló debido a un proceso de exposición subaérea de este sector de la plataforma en ese momento, este hecho queda reflejado en la abundante presencia de ejemplares reelaborados que permiten reconocer un clino tafonómico por abrasión, con desarrollo de surcos anulares y desarticulación a favor de los septos. De acuerdo con algunos autores (MELÉNDEZ; BELLO; DELVENE et ál., 1997) estos niveles se encontraban durante el Jurásico Medio y Superior, formando parte de un alto paleogeográfico: el denominado "Alto de Ariño-Andorra" (AURELL, 1990; FONTANA; MELÉNDEZ, 1990).

La primera unidad del Jurásico Superior es la formación Yátova, que está representada, en su parte inferior, por calizas con espongiarios que muestran una clara cementación temprana, inversión y un alto grado de encajamiento (lo cual refleja probables episodios de tormenta a una cierta profundidad). Por el contrario, a partir de un cierto nivel estos materiales pasan a ser calizas glauconíticas. Éstas representan facies muy someras de la cuenca con una marcada influencia del oleaje. Otros caracteres, como el hecho de que se encuentren fósiles de *Pholadomyidos* semienterrados (cuando los *Pholadomyidos* son formas infaunales profundas), indican claramente un proceso de somerización y erosión entre los distintos episodios sedimentarios.

Tal como se ha indicado, hacia el este, las unidades del Jurásico disminuyen de espesor. En Andorra todo el Jurásico Medio supera apenas los veinte metros. El Oxfordiense no sobrepasa los cinco o seis metros y en Alcorisa su espesor es aún menor. Todo esto constituye una clara evidencia empírica de la acción de fallas lístri-

cas que habrían generado el basculamiento de la plataforma durante esta parte del Jurásico, reflejando lo que sería la apertura del Tethys a lo largo de lo que comenzaría con el surco Liguro-Piamontes. Un claro indicador de este proceso lo constituye el hecho de que a continuación, por encima del Oxfordiense, los materiales del Kimmeridgiense superan ampliamente los 40 y 50 metros.

A la vista de los hechos expuestos, está claro que los procesos de basculamiento de la plataforma epicontinental quedan claramente reflejados en aspectos tales como la deriva de las conchas de ammonoideos, los caracteres tafonómicos de éstos, el grado de encajamiento de los espongiarios, las distintas facies y los cambios de espesor que se reconocen en los diferentes puntos descritos y, especialmente, el hecho de que las diferencias de espesor entre los materiales del Oxfordiense y Kimmeridgiense en Ariño y Calanda y la zona más externa (Alcorisa) son claros indicadores de la dinámica de bloques que predomina en la plataforma ibérica durante el Jurásico.

Tras bastantes años de polémicas y problemas con la Administración esta región ha pasado a ocupar un lugar preferente como lugar protegido, aunque sigue estando expuesto a la acción incontrolada de coleccionistas sin escrúpulos. Aún así mantiene el estatus de zona especialmente protegida como evidencia de los procesos sedimentarios ocurridos durante este período. Es un punto de interés geológico, didáctico y (sobre todo) turístico de gran relevancia. En la actualidad, muchos de los recorridos geológico-didácticos que se organizan suelen pasar por esta zona.

Agradecimientos

Nuestro sincero agradecimiento a Andrés Gil Imaz por habernos facilitado una foto del cabalgamiento de Daroca, que muestra claramente el avance de los materiales del Cámbrico sobre los del Mioceno.

BIBLIOGRAFÍA

- AURELL, M. (1990) *El Jurásico Superior de la Cordillera Ibérica central (provincias de Zaragoza y Teruel). Análisis de cuenca*. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, 1990
- FONTANA, B.; MELÉNDEZ, G. (1990) Caracterización bioestratigráfica de la Biozona Transversarium (Oxfordiense medio) en el sector oriental de la Cordillera Ibérica. *Geogaceta*, 8, 1990, pp. 76-78
- LOTZE, F. (1929) "Stratigraphie und Tektonik des keltiberischen Grundgebirges (Spanien)". Abhandlung des Gesichten und des Wissenschaftlichen. Göttingen Math-Phys. Kl. n.F. 14. (Beitrage das Geologischen und Westlichen Mediterraneansgebiete, Nr3). Berlin 1929
- MELÉNDEZ, B. (1943) *El Cámbrico en la Península Ibérica*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 1943
- MELÉNDEZ, G.; BELLO, J.; DELVENE, G.; PÉREZ-URRESTI, I. (1997) El Jurásico Medio y Superior (Calloviense-Kimmeridgiense) en el sector de la Llanura de Arcos (Ariño-Oliete, Teruel): Análisis tafonómico y Bioestratigrafía. *Cuadernos de Geología Ibérica, Tafonomía y fosilización*, 23, 1997, pp. 269-300

El patrimonio paleontológico a partir de la experiencia de “Caminando sobre gliptodontes y tigres dientes de sable”. Un proyecto de extensión universitaria en la Argentina

Facundo Iacona, Esteban Soibelzon, Raúl Montero, Martín R. Ciancio, Analía Francia, Victoria Penzo, Juan S. Salgado, Sergio G. Rodríguez, M. Mercedes Gould, Victoria L. López, Malena Morell | Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4180>

Desde “Caminando sobre gliptodontes y tigres dientes de sable” (colectivo universitario de Argentina –provincia de Buenos Aires– que reúne estudiantes y graduados de biología, paleontología, antropología, geología, informática y artistas plásticas <https://www.facebook.com/proyectocaminando>) abordamos la temática del patrimonio paleontológico como formador de identidad y como contenido transversal dentro de las Ciencias Naturales (CIANCIO; SOIBELZON; FRANCIA, 2015).

En Argentina existe la ley nacional 25743/03 de Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico. Sus primeros artículos indican: “...es objeto de la presente ley la preservación, protección y tutela del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico como parte integrante del Patrimonio Cultural de la Nación y el aprovechamiento científico y cultural del mismo” y que “...forman parte del Patrimonio Paleontológico los organismos o parte de organismos o indicios de la actividad vital de organismos que vivieron en el pasado geológico [fósiles] y toda concentración natural de fósiles en un cuerpo de roca o sedimentos expuestos en la superficie o situados en el subsuelo o bajo las aguas jurisdiccionales”. En esta ley se incluyen todos los fósiles, sin importar su antigüedad.

Desde Caminando sobre gliptodontes y tigres dientes de sable reflexionamos sobre qué es el patrimonio y si los fósiles forman parte de él. Sometiendo a debate la definición tradicional de patrimonio, originada en el derecho romano y vinculada a la herencia y posesiones de los

individuos, ponemos en juego a los fósiles como bien patrimonial. Concluimos que un objeto cobra valor patrimonial cuando se comparte, es reconocido y sentido como propio por la comunidad. Esto es la base y razón por la cual las personas nos sentimos parte de un conjunto mayor que llamamos sentido de pertenencia; que puede ser local, nacional e incluso mundial. Así, el patrimonio juega un rol importante en nuestra identidad y su fuerza no proviene del objeto, sino de las personas que se apropiaron de él (SALGADO-AHUMADA; MONTERO; IACONA et ál., 2017). Apropriarnos del patrimonio es hacer parte de nosotros aquello que tiene un valor para la comunidad, entendiendo que no todos tenemos los mismos roles u obligaciones. Por ejemplo, los paleontólogos tienen responsabilidad en el descubrimiento, conocimiento, resguardo y divulgación de los fósiles; las instituciones deben trabajar junto a la comunidad local para darle valor educativo e identitario y velar por su cui-

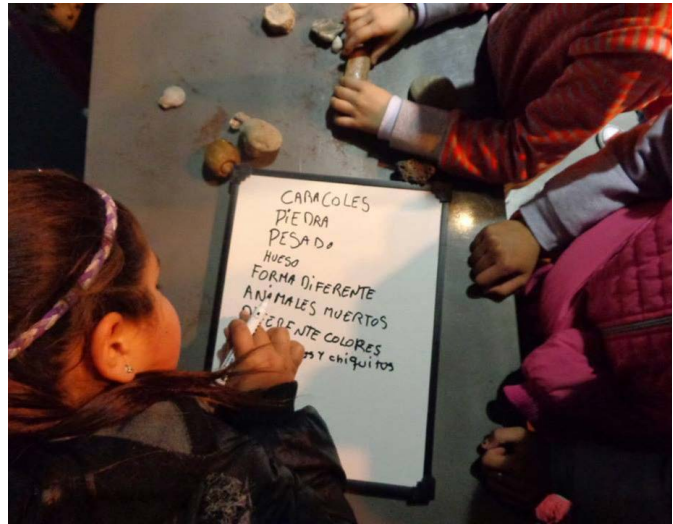


Caminando sobre gliptodontes y tigres dientes de sable en redes sociales

dado. Analizamos el rol de instituciones (museos locales, organismos gubernamentales y educativos) y las acciones personales en pos de conservarlo y compartirlo.

Desde nuestra experiencia de varios años abordando la temática en diferentes espacios y públicos (escuelas, museos, jornadas de paleontología y patrimonio, etc.) surge que tendemos a identificarnos y compartir ciertos aspectos con la comunidad en la que vivimos como ser parte del entorno natural (por ejemplo, cerros y/o ríos), o bien creados por el hombre (como el lenguaje, arte, objetos y/o leyendas). Sentirse parte, compartir y que eso trascienda, debería ser un rol fundamental de la comunidad y una obligación del estado. Sin embargo, esto no ocurre. Con la globalización se desvanece el concepto de lo propio, de nuestra historia, del cómo llegamos a ser lo que somos, tergiversando la propia identidad. El hecho de compartir un mismo suelo nos brinda la posibilidad de encontrar allí elementos con los que identificarnos y que de esa manera conforman parte fundamental de nuestro patrimonio natural. Conocer nuestros fósiles, la historia que nos cuentan sobre nuestra región, discutir el por qué conservarlos, cuál es su aporte a nuestra cultura, cómo y dónde deben ser conservados para garantizar su acceso a la comunidad, les otorga valor patrimonial, al ser redescubiertos y compartidos (véase por ejemplo LORENZO; ROMITI; CHARNELLI, 2011; DE LOS REYES; SOIBELZON; ZURITA et ál., 2011; GALLIARI; AGUALLO; MAGNIN et ál., 2015; ACCETA; REY; IRRAZÁBAL, et ál., 2014).

Hay muchas cosas que podemos hacer, como parte de una sociedad, para la protección del patrimonio. Una sincera valoración de nuestro patrimonio a través de su conocimiento o enseñanza es una de las principales acciones que cualquier miembro de una sociedad puede cumplir. Es así que divulgar, conocer, valorar y admirar, son acciones importantes que podemos realizar, además de comprender que todos somos actores valiosos de este proceso a través del compromiso individual y colectivo, el cual es una condición necesaria para el cuidado de nuestro patrimonio. En este sentido, desde Caminando sobre gliptodontes y tigres dientes de sable



Taller abierto a la comunidad sobre paleontología y patrimonio | foto Esteban Soibelzon

elaboramos textos, audiovisual, audiocuentos y otras producciones didácticas que permiten abordar al patrimonio paleontológico y a las ciencias naturales desde infinidad de dimensiones y de distribución gratuita en nuestras redes.

En Argentina, si se produce el hallazgo casual de un fósil, el modo de proceder legalmente es comunicarse telefónicamente con la autoridad provincial de aplicación de la ley nacional. Cada provincia tiene sus propios órganos de control y aplicación, los cuales trabajan en conjunto (o deberían) con otras instituciones (como la policía y municipalidades). Otro camino para manifestar el hallazgo de un fósil es denunciarlo en la comisaría, municipio o museo local si lo hubiere. Dado que esta cadena no siempre resulta efectiva y en muchos casos termina en la pérdida del ejemplar, en nuestro país creamos la Red Paleontológica Pampeana (www.facebook.com/groups/503578769745632/about), que facilita y propicia vínculos entre museos, aficionados, profesionales, instituciones educativas, autoridades nacionales, provinciales y municipales, empresas y otros interesados. Tiene como objetivo optimizar los recursos de los museos, mejorar la transmisión de la información, resolver con eficiencia situaciones de rescates de restos

fósiles, socializar la metodología de trabajo, permitir el acceso a información actualizada, compartir experiencias de trabajo y propiciar ayuda mutua entre los participantes. Organiza encuentros donde se discuten aspectos legales y sus aplicaciones, se elaboran documentos sobre temas de patrimonio y propuestas de gestión (REY; IPARAGUIRRE, 2011).

Este abordaje que promovemos respecto al patrimonio paleontológico impulsa su puesta en valor y fomenta su protección, favoreciendo la generación de una identidad colectiva que nos atraviesa como sociedad. Sin educación, la defensa del patrimonio concluye en un objetivo romántico que sólo interesará a una porción pequeña de la sociedad y por lo tanto será ineficaz en el contexto general (TONNI; TONNI, 2001).

BIBLIOGRAFÍA

- ACCETA, L.; REY, L.; IRRAZÁBAL, M. L.; ÁVILA, J. D. (2014) Entre tantos gliptodontes... "el gliptodonte". *III Jornadas Paleontológicas del Centro (Olavarría, 12 y 13 de septiembre de 2014). Hacia una valoración de los museos regionales pampeanos. Libro de resúmenes* [disponible en línea] <<https://jornadaspaleo.blogspot.com.es/2018/04/blog-post.html>> [Consulta: 30/04/2018]
- CAMINANDO sobre gliptodontes y tigres dientes de sable [documental en línea] <<https://www.youtube.com/watch?v=cZy5PtevwfU>> PARQUEE producciones, 2014 [Consulta: 24/04/2018]
- CIANCIO, M. R.; SOIBELZON, E.; FRANCIA, A. (ed.) (2015) *Caminando sobre gliptodontes y tigres diente de sable. Una guía didáctica para comprender la evolución de la vida en la Tierra* [disponible en línea]. Buenos Aires: EDULP (Editorial de la Universidad de La Plata), 2015 <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45658>> [Consulta: 24/04/2018]
- DE LOS REYES, L. M.; SOIBELZON, L.; ZURITA, A.; POIRÉ, D.; ARROUY, M.; CANALICCHIO, J. M. (2011) Desde un Eosclerocalyptus a 8 metros de altura hasta la tranquila lectura en un sillón. *II Jornadas Paleontológicas del Centro (Olavarría, 14 y 15 de octubre de 2011). Libro de resúmenes* [disponible en línea] <<https://jornadaspaleo.blogspot.com.es/2018/04/blog-post.html>> [Consulta: 30/04/2018]
- GALLIARI, F.; AGUALLO, V.; MAGNIN, L.; MARTINS, E.; SARMIENTO, J.; SIMIOLI, J.; SCHIERFF, G. (2013) Rodeados De Fósiles: El Museo De La Plata y su relación con la ciudad. En CIANCIO, M. R.; SOIBELZON, E.; FRANCIA, A. (ed.) *Caminando sobre Gliptodontes y Tigres dientes de Sables. Una guía didáctica para comprender la evolución de la vida en la Tierra*. Buenos Aires: EDULP (Editorial de la Universidad Nacional de La Plata), 2013, pp. 123-143
- LORENZO, J. M.; ROMITI, M.; CHARNELLI, E.; MEOQUI, L.; FRANCO, G. (2011) Génesis del museo Tuyu Mapu. Una experiencia comunitaria gral. Madariaga. Pcia. De Buenos Aires. *II Jornadas Paleontológicas del Centro (Olavarría, 14 y 15 de octubre de 2011). Libro de resúmenes* [disponible en línea] <<https://jornadaspaleo.blogspot.com.es/2018/04/blog-post.html>> [Consulta: 30/04/2018]
- REY, L.; IPARAGUIRRE, G. (2011) Resultados y Propuestas de Gestión del Taller: "Protegiendo el Patrimonio Paleontológico Provincial". *II Jornadas Paleontológicas del Centro (Olavarría, 14 y 15 de octubre de 2011). Libro de resúmenes* [disponible en línea] <<https://jornadaspaleo.blogspot.com.es/2018/04/blog-post.html>> [Consulta: 30/04/2018]
- SALGADO AHUMADA, J.; MONTERO, R.; IACONA, F.; GOULD, M.; LÓPEZ, L. V.; MORELL, M.; RODRIGUEZ, S. G.; UMENICO, M.; PANZERI, K.; FRANCIA, A.; CIANCIO, M. R.; SOIBELZON, E. (2017) *¿Deberíamos proteger los fósiles? IV Jornadas Paleontológicas del Centro - I Jornada de Arqueología. Claves para la preservación del patrimonio arqueológico y paleontológico (General Belgrano-Provincia de Buenos Aires, Argentina, 15 y 16 de septiembre de 2017). Libro de resúmenes* [disponible en línea] <<https://jornadaspaleo.blogspot.com.es/2018/04/blog-post.html>> [Consulta: 30/04/2018]
- TONNI, E. P.; TONNI, A. (2001) Patrimonio paleontológico y arqueológico. Consideraciones sobre la integración del patrimonio cultural. *Revista Museo*, 3, 2001, pp. 23-29

La dualidad del patrimonio paleontológico y su divulgación

Alberto Leandro Aranda Quirós | graduado en Ciencias Ambientales y Ciencias del Mar

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4184>

La necesidad del patrimonio paleontológico de poseer un marco legal propio y específico surge de su propia singularidad. En la actualidad, resulta difícil seleccionar las características que deben primar a la hora de catalogar estos materiales; por un lado, presenta un gran interés cultural, dotando de una nueva identidad a los lugares en los que se ubican los yacimientos, generando de este modo turismo y comercio. Por esto, la asignación de competencias en esta materia debería tener un matiz cultural. Pero no debe olvidarse la información que puede proporcionar estos bienes. Diversas ciencias reciben grandes aportes de datos de fuentes paleontológicas, por lo que el organismo que asuma su gestión ha de contemplar dicha importancia.

Esto lleva a que en el territorio español el patrimonio paleontológico se encuentre sujeto a normativas que atienden principalmente a su valor cultural, por un lado, y por otro al natural. Surge la necesidad de crear un marco legislativo que aúne ambas vertientes, logrando una gestión más precisa del material paleontológico que evite el actual desequilibrio en la gestión de estos bienes, pudiendo encontrarse situaciones en las que favorecer una de estas opciones produce un claro detrimento de las otras colecciones. Es el caso de aquéllas que no se encuentran accesibles para su protección debido a su interés científico; y, a su vez, otras en las que su explotación cultural genera unas presiones que acaba generando una degradación.

Como ya se ha mencionado el aporte de datos que puede generar la paleontología a otras áreas del conocimiento como la biología y la geología es incalculable. Dado a su magnitud temporal, el estudio de la vida anterior a la aparición del ser humano carece de cualquier dato que no provenga de fuentes paleontológicas: primeras formas de vida, evolución de las especies, la

extinción de las mismas... Para el caso de la geología, el uso de fósiles permite caracterizar los materiales en los que se encuentran, diferenciado medios de formación (marino, terrestre...) o aportando una escala temporal, entre otras. De una forma más generalista puede asumirse que casi cualquier estudio que incluya una escala temporal requerirá alguna forma el uso de información paleontológica.

Quedando patente la gran importancia que presentan estos materiales para la ciencia, es en este punto, cuando debe aparecer la figura del paleontólogo. La creación de una normativa propia y su aplicación sobre este patrimonio ha de ser desarrollada por profesionales que conozcan todas las características del mismo. Los paleontólogos deben evaluar la importancia de cada pieza y decidir que cuáles podrían ser explotados culturalmente, aún a riesgo de su pérdida, y cuáles deben ser conservados para un uso científico debido a sus excepcionales características. De esta forma, podría por ejemplo diferenciarse entre la gestión realizada sobre el ejemplar de *Concavenator corcovatus*, descubierto en Cuenca y único a nivel mundial, y la gestión realizada sobre la innumerables valvas de *Glycymerys sp.* presentes en el Golfo de Cádiz.

Si se quiere realizar una gestión precisa de estos bienes, la formación del paleontólogo tendrá que tener un enfoque multidisciplinar, de tal forma que pueda encargarse del tratamiento del material desde su descubrimiento y extracción hasta su exposición, pasando por el diverso trabajo de investigación que requiera cada pieza, para el caso de los bienes muebles, y desde su localización hasta su adecuación final, incluyendo las diversas actuaciones que allí se realicen para el caso de los bienes inmuebles. El trabajo de restauración por parte de especialistas en materias artísticas puede presentar discre-



Tronco de araucaria fosilizado, perteneciente al periodo Cuaternario. Almadén de la Plata (Sevilla). Hallado en 2015 de forma fortuita este tronco fosilizado de 17 metros de longitud y más de 12 toneladas de peso es un ejemplar excepcional a nivel europeo por su tamaño y buen estado de conservación. Tras un complejo proceso de extracción y restauración la empresa Dédalo Bienes Culturales SL acometió un plan de exposición e interpretación global | foto Dédalo Bienes Culturales sl

pancias con el resultado que el investigador necesita, pudiendo producir demoras o daños no intencionados. A fin de disminuir la posibilidad de que se presenten estos inconvenientes, sería necesario formar al investigador en restauración, pudiendo así el paleontólogo desarrollar ambas acciones y por tanto maximizando la protección del patrimonio.

Por último, el paleontólogo debe encargarse de la divulgación de la ciencia que estudia; el primer paso para que la población comprenda la importancia del patrimonio paleontológico es que lo conozca.

Las nuevas tecnologías pueden presentar un papel muy importante a la hora de llevar a cabo esta divulgación. Gracias a las redes sociales toda información vertida a la red es susceptible de llegar a cualquier parte del mundo; debido a esta posibilidad de interacción en ambas direcciones, la comunicación y por tanto la capacidad para mostrar el valor del patrimonio paleontológico es más alta que nunca.

Desde un punto de vista específico el avance de las tecnologías ha favorecido la conservación de diversos especímenes, favoreciendo un estudio menos invasivo y la capacidad de fabricar réplicas de mayor calidad. Esto se traduce en la posibilidad de poder realizar aná-

lisis que mediante otras técnicas habría causado daños o bien evitar dañar durante su exposición o transporte. En estos momentos las mejoras en tecnología 3D están permitiendo la reconstrucción y el intercambio de una información muy precisa, que en los próximos tiempos y gracias al auge de la impresión 3D conseguirá un avance tanto en materia divulgativa, construcción de réplicas en cualquier lugar procedentes a su vez de cualquier lugar, como científica, permitiendo la reconstrucción de piezas incompletas.

Para lograr la conservación del patrimonio paleontológico es necesario la ubicación en el lugar administrativo correcto y siempre sujeto a la supervisión de profesionales competentes. Por último no se deberá olvidar la necesidad de divulgación, ya que los paleontólogos ya conocen el valor de este patrimonio y en este momento es necesario que sea la sociedad quien conozca dicho valor.

Más allá de los dinosaurios: nuevas perspectivas para el patrimonio paleontológico de La Rioja

Esperanza García-Ortiz | Instituto de Estudios Riojanos

Ignacio Díaz-Martínez | Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología. UNRN-CONICET

Angélica Torices, Mireia Ferrer Ventura, Pablo Navarro Lorbés | Cátedra Extraordinaria de Paleontología, Dpto. de Ciencias Humanas de la Universidad de la Rioja

Raúl San Juan Palacios | Dpto. de Geología, Universidad de Valencia

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4190>

El patrimonio paleontológico en nuestro país ha sido objeto de discusión entre científicos y legisladores desde su controvertida consideración dentro del patrimonio histórico en la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. Así, tanto el patrimonio inmueble (yacimientos) como el mueble (ejemplares ex situ alojados en museos, colecciones y exposiciones locales) se gestionaron durante años bajo esta norma hasta su inclusión, en el año 2007, en la nueva Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad. En esta nueva iniciativa legislativa, los fósiles pasaron a ser considerados dentro de su definición como parte del patrimonio geológico, y por tanto, parte del patrimonio natural a proteger y conservar. Sin embargo, esta nueva ley tampoco tuvo en consideración su naturaleza intermedia entre el patrimonio biológico y geológico, por haber sido organismos vivos y ser parte esencial para la reconstrucción de la historia de la vida en la tierra pero actualmente encontrarse formando parte de la Gea.

Si su estado de protección es ambiguo a nivel nacional, más lo es a nivel de las diferentes regiones dentro del territorio de nuestro país. Centrándonos en el caso concreto de la Comunidad Autónoma de La Rioja, trabajos anteriores (GARCÍA-ORTIZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2016; GARCÍA ORTIZ DE LANDALUCE, 2017a: 75-85) han dejado claras las diferentes iniciativas legislativas puestas en marcha en esta provincia con el fin de proteger el patrimonio paleontológico en general. Sin embargo, destacan todas aquellas centradas en la ges-

ción de los yacimientos de icnitas de dinosaurios, uno de los mayores atractivos de la región y el recurso paleontológico más visible y utilizado por la administración. La particularidad analizada previamente en este territorio parte del triple enfoque legislativo que se ha venido sucediendo en esta comunidad orientado a la gestión de este patrimonio, ya que fue contemplado inicialmente, en los años 1988 y 1994, en legislación urbanística y de ordenación del territorio, posteriormente en leyes medioambientales, y finalmente, en legislación cultural. Esta orientación de la protección de los fósiles desde diferentes ámbitos legislativos ha facilitado en algunos momentos la preservación de yacimientos concretos (por ejemplo, Trevijano 2), recurriendo a las normas más favorables a tal fin en cada época y situación. Sin embargo, a día de hoy en La Rioja no existe una actualización de las normativas paralela a la nueva legislación de ámbito nacional. Así, la última ley del año 2004 considera este patrimonio dentro del patrimonio cultural, orientando actualmente su gestión desde una perspectiva semejante a la experimentada a nivel nacional antes de la Ley 42/2007. En este momento, y en previsión de futuras nuevas iniciativas legislativas en la Comunidad Autónoma de La Rioja, se plantea la necesidad de tratar el patrimonio paleontológico de manera independiente y singular, teniendo en cuenta todas las características propias del mismo, así como las particularidades de su gestión en este territorio.

Además de los yacimientos de icnitas antes mencionados, en esta región se han citado numerosos aflora-

Aspectos legislativos



- **1988: Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de La Rioja (PEPMAN).**
- **1994: Plan Especial de Protección de Icnitas de La Rioja (PEPIR)** aprobado por la Comisión de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- **2000: Decreto 34/2000**, de 23 de junio, para la declaración de «Sitio Histórico» de cuarenta yacimientos paleontológicos de icnitas de dinosaurios en la Comunidad Autónoma de La Rioja.
- **2002: Ley 5/2002**, de 8 de octubre, de Protección del Medio Ambiente en La Rioja.
- **2003: Ley 4/2003**, de 26 de marzo, de Conservación de Espacios Naturales de La Rioja.
- **2004: Ley 7/2004**, de 18 de octubre, de Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja.

Inventarios y catálogos



- **1996 - actualidad:** inventario del **Registro General del Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja** gestionado por el Servicio de Patrimonio Histórico Artístico del Gobierno de La Rioja.
- **2007:** «**Inventario de Recursos Geológico Mineros de Carácter Singular de la Comunidad Autónoma de La Rioja**», realizado por GEOMARE S.A.L. para el Gobierno de La Rioja.
- **2016 - actualidad:** desarrollo del «**Inventario de Yacimientos Paleontológicos de La Rioja**», gestionado por el Servicio de Patrimonio Histórico Artístico del Gobierno de La Rioja.

Áreas protegidas y otras figuras de gestión



- **Parque Natural de la Sierra de Cebollera** (Ley 4/1995, de 20 de marzo, de Creación del Parque Natural de la Sierra de Cebollera).
- **Reserva de la Biosfera de los Valles del Leza, Jubera, Cidacos y Alhama** desde el 9 de julio de 2003, declarada por el Consejo Internacional del Programa Hombre y Biosfera (MaB) de la UNESCO.
- **Destino Turístico Starlight** según la Fundación *Starlight*.
- **Red Natura 2000** (Decreto 9/2014, de 21 de febrero) con cuatro espacios en el área de estudio.
- **Monte de Utilidad Pública (MUP)** según el Decreto 36/2014, de 29 de agosto.
- **Reserva Regional de Caza de La Rioja, Cameros-Demanda**, según la Ley 3/1999, de 31 de marzo.

Imagen con las principales iniciativas legislativas y figuras de protección y/o gestión relacionadas con el patrimonio paleontológico de La Rioja | tabla elaboración propia a partir de GARCÍA-ORTIZ; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2016

mientos paleontológicos y un abundante registro fósil perteneciente a épocas diversas. Destacan yacimientos de invertebrados mesozoicos (ammonites, bivalvos, braquiópodos, gasterópodos, crinoideos, etc.), yacimientos de fósiles pliocenos de gran relevancia internacional como el yacimiento de Villarroya y, entre otros, en los últimos años se han descrito también numerosos yacimientos con icnitas de aves y de mamíferos (referencias contenidas en GARCÍA ORTIZ DE LANDALUCE, 2017a: 69). Esta riqueza y diversidad pasa desapercibida para

el público tanto general como especializado. Esto se debe a que no existen aún inventarios completos que permitan conocer, y por tanto proteger, estos lugares.

Sin embargo, en el año 2016 el Gobierno de La Rioja inició un proyecto de inventariado de los yacimientos paleontológicos de la comunidad. Actualmente se ha completado la primera fase del mismo encontrándose registrados cerca de 200 yacimientos, eminentemente de icnitas de dinosaurios aunque también hay de tipo

paleobotánico y osteológico de edad Mesozoico. Las nuevas tecnologías digitales han facilitado la creación de una base de datos georreferenciada con información espacial de la ubicación de los mismos, así como documentación teórica y gráfica detallada. Paralelamente a esta iniciativa, se han sucedido numerosas estrategias desde la administración autonómica, como por ejemplo la revisión del riesgo de degradación al que se encuentran sometidos los yacimientos riojanos (GARCÍA ORTIZ DE LANDALUCE, 2017b).

Asimismo, desde el nivel educativo se ha impulsado la creación de una Cátedra de Paleontología en la Universidad de La Rioja con el objetivo de crear un equipo investigador especializado, centrado en el estudio de este patrimonio. Esto va a permitir formar paleontólogos en una región con gran riqueza paleontológica pero donde no existen estudios universitarios como biología y/o geología, vías de acceso principales y sinérgicas a esta especialidad. Desde este grupo ya se está trabajando en la detección de las prioridades de actuación sobre este patrimonio, priorizando el uso de nuevas tecnologías como la fotogrametría aplicadas tanto al estudio científico de los yacimientos como a la protección y preservación digital de estos lugares.

Así, en La Rioja se está viendo un resurgir en las inquietudes e iniciativas orientadas hacia el patrimonio paleontológico, si bien esto no se ve reflejado en la actualización de su legislación. El marco legislativo actual no garantiza la protección del patrimonio paleontológico, lo cual se hace patente en el grave riesgo de degradación que experimentan muchos de los yacimientos conocidos en la actualidad. Por lo tanto, queremos aprovechar la iniciativa de este debate para lanzar una llamada al trabajo en equipo de todos los especialistas responsables del estudio y gestión del patrimonio paleontológico en este territorio concreto. La comunicación fluida y el trabajo de manera coordinada son herramientas clave para asegurar la perdurabilidad de nuestros fósiles, siendo necesario continuar con la documentación, inventariado y registro de estos lugares como parte esencial para su futura gestión.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA ORTIZ DE LANDALUCE, E. (2017a) *Análisis de los yacimientos de icnitas de dinosaurios de La Rioja (N de España) como recurso patrimonial y aplicación de nuevas tecnologías a su estudio*. CD-ROM. Memoria de Tesis Doctoral. León: Área de Publicaciones, Universidad de León, 2017 (Serie Tesis doctorales)
- GARCÍA ORTIZ DE LANDALUCE, E. (2017b) *Informe sobre el riesgo de degradación real y potencial al que se encuentran sometidos los principales yacimientos de icnitas de dinosaurios de La Rioja (España)*. Servicio de Patrimonio Histórico Artístico, Gobierno de La Rioja, 2017. Informe inédito
- GARCÍA-ORTIZ, E.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (2016) La complejidad legislativa en el patrimonio paleontológico: el caso de los yacimientos de icnitas de La Rioja. En MELÉNDEZ, G.; NÚÑEZ, A.; TOMÁS, M. (ed.) *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2016, pp. 171-176 (Serie Cuadernos del Museo Geominero, n.º 20)
- LEY 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. *Boletín Oficial del Estado* [disponible en línea], n.º 155, de 29 de junio de 1985 <<https://www.boe.es/buscar/pdf/1985/BOE-A-1985-12534-consolidado.pdf>> [Consulta: 01/04/2018]
- LEY 7/2004, de 18 de octubre, de Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja. *Boletín Oficial del Estado* [disponible en línea], n.º 272, de 11 de noviembre de 2004 <<http://www.boe.es/boe/dias/2004/11/11/pdfs/A37173-37203.pdf>> [Consulta: 02/04/2018]
- LEY 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado* [disponible en línea], n.º 299, de 14 de diciembre de 2007 <<http://www.boe.es/boe/dias/2007/12/14/pdfs/A51275-51327.pdf>> [Consulta: 01/04/2018]

El dilema del patrimonio paleontológico: ¿es posible su protección a través de las leyes de conservación de espacios naturales?

Rafael Marquina Blasco, Francisco Javier Ruiz Sánchez | Área de Paleontología, Universitat de València y Museu Valencià d'Història Natural

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4194>

El marco jurídico sobre la protección y gestión del patrimonio paleontológico presenta una clara dicotomía (RUIZ-SÁNCHEZ, 2005). Al igual que en el resto del estado español, en la Comunidad Valenciana esta gestión puede realizarse bien a través de la legislación de patrimonio cultural (LEY 4/1998) o de las leyes de protección del patrimonio natural (LEY 11/1994). Esta situación crea un interesante debate sobre si los bienes paleontológicos deben ser gestionados dentro del patrimonio histórico o del patrimonio natural. De acuerdo a su origen y naturaleza, no tendría sentido la inclusión de los yacimientos paleontológicos y sus fósiles dentro del marco histórico-cultural. Sin embargo, relacionando los fósiles con el componente netamente cultural humano y la ambigüedad que recoge la legislación de patrimonio histórico, su gestión puede, como de hecho así ocurre, delegarse en el ámbito cultural incluso sin tener una clara componente cultural. No obstante, y a pesar de todo ello, no hay que olvidar que la totalidad de los restos fósiles se adscriben a biotas pretéritas con escasa o nula conexión con el campo cultural humano. Por otra parte, y desde un punto de vista eminentemente práctico, es necesaria valorar la tradicional coincidencia de los bienes paleontológicos con otros elementos del patrimonio natural (formaciones geológicas, ecosistemas,...). Así, la gestión del punto fosilífero dentro de otras figuras de protección ajenas al ámbito medioambiental puede crear una situación de descoordinación entre las administraciones competentes. Entendemos que por su naturaleza, los bienes paleontológicos estarían adscritos al patrimonio natural, hecho que viene apoyado en: a) son singularidades geológicas de origen totalmente natural; b) son un

elemento más del entorno geológico, y por tanto están ligados al entorno natural colindante, de forma que su protección y gestión debe entenderse dentro del marco medioambiental (MORALES; AZANZA, 1997); y c) dado que la mayoría de restos fósiles se encuentran dentro de zonas con alguna categoría de protección dentro del marco legislativo medioambiental resultaría práctico que el patrimonio paleontológico quedara englobado en éste.

No obstante, y a pesar de lo argumentado con anterioridad, no se puede obviar lo establecido en cuanto a protección y ordenación de los yacimientos paleontológicos establecidos en la Ley 4/1998 de Patrimonio Cultural Valenciano y sus modificaciones. De esta forma, todos los bienes e inmuebles paleontológicos son parte integrante del patrimonio histórico, mientras que aquellos elementos más relevantes serán efectivamente protegidos (CASTILLO; CASTILLO; COELLO et ál., 1999). Así pues, al amparo de ambas leyes existen varias figuras de protección susceptibles de acoger la protección de un yacimiento paleontológico y de los fósiles en ellos contenidos. Según el Artículo 2 de la Ley 4/1998 de Patrimonio Cultural Valenciano podrán ser declarados como bienes de interés cultural valenciano (BICV) aquellos que presentan "singulares características y relevancia para el patrimonio cultural", y según dispone el artículo 26.1.f, aquel BIC "...donde existe un conjunto de fósiles de interés científico o didáctico" podrá ser considerado como zona paleontológica. Hasta la fecha, en la Comunidad Valenciana son escasos los ejemplos de yacimientos declarados como tales, restringiéndose en su mayoría a yacimientos de icnitas de dinosaurios. Por otra parte, tal

y como dispone el artículo 15 de la citada ley, la administración autonómica debe elaborar y mantener actualizado el Inventario General del Patrimonio Cultural Valenciano. En el caso concreto del patrimonio paleontológico se materializó con la creación del Inventari de Jaciments Paleontològics de la Comunitat Valenciana, base de datos que, por ahora, únicamente incluye una fracción mínima de los yacimientos existentes en el territorio valenciano.

Lo anteriormente expuesto demuestra que no puede obviarse la legislación en materia cultural en lo referente a este tipo de bienes. Tras la derogación de las figuras de protección de espacios naturales sitio de interés y paraje natural (LEY 5/2013), la legislación valenciana establece a través de la Ley 11/1994 cinco figuras distintas para la protección de los espacios naturales: parque natural, paraje natural municipal, reserva natural, monumento natural y paisaje protegido. De entre todas las figuras de protección establecidas por dicha ley, el patrimonio paleontológico puede integrarse en las figuras de paraje natural municipal (Art. 9) o monumento natural (Art. 11). Si bien en el artículo 11 se cita explícitamente que los yacimientos paleontológicos podrán ser incluidos como monumento natural, la diferencia entre esta figura y la de paraje natural municipales es de carácter cualitativo. La ley establece que en el monumento natural se incluirían aquellos “espacios o elementos de la naturaleza, ..., de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial por sus valores científicos, culturales o paisajísticos”. La última parte de la definición pone de manifiesto esa diferencia cualitativa entre ambas figuras de protección, ya que como paraje natural municipal se entiende que son zonas “...que presenten especiales valores naturales de interés local que requieran su protección, conservación y mejora y sean declaradas como tales a instancias de las entidades locales”. El hecho de que la declaración de estos espacios sea iniciativa de la administración local es un interesante punto de partida para fomentar el conocimiento de este patrimonio y la inclusión de estos como elementos decisivos en la definición de los PGOU locales. Es necesario un nuevo paradigma en lo que se refiere al papel

de los espacios protegidos, en donde su gestión busque el interés público, y por tanto sea uno de los elementos nucleares del proceso. No se puede pretender proteger la naturaleza sin incorporar a las comunidades locales que habitan a su alrededor. En nuestra opinión, la figura de paraje natural municipal, tal y como contempla la legislación valenciana de protección de espacios naturales, podría ser un buen punto de partida para incorporar el patrimonio paleontológico en el acervo natural de un municipio, región, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- CASTILLO, C.; CASTILLO, J.; COELLO, J. J.; MARTÍN, E.; MARTÍN, M.; MÉNDEZ, A. (1999) La tutela del Patrimonio Paleontológico en Canarias. Valoración general. *Coloquios de Paleontología*, n.º 50, 1999, pp. 9-21
- LEY 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, n.º 2423, de 09 de enero de 1995
- LEY 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, n.º 3267, de 18 de junio de 1998
- LEY 5/2013, de 23 de diciembre, de Medidas Fiscales, de Gestión Administrativa y Financiera, y de Organización de la Generalitat. *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana*, n.º 7181, de 27 de diciembre de 2013
- MORALES, J.; AZANZA, B. (1997) Los parques paleontológicos, una alternativa de gestión para recursos paleontológicos de alto potencial didáctico, cultural y artístico. En PALLI, L.; CARRERAS, J. (dir.) *Comunicaciones de la II Reunión Nacional de la Comisión Patrimonio Geológico*. Girona: Sociedad Geológica de España, Universidad de Girona, 1997, pp. 51-54
- RUIZ SÁNCHEZ, F. J. (2005) La legislación de medio ambiente y la protección del patrimonio paleontológico en la Comunidad Valenciana (España). *Revista Española de Paleontología*, n.º extraordinario X. XIX Jornadas de Paleontología, 2005, pp. 119-124

El patrimonio paleontológico en España: una necesidad de consenso sobre su gestión y marco legal

Juana Vegas, Graciela Delvene, Silvia Menéndez, Isabel Rábano, Ángel García-Cortés, Enrique Díaz-Martínez, Ramón Jiménez | Instituto Geológico y Minero de España

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4189>

El patrimonio paleontológico (mueble e inmueble) es el conjunto de restos directos de organismos o de restos indirectos (resultado de su actividad biológica) que se han conservado en el registro geológico y al cual se le ha asignado un valor científico, didáctico o cultural. Los fósiles son parte del registro geológico y forman parte indudable de la naturaleza, independientemente de la cronología que tengan (DÍAZ-MARTÍNEZ; GARCÍA-CORTÉS; CARCAVILLA, 2013). No todos los fósiles son patrimonio geológico de tipo paleontológico per se, puesto que es necesario aplicar una metodología de valoración para evaluar si un yacimiento paleontológico es patrimonio o no (p. e. GARCÍA-CORTÉS; CARCAVILLA URQUI; DÍAZ-MARTÍNEZ et ál., 2014). Es necesario desarrollar una metodología propia que valore los ejemplares fósiles, o las colecciones, una vez extraídos de sus yacimientos que permita reconocerlos como patrimonio paleontológico mueble. Las administraciones con competencias en la materia no deberían asumir que “todo fósil es patrimonio” y que, en consecuencia, está sujeto a lo que dicta la legislación en vigor, porque, entre otras consecuencias indeseables, ello daría lugar a prohibiciones para los sectores de la obra pública y la minería que harían inviable sus actividades de extracción y/o movimiento de rocas sedimentarias, pues lo más frecuente es que contengan fósiles sin valor patrimonial (ya sean micro o macro).

En nuestro país, el patrimonio geológico de tipo paleontológico queda recogido en la legislación estatal en dos leyes de muy diferente naturaleza. En orden cronológico, los fósiles se mencionaron expresamente por primera vez en la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, donde textualmente se dice que “forman parte,

asimismo, de este Patrimonio [histórico] los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre y sus orígenes y antecedentes”. A partir de esta ley se han transpuesto las posteriores leyes autonómicas y decretos sobre el patrimonio cultural, que en algunos casos interpretan e incluyen todo el registro fósil al remontarse al origen y antecedentes de los seres humanos en el planeta (ver tabla). 22 años después, cuando la mayoría de las comunidades autónomas (CCAA) tenían legislaciones sobre patrimonio cultural y gestionaban el patrimonio paleontológico, se promulgó la Ley 42/2007 y su modificación en la Ley 33/2015 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad, que consideran expresamente a los fósiles como elementos geológicos que forman parte de la naturaleza. En ella el patrimonio geológico está definido como el “conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida”. La consecuencia principal de esta dualidad legislativa es la variada manera de afrontar su reconocimiento, su gestión y su protección en el ámbito de las consejerías de medioambiente y cultura en las CCAA. Una amplia discusión sobre este tema ha sido extensamente tratada por varios autores (DÍAZ-MARTÍNEZ; GARCÍA-CORTÉS; CARCAVILLA, 2013; DÍAZ MARTÍNEZ; VEGAS; CARCAVILLA et ál., 2016; DELVENE; JIMÉNEZ; VEGAS et ál., 2016; DELVENE; VEGAS; JIMÉNEZ et ál., 2018; VEGAS; DELVENE; JIMÉNEZ et ál., 2017).

_a debate *El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?*

COMUNIDADES Y CIUDADES AUTÓNOMAS	LEGISLACIÓN RELACIONADA CON EL PATRIMONIO HISTÓRICO O CULTURAL, CON IMPLICACIONES EN PALEONTOLOGÍA	FIGURAS DE PROTECCIÓN
Andalucía	Ley 14/2007, de 26 noviembre. Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía Decreto 379/2009, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Decreto 4/1993, de 26 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Organización Administrativa del Patrimonio Histórico de Andalucía, y el Decreto 168/2003, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas	Monumento, conjunto histórico, sitio histórico, zona arqueológica, zona patrimonial
Aragón	Ley 3/1999, de 10 marzo. Ley del Patrimonio Cultural	Zona paleontológica
Asturias	Ley 1/2001, de 6 marzo. Normas reguladoras del Patrimonio Cultural	Sitio histórico, zona arqueológica
Canarias	Ley 4/1999, de 15 marzo 1999. Ley del Patrimonio Histórico de Canarias Decreto 262/2003, de 23 septiembre. Aprueba el Reglamento sobre intervenciones arqueológicas en la Comunidad Autónoma de Canarias	Sitio histórico, zona paleontológica
Cantabria	Ley 11/1998, de 13 octubre. Ley del Patrimonio Cultural Decreto 36/2001, de 2 mayo. Desarrollo parcial de Ley de Cantabria 11/1998, de 13-10-1998, de Patrimonio Cultural	Monumento
Castilla-La Mancha	Ley 4/2013, de 16 mayo. Patrimonio Cultural de Castilla-La Mancha	Zona paleontológica
Castilla y León	Ley 12/2002, de 11 julio. Ley del Patrimonio Cultural de Castilla y León	Sitio histórico, Bien de interés cultural
Cataluña	Ley 9/1993, de 30 septiembre de patrimonio cultural Decreto 78/2002, de 5 marzo. Reglamento de protección del patrimonio arqueológico y paleontológico Decreto 328/2011, de 26 abril. Creación del Consejo Nacional de Arqueología y Paleontología, y de la Comisión de Investigación de Arqueología y Paleontología	Zona paleontológica
Ceuta	No hay legislación	
Extremadura	Ley 2/1999, de 29 marzo. Ley del Patrimonio Histórico y Cultural	Zona paleontológica
Galicia	Ley 8/1995, de 30 octubre. Regula patrimonio cultural de Galicia Decreto 199/1997, de 10 julio. Regulación de la actividad arqueológica	Zona paleontológica
Illes Balears	Ley 12/1998, de 21 diciembre. Ley del Patrimonio Histórico Decreto 144/2000, de 27 octubre 2000. Aprueba el Reglamento de Intervenciones Arqueológicas y Paleontológicas	Zona paleontológica, lugar histórico

¿a debate El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?

La Rioja	Ley 7/2004, de 18 octubre 2004. Normas reguladoras del Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja	Zona paleontológica, Monumento
Madrid	Ley 3/2013, de 18 junio. Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid	Zona de interés paleontológico
Melilla	No hay legislación	
Murcia	Ley 4/2007, de 16 marzo 2007. Normas reguladoras del Patrimonio Cultural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia	Zona paleontológica
Navarra	Ley Foral 14/2007, de 4 abril. Ley Foral de Patrimonio de Navarra	No considera la paleontología
País Vasco	Ley 7/1990, de 3 julio 1990. Regulación del Patrimonio Cultural Vasco Decreto 341/1999, de 5 octubre 1999. Condiciones de traslado, entrega y depósito de los bienes de interés arqueológico y paleontológico descubiertos en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco	No define figuras de protección
Valencia	Ley 4/1998, de 11 junio. Ley del Patrimonio Cultural Valenciano	Zona paleontológica

Legislación autonómica relacionada con el patrimonio histórico o cultural, con implicaciones para la conservación del patrimonio paleontológico en España

Aunque hay comunidades autónomas que están gestionando adecuadamente el patrimonio paleontológico desde los departamentos de Cultura, el reconocimiento del patrimonio paleontológico en la nueva legislación de patrimonio natural merece un debate y una revisión por parte de las administraciones competentes en materia de patrimonio natural y cultural a todos los niveles (desde el estatal, autonómico y municipal), junto con la participación de especialistas en paleontología procedentes de asociaciones científicas, universidades y organismos de investigación. En este marco, es deseable alcanzar un consenso lo más pronto posible, que facilite las acciones oportunas para acabar con esta dualidad en la legislación española, para que se garantice la conservación y protección de este patrimonio con las mismas premisas para todas las CCAA. Entre todos, también se debe alcanzar una solución para que la gestión del patrimonio paleontológico desde las administraciones (incluyendo permisos, investigación, conservación, inventario, custodia y uso público) se realice exclusiva-

mente por profesionales en paleontología. Finalmente, habrá que garantizar que, una vez investigado, el patrimonio paleontológico de tipo mueble quede custodiado en museos que cumplan con la legislación en vigor y con las reglas del ICOM (Consejo Internacional de Museos), en las que se dicta que las funciones de un museo son coleccionar, conservar, documentar, investigar, exponer y divulgar, puesto que el patrimonio paleontológico es bien común y un legado para las generaciones futuras.

BIBLIOGRAFÍA

- DELVENE, G.; JIMÉNEZ, R.; VEGAS, J.; RÁBANO, I.; MENÉNDEZ, S. (2016) *Del campo a la vitrina: análisis de las casuísticas entre individuos-finalidad-ubicación en relación con el patrimonio paleontológico mueble*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2016, pp. 145-151 (Cuadernos del Museo Geominero; 20)
- DELVENE, G.; VEGAS, J.; JIMÉNEZ, R.; RÁBANO, I.; MENÉNDEZ, S. (2018) From the field to the museum: analysis of groups-purposes-locations in relation to Spain's moveable palaeontological heritage. *Geoheritage* DOI 10.1007/s12371-018-0290-3
- DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; GARCÍA-CORTÉS, A.; CARCAVILLA, L. (2013) *Los fósiles son elementos geológicos y el patrimonio paleontológico es un tipo de patrimonio natural*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2013, pp. 583-589 (Serie Cuadernos del Museo Geominero, n.º 15)
- DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; VEGAS, J.; CARCAVILLA, L.; GARCÍA-CORTÉS, A. (2016) *Base conceptual, estado de la cuestión y perspectivas de la gestión y conservación del patrimonio paleontológico*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2016, pp. 159-163 (Cuadernos del Museo Geominero; 20)
- GARCÍA-CORTÉS, A.; CARCAVILLA URQUI, L.; DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; VEGAS, J. (2014) *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)* [disponible en línea] Instituto Geológico y Minero de España <<http://www.igme.es/patrimonio/descargas.htm>> [Consulta: 02/05/2018]
- VEGAS, J.; DELVENE, G.; JIMÉNEZ, R.; RÁBANO, I.; MENÉNDEZ, S. (2017) *Análisis de la situación en España y propuestas para promover mecanismos para regular la recolección y controlar el comercio de elementos muebles del patrimonio geológico*. Instituto Geológico y Minero de España. Informe inédito entregado al MAPAMA

Luces y sombras del tiempo profundo. Venezuela y el patrimonio paleontológico

Hiram A. Moreno | Museo de Ciencias–Fundación Museos Nacionales, Caracas (Venezuela)

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4196>

A manera de introducción

El statu quo en materia de protección jurídica y conservación del patrimonio paleontológico en la República Bolivariana de Venezuela, está sustentada por la vigente Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural (LPDPC, 1993), amparando a otros bienes que integran el amplio abanico del patrimonio cultural de la nación. Sin embargo, el patrimonio paleontológico fue referido de manera temprana en el año de 1945, en el Capítulo II (Del patrimonio arqueológico y paleontológico de la Nación) de la derogada Ley de Protección y Conservación de Antigüedades y Obras Artísticas de la Nación.

En ambas normas legales –*mutatis mutandi*– el desarrollo del concepto de patrimonio paleontológico y su alcance es limitado y aplaza, sin ambages, la especificidad formal y factual de tal categoría de bien cultural. Así mismo, algunos vacíos legales –si vale el uso de la figura– fueron advertidos y llevaron a posteriori a una normativa de rango sublegal que intentaría enmendarlos. Verbigracia, las denominadas providencias administrativas: n.º 012/05 del 27 de julio de 2005, *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, n.º 38.237; 029/12 del 15 de octubre de 2012, *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, n.º 40.028 y 025/13 del 16 de agosto de 2013, *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, n.º 40.230). Y de manera concreta la “redefinición” de patrimonio paleontológico (n.º 025/13), contigua a otras categorías incorporadas en el Registro General del Patrimonio Cultural de Venezuela.

Patrimonio cultural, rocas y estratos

El marco amplio de protección del patrimonio cultural está instaurado en la Constitución de la República

Bolivariana de Venezuela (1999) y su gestión pública compete, como ente rector y de manera taxativa, al Instituto del Patrimonio Cultural (IPC), creado en el año de 1993 (LPDPC). Su esfera de acción es vasta y comprende tanto al patrimonio cultural per se como el patrimonio natural, retomando las definiciones emanadas de la Convención de la UNESCO (París, 1972) sobre Patrimonio Mundial (IPC, 2001 y 1997).

En ese convenio, el patrimonio natural es propuesto como las formaciones geológicas y fisiográficas. Es decir, lugares, zonas o paisajes naturales que tienen valores estéticos o científicos. Visto desde la geodiversidad, las formaciones geológicas son testigos instrumentales de la geodinámica y memoria geológica del planeta. Así mismo, y en una magnitud apreciable, portadoras de evidencias tangibles y discretas –a veces únicas e irremplazables– de la evolución e historia natural de la biosfera. En palabras de S. J. Gould (1992), son las evidencias del tiempo profundo.

En efecto, la noción de patrimonio paleontológico debería comprender, en sentido lato, al conjunto de yacimientos, localidades, afloramientos y secciones tipo fosilíferas (estratos, estratotipos, unidades litoestratigráficas o bioestratigráficas) conocidos y estudiados. Circunscribiéndola a la definición canónica de patrimonio natural (accidente objetivo, DÍAZ-MARTÍNEZ; VEGAS; CARCAVILLA et ál., 2016).

Desde otra perspectiva, consideraría al patrimonio mueble: las colecciones de investigación, ejemplares tipo (tipos portanombre), exposiciones, material expográfico o didáctico (socialización del patrimonio), así como los fondos de colección resguardados en museos paleon-

tológicos, de ciencias naturales (MELÉNDEZ; SORIA, 1999) o en otras instituciones culturales tanto públicas como privadas. Convergiendo ésta, si se quiere, en el accidente subjetivo o la concesión de valores intangibles (socioculturales). Empero, ambos son componentes interdependientes y complementarios; es decir, cara y cruz del concepto.

Para el caso venezolano. La norma sublegal lo desarrolla en los elementos conservados como: plantas; vertebrados; invertebrados y huellas de actividad biológica o icnofósiles (n.º 025/13). Incorporando, además, los fondos de colección en manos de particulares que existan en el país. Siendo esto redundante a la postre; cabría señalar que el artículo 35º (LPDPC, Título IV, 1993) declara que los bienes del patrimonio paleontológico (y arqueológico) son propiedad del Estado.

Como corolario de lo expuesto. La normativa legal debe expresar en forma explícita y sistémica esa realidad y sus múltiples aristas. En tanto, como condición medular, establecer los lineamientos y la reglamentación para su protección, conservación y puesta en valor; más aún cuando el contingente registro fósil es una pequeña muestra de la biota del pasado, distorsionada y sesgada por procesos y mecanismos de alteración tafonómica.

Así mismo, tal casuística propendería a visibilizar la gestión de los fondos de colección, vinculada de manera estrecha con las comunidades locales e instituciones de servicio cultural; patentizando la impostergable necesidad de inventariar, registrar y documentar (catalogar) el patrimonio paleontológico como una buena práctica de conservación preventiva; y contribuyendo de manera capital a la valoración sociocultural, comprensión y uso público del conocimiento paleontológico. Siendo esto, en última instancia, el “ambiente sedimentario” que le otorgará sentido y pertinencia social como bienes del patrimonio paleontológico.

Comprensión, participación y puesta en uso

Desde esta reflexión, es axiomática la participación de las comunidades a nivel local, regional o nacional, y ese



Diente de megalodón encontrado en el cauce del río Coro, cerca de la población de Caujarao, Venezuela. Forma parte de la colección del Museo Comunitario que la comunidad de Caujarao promueve en la Red de Museos Comunitarios, Casas y Árboles de la Memoria, Senderos de Interpretación y Significación del Estado Falcón (RMC, CAM, SISEF) | foto Camilo Morón

contexto tiene un notorio peso específico para la comprensión y puesta en uso. Por tanto, la ciudadanía y la comunidad científica deben instaurar vínculos tangibles y participar en la toma de decisiones y control de la ejecución y seguimiento de los criterios y medidas o figuras de protección adoptadas. En Venezuela, la LPDPC establece la obligación de la ciudadanía en la defensa del patrimonio cultural (Artículo 2º, 1993).

Sin embargo, el actual escenario venezolano es una larga y sinuosa competición de resistencia, plagada de obstáculos. Las instancias de articulación y ejecución entre el Estado, el ente rector y las comunidades son laxas o tienden a disgregarse; diluyendo grosso modo las responsabilidades o postergando, de manera indefinida, las perentorias acciones de salvaguarda. En otro aspecto no menos significativo, los exiguos recursos financieros y equipos disponibles, incluyendo el talento técnico y profesional, son insuficientes (o inexistentes) y obstaculizan toda aquella posibilidad de introducir nue-

vas tecnologías o en grado sumo, avanzar y profundizar en localidades paleontológicas de comprobado valor e importancia; lo cual, arrastra mayores dificultades para el propio trabajo científico y las acciones tendentes a su conservación y puesta en uso.

Vista la diversidad y riqueza paleobiológica del territorio venezolano hasta ahora hallada y estudiada; esta síntesis esbozaría una pesada deuda cultural y científica, hasta tanto avancemos en la construcción de una cultura patrimonial.

BIBLIOGRAFÍA

- DÍAZ-MARTÍNEZ, E.; VEGAS, J.; CARCAVILLA, L.; GARCÍA-CORTÉS, A. (2016) Base conceptual, estado de la cuestión y perspectivas de la gestión y conservación del patrimonio paleontológico. En MELÉNDEZ, G.; NÚÑEZ, A.; TOMÁS, M. (ed.) *Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2016 (Cuadernos del Museo Geominero; 20)
- *GACETA Oficial República Bolivariana de Venezuela*, n.º 40.230. Caracas, viernes 16 de agosto de 2013
- *GACETA Oficial República Bolivariana de Venezuela*, n.º 40.028. Caracas, lunes 15 de octubre de 2012
- *GACETA Oficial República Bolivariana de Venezuela*, n.º 38.237. Caracas, miércoles 27 de julio de 2005
- *GACETA Oficial República Bolivariana de Venezuela*, n.º 5.453 Extraordinaria. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Con exposición de motivos. Caracas, viernes 24 de marzo de 2000
- GOULD, STEPHEN J. (1992) *La flecha del tiempo. Mitos y metáforas en el descubrimiento del tiempo geológico*. Madrid: Alianza Editorial, 1992
- *LEY de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural y su reglamento. Instructivo que regula el Registro General del Patrimonio Cultural Venezolano y el manejo de los bienes que lo integran (2006)* Caracas: Instituto del Patrimonio Cultural, 2006
- MELÉNDEZ, G.; SORIA, M. (1999) Situación actual del patrimonio paleontológico en España. *PH Boletín*, n.º 29, 1999, pp. 128-141
- *PATRIMONIO Cultural a nuestro alcance (2001)* Caracas: Instituto del Patrimonio Cultural
- *PROYECTO Inventario Nacional del Patrimonio Cultural. Plataforma conceptual (1997)* Caracas: Instituto del Patrimonio Cultural, 1997

Sobre el sentido de la protección jurídica del patrimonio paleontológico y su inserción sectorial en la legislación del patrimonio cultural

Rosario Leñero Bohórquez | profesora colaboradora del área de Derecho Administrativo, Universidad de Huelva

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4195>

El patrimonio paleontológico parece condenado a un eterno bucle en cuanto a cuál ha de ser la perspectiva sectorial desde la que se aborde su protección jurídica. Ciertamente, en su caracterización concurren elementos que habilitan una visión plural de estos bienes. Así, su origen no antrópico permite su consideración como patrimonio natural como modalidad del patrimonio geológico. De otra parte, se vincula al patrimonio histórico y cultural en tanto que fuente para generar conocimiento sobre el pasado -ya sea sobre el origen y la evolución de la vida en la Tierra o como contexto del hombre en las primeras etapas de su andadura como especie-. Presa de la ambivalencia de estos bienes, el legislador -tanto el estatal como el autonómico- navega en la indefinición y en la imprecisión jurídicas, que, a la postre, se revelan como las mejores coartadas para la incuria de los poderes públicos.

No procede en una contribución de estas características un relato pormenorizado de antecedentes normativos o referentes internacionales que abonen una u otra perspectiva. En su lugar, argumentaré por qué considero que, en ausencia de un tratamiento normativo específico, tiene más sentido ubicar la tutela protectora del patrimonio paleontológico en el contexto de la administración y de la legislación del patrimonio cultural. La razón estriba en que, a día de hoy, este ordenamiento sectorial ofrece herramientas más sofisticadas para velar por la funcionalidad del patrimonio paleontológico. A mi juicio, la tutela del patrimonio paleontológico se justifica en que constituye el sustrato material imprescindible para que se desarrollen actividades de investigación que generan conocimiento científico. Esta es la clave que debe inclinar la tutela del patrimonio paleon-

tológico hacia el instrumental de la legislación cultural, sin que ello suponga ignorar las peculiaridades de estos bienes ni negar la obviedad de que son de origen natural. La legislación del patrimonio natural está más enfocada a la tutela de los ecosistemas y de la biodiversidad actual, sin perjuicio de que pueda compartir con el patrimonio cultural estrategias para la valorización de los bienes radicados en el territorio. Pero carece de herramientas suficientemente perfiladas para garantizar que los bienes del patrimonio paleontológico se preservan en atención a su valor como testimonio del pasado y a que las actividades que puedan recaer sobre estos bienes no determinan una pérdida irreparable de información histórica (-natural). Más allá de la posibilidad de proteger específicamente yacimientos paleontológicos a través de la figura del monumento natural (art. 34.2 Ley 40/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad, LPNB) y de que se prohíba la recolección de material geológico en las reservas naturales y la explotación de recursos en los monumentos naturales, salvo que se autorice por razones de investigación (arts. 32.2 y 34.3 LPNB, respectivamente), no se contempla desde la legislación ambiental una protección integral de los bienes del patrimonio paleontológico. Ésta queda a expensas de la previa delimitación de espacios naturales donde operen estas restricciones y, aun en ese caso, nada se indica en el plano legal sobre los parámetros que deben orientar la autorización de estas actividades.

En cambio, la legislación del patrimonio cultural, al configurar la protección jurídica del patrimonio arqueológico, se ha dotado de técnicas de las que instrumentalmente puede servirse la tutela del patrimonio estrictamente paleontológico (es decir, aquel que no es contexto de

la investigación antropológica). Destacan el dominio público de los hallazgos de bienes de interés histórico y la sujeción a autorización de cualquier actividad de investigación sobre aquellos, con independencia de que traiga causa de una previa planificación científica o venga exigida por operaciones de transformación del territorio o la emergencia de un hallazgo. La principal utilidad del dominio público reside en desincentivar el expolio, ya que quienes clandestinamente se hagan con bienes del patrimonio histórico que se descubran tras la entrada en vigor de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (LPHE), no podrán consolidar la titularidad de esos bienes, quedando permanentemente expuestos a que la administración pueda privarles de la posesión. Recuperación posesoria que facilita en Andalucía la presunción de demanialidad de los bienes “arqueológicos” cuya existencia y título justificativo de posesión por un particular no fueran comunicados a la administración en el plazo que marca la Ley (Disposición Transitoria Cuarta, Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía, LPHA). Por otra parte, las actividades que tengan directamente por objeto la investigación de bienes del patrimonio arqueológico quedan en todo caso sometidas al control preventivo de la administración cultural, que vela por el perfil técnico de la dirección de las mismas, el adecuado diseño metodológico de las actividades que se van a proyectar sobre los bienes y, en última instancia, que genere un conocimiento cualificado a disposición de la administración gestora del recurso y de la comunidad científica.

A pesar de que la rúbrica de los preceptos que en la ley andaluza tratan estas cuestiones mencionen sólo lo “arqueológico” y que, a diferencia de otras leyes autonómicas, no haya individualizado explícitamente un patrimonio paleontológico como objeto de protección, la interpretación jurídica permite la aplicación de estas disposiciones al hallazgo e investigación de estos bienes. Y ello es posible porque la LPHE, que instituye el dominio público de los hallazgos, remite a todos los intereses que caracterizan el Patrimonio Histórico Español (art. 44.1 en conexión con el art. 1.2 LPHE) y la ley enu-

mera diferenciadamente el interés arqueológico (que integraría a los bienes paleontológicos en tanto que contexto de investigaciones sobre el hombre) y el paleontológico, que deberá, por tanto, referirse estrictamente a la investigación desvinculada de la especie humana. A igual conclusión se llega cuando se establece por el legislador andaluz como objeto de las excavaciones y prospecciones la investigación de restos y vestigios históricos, arqueológicos “o paleontológicos” (art. 52.2.a) y b) LPHA), lo que constituye indicio de la voluntad de no dejar al margen de la disciplina del patrimonio cultural el estudio de estos bienes.

Ahora bien, todos estos esfuerzos argumentativos por superar las dificultades de una técnica legislativa deficiente, caen en saco roto cuando la administración interpreta que la extensión instrumental al patrimonio paleontológico de un régimen inspirado por la investigación arqueológica conduce a una subordinación disciplinar de aquel a los criterios y parámetros de ésta. Con ello, no sólo se introduce una rigidez carente de justificación, sino que la propia administración –por ejemplo, cuando el Decreto de Actividades Arqueológicas impone en todo caso perfiles arqueológicos en la dirección de actividades de investigación- pone en peligro la funcionalidad de estos bienes que, recordemos, son sustrato para la generación de conocimiento científico especializado, lo que justifica la intervención de los poderes públicos. Una funcionalidad que, igualmente, resulta comprometida por la carencia de técnicos especializados en paleontología en la inspección o en los órganos consultivos de la administración cultural.

El patrimonio paleontológico de mi comunidad

Julio Fabián Merlo | Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Centro de la Provincia de Buenos Aires

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4176>

¿Debe tener el patrimonio paleontológico un marco legal propio y específico? ¿por qué? ¿Cuál es la situación en tu comunidad o país?

Es imprescindible que cada disciplina tenga un marco legal propio y específico ya que el estudio del territorio ha sido efectuado desde diferentes disciplinas que lo han abordado desde diversos puntos de vista (geología, ecología, geografía, sociología, arquitectura, antropología, arqueología, entre otras). Tradicionalmente la geografía se ha dedicado a los estudios territoriales y la arquitectura la encargada de analizar y regular el crecimiento de los centros urbanos. En consecuencia, suelen dejarse de lado el registro de sitios arqueológicos y paleontológicos. Muchas veces es producto del desconocimiento o de no ver la importancia y la información que puede brindar un resto fósil o arqueológico ubicado en su contexto original. También existe un temor inminente a que el hallazgo de algún resto material de este tipo genere la expropiación o pérdidas económicas serias tanto de los dueños del lugar o de la empresa encargada.

Es el caso del partido de Olavarría (provincia de Buenos Aires, Argentina), el mayor centro minero del país (se extrae cal, caliza, dolomita, arcilla, arena, laja y pedregullo) y el mayor productor de cemento a nivel nacional. Esto le otorgó a la región un polo industrial de alto rendimiento económico. Por este motivo, la preocupación está en mantener este rendimiento productivo y no destinar recursos a la protección del patrimonio paleontológico ni arqueológico, que se encuentran en los estratos superiores de estos depósitos, a pesar de que la ley nacional 25.743 establece la protección de ambos registros.

En síntesis, esto genera que frente al hallazgo de algún reto fósil o arqueológico sea destruido antes de permitir el ingreso de investigadores que lo puedan resca-

tar. Un ejemplo de esa situación se dio en el 2006, en una cantera de la localidad de Sierra Chica, partido de Olavarría, donde un operario encargado de realizar la extracción de los sedimentos superiores con una pala mecánica detectó la presencia de varios restos fósiles. Esta persona detuvo el trabajo y buscó contactarse con investigadores de la Facultad de Ciencias Sociales de Olavarría (UNICEN), pero el dueño de la concesión de la cantera obligó al obrero a dinamitar los hallazgos o, de lo contrario, iba a ser despedido. En otros variados casos el aporte de fósiles fue hecho de manera clandestina por operarios curiosos frente al hallazgo, pero con la condición de no revelar por ningún medio de prensa el lugar ni la identidad del rescatista. Muchos materiales de este tipo no pudieron ser dados a conocer por la comunidad en general.

¿Por qué es importante la protección del patrimonio paleontológico?

En nuestro país, los recursos materiales y técnicos que se destinan a la protección del patrimonio paleontológico o arqueológico limitan seriamente su protección. En nuestra zona (interior de la provincia de Buenos Aires), se hace necesario adoptar criterios que permitan establecer niveles de significación de los sitios paleontológicos y prioridades en base a las necesidades que presenten los mismos (ver Carta de ICOMOS de 1990, art. 6; GRENVILLE; FAIRCLOUGH, 2004-5: 2). En muchos de los casos no se cuenta con recursos económicos y personal técnico para realizar el rescate de fósiles. Mucho menos se cuenta con especialistas que realicen la tarea de difundir a la comunidad el trabajo de los paleontólogos. En períodos de sequías, quedan expuestos en las barrancas de arroyos y ríos numerosos fósiles, que son visualizados por lugareños curiosos o aficionados. Estos suelen efectuar rescates improvisados utilizando técnicas y materiales ad hoc; en muchos casos, cuentan

su experiencia en medios de prensa locales que suelen presionar a los gobiernos municipales a llamar a especialistas para mejorar su recuperación, o que puedan dar datos científicamente sustentables de los hallazgos y difundir por estos medios a la comunidad la preocupación por la preservación del patrimonio local. Un punto positivo para estos mecanismos es que muchos de estos casos fueron útiles para programar un trabajo científico y didáctico complementario para abordar la enseñanza de las ciencias naturales, generando primeramente un acercamiento a la paleontología para finalmente ser volcado en un museo y ayudar a la creación de un sentimiento de pertenencia vinculado al patrimonio fósil de la región pampeana.

¿Cuál es el papel del paleontólogo o paleontóloga en los proyectos de investigación e intervención patrimonial? ¿Qué formación específica ha de tener?

Un modelo de trabajo conjunto entre los investigadores y sus instituciones y la comunidad, que amplía el valor de los hallazgos y contribuye a profundizar las investigaciones y la sensibilización acerca de la importancia del patrimonio y de la cultura como un hecho de construcción colectiva, como así también de la riqueza material y simbólica del territorio pampeano. Considero que el investigador no debe tener una formación específica para difundir el patrimonio, sí incitar para contribuir a los encargados de la comunicación de este patrimonio y por ende contar con recursos económicos y de personal para hacerlo.

¿Cómo ha influido la incorporación de las nuevas tecnologías en la protección/desprotección del patrimonio paleontológico?

Los nuevos medios tecnológicos han influido satisfactoriamente en la elaboración de los mapas esenciales en el proceso moderno de caracterización del paisaje, área que se ha facilitado y enriquecido en los últimos años, gracias al uso de nuevas herramientas y tecnologías, tales como los sistemas de información geográfica, incluidos los mapas históricos digitales. Los medios de comunicación en 3D para darle animación y movimiento a los fósiles que hoy encontramos. En las últimas

décadas el cine ha generado un interés importante en el público infantil que repercute en los familiares mayores para la protección del patrimonio paleontológico. La cara negativa de todo esto en el ámbito local es la falta de políticas para lograr una correcta recuperación de los restos fósiles. En la región pampeana bonaerense se encuentran muchos huesos fosilizados, pero en mucho de los casos no se cuenta con recursos económicos, investigadores y técnicos idóneos en este punto. Contamos con una ley de protección de los patrimonios, pero en esta legislación no hay ningún ítem que determine quién debe aportar los recursos para realizarlo. Las políticas de protección del patrimonio paleontológico y arqueológico deben estar sistemáticamente integradas en las de la agricultura y la utilización, desarrollo y planificación del suelo, así como en las relativas a cultura, medio ambiente y educación. La participación activa de la población debe incluirse en la protección, recuperación y conservación de los patrimonios (paleontológicos, arqueológico, intangible, etc.). Resulta esencial lograr la accesibilidad a los conocimientos; condición necesaria para tomar cualquier decisión. La información al público es un elemento importante para conservar de manera continua el patrimonio de una comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- GRENVILLE, J.; FAIRCLOUGH, G. (2004-5) Characterisation. Introduction. *Conservation Bulletin*, 47, 2004-5, pp. 2-3
- CARTA Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico (1990) [en línea] Asamblea General del ICOMOS, Lausana, 1990 <https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/arch_sp.pdf> [Consulta: 17/04/2018]

_a debate El marco legal para la protección del patrimonio paleontológico. ¿Qué pasa en tu comunidad?

SÁNCHEZ FERRIS, E. J.

Patrimonio geológico y paleontológico del término municipal de Elche: el Clot de Galvany y el Pantano

Valencia: Universitat de València, 2015



Esta obra técnica corresponde a la tesis doctoral de Esteban José Sánchez Ferris que se defendió en enero de 2016 en la Universidad de Valencia con la máxima calificación. Consta de seis apartados principales y un anexo final; en total más de 500 páginas de detallada investigación, redactadas de forma clara y con magníficas ilustraciones.

En España, desde los años 80 del s. XX, se viene publicado intensamente sobre patrimonio geológico/paleontológico, y desde diversas instituciones se han desarrollado varias iniciativas para su catalogación, destacando en esta tarea el Instituto Geológico y Minero de España. El objetivo de la presente obra es presentar una manera de elaborar inventarios detallados de los bienes inmuebles geológicos/paleontológicos para su gestión integral, dentro de lo que se ha denominado Proyecto FOPALI, una iniciativa del Museo de Paleontología de Elche y la Fundación Cidaris.

Cada uno de los aspectos de esta propuesta para inventariar y valorar es presentado, discutido y defendido con argumentos válidos. En general, la metodología comparte un tronco común con la que ha implementado el IGME, aunque difiere en algunos aspectos, por ejemplo sobre el concepto de patrimonio, algo esperable ya que se trata de una tesis doctoral que constituye un extenso trabajo de investigación con ánimo de proponer nuevas visiones para su consideración dentro del normal debate científico.

La Introducción de esta obra es en algunos pasajes una vibrante exposición. No hay tema importante sobre este patrimonio, principalmente en España, que no se trate con claridad e intención pedagógica. Se realiza el esfuerzo de visitar algunas ideas asentadas y este esfuerzo ni es baladí ni es en vano. A este respecto el autor escogió una cita de T. E. Eliot que me parece que lo explica de manera impecable: “No cesaremos de explorar, y el fin de todas las exploraciones será llegar a donde empezamos, y conocer ese lugar por primera vez.”

Por ello, no es de extrañar que la metodología propuesta tenga muchos aspectos novedosos. Se observa que el autor pretende que su trabajo sea un modelo para la catalogación, valoración y gestión del patrimonio geológico/paleontológico. Todas las descripciones en el apartado de metodología y las razones que se argumentan pretenden no solo convencer sobre lo idóneo de esta aproximación, sino también facilitar su implementación por otros investigadores o por los gestores del medio natural. Así, por ejemplo, considero un

acierto los gráficos de síntesis de valoración patrimonial de yacimientos que propone el autor, los cuales tienen como principales características su sencillez y su pragmatismo. El apartado de metodología pretende convencer, y en mi opinión lo consigue, y tiene un trasfondo epistemológico de calado.

Para mostrar su potencial es aplicado con todo detalle a dos parajes naturales del municipio alicantino de Elche. Se obtiene como resultado una estimación del valor patrimonial de estos parajes, lo que permite proponer las medidas de gestión más eficaces que aseguren su conservación, estudio, divulgación y aprovechamiento social. Esta labor, si se generalizase, con seguridad facilitaría a los políticos una toma de decisiones racional respecto a este patrimonio público, sobre todo en estos tiempos en los que escasean los recursos económicos en la Administración, aunque con esto no se quiere decir que otras iniciativas en activo en nuestro país no tengan también dicha bondad. Las administraciones responsables del patrimonio necesitan disponer de algo más que una descripción científica o técnica de los bienes cuya gestión les ha sido encomendada. En resumen, se trata de una herramienta de gestión con un claro valor práctico que debería ser exigida por la ciudadanía, pero también es una sistematización de la información dispersa en diversas publicaciones científicas, además de nueva información que se obtiene de unos bienes naturales muy valiosos. Se podría haber evitado así la pérdida de la localidad Arenales del Sol en dicho municipio, o al menos no se habría destruido con tanta impunidad.

Esta obra se complementa con la también notable tesis doctoral *Caracterización patrimonial de los depósitos laminados de Lorca (Murcia)*, de Ignacio Fierro, dentro del mismo proyecto. Debemos esperar que ambas sirvan de impulso para que las diferentes administraciones aborden de forma más eficaz la protección y la gestión integral de esta parte concreta de los tesoros naturales que atesora nuestro país.

Enrique Peñalver Mollá | científico titular del IGME y vocal de la junta directiva de la SEP

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4202>

BELLIDO GANT, M. L. (dir.)

Colecciones de Ciencias Naturales de la Universidad de Granada

Granada: Editorial Universidad de Granada, 2017 (Cuadernos Técnicos de Patrimonio; 4)



El ejemplar n.º 4 de Cuadernos Técnicos de Patrimonio de la Universidad de Granada reúne diferentes capítulos dedicados al patrimonio de Ciencias Naturales que posee la Universidad. Entre ellos encontramos uno dedicado a la colección de Paleontología, conocido como Aula Museo de Paleontología “Asunción Linares” debido al homenaje rendido a quien fue la primera catedrática universitaria en una Facultad de Ciencias de toda España, tras su fallecimiento en 2005.

Realizado conjuntamente por el catedrático Francisco Tovar y una de las responsables de la colección, Socorro Aranda, *El aula museo de Paleontología “Asunción Linares”* presenta la evolución histórica de la colección. Para ello, tratan aspectos principalmente de ubicación, origen y desarrollo de la colección, exposición, ejemplares y objetivos.

Los responsables de la colección, ambos del Departamento de Estratigrafía y Paleontografía, confirman que además de la colección que alberga el aula-museo, los fondos de la colección de fósiles se encuentran dispersos en diferentes espacios de la sección de Geología de la Facultad de Ciencias, y que responden a un carácter plenamente didáctico destinado a las labores de docencia.

El origen de esta colección se remonta a principios de la década de los 70 del siglo XX pero no será hasta veinte años después cuando se defina el espacio como museo con el aspecto que presenta en la actualidad. Muy vinculado a la investigación, su origen se nutrió de los resultados académicos de tesis doctorales, predominando mayoritariamente los trabajos realizados sobre fósiles ammonoideos.

La colección que alberga el aula-museo expone con un carácter permanente más de 2.000 ejemplares, todos ellos normalizados bajo unas directrices de catalogación que incluyen su identificación y clasificación taxonómica, así como la localización del yacimiento. Distribuidos en 29 vitrinas diferentes, responden a un orden establecido por tamaño y familia a la que pertenecen.

Entre todas estas piezas, destacan diferentes ejemplares respondiendo a la mayor atención que causa entre el público que visita el aula-museo. Por tanto resaltan unas huellas del icnogénero *Brachychiroterium*, procedente de un municipio jiennense, Cambil, por los detalles que permite percibir gracias

a sus dimensiones. También una mandíbula de mamut del municipio granadino de Padul porque permite apreciar las coronas de sus dientes, entre otros ejemplos.

Por último dedican un apartado a los objetivos, estableciendo una clara clasificación entre un enfoque científico y divulgativo con la intención de atraer tanto a un público genérico que provenga de distintos niveles educativos como para los investigadores especialmente interesados en el contenido de la colección. De forma paralela también han conseguido hacer partícipes al público de la sociedad en general con la participación en diferentes actividades creadas para tal fin, ya sean La semana de la ciencia, Café con ciencia, La noche de los investigadores o el Día de los museos, entre otros.

En conclusión, esta publicación pone de manifiesto la labor del personal docente e investigador del Departamento de Estratigrafía y Paleontografía de la Facultad de Ciencias en la Universidad de Granada y su esfuerzo por hacer visible la riqueza patrimonial fuera de las aulas. En definitiva, el aula museo de paleontología “Asunción Linares” ofrece una invitación hacia la ciencia que estudia los seres orgánicos que habitaron la tierra en épocas pasadas y cuyos restos se mantienen fósiles.

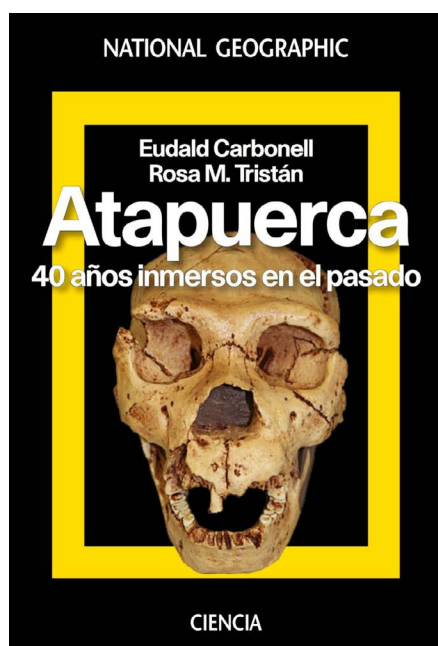
Manuela García Lirio | Universidad de Granada

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4146>

CARBONELL, E.; TRISTÁN R. M.

40 años inmersos en el pasado

Barcelona: RBA Libros, 2017



La obra ante la que nos encontramos surge de la necesidad de transmitir a la sociedad el conocimiento surgido de los años de excavación y estudio del conocido yacimiento de Atapuerca (Burgos) aprovechando la celebración del cuarenta aniversario del proyecto que se está desarrollando. De la mano de Eudald Carbonell, codirector del yacimiento junto con Juan Luis Arsuaga y José Marí Bermúdez de Castro, y Rosa M. Tristán, periodista de divulgación científica, nos introducimos en la fascinación de quien descubre un tesoro, en este caso, el del descubrimiento de la evolución humana.

Hoy en día Atapuerca se encuentra en el imaginario colectivo de nuestra sociedad formando parte de nuestra cultura general. Sin embargo, no siempre se conoce el porqué y la historia de su formación. Por esta razón, cae este libro entre mis manos pues a través de él se puede recorrer la historia del yacimiento y sus hallazgos. Así nos encontramos ante una revisión completa sobre el lugar, sus principales protagonistas y sus hallazgos más relevantes.

El contenido de esta obra se estructura en nueve capítulos en los que el autor comienza presentándonos el territorio y el paraje donde se encuentra el yacimiento y los hechos históricos más relevantes acaecidos en el lugar destacando desde cuevas donde se han encontrado monedas musulmanas, testigos de batallas hasta la llegada de los primeros grupos de científicos dispuestos a conocer los secretos de las cuevas.

A partir de esta presentación Eudald a través de los siguientes capítulos nos invita a explorar cada uno de los yacimientos que conforman el complejo de Atapuerca: la Cueva Mayor, la Cueva del Silo, La Sima de los Huesos, La Trincheras del ferrocarril, el abrigo de El Mirador, las casas al aire libre y la Cueva fantasma. Así mismo, el resultado de los trabajos llevados a cabo en los citados yacimientos es desgranado en los siguientes capítulos, parte fundamental de la obra pues Atapuerca es el lugar donde permanecían ocultas muchas de las claves de la evolución humana. Allí se han encontrado los restos del *homo* más antiguo de Europa. Se trata del *Homo Antecessor* con una antigüedad de entre 850.000 a 900.000 años. No solo en este hecho recae su importancia pues es también el yacimiento donde se han localizado todas las especies que han vivido en Europa (*Homo SP*, *Homo Antecessor*, *Homo Heildebergensis* o Preneandertal, *Homo Neandertalensis* y *Homo Sapiens*). Es el yacimiento con mayor acumulación de huesos fósiles humanos y de animales del Pleistoceno Medio, así como numerosas herramientas pertenecientes a distintos períodos.

El conocimiento fruto de la investigación en Atapuerca ha supuesto una contribución enorme al conocimiento sobre la evolución humana y ha cambiado muchos paradigmas existentes. Así nos lo muestran Eudald y Rosa M^a en esta obra de divulgación.

Bajo mi punto de vista, los autores consiguen lo que se proponen y nos introducen con gran fascinación en el mundo del yacimiento a través de un lenguaje fresco y directo, no vacío de terminología científica, pero acompañado de definiciones que nos permiten acercarnos a la ciencia que ellos manejan y nos convierten testigos de ello. Se trata de una obra de cierta extensión que el autor ameniza mediante la introducción de un buen número de anécdotas que envuelven la historia de su excavación.

Aunque se anuncie como una obra definitiva sobre Atapuerca, sus autores y todo el equipo científico que trabajan en el lugar bien saben que no lo es gracias a su experiencia y trabajo realizado hasta el momento. Las campañas de excavación en el yacimiento continúan y este probablemente siga sorprendiéndonos y aportando nuevos materiales y con ellos nuevos conocimientos y, quizás, nuevos cambios en la manera de entender la evolución del género *homo*. En definitiva, esta obra supone una lectura básica para el conocimiento sobre la evolución humana y, además, para acabar con muchos de los mitos que todavía hoy giran en torno a la misma como la direccionalidad en la evolución de la especie humana.

Jesica Serrano Granados | Universidad de Granada

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4161>

FIERRO BANDERA, I.

Caracterización patrimonial de los depósitos laminados de la cuenca de Lorca

Elche: Universidad Miguel Hernández, 2015



La tesis doctoral de Ignacio Fierro Bandera se centra en los yacimientos paleontológicos de peces de la Cuenca de Lorca (Murcia), y fue leída en la Universidad Miguel Hernández de Elche en el año 2015.

Estos yacimientos, que se encuentran situados fundamentalmente en La Serrata, son muy conocidos desde un punto de vista extra-académico y corren riesgo de expolio permanente, debido a que la abundante y diversa fauna existente han sido objeto de algunas publicaciones extranjeras anteriores a la puesta en funcionamiento de la actual Ley de Patrimonio Cultural de la Región de Murcia.

Esta situación ha propiciado que el material paleontológico no se encuentre depositado en dicha región, y por lo tanto su uso y disfrute, independientemente de su utilidad científica, no puede llevarse a cabo en el contexto regional del que proceden los restos.

Los trabajos geológicos en la zona son, por su parte, más amplios y específicos, debido al interés de la cuenca en relación con los depósitos evaporíticos y su datación respecto a la llamada “crisis de salinidad del Messiniense”. En el contexto de las cuencas neógenas postorogénicas, la dinámica tecto-sedimentaria y paleogeográfica en su evolución marina a continental, hacen de la Cuenca de Lorca una pieza clave para entender el régimen de evolución de un conjunto de cuencas en las Béticas orientales.

El proyecto de investigación desarrollado por Ignacio Fierro Bandera bajo el título Caracterización patrimonial de los depósitos laminados de la Cuenca de Lorca (Murcia) ha perseguido la documentación exhaustiva de la posición estratigráfica de los diferentes afloramientos con restos de fauna y flora fósil, situación no abordada con anterioridad en ningún trabajo monográfico. Con posterioridad, se ha realizado la valoración patrimonial de los yacimientos estudiados considerando los criterios y baremos que ofrece la propuesta metodológica iniciada en FOPALI (“Fósiles y Patrimonio de Alicante”, proyecto para el inventario, la valoración y la puesta en valor del patrimonio paleontológico de la provincia) desde el MUPE (Museo Paleontológico de Elche), trabajo que tampoco ha sido realizado con anterioridad para ningún afloramiento o yacimiento paleontológico murciano.

El conjunto de información generado le ha permitido al autor abordar con garantías una serie de propuestas de gestión (protección, conservación, uso

y disfrute, puesta en valor) en las que se contemplan oportunidades y posibilidades para los afloramientos de interés.

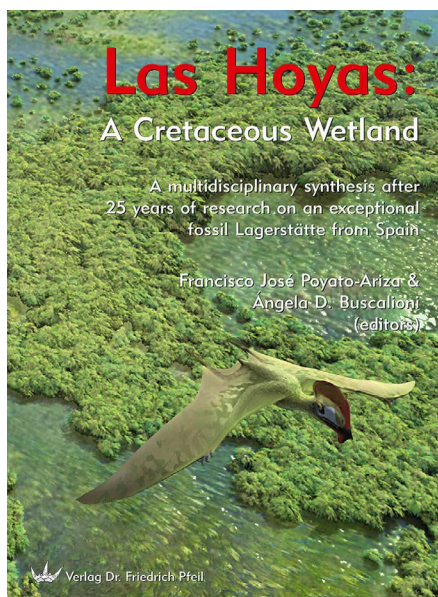
Jose Navarro Pedreño | Universidad Miguel Hernández de Elche

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4207>

POYATO-ARIZA, F. J.; DELGADO BUSCALIONI, A.

Las Hoyas: a Cretaceous Wetland: A multidisciplinary synthesis after 25 years of research on an exceptional fossil Lagerstätte from Spain

Munich: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2016



Ángela Delgado Buscalioni y Francisco José Poyato Ariza son profesores de la Universidad Autónoma de Madrid, donde forman parte de la Unidad de Paleontología y están vinculados a la investigación sobre el yacimiento de Las Hoyas, del que la autora es investigadora principal. Ambos tienen una larga experiencia en paleontología, reuniendo entre los dos un gran número de publicaciones de alto impacto, proyectos de investigación e importantes tareas de divulgación que les han servido para recibir diversos premios a su labor científica.

Los autores han reunido un equipo de especialistas nacionales e internacionales en el estudio e interpretación de los fósiles hallados en Las Hoyas, yacimiento con sustrato del Cretácico Inferior, denominado *Konservat Lagerstätte* por la conservación excepcional de sus restos. Estos mismos especialistas son los encargados de redactar los diferentes capítulos de este libro donde se resumen los resultados de 25 años de investigación.

Se trata por tanto de una obra de síntesis académica que reúne la información más actualizada y concisa posible. Planteado como un libro de consulta, está dirigido tanto a investigadores como a un público ya iniciado en paleontología. El inglés en que está redactado resulta algo forzado en algunos capítulos muy concretos, pero nunca entorpece la comprensión de la lectura.

El contenido se desarrolla de forma ordenada y clara en 37 capítulos. El prefacio y los dos primeros capítulos resumen la historia del estudio de Las Hoyas; y los distintos grupos que constituyen la flora y fauna se describen en 24 capítulos y 4 apéndices. La tafonomía se aborda en 5 capítulos que incluyen estudios experimentales sobre descomposición, desarticulación y diagénesis; y dos capítulos sintetizan el conocimiento actual sobre la paleoecología de Las Hoyas. El texto está muy bien ilustrado tanto con figuras y fotografías de gran calidad, como con reconstrucciones del paleoecosistema y de sus organismos.

El registro fósil de este yacimiento está preservado en calizas y margas muy finamente laminadas depositadas a finales de la edad Barremiense, en torno a 127 millones de años atrás. Actualmente, el paleoambiente se interpreta como un antiguo complejo de humedales con marcadas fluctuaciones estacionales, similar a los actuales Everglades de Florida (Estados Unidos).

Los fósiles comprenden una mezcla de especies acuáticas autóctonas y terrestres de los alrededores inmediatos, e incluyen numerosos ejemplares de conservación exquisita. La flora está principalmente representada como impresiones o compresiones carbonizadas, algunas de gran tamaño. Las algas carófitas aparecen articuladas, con sus fructificaciones asociadas al talo. Los artrópodos aparecen generalmente como moldes externos de sus exoesqueletos; a menudo preservando partes más frágiles como alas, que en raras ocasiones llegan a conservar patrones de coloración. Los moluscos se encuentran principalmente como moldes internos. Los vertebrados suelen aparecer completamente articulados, llegando a conservar detalles de partes blandas como ojos, músculos, piel, pelo o plumas. Este último grupo incluye peces óseos y cartilagosos, anfibios, pequeños lagartos, cocodrilos, pterosaurios, dinosaurios, aves y un mamífero. Por último, los icnofósiles también son también frecuentes, incluyendo rastros de peces, cocodrilos y dinosaurios, invertebrados como gusanos y larvas de insectos, y abundantes coprolitos.

Los experimentos realizados por el equipo sobre actuotafonomía apuntan a un tapete microbiano, para el cual existe evidencia sedimentológica, como principal responsable de la conservación excepcional del yacimiento. El tapete rodearía los cuerpos de los organismos que caen al fondo, ralentizando su descomposición y evitando su desarticulación, y actuando como un molde de gran calidad que podría ser posteriormente rellenado.

Este libro no sólo consigue ser una lectura altamente recomendable en el ámbito académico, sino que hace desear que otros yacimientos reciban una atención tan meticulosa y cuidada como la recibida por Las Hoyas.

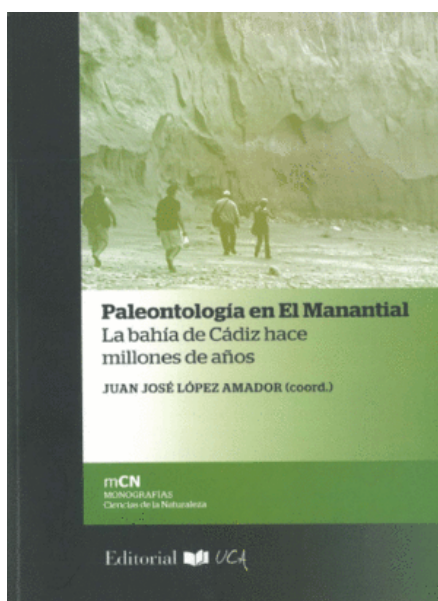
Fernando Sanguino González | Doctorando Universidad Autónoma de Madrid

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4192>

LÓPEZ AMADOR, J. J. (coord.)

Paleontología en El Manantial. La bahía de Cádiz hace millones de años

Cádiz: Universidad de Cádiz, 2017 (Ciencias de la Naturaleza)



Estamos ante un libro que si bien puede considerarse una publicación técnica, no ha nacido tanto de la iniciativa investigadora como del interés por dar a conocer un patrimonio de incontestable valor científico. Los que nos dedicamos a la paleontología nunca nos acostumbraremos a ver cómo en tantísimos casos los restos fósiles se destruyen o su expolio los aparta de los canales científicos. En este libro se describen los primeros resultados de lo que se está haciendo para impedir que suceda uno de esos casos.

El volumen que nos ocupa ha sido editado por la Universidad de Cádiz, impulsado por el campus de excelencia internacional del mar CEIMAR y el Ayuntamiento de El Puerto de Santa María, y contiene novedosos estudios realizados por prestigiosos investigadores de instituciones como la Universidad de Valencia, el Instituto Catalán de Paleontología, el Instituto Geológico y Minero de España, la Universidad de Cádiz, el Laboratorio de Paleontología de Málaga y el Museo Municipal de El Puerto de Santa María. Estos estudios se han llevado a cabo tanto en el yacimiento de “El Manantial” como en el citado Museo, donde están depositados los restos fósiles procedentes del mismo.

El yacimiento paleontológico de El Manantial está en la costa de la bahía gaditana, entre los términos de Rota y El Puerto de Santa María, en un afloramiento sedimentario de origen marino formado por margas azules del Mioceno-Plioceno, datado hace unos 5.500.000 años. Cuando baja la marea y en época de temporales queda emergida una extensa área litoral y las aguas desgastan los depósitos sedimentarios descubriendo abundantes fósiles de mamíferos marinos, a veces de gran tamaño y en conexión anatómica, peces, invertebrados, semillas, restos de maderas entre otros muchos, que si no se recogen son removidos y destruidos por el mar.

Este libro nos presenta un panorama bastante completo de la historia del yacimiento de El Manantial, así como de sus características y de los fósiles que contiene. El texto está dividido en tres apartados o secciones: El yacimiento y su edad; Los restos fósiles hallados; Conservar los restos y el yacimiento. A continuación realizaré un breve análisis de los contenidos de cada una de ellas.

La sección titulada *El yacimiento y su edad* tiene tres capítulos, y en el primero de ellos describe brevemente la estructura del libro, expone las características generales del yacimiento y realiza detallada reseña histórica de

todo lo acontecido al mismo, desde su descubrimiento en 1978 hasta las acciones emprendidas en el verano de 2014 para que no afectase al yacimiento el espigón para la contención de la arena de la playa construido por el Ministerio de Medio Ambiente, y que finalmente solo lo cubrió preservándolo para futuras generaciones. En el segundo capítulo se estudia la estratigrafía y las características paleogeográficas y paleoecológicas del yacimiento, para establecer el proceso geológico que lo originó. En el tercer capítulo se describen los taxones de foraminíferos, en su mayoría bentónicos, hallados en los sedimentos de los distintos niveles geológicos asociados a los restos de vertebrados marinos, estableciéndose los tipos de ambientes que se suceden a lo largo de la secuencia temporal, datándose las muestras como pertenecientes al Mioceno superior o al Plioceno.

La sección titulada *Los restos fósiles hallados* tiene seis capítulos que tratan sobre la asombrosa cantidad y variedad de restos fósiles animales y vegetales hallados en el yacimiento de El Manantial. El capítulo cuarto analiza los restos de mamíferos marinos hallados en el yacimiento, destacando la primera cita para Andalucía del delfín *Astadelphis gastaldii* (cráneos y vértebras), los restos de dos especies de cachalotes y calderones, gran cantidad de piezas óseas de al menos dos especies de rorcuales de gran talla (la mayoría vértebras y costillas) y parte del cráneo y un húmero del Sirénido de gran talla *Metaxytherium* sp. También aparecen numerosos fragmentos de costillas con marcas de dientes de tiburón.

El capítulo cinco estudia los restos fósiles peces excepcionalmente conservados de numerosos taxones, abundando restos de peces cartilaginosos tales como aguijones y dientes de la raya, vértebras osificadas de tiburón y sus dientes (los más abundante), junto a maxilares, articulares y vértebras y dientes de peces óseos pertenecientes a diversas especies. Destaca una es la primera cita del gran tiburón *Paratodus benedeni* para el Plioceno, así como de tiburón blanco y tiburón tigre en este período en Cádiz. La conjunción de tacones descritos ha permitido inferir importantes datos paleoecológicos.

El capítulo sexto se identifica 33 taxones de invertebrados, seis de corales, un briozoo no identificado, un crustáceo balánido, un poliqueto serpúlido y veinticuatro especies de moluscos, todos estos últimos dentro de la biozona MPMU1 del Plioceno Inferior, incluyendo una primera cita del gasterópodo *Peretrochus brachoi* para el Atlántico durante el Plioceno.

En el capítulo séptimo se identifican y describen numerosas huellas fósiles o icnitas indicativas de la excelente conservación de los diferentes restos fósiles. Estas incluyen las realizadas por organismos marinos en los sedimentos blandos o bioturbación y marcas de depredación o bioerosión, traumatismos en conchas de gasterópodos por crustáceos y marcas de dentelladas de grandes tiburones sobre restos óseos de cetáceos, poco habituales en el registro fósil.

En el capítulo octavo se estudia el único resto fósil de ave hallado hasta ahora en El Manantial, un húmero de alca, un ave *Charadriiformes* cuya presencia indica que la especie ha estado restringida al hemisferio norte desde el Plioceno hasta la actualidad.

En el capítulo noveno se presentan las maderas y semillas fósiles halladas en El Manantial, unos macro-restos vegetales raros de hallar en los depósitos del Terciario y que, a diferencia del polen, suelen proceder de organismos que vivían cerca del lugar donde aparecen, permitiendo una reconstrucción más certera de la vegetación del entorno.

Por último la sección titulada *Conservar los restos y el yacimiento* tiene dos capítulos, en el primero ellos se exponen los trabajos realizados para la conservación y restauración de las colecciones de fósiles procedentes del yacimiento El Manantial, algo que no suele ser usual que acompañe a los estudios científicos, pero que en este caso aporta al lector una perspectiva extraordinariamente interesante del proceso de investigación paleontológica.

El segundo capítulo de esta sección recoge una serie de propuestas para gestionar el yacimiento como patrimonio geológico paleontológico de la bahía de Cádiz, así como para su uso sostenido, añadiendo un interesante apartado sobre el marco legal que podría darle protección.

Este último capítulo constituye a mi entender el lógico colofón para un libro con el que sus autores e impulsores pretenden movilizar las conciencias de todos aquellos que puedan colaborar para conservar, estudiar y poner en valor un yacimiento paleontológico de la envergadura de El Manantial.

Desde que en los años setenta tuve noticias de la existencia del impresionante acumulo de fósiles de este yacimiento, y hasta que a finales de los

años ochenta lo incluí en el catálogo de sitios paleontológicos que estaba elaborando para la Junta de Andalucía, siempre consideré que El Manantial merecía ocupar por derecho propio un lugar destacado entre los sitios paleontológicos andaluces e incluso mundiales. Ahora, casi medio siglo después, el contenido del volumen que nos ocupa es la demostración de que así debería ser.

Cuando próximamente el Museo Municipal de El Puerto de Santa María disponga del catálogo definitivo de los materiales de El Manantial que están en sus depósitos y los especialistas comiencen a investigarlos, estoy seguro de que las administraciones competentes adoptarán las medidas necesarias para que las generaciones venideras puedan disfrutar de tan extraordinario patrimonio. Mientras tanto ustedes pueden hacerlo con el libro que he reseñado.

Antonio Monclova Bohórquez | vicepresidente de la Fundación Instituto de Investigación de Paleontología y Evolución Humana

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4206>

Hongos entomopatógenos: de la agricultura a la conservación del patrimonio histórico

Eva Crespo Martín, Luis Miguel Gallego Sánchez, Samuel Gámez Arcas, Marta Mozo Mulero, María Patricia Nevado Berzosa, Inmaculada Pérez Camacho, Jesús José Soriano Bermúdez, Elan Alexis Téllez Pueblos | alumnos de la asignatura "Tecnología Enzimática", Máster de Genética Molecular y Biotecnología 2016-2017, Escuela Internacional de Postgrado, Universidad de Sevilla

Fernando P. Molina-Heredia, Mercedes Roncel, José R. Pérez-Castiñeira | Dpto.de Bioquímica Vegetal y Biología Molecular, Facultad de Biología, U. de Sevilla

URL de la contribución <www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/4204>

RESUMEN

Los métodos tradicionales utilizados en la conservación del patrimonio histórico incluyen principalmente el uso de insecticidas sintéticos, que presentan las desventajas de su toxicidad y de su falta de inocuidad sobre el sustrato a tratar. En este artículo se presenta una alternativa a estos métodos basada en el empleo de sustancias biocidas extraídas o provenientes de hongos entomopatógenos, como son *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. La presente propuesta incluye dos variantes no excluyentes como son el uso de conidios y la aplicación de geles con enzimas y toxinas provenientes de dichas especies. Esta metodología aporta ventajas con respecto a los métodos tradicionales, como la no toxicidad para el manipulador, la aplicabilidad a diferentes sustratos independientemente de su tamaño y localización, y su prácticamente nula reactividad frente al sustrato.

Palabras clave

Conidio | Conservación | Enzimas | Hongos entomopatógenos | Insecticidas | Micoinsecticidas | Patrimonio histórico | Toxinas |



Insecto *Tenebrio molitor* adulto (plaga en sitios de almacenamiento de cereales) infectado con *Beauveria bassiana* | fuente ROBLEDO Y MONTERRUBIO, 2011

ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

Las actividades de restauración y conservación del patrimonio histórico se remontan a los inicios de la humanidad. Durante la Edad Media y el Renacimiento, estas labores se encomendaron a los artesanos y no fue hasta el siglo XIX cuando comenzaron a surgir especialistas en la conservación, mantenimiento y reconstrucción de objetos del pasado. Ya en esa época, algunos científicos, como Michael Faraday y Luis Pasteur, realizaron estudios sobre los efectos nocivos del medio ambiente en la integridad de las obras de arte (STONER, 2005).

En el año 1888, en Alemania, se dio un importante impulso al desarrollo de la conservación del patrimonio, cuando Friedrich Rathgen se convirtió en el primer químico empleado en un museo. Esto condujo al desarrollo de un nuevo enfoque científico para el cuidado de los objetos de las colecciones (GILBERG, 1987). Desde entonces, la ciencia ha ido adquiriendo conocimientos físicos, químicos, biológicos y geológicos sobre los materiales y el entorno en el que se encuentran los bienes culturales, para así poder identificar las causas del deterioro y los mecanismos de degradación y, por tanto, proponer métodos para la conservación y protección de los bienes.

En la actualidad gran parte de los problemas de origen biológico a los que se enfrentan los científicos en el mantenimiento y conservación del patrimonio suelen estar provocados por hongos, bacterias e insectos, que penetran dentro de las obras y proliferan en su interior causando su deterioro. Para detener la acción de estos agentes causantes del daño se realizan diferentes tratamientos, entre los cuales destaca la desinsectación por gases inertes, basada en la generación de un ambiente anóxico para matar a los insectos en todas las fases de su desarrollo biológico (KOESTLER; MATHEWS, 1994).

El principal inconveniente de este método es el modo de aplicación, ya que las condiciones de anoxia se generan en un espacio reducido, introduciendo la pieza a desinsectar en una bolsa sellada. Esto supone un problema en el tratamiento de grandes piezas o esculturas al aire libre, al igual que en obras de difícil acceso, como ocurre con los retablos (VALENTÍN, 2003). Otra opción es el uso de biocidas sintéticos que, en su gran mayoría, contienen compuestos químicos organoclorados y fenólicos (REY; LEE; CARBO, 2011) que además de poder deteriorar la propia obra de interés histórico artístico pueden afectar por su toxicidad al medioambiente y al manipulador (MORALES; BLANCO; LALANA et ál., 2013).

Esta problemática hace que en este trabajo se proponga la utilización de métodos alternativos que permitan un tratamiento eficaz e inocuo para las obras y el personal que las manipula y, además, cuyo modo de aplicación sea menos restrictivo.

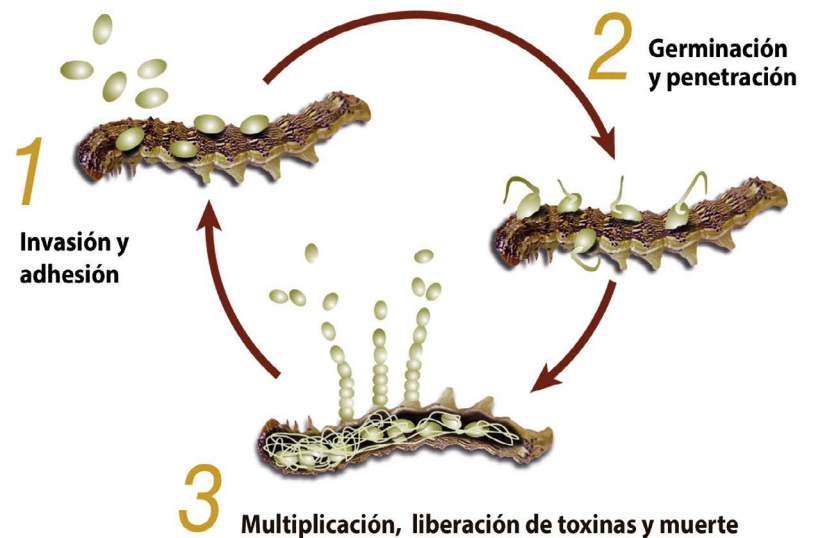
PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Una situación a la que se enfrentan hoy día los organismos destinados a la conservación y mantenimiento del patrimonio histórico es el deterioro causado por los insectos en obras de arte, en concreto en materiales orgánicos como la madera. El daño que producen los insectos no es específico del arte, sino que también afecta a otros sectores en el que cabe destacar el agrícola. Este sector lidia de manera eficaz contra ellos a través del desarrollo de distintos métodos o estrategias que no afectan a la salud de las personas, ni dañan a los cultivos (como es el uso de pesticidas). El incremento continuo de conciencia ecológica ha favorecido el desarrollo de estrategias basadas en el uso de compuestos naturales provenientes de los mecanismos de defensa que presentan los seres vivos en la naturaleza (RETNAKARAN; KRELL; FENG et ál., 2003). Uno de los avances metodológicos para combatir los insectos surge de la búsqueda de sustancias tóxicas naturales que presentan los hongos; es decir, utilizar estrategias ya establecidas de desarrollo de biocidas naturales capaces de combatir insectos y otros hongos y, a su vez, proteger los sustratos tratados frente a nuevos ataques (WITTMER; BADER; SCHEIDEGGER et ál., 2010). Nuestra propuesta consiste en la extrapolación de estos métodos utilizados en la agricultura a la conservación de obras de patrimonio histórico realizadas en materiales orgánicos como la madera.

HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

En la actualidad, se está implementando el uso de estos biocidas naturales para el control de plagas en el sector agrario. Uno de estos métodos consiste en el uso de hongos parásitos de insectos, denominados “hongos entomopatógenos”, como insecticida para eliminar dichas plagas. Estos microorganismos son antagonistas naturales de los insectos a los que colonizan para alimentarse de ellos. Para eso, al entrar en contacto con la cutícula de los insectos, segregan una batería de enzimas y toxinas que degradan principalmente el exterior del insecto y facilitan la penetración en él, extendiéndose por todo su cuerpo y provocando la muerte del mismo (FRANCO; RODRÍGUEZ; CERVANTES et ál., 2011).

Los hongos entomopatógenos presentan un ciclo de vida marcado por una fase latente en forma de esporas de origen asexual conocidas como conidios o conidiosporas, en la que se mantienen hasta encontrar una presa. Tras el contacto con éste, estos conidios germinan y penetran en el interior del insecto gracias a las enzimas que aceleran las reacciones de degradación de la cutícula, capa más externa del insecto. Una vez dentro, vierten las sustancias tóxicas a la vez que se alimentan y se multiplican rápidamente, provocando la muerte del insecto y la nueva formación de conidios (ver imagen página siguiente) (PUCHETA; FLORES; RODRÍGUEZ et ál., 2006).



Ciclo de vida de un hongo entomopatógeno. Etapa 1: En primer lugar, los conidios se adhieren al cuerpo de los insectos. Etapa 2: A continuación, se produce la germinación de las esporas y comienza la degradación de la cutícula del insecto. Etapa 3: Por último, una vez dentro, los hongos producen toxinas que atacan al sistema nervioso del insecto provocando su muerte y volviendo a generar conidios | fuente Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Centro Regional de Investigación INIA Quilamapu, Chile

La aplicación de los hongos entomopatógenos está muy contrastada en la agricultura, destacando dos especies por su gran eficacia y amplio espectro de acción: *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. Estas especies no presentan actividad celulolítica y, por tanto, no producen daños en la madera, sustrato muy común en las obras de patrimonio histórico (JOOP; VILCINSKAS, 2016). Estas características permiten pensar en la posibilidad de usar estos hongos como un arma limpia e inocua para combatir los insectos y plagas que atacan y deterioran la madera de las obras de arte (ver imagen página siguiente).

El desarrollo, germinación, patogenicidad, esporulación e infección de estos organismos se afectan por una serie de factores como son la humedad relativa, la temperatura y el pH, pudiendo variar entre las distintas especies de hongos (HAJEK; CARRUTHERS; SOPER, 1990). La temperatura óptima para la germinación de las especies *M. anisopliae* y *B. bassiana* oscila entre 27 °C y 32 °C (BERLANGA-PADILLA; HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, 2002) aunque, sorprendentemente, los mejores resultados de mortalidad de los insectos infectados por ambas especies se presentan a una temperatura de unos 26 °C, debido a que a esta temperatura el proceso de infección se da de forma más eficiente (JOHNSON; GOETTEL; BRADLEY et ál., 1992).

Por otro lado, el proceso de infección se favorece a niveles de humedad relativa superiores al 91% en periodos de 3 a 10 horas durante varios días (EKESI; MANIANIA; AMPONG-NYARKO et ál., 1999). En último lugar, el pH recomendado para el cultivo de estos entomopatógenos es ligeramente ácido, alrededor de 6,6 (DELGADO BLANDÓN; LÓPEZ FORERO; GIRALDO CARDOZO, 2001).



Insectos infectados por *M. anisopliae* | foto Amanda Mararuai (National Agricultural Research Institute, Lae, Papua New Guinea)

OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

A partir de los datos expuestos anteriormente, en este trabajo se propone la utilización de hongos entomopatógenos como una herramienta biológica efectiva contra insectos, capaz de suplir las deficiencias de los métodos que actualmente se usan en este campo como son su toxicidad o la degradación que producen sobre ciertos sustratos.

Los hongos entomopatógenos tienen unas cualidades excepcionales para su uso en la restauración de obras de arte realizadas en maderas, aunque es necesaria la realización de controles que aseguren su inocuidad para el mismo. Se plantean dos tipos de estrategias para su uso como insecticida en patrimonio histórico: (1) la producción de conidios naturales en condiciones controladas de laboratorio y su posterior aplicación sobre la obra; (2) la generación de kits específicos mediante técnicas de ingeniería genética. El contenido de estos kits estaría basado en una batería de enzimas degradativas, moléculas que aceleran las reacciones que median los procesos de degradación de compuestos específicos, y en una serie de compuestos tóxicos que de forma natural utilizan los hongos entomopatógenos contra los insectos.

La propuesta que se hace es importante para avanzar en la obtención de recursos no tóxicos en restauración de obras de arte. Sin embargo, antes de aplicar cualquier nuevo tratamiento a los bienes culturales, debe estar garantizada su eficacia y su inocuidad para los materiales constitutivos de los bienes. Por tanto, la aplicación de estas soluciones que se proponen no se llevaría a cabo hasta que no se hubieran realizado ensayos de labo-

ratorio y se hubiesen obtenido resultados fiables. Hay que tener en cuenta que esto implica garantizar que estos tratamientos no puedan tener efectos secundarios en los materiales constitutivos de los bienes culturales que son materiales diversos y en muchos casos heterogéneos. Habría que analizar cómo afectaría estos tratamientos a una madera policromada sabiendo que la policromía se compone de varios estratos. Por otro lado habría que asegurarse de que los productos extraídos de los hongos no puedan provocar otras infestaciones o alteraciones. Además, convendría tener en cuenta si la aplicación de los insecticidas propuestos es válida para interiores y exteriores. No es lo mismo tratar un bien mueble en condiciones ambientales controladas que un material expuesto a variaciones ambientales extremas.

Dentro de las posibles justificaciones de esta propuesta, la más destacada es la ausencia de compuestos insecticidas sintéticos que puedan frenar la propagación de los insectos dentro de un sustrato afectado sin generar toxicidad, tanto para quien lo manipule como para el medio ambiente. Compuestos como el hexaflumurón, usado en la actualidad contra termitas, suponen un riesgo importante de contaminación de acuíferos, así como un riesgo para el personal que lo maneja, ya que causa irritación de la piel y ojos e intoxicación aguda en caso de inhalación excesiva (véase la hoja de especificaciones).

PROPUESTAS DE UTILIZACIÓN DE LOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS

Obtención de conidios

Gracias al uso extendido de los conidios en el sector agrícola, es posible encontrar una extensa bibliografía acerca los procesos llevados a cabo para su obtención de organismos como *M. anisopliae* y *B. bassiana* (SEEMA; NEERAJ; KRISHAN, 2013; MOSLIM; HISHAM; BASRI et ál. 2005; MASCARIN; JARONSKI, 2016). En el ámbito del patrimonio histórico se propone una serie de métodos sencillos y de bajo coste económico, que servirán como estrategia previa para su uso contra las distintas plagas a tratar. Entre estos métodos, destaca el llevado a cabo por el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Ecuador (GÓMEZ PEREIRA; MENDOZA, 2004). Este método permite la obtención de conidios naturales de *M. anisopliae* de una forma sencilla y barata e integra una metodología útil para la germinación y pureza de los conidios, factores indispensables que determinarán, en parte, la posterior eficacia tras su aplicación. El conjunto de procedimientos llevados a cabo por este método se esquematizan en la imagen de la página siguiente.

Respecto a la obtención de conidios procedentes de *B. bassiana*, los métodos empleados son similares a los utilizados para *M. anisopliae*. El método

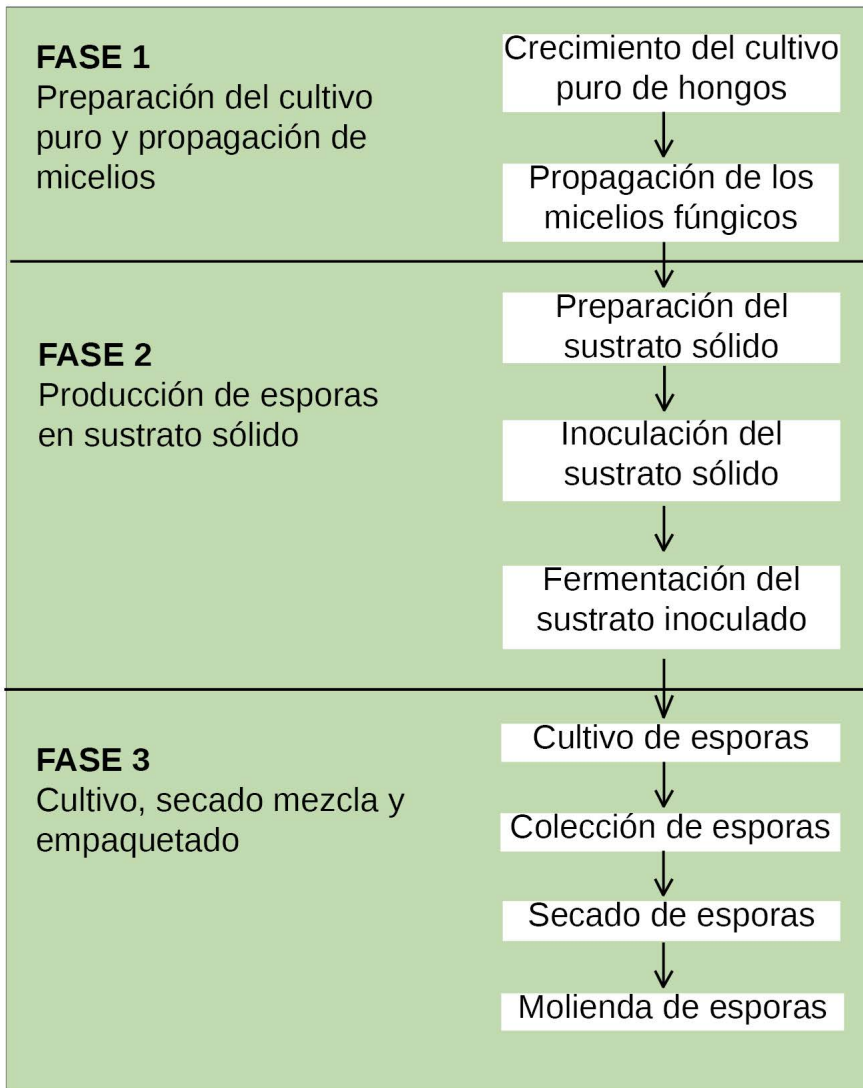


Diagrama de flujo del proceso a seguir para producir las esporas de *M. anisopliae* | diagrama adaptado de MOSLIM; HISHAM; BASRI, et ál., 2005

recomendado para la obtención de conidios de esta especie sería el llevado a cabo por el Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé) en Caldas, Colombia, que utiliza la fermentación bifásica (líquido-sólido) en bolsas de plástico para producir y cosechar polvos de esporas (POSADA-FLÓREZ, 2008).

La obtención conjunta de conidios de ambas especies, para ahorrar tiempo y recursos, se puede llevar a cabo por el método propuesto por Seema, Neeraj y Krishan (2013) que permite la producción en masa mediante un protocolo de fermentación bifásica (BURGES; HUSSEY, 1981). Para ello, se añade una muestra de conidios a un cultivo líquido con levadura, sacarosa y agua; una vez producido el inóculo (mezcla del medio líquido y conidios), se trans-

fiere a un sustrato sólido, como el arroz entero, para la obtención final de polvos de conidios tras su secado.

Además, previamente a su obtención, se pueden ensayar distintas preparaciones de conidios comerciales procedentes de distintas empresas y que son utilizados para su aplicación en campos de cultivo. Entre estos productos destacan Metarril®, para *M. anisopliae*, y BotaniGard®, para *B. bassiana*, los cuales poseen buenas reseñas en artículos científicos destacados (CAMARGO; MARCIANO; SÁ et ál., 2014; WEEKS MACHTINGER; GEZAN et ál., 2017).

Obtención de kits enzimáticos

La utilización de kits enzimáticos es una opción alternativa a la utilización de conidios naturales en la conservación del patrimonio histórico. Para su producción se utilizarían técnicas de ingeniería genética y tendría como principales componentes enzimas y toxinas producidas por *B. bassiana* y *M. anisopliae* de forma natural con carácter patogénico contra insectos (PEREIRA; ROBERTS, 1990).

Las dos especies a utilizar producen diferentes enzimas, tales como proteasas, quitinasas, glucosidasas y lipasas, las cuales degradan el tejido del insecto en la zona de penetración y facilitan la entrada del hongo (MONZÓN, 2001; SCHRANK; VAINSTEIN, 2010). Estudios realizados in vitro indican que la acción conjunta de lipasas, proteasas y quitinasas produce la digestión del integumento, que es la cobertura natural de un organismo o de un órgano, como piel, corteza, concha o cáscara (TANADA, KAYA, 1993). Concretamente, las proteasas son capaces de romper los enlaces peptídicos de las proteínas, los cuales mantienen su estructura funcional (BANIĆ; CREMONESI; LA CHAPELLE et ál., 2003). La proteasa Pr1, que actúa de forma conjunta con la proteasa Pr2 (AVALOS DE LEÓN, 2011), es un importante factor de virulencia en ambas especies fúngicas, ya que acelera el proceso de muerte del insecto aproximadamente en un 25 % (FAN; FANG; GUO et ál., 2007); esta proteasa permite la penetración en el hemocele del insecto, cavidad en la que se acumulan los fluidos del sistema circulatorio, produciendo la invasión al sistema nervioso y generando a largo plazo una septicemia. Otra proteasa importante es la Pr4 que provoca fallos en el sistema nervioso de los insectos (JORDAN, 2003). Además, junto a las proteasas, las lipasas facilitan y provocan una mayor degeneración de la cutícula, permitiendo la penetración del hongo gracias a la degradación conjunta de proteínas y lípidos, respectivamente (DELGADO BLANDÓN; LÓPEZ FORERO; GIRALDO CARDOZO, 2001). Las quitinasas actúan como mecanismo de deterioro de la quitina, que constituye el elemento estructural del integumento de los insectos, así como de la tráquea, el aparato reproductor y la membrana peritrófica que protege de daño mecánico al epitelio intestinal

(BARBOZA-CORONA; ESCUDERO-ABARCA, 2002). De este modo, se facilita la acción de los demás componentes involucrados en los kits enzimáticos con el fin de eliminar al insecto (VALLEJOS SIRPA; ESPINAL CHURATA; MOLLINEDO et ál., 2014). El último componente enzimático de estos kits serían las glucosidasas, entre las cuales destaca la trehalasa ácida secretada por *M. anisopliae*. Este enzima degrada la trehalosa, que es el azúcar predominante en la hemolinfa de los insectos (JIN; PENG; LIU et ál., 2015).

Volviendo al modo de acción de los hongos, es posible observar estrategias defensivas e inmunosupresoras, como la producción de toxinas o cambios estructurales en su pared celular para resistir el ataque de las defensas de los insectos (TÉLLEZ-JURADO; CRUZ RAMÍREZ; MERCADO-FLORES et ál. 2009; GILLESPIE; CLAYDON, 1989). En referencia a *B. bassiana* y *M. anisopliae*, podemos destacar como toxinas principales la beauvericina y las destruxinas. La beauvericina aumenta la permeabilidad de las membranas (RUÍZ HERRERA, 2013) provocando como consecuencia la deshidratación de los tejidos y, por tanto, la muerte del insecto. Además, tiene la capacidad de producir alteraciones en los procesos de muda y metamorfosis, e incluso de fecundación (TORRES; ORTEGA; ALCÁZAR et ál., 1993). Por otro lado, el método de acción de las destruxinas se basa en la inhibición de la síntesis de ADN, ARN y de proteínas en las células de los insectos (QUIOT; VEY; VAGO, 1985), así como la generación de deformaciones que impiden a los insectos sobrevivir en sus hábitats naturales (AMIRI; IBRAHIM; BUTT, 1999). Por tanto, sería posible mejorar la actividad enzimática de los kits por la adición a su formulación de estas sustancias, principalmente estas dos toxinas y ácidos orgánicos como el ácido oxálico (ASAFF; CERDA-GARCÍA-ROJAS; TORRE et ál., 2005).

Para producir estos kits, se propone el uso de técnicas de ingeniería genética. Se trataría de aislar el gen que produce la proteína o el péptido de interés, en nuestro caso una enzima o toxina, e introducirlo en un organismo fácil de ser manipulado genéticamente y que pueda ser cultivado en el laboratorio en condiciones controladas. Así se altera el material genético de este último de forma dirigida, así como sus características hereditarias, lo que supone que el organismo sintetice la proteína deseada, aumentando además el rendimiento de producción en muchos casos. Las técnicas para utilizar este proceso son diferentes en función de los problemas a los que nos enfrentemos a la hora de transformar (manipular genéticamente) un organismo (NICHOLL, 2008). Con este método es posible generar una gran cantidad de enzimas a partir de la modificación de ciertos organismos modelo, entre los cuales destacan bacterias y levaduras. La aplicación de la ingeniería genética permite una gran versatilidad en la generación de los kits (introduciendo incluso mutaciones puntuales dirigidas del material genético de los hongos entomopatógenos), así como especificidad en función de la problemática a tratar en cada caso concreto.

Métodos de aplicación

En la agricultura, el método de aplicación más común es en forma de emulsión o polvo en suspensión de conidios desecados. Sin embargo, la aplicación de estos conidios mediante una formulación líquida en obras de patrimonio histórico podría suponer un riesgo de daño del sustrato a tratar, que en la mayoría de casos ya se encuentran debilitados tanto por el efecto del paso del tiempo como por la acción de los insectos. Es por ello que aquí se proponen diferentes métodos de aplicación para esta opción. Hay varias patentes y artículos relacionados con nuevas formulaciones que incluyen estos hongos entomopatógenos para el control de plagas en formas variadas: una emulsión de fase externa oleosa usando conidios exclusivamente de *B. bassiana* (FENG; PU; YING et ál., 2004) o una mezcla de conidios y esporas sexuales de varias especies de hongos entomopatógenos (*Verticillium*, *Metarhizium*, *Beauveria* y *Paecilomyces*) (TORRE-MARTÍNEZ; ASSAF TORRES, 2010); también se puede usar como fase oleosa el aceite de nim para aumentar el efecto insecticida y repelente de insectos del tratamiento (MAZARIEGOS-HURTADO, 2016); pero de nuevo todas estas formulaciones podrían generar un daño en el sustrato a tratar.

Aun así, las formulaciones en forma de emulsiones son susceptibles de ser probadas dependiendo del sustrato; es decir, en función de si se va a tratar un lienzo o una pieza de madera el efecto de la emulsión será diferente, es por eso que no tienen por qué descartarse como posible método de aplicación.

Otra opción es el empleo de una trampa con el hongo entomopatógeno que, mediante feromonas, atraiga e infecte a los insectos y, posteriormente, los deje volver a su hábitat natural, haciendo que los insectos infectados originalmente infecten a su vez el nido del que procedan (MALAYSIAN PALM OIL BOARD, 2006). Este método sería plausible para su aplicación en obras de arte, puesto que no genera ningún tipo de daño en el sustrato y es un tratamiento que puede ser retirado tras su acción.

Respecto a los kits enzimáticos, ya se ha comentado anteriormente que la intervención enzimática puede ser un método más seguro para la integridad de las obras en su conservación en comparación con los métodos convencionales que se conocen. El empleo de geles es uno de los mejores métodos aplicados actualmente en la conservación y restauración de patrimonio histórico. En la propuesta presentada, estos geles contendrían enzimas y toxinas entomopatógenas. En Lera Santín (2011) se pueden consultar protocolos exhaustivos a seguir para la preparación y utilización de dichos geles, así como métodos de empleo y requisitos que han de cumplirse para la aplicación de los mismos.

DISCUSIÓN

En este artículo se propone el uso de los hongos entomopatógenos como biocidas naturales para la conservación del patrimonio histórico. En la actualidad hay muchos tratamientos mediante los cuales se combaten las agresiones de insectos a diferentes obras de arte, aunque distan de parecerse al mecanismo de acción de las propuestas aquí presentadas.

La problemática general de los métodos insecticidas empleados actualmente suele ser su método de aplicación y su toxicidad (REY; LEE; CARBO, 2011). Como ya se ha comentado, el modo de aplicación de la desinsectación por anoxia se restringe a obras de arte de pequeño tamaño, ya que no puede ser utilizado en el caso de patrimonio de gran tamaño o también de aquellas obras difíciles de aislar (edificios, retablos, etc.) (VALENTÍN, 2003). Además, en muchas ocasiones estos métodos de aplicación pueden provocar un deterioro de mayor grado en el sustrato a tratar. A diferencia de todos los inconvenientes expuestos, la propuesta del uso de hongos entomopatógenos como micoinsecticidas supondría un gran avance, tanto en la protección de la obra a tratar como de los organismos no relacionados con la plaga, siendo este tratamiento inocuo para el material a tratar. Además, pueden ser aplicados de manera controlada; es decir, este nuevo método no generaría toxicidad en el ambiente, por lo que se puede emplear en cualquier obra de patrimonio histórico, sea cual sea su localización. Una ventaja adicional del uso de estos organismos o de sus derivados es la presencia de quitinasas; esto podría afectar a la pared celular de hongos que también estén provocando daño en la obra a tratar (una problemática muy común) y, por tanto, servir de insecticida y fungicida al mismo tiempo.

El uso de los conidios producidos por las dos especies mencionadas, *B. bassiana* y *M. anisopliae*, se plantea como una solución potencial a los problemas anteriormente expuestos, ya que pueden ser empleados de forma inmediata debido a que su generación es rápida y económica. No obstante, la forma de producción de los conidios puede suponer una variación en el coste del producto, en función de si su obtención es a través de una empresa especializada o por generación propia en condiciones controladas de laboratorio. Por otro lado, es difícil controlar el comportamiento de un organismo vivo, de ahí que exista la posibilidad de que las esporas del hongo que queden en la obra puedan activar su ciclo de vida en presencia de un nuevo insecto, siendo esto una posible ventaja, pues resultaría en una protección residual a largo plazo.

Otro aspecto a tener en cuenta es el efecto de las condiciones ambientales en el patrimonio, ya sean cambios en la temperatura, la humedad o el pH, que conducen a una mayor degradación y alteración de los sustratos a tratar. Los valores de estas variables pueden producir modificaciones en el

volumen y peso de la obra, además de poder provocar alabeamiento, resquebrajamientos y desconchados del color; es decir, un debilitamiento de las estructuras (MARTIARENA, 1992). Además, estas condiciones van a determinar el desarrollo, germinación y patogenicidad de los hongos entomopatógenos en el sustrato y su efecto sobre el insecto.

Para solventar los posibles inconvenientes del uso de conidios, los kits enzimáticos ofrecen estabilidad y especificidad; además, presentan versatilidad, pudiéndose crear diferentes formulaciones según las necesidades. Cabe también la posibilidad de emplear toxinas y ácidos orgánicos para reforzar la actividad enzimática de estos kits de una forma novedosa y rentable, ya que estas toxinas son producidas por el mismo hongo. La producción de kits enzimáticos puede ser abordada de dos formas: generando baterías de enzimas para realizar kits especializados, siendo este un método a largo plazo, u obteniendo de manera directa la batería de enzimas y toxinas, a través de la extracción de los conidios producidos por el hongo entomopatógeno en un periodo de tiempo corto.

Como conclusión final, en este trabajo se proponen dos métodos complementarios para el uso de hongos entomopatógenos como biocida natural en el tratamiento del patrimonio histórico. Así, en una actuación a corto plazo, se propone la utilización de conidios naturales, por ser rápida su obtención y, a largo plazo, la posibilidad de usar kits enzimáticos como método más específico y eficaz.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los Dres. Robledo y Monterrubio (UAM- Iztapalapa, México), M.^a Esperanza Sepúlveda (INIA, Chile) y Grahame Jackson (Queens Park, Australia), así como al Dr. Octavio Loera Corral (UAM-Iztapalapa, México) la cesión de las imágenes utilizadas en este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIRI, B.; IBRAHIM, L.; BUTT, T. M. (1999) Antifeedant properties of destruxins and their potential use with the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae* for improved control of crucifer pest. *Biocont. Sci. Technol.*, vol. 9, n.º 4, 1999, pp. 487-498
- ASAFF A.; CERDA-GARCÍA-ROJAS C.; TORRE, M. DE LA (2005) Isolation of dipicolinic acid as an insecticidal toxin from *Paecilomyces fumosoroseus*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 68, 2005, pp. 542-547
- AVALOS DE LEÓN, O. (2011) *Identificación y análisis de los genes productores de proteasas tipo subtilisina y tipo tripsina en el hongo Metarhizium anisopliae como factores de virulencia para su aplicación en el control biológico de insectos plaga* [disponible en línea] Tesis inédita. Centro de Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional (UPIITA), México, 2011 <<http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/15965>> [Consulta: 04/06/2018]
- BANIK, G.; CREMONESI, P.; LA CHAPELLE, A. D. et ál. (2003) *Nuove metodologie nel restauro del materiale cartaceo*. Padova: Il Prato, 2003
- BARBOZA-CORONA, J. E.; ESCUDERO-ABARCA, B. I. (2002) Cómo usar una bacteria para combatir plagas y hongos. *Ciencia*, vol. 53, n.º 3, 2002, pp. 76-83
- BERLANGA-PADILLA, A. M.; HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, V. M. (2002) Efecto de la temperatura sobre el crecimiento y la virulencia de *Metarhizium anisopliae*, *M. a. var. acridum* y *Beuveria bassiana* en *Shistocerca piceifrons piceifrons*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*, n.º 63, 2002, pp. 51-55
- BURGESS, A.; HUSSEY, N. (1981) *Microbial Control of Insect Pests and Mite*. London & New York: Academic Press, 1981, pp. 161-167
- CAMARGO, M.; MARCIANO, A.; SÁ, F. et ál (2014) Commercial formulation of *Metarhizium anisopliae* for the control of *Rhipicephalus microplus* in a pen study. *Vet. Parasitol.*, vol. 205, n.º 1-2, 2014, pp. 271-276
- DELGADO BLANDÓN, F.; LÓPEZ FORERO, Y.; GIRALDO CARDOZO E. M. (2001) Actividad enzimática de hongos y su patogenicidad sobre *Hypothenemus hampei*. *Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica*, n.º 60, 2001, pp. 43-49
- EKESI, S. MANIANIA, N. K.; AMPONG-NYARKO, K. et ál. (1999) Effect of intercropping cowpea with maize on the performance of *Metarhizium anisopliae* against *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae) and predators. *Environ. Entomol.*, 28, n.º 6, 1999, pp. 1154-1161
- FAN, Y.; FANG, S.; GUO, X. et ál. (2007) Increased insect virulence in *Beuveria bassiana* strains overexpressing an engineered chitinase. *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 73, n.º 1, 2007, pp. 295-302
- FENG, M. G.; PU, X. Y.; YING, S. H. et ál. (2004) Field trials of an oil-based emulsifiable formulation of *Beuveria bassiana* conidia and low application rates of imidacloprid for control of false-eye leafhopper *Empoasca vitis* on tea in southern China. *Crop Prot.*, vol. 23, n.º 6, 2004, pp. 489-96
- FRANCO, K. G.; RODRÍGUEZ, S.; CERVANTES, J. F. et ál. (2011) Enzimas y toxinas de hongos entomopatógenos, su aplicación potencial como insecticida y fungicida. *Sociedades Rurales, Producción y Medioambiente*, vol. 11, n.º 2, 2011, pp. 143-160
- GILBERG, M. (1987) Friedrich Rathgen: The father of modern archaeological conservation. *J. Am. Inst. Conservat.*, vol. 26, n.º 2, 1987, pp. 105-120
- GILLESPIE, A. T.; CLAYDON, N. (1989) The use of entomopathogenic fungi for pest control and the role of toxins in pathogenesis. *Pest. Manag. Sci.*, vol. 27, n.º 2, 1989, pp. 203-215
- GÓMEZ PEREIRA, P.; MENDOZA, J. (2004) *Guía para la producción de Metarhizium anisopliae*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador. Publicación técnica, n.º 5, 2004
- HAJEK, A. E.; CARRUTHERS, R. I. Y.; SOPER, R. S. (1990) Temperature and moisture relations of sporulation and germination by *Entomophaga maimaiga* (Zygomycetes: Entomophthoraceae), a fungal pathogen of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae). *Environ. Entomol.*, vol. 19, n.º 1, 1990, pp. 85-90
- JIN, K.; PENG, G.; LIU, Y. et ál. (2015) The acid trehalase, ATM1, contributes to the in vivo growth and virulence of the entomopathogenic fungus, *Metarhizium acridum*. *Fungal Genet. Biol.*, vol. 77, 2015, pp. 61-67
- JOHNSON, D. L.; GOETTEL, M. S.; BRADLEY, C. et ál. (1992) Field trials with the entomopathogenic fungus *Beuveria bassiana* against grasshoppers in Mali West Africa July 1990. En LOMER, C. J.; PRIOR, C. (ed.) *Biological Control of Locusts and Grasshoppers*. Wallingford: CABI. pp. 296-310
- JOOP, G.; VILCINSKAS, A. (2016) Coevolution of parasitic fungi and insect host. *Zoology*, vol. 119, 2016, pp. 350-358
- JORDÁN, J. (2003) Avances en el tratamiento de las enfermedades neurodegenerativas. *Offarm*, vol. 22 n.º 3, 2003, pp. 102-113
- KOESTLER, R. J.; MATHEWS, T. (1994) Application of anoxic treatment for insect control in manuscripts of the library of Megistri Laura, Mount Athos, Greece. En *Actes des Deuxièmes Journées International d'Etudes de l'ARSAG*. París: ARSAG, 1994, pp. 59-62

- LERASANTÍN, A. DE (2011) *Aplicaciones enzimáticas en procesos de conservación y restauración de obras de arte. Consolidación de celulosa* [en línea] Tesis Doctoral. Euskal Herriko Unibertsitatearen Argitalpen Zerbitzua <<https://addi.ehu.es/handle/10810/14292>> [Consulta: 01/05/2018]
- MALAYSIAN PALM OIL BOARD (2006) A method and device for dissemination of entomopathogens involving a temporary trap with an insect attractant and an entomopathogen. Patent n.º 2426196, United Kingdom
- MARTIARENA, X. (1992) Conservación y restauración. *Cuadernos de la sección de Artes Plásticas y Documentales*, n.º 10, 1992, pp. 177-203
- MASCARIN, G.; JARONSKI, S. (2016) The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 32 n.º 11, 2016, pp. 177
- MAZARIEGOS-HURTADO, L. (2016) Pest control formulation composed of *Beauveria bassiana*, cold pressed Neem oil and refined Pyrethrum extract, and methods of making and using same. Patent n.º 20160128340A1, United States
- MONZÓN, A. (2001) Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. *Manejo Integral de Plagas*, vol. 63, 2001, pp. 95-103
- MORALES, R.; BLANCO P.; LALANA, P. et ál. (2013) Extractos naturales para la desinfección y desinsectación de bienes culturales. Las plantas medicinales y el patrimonio histórico. En *La Ciencia y el Arte IV. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio*. Madrid: Edición Secretaría General Técnica. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España, 2013, pp. 148-162
- MOSLIM, R.; HISHAM, N.; BASRI, M. et ál. (2005) Mass production of *Metarhizium anisopliae* using solid state fermentation and wet harvesting methods. *Proceedings of the PIPOC 2005 International Palm Oil Congress (Agriculture, Biotechnology and Sustainability)*, 2005, pp. 928-942
- NICHOLL, D. S. (2008) *An introduction to genetic engineering*. Cambridge: University Press, 2008
- PEREIRA, R. M.; ROBERTS, D. W. (1990) Dry mycelium preparations of entomopathogenic fungi, *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *J. Invertebr. Pathol.*, vol. 56, n.º 1, 1990, pp. 39-46
- POSADA-FLÓREZ, F. J. (2008) Production of *Beauveria bassiana* fungal spores on rice to control the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei*, in Colombia. *J. Insect. Sci.*, vol. 8, n.º 41, 2008, pp. 1-13
- PUCHETA, M.; FLORES, A.; RODRÍGUEZ, S. et ál. (2006) Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, vol. 31, n.º 12, 2006, pp. 856-860
- QUIOT, J. M.; VEY, A.; VAGO, C. (1985) Effects of mycotoxins on invertebrate cells in vitro. *Adv. Cell Culture*, vol. 4, 1985, pp. 199-211
- RETNAKARAN, A.; KRELL, P.; FENG, Q. et ál. (2003) Ecdysone agonists: mechanism and importance in controlling insect pests of agriculture and forestry. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, vol. 54, n.º 4, 2003, pp. 187-199
- REY, S. M.; LEE, Y. U.; CARBO, M. T. (2011) Evaluación del empleo de biocidas naturales en mezclas adhesivas de base proteica. *Arché*, 6, 2011, pp. 273-278
- ROBLEDO Y MONTERRUBIO, M. S. (2011) *Obtención y análisis de cepas más virulentas de Beauveria bassiana (Bals.) Vuill.* Tesis Doctoral. UAM-Iztapalapa, Posgrado en Biotecnología. Ciudad de México, México, 2011
- RUIZ HERRERA, J. (2013) *Viaje al asombroso mundo de los hongos*. México: Fondo de Cultura Económica, 2013
- SCHRANK, A.; VAINSTEIN, M. H. (2010) Metarhizium anisopliae enzymes and toxins. *Toxicon*, vol. 56, n.º 7, 2010, pp. 1267-1274
- SEEMA, Y.; NEERAJ, T.; KRISHAN, K. (2013) Mass production of entomopathogens *Beauveria Bassiana* and *Metarhizium anisopliae* using rice as a substrate by diphasic liquid-solid fermentation technique. *International Journal of Advanced Biological Research*, n.º 3, 2013, pp. 331-335
- STONER, J. H. (2005) Changing approaches in art conservation: 1925 to the present. En *Scientific Examination of Art. Modern Techniques in Conservation and Analysis*. Washington, D.C., USA: The National Academies Press, 2005, pp. 40-57
- TANADA, Y.; KAYA, K. H. (ed.) (1993) *Insect Pathology*. San Diego, California, USA: Academic Press, Inc., 1993, pp. 318-387
- TÉLLEZ-JURADO, A.; CRUZ RAMÍREZ M. G.; MERCADO-FLORES, Y. et ál. (2009) Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Rev. Mex. Mic.*, vol. 30, 2009, pp. 73-80
- TORRE-MARTÍNEZ, M. M. DE LA; ASSAF TORRES, A. J. (2010) Una mezcla y un método de entomopatógenos para el control de insectos *Planococcus ficus*, en plantas de la vid. Patente MX 2009000083 A, México
- TORRES, H.; ORTEGA, A.; ALCÁZAR, J. et ál. (1993) Control biológico del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp.) con *Beauveria brongniartii*. Guía de investigaciones, vol. 8, 1993
- VALENTÍN, N. (2003) Análisis de biodeterioro: infestaciones y su erradicación. *Bienes culturales: Revista del Instituto del Patrimonio Histórico Español*, 2003, n.º 2, (ejemplar dedicado a: Retablos), pp. 175-186

- VALLEJOS SIRPA, J. G; ESPINAL CHURATA, C.; MOLLINEDO, P. et ál. (2014) Evaluación de la actividad insecticida y quitinolítica de *Trichoderma inhamatum* y *Beauveria bassiana* en la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster*. *Rev. Boli. Quim.*, vol. 31, n.º 1, 2014, pp. 5-9
- WEEKS, E.; MACHTINGER, E.; GEZAN, S. et ál. (2017) Effects of four commercial fungal formulations on mortality and sporulation in house flies (*Musca domestica*) and stable flies (*Stomoxys calcitrans*). *Med. Vet. Entomol.*, vol. 31, n.º 1, 2017, pp. 15-22
- WITTMER, I. K.; BADER, H. P.; SCHEIDEGGER, R. et ál. (2010) Significance of urban and agricultural land use for biocide and pesticide dynamics in surface waters. *Water Res.*, vol. 44, n.º 9, 2010, pp. 2850-2862