



LUCAS MALLADA

REVISTA DE CIENCIAS

23 | 2021

**LUCAS
MALLADA**

LUCAS MALLADA

REVISTA DE CIENCIAS

23 | 2021



IEA
Instituto
de Estudios
Altoaragoneses

**DIPUTACIÓN
DE HUESCA**

LUCAS MALLADA

REVISTA DE CIENCIAS

IEA / Diputación Provincial de Huesca

Directores José Antonio CUCHÍ OTERINO y Ernesto PÉREZ-COLLAZOS

Consejo de redacción Antonio ALCUBIERRE GARCÍA, Pedro ARNAL ATARÉS, Joaquín ASCASO MARTORELL, David BADÍA VILLAS, Raimundo BAMBÓ MOMPRADÉ, Ánchel BELMONTE RIBAS, José Antonio BLECUA ELBOJ, Pilar BOLEA CATALÁN, Miguel CABEZÓN CUÉLLAR, José Ignacio CANUDO SANAGUSTÍN, José CASANOVA GASCÓN, Cristóbal CASTÁN PUEYO, Àngels CASTELLARNAU VISÚS, Pilar CATALÁN RODRÍGUEZ, Àngel CRESPO YAGÜE, Belén DIEZMA IGLESIAS, Santiago FÁBREGAS REYGOSA, Luis Valero FRANCO GAY, Francisco Javier GARCÍA RAMOS, José GÓMEZ PORTER, Penélope GONZÁLEZ SAMPÉRIZ, Luis Àngel INDA ARAMENDÍA, Jesús INSAUSTI LÓPEZ, Juan Manuel LANTERO NAVARRO, Emilio LEO FERRANDO, Rocío LÓPEZ-FLORES, Pedro LUCHA LÓPEZ, José M.^a MAÑAS PASCUAL, Clara MARTÍ DALMAU, Pablo MARTÍN-RAMOS, Jesús MONREAL PUEYO, Luis Enrique MONTANO GELLA, Antonio NAVAL MAS, José María NICOLÁU IBARRA, César PEDROCCHI RENAULT, M.^a Luisa PELEATO SÁNCHEZ, Mariano RAMÓN GIL, Enrique SÁEZ OLIVITO, Jaime SALAS CASTELLANO, José Miguel SANZ LAHOZ, Leopoldo SERENA PUIG, Alfredo SERRETA OLIVÁN, Luis VILLAR PÉREZ y José Luis VILLARROEL SALCEDO

Coordinación editorial Teresa SAS BERNAD

Corrección Isidoro GRACIA CERDÁN

Diseño de la portada Vicente BADENES

Impresión Harmony Veyron, S. L.

IEA / Diputación Provincial de Huesca

Calle del Parque, 10. E-22002 Huesca

Tel. 974 294 120

www.iea.es / lucasmallada@iea.es

Periodicidad anual

ISSN 0214-8315

Depósito legal HU-76/2014

ISSN-e 2445-060X

Revista digital en acceso abierto

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

**XXXVI JORNADAS
DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGÍA
La Enseñanza de la Paleontología: Didáctica, Historia y Futuro**
Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación
Universidad de Zaragoza. Campus de Huesca
(29 de septiembre – 2 de octubre de 2021)
Homenaje a Lucas Mallada

ORGANIZAN

Sociedad Española de Paleontología (SEP)
Departamento de Didácticas Específicas (Facultades de Educación
y de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza)
Departamento de Ciencias de la Tierra (Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza)

PATROCINAN

IEA / Diputación Provincial de Huesca
Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón
(IUCA. Universidad de Zaragoza)
Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo (ARAID)
Paleomás

COLABORAN

Universitat de València
Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (Gobierno de Aragón)
NOVA School of Science & Technology
IES Lucas Mallada (Huesca)
Museo de Ciencias Naturales (Universidad de Zaragoza)



Departamento de
Ciencias de la Tierra
Universidad Zaragoza



Departamento de
Didácticas Específicas
Universidad Zaragoza

COMITÉ ORGANIZADOR

- Presidenta** María Eugenia Dies Álvarez (IUCA. Universidad de Zaragoza)
Secretario Jorge Martín García (IUCA. Universidad de Zaragoza)
Tesorero Alberto Valenciano Vaquero (Universidad de Zaragoza)
Comité editorial Rodolfo Gozalo Gutiérrez (Universitat de València)
y Olga Mayoral García-Berlanga (Universitat de València)
Sesiones científicas Daniel de Miguel Cascán (IUCA. Universidad de Zaragoza / ARAID)
y Pere Bover Arbós (IUCA. Universidad de Zaragoza / ARAID)
Visita virtual Miguel Moreno Azanza (Universidade Nova de Lisboa)
y José Manuel Gasca Pérez (IUCA. Universidad de Zaragoza)
Exposición **Mallada en el IES Lucas Mallada de Huesca**
María Eugenia Dies Álvarez (IUCA. Universidad de Zaragoza)
Colaboradores Pedro Lucha López (Universidad de Zaragoza),
Diego Castanera Andrés (Universidad de Zaragoza),
Ester Díaz Berenguer (Universidad de Zaragoza),
y Cristina Gil González (IUCA. Universidad de Zaragoza)

COMITÉ CIENTÍFICO

- Laia Alegret Badiola (Universidad de Zaragoza)
Carmen Álvarez Vázquez (IMGEMA – Real Jardín Botánico de Córdoba)
Ignacio Arenillas Sierra (Universidad de Zaragoza)
María Andrés Rodrigo (IES Villanueva de Gállego)
José Antonio Arz Sola (Universidad de Zaragoza)
Beatriz Azanza Asensio (Universidad de Zaragoza)
Beatriz Bravo Torija (Universidad Autónoma de Madrid)
M.^a Amelia Calonge García (Universidad de Alcalá)
José Ignacio Canudo Sanagustín (Universidad de Zaragoza)
Diego Castanera Andrés (Universidad de Zaragoza)
Juan Bautista Chirivella Martorell (IES Orriols. Valencia)
Jorge Colás Gracia (Colegio Santo Domingo de Silos. Zaragoza)
Penélope Cruzado Caballero (Universidad de La Laguna)
Gloria Cuenca Bescós (Universidad de Zaragoza)
Humberto G. Ferrón Jiménez (University of Bristol)
Ángela Raquel Fraguas Herráez (Universidad Complutense de Madrid)
Alejandra García Frank (Universidad Complutense de Madrid)
Francisco Gascó Lluna (Universidad Nacional de Educación a Distancia)
Alicia Giner Baixauli (Real Colegio de las Escuelas Pías. Valencia)
Ana Rosa Gómez Cano (Institut Català de Paleontologia)
Rodolfo Gozalo Gutiérrez (Universitat de València)
Carlos Martínez Pérez (Universitat de València)
Ester Mateo González (Universidad de Zaragoza)
Isabel Rábano Gutiérrez del Arroyo (Instituto Geológico y Minero de España)
Matías Reolid Pérez (Universidad de Jaén)
Ana Rodrigo Sanz (Instituto Geológico y Minero de España)
Francisco Javier Rodríguez Tovar (Universidad de Granada)
Sonia Ros Franch (Universitat de València)
Francisco Javier Ruiz Sánchez (Universitat de València)
Luis Miguel Sender Palomar (Universidad de Zaragoza)
Enrique Villas Pedruelo (Universidad de Zaragoza)
Samuel Zamora Iranzo (Instituto Geológico y Minero de España)



In memoriam Lucas Mallada Pueyo
(Huesca, 1841 – Madrid, 1921)

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	15
ARTÍCULOS	
Breve reseña biográfica de Lucas Mallada en el centenario de su óbito, por Pedro LUCHA LÓPEZ	25
Consideraciones sobre el uso didáctico de los museos paleontológicos en Educación Secundaria, por Enrique GIL BAZÁN	51
Huevos de dinosaurio en las Sierras Exteriores de Huesca, por Miguel MORENO-AZANZA y cols.	61
COMUNICACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA PALEONTOLOGÍA: DIDÁCTICA, HISTORIA Y FUTURO	
Game-based learning of paleontology and evolution concepts: Application to curricula contents of the Spanish Secondary Education, por Abel ACEDO PEÑATO y cols.	85
La mezquita-catedral de Córdoba como herramienta en la enseñanza formal, por José AGUILAR DE DIOS y cols.	87
Paleontología y evolución: aprendizaje <i>online</i> a través del juego y la exploración, por Laia ALEGRET	89
Los fósiles del Hospital La Fe de Valencia como recurso en la enseñanza de la paleontología a través de las TIC, por Cástor ARMAÑANZAS-ALPUENTE y cols.	91
Participación del Aula de Educación de Adultos de Ateca en el II Congreso de Geología de la Cordillera Ibérica para Escolares, por Eva BENDICHO ROJO	93
Proyectos didácticos de paleontología en el medio rural: el IES Zaurín (Ateca, Zaragoza), por María BLASCO LÁZARO	95

La universidad para niños: una puerta de entrada de la paleontología en las aulas escolares, por Amelia CALONGE GARCÍA y cols.	97
Nuevas herramientas para la divulgación <i>online</i> de la paleontología: evoluciona o extíngüete, por Ane DE CELIS y cols.	99
La <i>paleo</i> con juegos entra: actividades lúdicas como medio de difusión de la paleontología al gran público. El caso del yacimiento de Las Hoyas (Cuenca), por Lara DE LA CITA GARCÍA y cols.	101
Enseñanza de las adaptaciones al medio de algunos grupos de plantas, animales vertebrados e invertebrados mediante anatomía comparada, por Omid FESHARAKI y cols.	103
Ver para creer: el uso de instrumental y herramientas de visualización en la difusión de los yacimientos paleontológicos de Somosaguas, por Sara GAMBOA y cols.	105
The importance of Natural Sciences as a background education: Palaeontology teaching and learning at a private Malaysian university during the period 2015-2020, por José Antonio GÁMEZ VINTANED	107
PaleoEduca: conservar el patrimonio paleontológico canario gracias a las tecnologías 3D, por Víctor GARCÍA TAGUA y cols.	109
Perfil e interés del estudiantado universitario en las excavaciones de Las Hoyas (Cuenca) y Somosaguas (Madrid), por Blanca GARCÍA YELO y cols.	111
Propuesta de taller de micropaleontología en Bachillerato: una experiencia didáctica al aire libre, por Alicia GINER-BAIXAULI y cols.	113
Viaje en el tiempo: una propuesta didáctica gamificada para enseñanzas preuniversitarias, por Alicia GINER-BAIXAULI y cols.	115
El Centro para la Integración en Paleobiología: un nuevo foro para la didáctica de la paleontología, por Hugo MARTÍN-ABAD y cols.	117
La paleontología virtual como recurso didáctico para las enseñanzas universitarias, por Carlos MARTÍNEZ-PÉREZ y cols.	119
Atapuerca, el juego, por Juan F. MORATA SANCHÍS	121
Discovering the Cretaceous life at the Didactic Area of the Palaeontological and Archaeological Centre of Tamajón – CIPAT (Guadalajara, Spain), por Senay OZKAYA DE JUANAS y cols.	123
Los fósiles y el profesorado en formación de Educación Primaria en la Universidad de Granada, por Sila PLA-PUEYO y cols.	125
Fósiles para la educación de un rey: la colección paleontológica de las Colecciones Reales del Patrimonio Nacional, por Isabel RÁBANO y cols.	127

Los yacimientos paleontológicos de vertebrados como recurso educativo en un máster de Paleontología, por Rafael ROYO-TORRES y cols.	129
La colección de fósiles del Colegio Universitario de Teruel para enseñar y aprender en la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas (Universidad de Zaragoza), por Rafael ROYO-TORRES y cols.	131
Geobrary, una aplicación al servicio de la paleontología, por Ana SANTOS y cols.	133
¿Cómo proponen tratar los dinosaurios en Educación Infantil las maestras en formación inicial?, por Antonio TORRALBA-BURRIAL	135
Encuentros científicos: una experiencia paleontológica sin salir del aula, por Blanca TRICAS LAPUERTA y María Eugenia DIES ÁLVAREZ	137
Paleobot: robótica y excavación, por Ángela VARELA NEILA y cols.	139
Comprendiendo el tiempo geológico en edades tempranas, por Ángela VARELA NEILA y cols.	141
La excavación como introducción al mundo científico, por Ángela VARELA NEILA y cols.	143

COMUNICACIONES DE TEMA LIBRE

Impacto de eventos rápidos de calentamiento en los fondos oceánicos durante el Paleógeno, por Gabriela J. ARREGUÍN RODRÍGUEZ y Laia ALEGRET	147
Bioerosión de insectos derméstidos en tejido óseo: neoicnología vs. paleoicnología, por Zain BELAÚSTEGUI y cols.	149
El pasado es la clave del futuro: análisis de redes aplicado a la dinámica funcional de las comunidades de mamíferos ibéricos en los últimos 21 millones de años, por Fernando BLANCO y cols.	151
Inaccuracy on the determination of the temperature from some values of the conodont Colour Alteration Index (CAI), por Silvia BLANCO-FERRERA y Javier SANZ-LÓPEZ	153
Revisión de la histología foliar del helecho mesozoico <i>Weichselia reticulata</i> a partir de restos quemados, por Candela BLANCO-MORENO	155
Auge y declive de los proboscídeos, por Juan L. CANTALAPIEDRA y cols.	157
Primera evidencia de icnitas de tipo <i>Caririchnium</i> en la formación El Castellar (Barremiense inferior, Teruel), por Diego CASTANERA y cols.	159
Nueva mandíbula de linco del Pleistoceno inferior de La Puebla de Valverde (Teruel): aproximación taxonómica multivariante de félidos actuales y pleistocenos de talla mediana, por Andrea CUCCU y cols.	161

Avances en el conocimiento de la morfología de la cola del sirenio basal <i>Sobrabesiren cardieli</i> (Eoceno medio, Huesca), por Ester DÍAZ-BERENGUER y cols.	163
Incidencia de las corrientes de fondo profundas sobre las comunidades macrobentónicas bioturbadoras: un estudio icnológico del noroeste del margen de Iberia, por Javier DORADOR y cols.	165
Elementos del basicráneo de un ornitópodo del yacimiento del Cretácico superior de Lo Hueco (Fuentes, Cuenca), por Fernando ESCASO y cols.	167
Análisis icnológico y oxigenación: el Evento Anóxico Oceánico del Toarciense (T-OAE) en la cuenca asturiana, por Javier FERNÁNDEZ MARTÍNEZ y cols.	169
Calcareous nannofossils as a tool for dating the Weitenhausgraben Cirque section (Northern Calcareous Alps, Austria), por Ángela FRAGUAS y cols.	171
Braquiópodos del Givetiense terminal – Frasnense inferior de la zona costera de Asturias (norte de España), por Jenaro L. GARCÍA-ALCALDE	173
Late Miocene – Early Pliocene biogenic bloom: A story of paleoproductivity in the Tasman Sea, por María Elena GASTALDELLO y cols.	175
Un nuevo yacimiento de vertebrados en ambientes transicionales de la parte inferior de la formación Mirambel (Barremiense, Teruel), por Circe M. ^a GÓMEZ-AGUAS y cols.	177
Análisis de la variabilidad sexual en el caparazón de la tortuga española del Cretácico superior <i>Dortoka vasconica</i> (Pan-Pleurodira, Dortokidae), por Andrea GUERRERO y Adán PÉREZ-GARCÍA	179
Evolutionary dynamics of the Neogene and Quaternary chondrichthyans in the Mediterranean Sea, por José Luis HERRAIZ y cols.	181
Un diente de hilóquero (<i>Hylochoerus meinertzhageni</i>) del Pleistoceno superior de Rusinga (Kenia) y la paleoecología de los cerdos del Pliopleistoceno africano, por Ignacio A. LAZAGABASTER	183
La Sagarreta: un nuevo yacimiento con icnitas de aves y mamíferos del Oligoceno de la formación Peralta (cuenca del Ebro, Peralta de la Sal, Huesca), por Martín LINARES MONTES y cols.	185
Neuroanatomía y reconstrucción virtual tridimensional del cráneo de la tortuga del Eoceno de Francia <i>Tartaruscola teodorii</i> (Pleurodira, <i>Bothremydidae</i>), por Marcos MARTÍN-JIMÉNEZ y Adán PÉREZ-GARCÍA	187
Macroevolución, homología y paralelismos en la morfología del cráneo amniota, por Sergio MARTÍNEZ NEBREDÁ y cols.	189
Physical characterisation of the conodont white matter structure using electron backscatter diffraction and X-ray nanotomography, por Carlos MARTÍNEZ-PÉREZ y cols.	191

Hallazgo de huellas de homínidos en el suroeste de la península ibérica: el yacimiento pleistoceno de Matalascañas (Almonte, Huelva), por Eduardo MAYORAL y cols.	193
Primer registro de icnitas de dinosaurio en la formación Blesa (Cretácico inferior, Teruel), por Eduardo MEDRANO-AGUADO y cols.	195
Análisis neoicnológico en equinoideos y distribución de nutrientes en el pasado: decodificando patrones de bioturbación, por Olmo MÍGUEZ-SALAS y cols. ...	197
<i>Pennichnus</i> : tras el rastro de un antiguo maestro de la emboscada, por Olmo MÍGUEZ-SALAS y cols.	199
Three-dimensional braincase of a Cretaceous enantiornithine clarifies the origin of the crown bird cranium, por Guillermo NAVALÓN y cols.	201
The Matalascañas Trampled Surface: A unique tracksite from the MIS 5 (early Late Pleistocene) of Southwestern Spain, por Carlos NETO DE CARVALHO y cols.	203
Aves gigantes en el Cretácico superior de Lo Hueco (Fuentes, Cuenca), por Francisco ORTEGA y cols.	207
Nueva asociación de trilobites del Berouniense medio (Ordovícico superior) de Sierra Morena oriental (Zona Centroibérica, España), por Sofía PEREIRA y cols.	209
Mejorando el conocimiento sobre la problemática tortuga pleurodira del Mioceno inferior de Egipto " <i>Podocnemis</i> " <i>aegyptiaca</i> , por Adán PÉREZ-GARCÍA	211
Propuesta de un nuevo género para la tortuga pleurodira del Oligoceno de Egipto " <i>Podocnemis</i> " <i>fajumensis</i> , por Adán PÉREZ-GARCÍA	213
Abriendo camino en la ilustración paleontológica en España: Teresa Madasú y la <i>Sinopsis</i> de Lucas Mallada, por Isabel RÁBANO y Juan PIMENTEL	215
Cambios en las asociaciones de foraminíferos durante la crisis biótica del Toarciense inferior en la cuenca de Portland – isla de Wight (sondeo Kerr McGee 97/12-1, canal de la Mancha), por Matías REOLID y Nigel Richard AINSWORTH	217
Avance de la aplicación icnológica en la explotación de reservorios: el caso de <i>Macaronichnus</i> , por Francisco J. RODRÍGUEZ-TOVAR y cols.	219
Esplendor gondwánico y extinción iberoarmoricana del trilobites <i>Neseuretus</i> (Calymenina, Ordovícico), por Sara ROMERO y cols.	221
Ootaxonomy of the Upper Cretaceous dinosaur eggs from Poyos (Sacedón, Guadalajara, Spain), por Fernando SANGUINO y cols.	223
Las altas tasas evolutivas del tamaño en brontoterios (Mammalia, <i>Brontotheriidae</i>) los emplazan como pioneros entre los megaherbívoros, por Óscar SANISIDRO y cols.	225

Estudio morfométrico de la articulación costovertebral en la evolución de los homínidos, por Carla SAN ROMÁN y Markus BASTIR	227
Una historia de Robinson Crusoe: interacciones planta – insecto de una isla efímera del Jurásico medio (Teruel), por Artai A. SANTOS y cols.	229
Conodontos del Fameniense del macizo de Aldudes (Navarra), por Javier SANZ-LÓPEZ y cols.	231
Estudio de la variación morfológica de la cavidad nasal en homínidos actuales para la reconstrucción de tejido blando en fósiles de <i>Australopithecus</i> y <i>Homo</i> temprano, por Daniel SANZ PRIETO y cols.	233
Los trilobites del Marianiense superior (serie 2 del Cámbrico) en el pico Noez (Toledo), por Alexandre SEPÚLVEDA y cols.	235
La marta que no era marta: nuevo mustélido (Mammalia, Carnivora) del Mioceno medio de Zaragoza y Soria, por Alberto VALENCIANO y cols.	237
<i>Ozarkodina malladai</i> , un spatognatodontide (Conodonta) de posición sistemática incierta en el Lochkoviense (Devónico inferior), por José Ignacio VALENZUELA-RÍOS y Jau-Chyn LIAO	239
Relevancia internacional de las secciones altoaragonesas para la redefinición y elección del estratotipo mundial de referencia (GSSP) para la base del Emsiense (Devónico inferior), por José Ignacio VALENZUELA-RÍOS y Jau-Chyn LIAO	241
ÍNDICE DE AUTORES	243

PRESENTACIÓN

Como paleontólogos estamos acostumbrados a que las especies del registro geológico nos muestren cómo se ven afectadas continuamente por crisis, así como las consecuencias que este tipo de cambios tienen en las poblaciones. En estos casi dos últimos largos años nos ha tocado ser una de esas especies, adaptándonos a cada cambio derivado de la pandemia.

En lo laboral también nos hemos visto afectados, no solamente por la imposibilidad de salir al campo, trabajar en equipo en los laboratorios o, en su caso, atender a nuestros estudiantes, sino también por el bloqueo que ha supuesto esta situación para la celebración de congresos científicos, donde la difusión de nuestros resultados y los momentos compartidos con nuestros colegas dan a la ciencia su aspecto más social. Lamentablemente, en las condiciones actuales, no hemos podido más que seguir adaptándonos y realizar las Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología, que se iban a celebrar de forma presencial en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca (Universidad de Zaragoza), en formato virtual, siguiendo la normativa vigente en las instituciones implicadas.

Así pues, en el año del centenario del fallecimiento de Lucas Mallada, la Sociedad Española de Paleontología rinde merecido homenaje a este oscense considerado padre de la paleontología española y, por su relación con la docencia, el tema monográfico elegido ha sido *La Enseñanza de la Paleontología: Didáctica, Historia y Futuro*.

Queremos agradecer a todos los autores y participantes en las jornadas su implicación, ya que han posibilitado que entre el 29 de septiembre y el 2 de octubre de 2021 se presenten los ochenta trabajos recogidos en estas actas.

Por último, agradecemos también al Instituto de Estudios Altoaragoneses de la Diputación Provincial de Huesca su generosa colaboración con la organización de las jornadas y, en especial, por la publicación de este número de la revista *Lucas Mallada*.

Francisco Javier Rodríguez Tovar

Presidente de la Sociedad Española de Paleontología

María Eugenia Dies Álvarez

Presidenta del comité organizador de las XXXVI Jornadas de la SEP

Para el Campus de Huesca es un honor ser la sede de las XXXVI Jornadas de Paleontología que ha organizado la Sociedad Española de Paleontología y que se celebran en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca (Universidad de Zaragoza). Estas jornadas tienen una periodicidad anual y este año el comité organizador eligió la capital oscense para realizar este evento de tan gran magnitud. Solo nos quedan palabras de agradecimiento por haber valorado nuestra ciudad y nuestro campus oscense.

Se ha elegido el Campus Universitario de Huesca para su celebración por ser la ciudad natal de Lucas Mallada, padre de la paleontología española, y porque recientemente se han cumplido cien años de su fallecimiento y estas jornadas también pretenden ser un homenaje para él. Y se ha elegido como sede de este gran evento la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, uno de los edificios más antiguos del Campus de Huesca y que además guarda parte de los materiales científicos reunidos por el autor de obras clave como *Explicación del mapa geológico de España* o el *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*.

A pesar de que Lucas Mallada desarrolló la mayor parte de su carrera laboral en Madrid, siempre permaneció muy vinculado a su provincia natal. Y en 1925, cuatro años después de su fallecimiento, su familia decidió donar al campus altoaragonés de la Universidad de Zaragoza, concretamente a la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca (la antigua Escuela Normal de Maestros), parte de la colección personal de minerales y fósiles de Mallada, así como un abundante número de libros y artículos científicos de su biblioteca personal.

La Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, gracias al esfuerzo de algunos de sus profesores, decidió poner en valor esta compilación presentando una exposición en parte permanente que incorpora materiales

geológicos y paleontológicos del legado de este científico oscense, incluye también diversos paneles informativos sobre Mallada y su obra y una completa colección de fósiles y minerales de la provincia y de otros lugares.

Como vicerrectora del Campus de Huesca deseo que estas XXXVI Jornadas de Paleontología que organiza la Sociedad Española de Paleontología, con sus comités organizador y científico, y el tema monográfico *La Enseñanza de la Paleontología: Didáctica, Historia y Futuro*, sean un éxito.

Marta Liesa Orús
Vicerrectora del Campus de Huesca
Universidad de Zaragoza

Es un honor para la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, a la que represento, poder dirigirme a todos los participantes de estas jornadas dedicadas a la paleontología y en homenaje al considerado su fundador en España, Lucas Mallada.

Nuestra facultad está comprometida con la formación y todas las actuaciones y los eventos promovidos con esta preocupación deben ser nuestra esencia y lo que dé sentido a nuestra institución. Por ello, unas jornadas que giran en torno a la enseñanza de la paleontología, donde participan no solo expertos, sino también alumnado, maestros, profesores, además de suponer una enorme satisfacción son un buen momento para el avance, compartiendo experiencias y prácticas innovadoras que ayuden a concienciar sobre la importancia y la necesidad de dar respuestas, no solo que permitan describir y reconstruir la historia de la vida, sino también explorar los procesos ecológicos que se desarrollan durante periodos de tiempo de dimensiones geológicas y que no pueden ser atendidos desde paradigmas o enfoques experimentales.

Quisiera finalizar agradeciendo a todos los organizadores de las jornadas esta iniciativa y deseando a todos los participantes un buen aprovechamiento.

Javier Zaragoza Casterad
Decano de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación
Universidad de Zaragoza

ARTÍCULOS

BREVE RESEÑA BIOGRÁFICA DE LUCAS MALLADA EN EL CENTENARIO DE SU ÓBITO

Pedro LUCHA LÓPEZ¹

RESUMEN.— Lucas Mallada es una de las figuras históricas más importantes de la geología española y, además, es autor de abundantes e innovadores escritos políticos. Destaca por la edición de los “bosquejos” o mapas geológicos de siete provincias españolas, por la descripción de las especies fósiles anteriores al Terciario y la elaboración de un catálogo de las encontradas en España, así como por la redacción, en siete volúmenes, de la *Explicación del mapa geológico de España* de 1889. Aunque se ha escrito mucho sobre su obra, hasta principios de este siglo existía únicamente una biografía con detalles personales de Mallada escrita en 1983 por Eduardo Alastrué. En los últimos años se han publicado varios trabajos basados en el análisis de pruebas documentales, que aportan nuevos y valiosos datos sobre su vida, a cargo de Miguel Calvo, José Antonio Cuchí, Enric Aragonès y Pedro Lucha. Este artículo pretende ser una síntesis biográfica de Lucas Mallada, a la luz de los nuevos datos, en el centenario de su fallecimiento.

ABSTRACT.— Lucas Mallada is one of the most outstanding Spanish geologists of all times. In addition, he has also published numerous and innovative political papers. His most remarkable scientific contributions include: seven province-scale geological reports, the description of all pre-Tertiary Spanish fossil species and the elaboration of a catalog of those

Recepción del original: 11-8-2021. Aceptación: 30-8-2021.

¹ Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Universidad de Zaragoza. C/ Valentín Carderera, 4. E-22003 Huesca. plucha@unizar.es

found in Spain, as well as a seven volume edition explaining the geological map of Spain in 1889. Although there are many papers about his scientific publications, by the beginning of this century, the only exhaustive biography about Lucas Mallada available was Eduardo Alastrué's in 1983. Recently, several papers based on new primary sources which provided new insight into Lucas Mallada's life have been published (Miguel Calvo, José Antonio Cuchí, Enric Aragonès and Pedro Lucha). The present paper aims to summarize Lucas Mallada's biography, at the light of the last published works, in the year of the centenary of his death.

KEYWORDS.— History of geology. Synthesis. Lucas Mallada. Huesca (Spain).

INTRODUCCIÓN

El 6 de febrero de 2021 se cumplieron cien años del fallecimiento de Lucas Mallada Pueyo (Huesca, 18 de octubre de 1841 – Madrid, 6 de febrero de 1921). Se ha escrito bastante sobre la obra de este célebre ingeniero de Minas aragonés: CORTÁZAR (1921), FERNÁNDEZ NAVARRO (1921), ARCO (1925), MESEGUER (1950), BATALLER (1952), FLORES (1969), BALAGUER (1981), ALASTRUÉ (1983b y 1986), HORTAS (1983), GOZALO (1985 y 1998), NADAL (1986 y 1987), URTEAGA (1988-1989), LLORENTE GÓMEZ y cols. (1991), AYALA (1991 y 1998), TUSELL (1991), SEQUEIROS (1992a, 1992b y 2000), LIÑÁN (1994), GIL (1997), DRIEVER y AYALA (eds.) (1998), DRIEVER (1998a, 1998b y 1998c), HERNANDO y HERNANDO (1998), CABEZAS (1999), FERNÁNDEZ CLEMENTE (1999), RÁBANO y GUTIÉRREZ (1999), CABEZAS y MELÉNDEZ (2000), GARCÍA (2000), DELOGU (2000), DOMPER (2007), GÓMEZ y ALONSO (2010) y LIÑÁN y cols. (2017).

La primera biografía exhaustiva de Lucas Mallada fue escrita en 1983 por Eduardo Alastrué, catedrático de Geografía Física y Geología Aplicada en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid (ALASTRUÉ, 1983a). Durante años esta fue la única obra con información personal de Mallada. En el año 2000 se publicó una nueva biografía del personaje que aportó nuevos y valiosos datos de su dimensión personal gracias, entre otras, a las entrevistas mantenidas por el autor con algunos de sus descendientes (CALVO, 2000 y 2005). En tiempos recientes se han editado dos nuevos trabajos que han arrojado nueva información sobre la vida de Lucas Mallada: el primero de ellos, escrito por José Antonio

CUCHÍ (2017) y publicado en esta revista, detalla la relación de Mallada con el Alto Aragón; el segundo aporta nueva información personal a partir del contenido de ciento dieciséis cartas escritas por Lucas Mallada a su amigo y colega Luis Mariano Vidal, conservadas en el Archivo Histórico y Biográfico del Museo de Geología del Seminario de Barcelona (ARAGONÈS, 2017).

El propósito del presente artículo es rendir homenaje a Lucas Mallada en el centenario de su fallecimiento, resumiendo la información biográfica disponible en estos momentos y relacionándola con el legado que sus herederas realizaron a la antigua Escuela Normal de Maestros de Huesca y que actualmente se custodia en la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad de Zaragoza en Huesca. El título pretende ser un guiño a uno de los primeros trabajos realizados por Mallada, *Breve reseña geológica de la provincia de Huesca*, publicado en 1875 en el número 4 de los *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*.

PRIMEROS AÑOS

Lucas Mallada Pueyo nació en el número 2 de la calle San Orencio de Huesca en el seno de una familia humilde, pero no analfabeta, ya que, según consta en su partida de bautismo, su padre era empleado de la Secretaría del Ayuntamiento de Huesca (ALASTRUÉ, 1983a). Según otras fuentes (ARCO, 1925), fue funcionario de la Diputación Provincial, pero no existe documento alguno que sustente tal afirmación. La familia paterna procedía de Lupiñén y la materna de Permisán (localidad próxima a Barbastro), ambos municipios de la provincia de Huesca.

Aunque siempre permaneció muy vinculado a su provincia de nacimiento, en realidad Mallada abandonó Huesca con siete u ocho años, en 1849, cuando toda la familia se trasladó a Zaragoza. Según algunas fuentes, allí terminó el padre de Mallada (Manuel Mallada Sarrate) los estudios de Magisterio (ALASTRUÉ, 1986). Sin embargo, tampoco se conoce, por el momento, documento alguno que permita asegurarlo con certeza. Necesariamente debió de realizar Mallada “la segunda enseñanza” en el centro predecesor del actual IES Goya. Los institutos donde se impartía la segunda enseñanza se habían creado tan solo cuatro años antes de la llegada de Mallada a Zaragoza, en 1845 (por Real Decreto de 17 de noviembre), y en esta ciudad, como en el

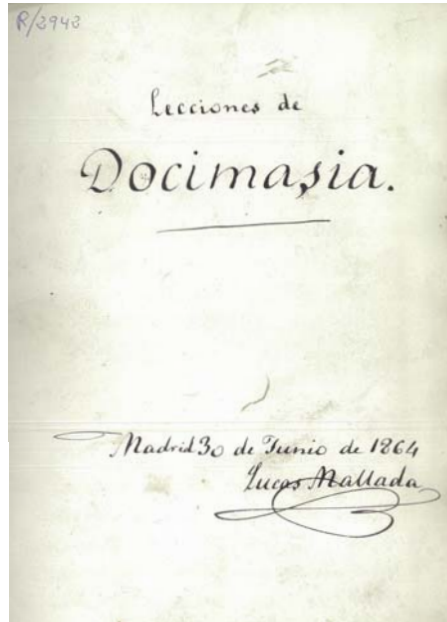


Fig. 1. Portada de los apuntes de docimasia (análisis de minerales) pertenecientes a Lucas Mallada, fechados en Madrid a 30 de junio de 1864. (Archivo de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca. Universidad de Zaragoza)

resto de capitales de provincia, únicamente había uno, que se ubicaba en el desaparecido edificio de la Universidad de la plaza de la Magdalena.

En 1859 la familia se mudó de nuevo, esta vez a Madrid. El motivo del traslado fue que el padre obtuvo un puesto de maestro en la capital. Según Alastrué (1986), algunos años después llegaría a ser director de la Escuela Normal de Maestros de Madrid. De nuevo, aparte de las palabras de su biógrafo, no existe ninguna otra información documental que confirme o desmienta ninguno de estos dos cargos aparentemente ocupados por el padre de Mallada.

Es precisamente en 1859, con dieciocho años, cuando Mallada obtiene el título de bachiller. Se desconoce cuáles fueron los motivos que lo llevaron a decidir ingresar en la Escuela de Minas. Probablemente influyera el hecho de que, en aquel tiempo, debido a la aprobación de un nuevo reglamento del Cuerpo, los estudiantes accedían a una colocación segura al finalizar los cinco años de carrera.

Ingresó en el año 1860 (MAFFEI, 1877) y terminó sus estudios en esa Escuela de Minas en el curso académico 1865-1866 (fig. 1). Parece ser que ni durante sus estudios de Bachillerato ni en la Escuela de Minas destacó Mallada como estudiante, tal como sugiere el hecho de que terminara con el noveno mejor expediente de su promoción en la Escuela de Ingenieros, de un total de once alumnos (ALASTRUÉ, 1983a).

INGRESO EN EL CUERPO DE MINAS Y TRABAJOS

Su primer destino fueron las clásicas minas de cinabrio (sulfuro de mercurio y mena más importante de este metal) de Almadén, en Ciudad Real, y lo hizo en calidad de ingeniero en prácticas (ALASTRUÉ, 1983a) (fig. 2). De allí fue destinado a Oviedo, donde durante el curso 1868 fue profesor de la Escuela de Capataces de Mieres (MAFFEI, 1877), situada en Sama de Langreo, e impartiría las asignaturas de primer curso (CALVO y LUCHA, 2019).



Fig. 2. Ejemplar de cinabrio masivo puro, de unos 10 centímetros de anchura, de la mina de Almadén (Ciudad Real). (Foto: Joaquim Callén. Archivo de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca. Universidad de Zaragoza)

Cinco meses antes de la llegada de Mallada a Asturias (el 6 de diciembre de 1866) había tenido lugar en Cangas de Onís un acontecimiento extraordinario:

Entre las diez y media y las once horas los habitantes de Cangas de Onís y de las aldeas circundantes en un radio de 2 a 4 km oyeron un ruido proveniente del cielo parecido “al de una locomotora”. Los que pudieron dirigir su mirada al cielo vieron con toda nitidez cómo una nube blanquecina se venía rápidamente hacia ellos desde el norte, “arrojando chispas”, es decir, fragmentos del meteorito principal, que cayeron al suelo. Las que impactaron cerca de lugares habitados fueron recogidas y algunas de ellas estaban todavía calientes. (ESCORZA y cols., 1999)

Manuel González Rubín, entonces farmacéutico de Cangas de Onís, se interesó especialmente por este suceso y realizó diversas excursiones por la zona para recoger material e información sobre el mismo. Aparentemente



Fig. 3. Fragmento del meteorito caído el 6 de diciembre de 1866 en Cangas de Onís (Asturias), que se conserva en la colección personal de Lucas Mallada custodiada por la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca (Universidad de Zaragoza).

el peso total de las muestras encontradas sumó entre 20 y 30 kilogramos. Una pequeña porción de 123,3 gramos de este meteorito llegó a Mallada, bien del propio Manuel González Rubín, bien del ingeniero de Minas Monreal al que aquel necesariamente tuvo que conocer durante su estancia en Oviedo y al que Rubín había regalado un fragmento (ESCORZA y cols., 1999) (fig. 3).

Por Real Decreto de 29 de junio de 1869 Mallada es trasladado al distrito minero de Teruel y, estando destinado allí, alcanza el grado de ingeniero segundo en el escalafón del Cuerpo (ALASTRUÉ, 1983a). Sin embargo, aproximadamente un año después, el 18 de agosto de 1870, volvía a Madrid para incorporarse a la recientemente refundada Comisión del Mapa Geológico de España (RÁBANO, 2015), institución precursora del actual Instituto Geológico y Minero de España. El principal objetivo de aquella comisión era realizar, provincia a provincia, los mapas geológicos o “bosquejos” de todo el territorio nacional.

En el momento de su ingreso se le encomendaron a Mallada cuatro trabajos de características muy diversas: una obra de síntesis (la *Sinopsis* paleontológica), el estudio geológico-minero de las fosforitas de Extremadura (fig. 4) y dos bosquejos provinciales: Huesca y Cáceres (ARAGONÈS, 2017).

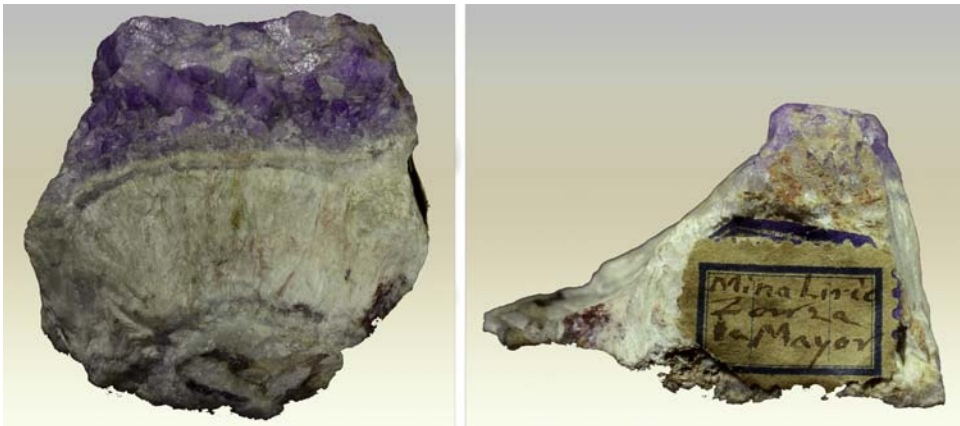


Fig. 4. Dos vistas del mismo ejemplar de apatito de color violeta procedente de la mina Lirio de Zarza la Mayor (Cáceres). Muy probablemente fue recogido por Mallada durante las campañas de campo del estudio geológico-minero de las fosforitas de Extremadura (EGOZCUE y MALLADA, 1876). (Fotos: Joaquim Callén. Archivo de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de Huesca. Universidad de Zaragoza)

Según relata en el prólogo de la *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca* (MALLADA, 1878), en 1871, junto con el ingeniero Felipe Martín Donayre, el auxiliar facultativo Isidro Manuel Pato y el colector Aniceto de la Peña, realizó una primera excursión de campo en esta provincia. Luego, la campaña quedó suspendida debido a la “escasez de recursos”. Únicamente habían visitado un poco más de la mitad del partido judicial de Jaca (MALLADA, 1875). Parece que se dedicaron a la zona más montañosa: Aguas Tuertas y Collarada (CUCHÍ, 2017).

En 1873 asumió la dirección de la Comisión del Mapa Geológico de España Manuel Fernández de Castro. Durante el tiempo en que dirigió la institución, esta recibió un gran impulso que se concretó en la publicación, en 1889, del *Mapa geológico de España a escala 1 : 400 000*. Desde septiembre de 1872 Mallada había trabajado a las órdenes de Fernández de Castro en Madrid catalogando los fósiles recolectados por este en Cuba, donde había permanecido entre 1853 y 1869 (ALASTRUÉ, 1983a). Tras el fallecimiento de Fernández de Castro en 1895, Mallada ingresa en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, donde ocupa en 1897 el asiento que aquel había dejado libre (MALLADA, 1897).

Gracias a la comunicación personal de Juan Roberto Rovira Douzans, bisnieto de Lucas Mallada, publicada en ARAGONÈS (2017), conocemos que su padre, Manuel Mallada Sarrate, falleció en Madrid el 7 de febrero de 1874 (?). Por el contenido de la carta enviada por Lucas Mallada a Luis Mariano Vidal el 27 de enero de 1875, publicada también en aquel trabajo, sabemos que le afectó profundamente la muerte de su progenitor y que dicho acontecimiento lo empujó a realizar una campaña de campo larga para terminar el bosquejo de la provincia de Huesca:

Después de la muerte de mi Padre, quedé en tan lastimoso estado de salud e intereses que a haber seguido en Madrid tal vez a estas horas no viviría. Por ahora hace un año y tratando de conciliar, por una parte el restablecimiento de mi salud, y por otra el practicar trabajos de campo para esta Comisión, convine con el Director en hacer una expedición larga.

Dicha campaña se llevó a cabo entre marzo y noviembre de 1874, a lo largo de aproximadamente nueve meses, en los que visitó, por ejemplo, la Forqueta de Bielsa (CUCHÍ, 2017). Los datos recogidos durante esta expedición le permitieron presentar el 5 de mayo de 1875, en Madrid, su segunda

publicación científica: *Breve reseña geológica de la provincia de Huesca*. Su primera publicación la había elaborado durante su estancia en el distrito minero de Teruel: *Minas de cobre gris de Torres, provincia de Teruel* (MALLADA, 1870).

Sin embargo, según sus propias palabras, “el bosquejo trazado entonces no satisfacía mis aspiraciones” y por eso planea una nueva campaña de campo en 1875. Parte de la autoexigencia que se impone Mallada se debe a su deseo de tratar de equiparar la calidad de los estudios geológicos a este lado de la cordillera con los que ya habían sido realizados por los franceses al otro (MALLADA, 1878: XII). Desafortunadamente, “los sucesos políticos que ocurrieron aquel verano y de que también fue teatro el Alto Aragón, la hicieron menos fructuosa de lo que esperaba” (MALLADA, 1878: XII). Los sucesos a los que se refiere Mallada son la tercera guerra carlista, concretamente el intento de repliegue por el Alto Aragón del general carlista Antonio Dorregaray, que sorprende a Mallada, acompañado por Luis Mariano Vidal, en la zona de las Nogueras y que les hace abandonar la expedición y dirigirse a Barcelona al domicilio de este último (ARAGONÈS, 2017).

Así, en 1877 hubo de volver y realizar una campaña de cinco meses de duración, entre agosto y diciembre, con la que remató el trabajo efectuado en los años anteriores, el cual quedó plasmado en la publicación, en 1878, de la *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca*. En 1990 el Instituto de Estudios Altoaragoneses publicó una edición facsímil de esta obra con un prólogo de José M.^a Ríos. Gracias a la documentación de hemeroteca publicada en CUCHÍ (2017) sabemos que, en esta tercera y última campaña relacionada con el bosquejo de Huesca, exploró Mallada Benasque (en agosto) y que el 4 de septiembre cruzó, junto al naturalista José MacPherson, uno de los primeros estudiosos de la petrología en España, desde Biescas a Canfranc por el collado de Izas.

Esta obra, aunque modesta comparada con otras publicaciones de Mallada, merece mención aparte por varios motivos. Por un lado, porque resulta abrumador el conocimiento de la geografía y la geología de Huesca que demuestra en ella, y, por otro, porque posiblemente los más de catorce meses que pasó recorriendo las tierras y conociendo a las gentes del Alto Aragón influyeron decisivamente en sus trabajos sociopolíticos posteriores. De hecho, en esta obra se pueden leer ideas que reaparecen con posterioridad,

más profusamente desarrolladas, en sus trabajos publicados en los diarios de la época.

El siguiente fragmento de la *Descripción* indica que, en su exploración de la provincia de Huesca, llegó a hollar incluso la cima de los picos de Aneto (3404 metros) y Alba (3112 metros), los días 27 de julio y 9 de agosto de 1877 respectivamente:

La temperatura al sol en el verano del año anterior de 1877, ha sido bastante baja en los Montes Malditos, pues no vimos subir el termómetro sino a 14,4° el 27 de Julio en la cima de Aneto y a 13° el 9 de Agosto en lo alto del Pico de Alba, habiendo hecho ambas observaciones a la una de la tarde. (MALLADA, 1878: 185)

Por otro lado, a la vista de la siguiente descripción se diría que alcanzó también la cima del pico de Balaitus o pico de Moros (3145 metros):

Su cima es larga, redondeada y forma una especie de meseta de 600 metros de longitud de ONO a ESE, con una anchura media de 50 próximamente, algo inclinada a Levante, separándole de Respomuso (*Pic du Cristal*) un ancho y profundo escote: su punto culminante situado en el lado opuesto, termina bruscamente en un corte casi a pico. Las vertientes septentrionales, que pertenecen a Francia, son tan escarpadas que no se las puede ver desde lo alto sin echarse por tierra y asomar la cabeza por sus bordes, al pie de los cuales se extiende un colosal anfiteatro cercado de heleros cortados por *crepazas* muy profundas, que se entrecruzan en ángulo recto con admirable regularidad y simetría. [...] Por el lado de España es también muy escarpado el pico de Moros y le rodean por todas partes espantosos abismos. (MALLADA, 1878: 35-36)

Por otra parte, en una nota publicada en *El Diario de Huesca* el 2 de julio de 1897 (“Oscense distinguido”, pp. 9-12) con motivo de su nombramiento para la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, escribe el periodista:

[...] hicimos amistad, y aun acompañamos alguna vez en sus trabajos de campo, a dicho señor [Mallada], que le recordamos y tenemos presente como un joven activo, trabajador, incansable, inteligente y sumamente fuerte para resistir las fatigas que produce el escalar las cumbres del alto Pirineo por sitios agrios e inaccesibles a la planta humana.

[...] ¡Había que verlo trepar por Pondellos de Sallent, y por la Ardana de San Juan, para formarse una idea de lo que era entonces Mallada!

Este oscense, sin vivir en el país sabe y conoce de la estructura y cosas de la provincia de Huesca, de su alto-Aragón, como él dice, más que saben en este país sus hijos más obligados. (CUCHÍ, 2017: 141)

Así, aunque es posible que los datos de temperatura en los Montes Malditos fueran tomados por un facultativo o que la descripción de la cima del pico de Balaitus sea una traducción de la realizada por algún geógrafo o geodesta francés, la forma en que se recoge esta información en la memoria de la Comisión, los detalles que aporta y las cualidades que destaca el periodista oscense sugieren que, en efecto, durante sus campañas de campo por la provincia de Huesca ascendió a estas tres cimas. Por otro lado, hay constancia de que durante la primera excursión por tierras oscenses el equipo ascendió, el 27 de junio de 1871, a la cima de Collarada (CORTÁZAR, 1874; en CUCHÍ, 2017).

Por otro lado, tal y como se ha indicado anteriormente, en la *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca* se encuentran elementos que anuncian sus trabajos sociopolíticos posteriores. Así, describiendo el límite entre las provincias de Huesca y Zaragoza dice:

[...] la línea divisoria de Zaragoza y Huesca carece de fundamento científico, y presenta, por el contrario, irregularidades que no tienen razón de ser. Aparte de anomalías tales como la que presenta el término de Murillo de Gállego (Zaragoza), envuelto casi del todo por los de Riglos y Agüero (Huesca), basta fijarse en un mapa de la provincia de Zaragoza para reparar en un extraño saliente que a modo de aguda cuña, avanzando hacia los Pirineos, separa casi completamente las de Huesca y Navarra. El territorio de las Cinco Villas y el espacio que existe entre las sierras de Santo Domingo y Salvatierra pudiera pertenecer más racionalmente a una de las dos últimas; y es bien seguro que una división de provincias más acertada que la actual hará desaparecer tales irregularidades. (MALLADA, 1878: 4)

Este fragmento recuerda a su *Proyecto de una nueva división territorial de España*, publicado tres años más tarde (MALLADA, 1881). La ley que disponía la división de España en provincias databa de 1833, se encontraba próxima en el tiempo, y como consecuencia de esta división, según Mallada, existían provincias demasiado pequeñas. Por eso, en esta publicación proponía fusionar varias de ellas para disminuir su número y así reducir también el gasto público. Entre las ideas que ofrecía Mallada se encontraban reunir Álava, Guipúzcoa o Vizcaya en una sola provincia, suprimir Ávila distribuyéndola entre Salamanca, Segovia y Valladolid o repartir la comarca zaragozana de las Cinco Villas entre las provincias de Huesca y Navarra. A pesar del esfuerzo realizado en plantear la nueva división y en justificar su proyecto, en una conferencia pronunciada en la Sociedad

Geográfica de Madrid al año siguiente de la publicación declaraba Mallada: “ciertamente fue un atrevimiento mío, por el cual ya os pedí vuestras disculpas”, palabras que denotan, si no retracción de su propuesta, al menos poca convicción en la misma (MALLADA, 1882a).

En la misma línea, este otro fragmento que recuerda a los capítulos 2 y 3 de *Causas de la pobreza de nuestro suelo*, publicados cuatro años más tarde (MALLADA, 1882a).

La región meridional o Tierra Llana, casi toda ella comprendida entre 250 y 500 metros de elevación sobre el mar, ofrece las riberas más fértiles y las llanuras más extensas; pero no toda ella es regularmente productiva, antes por el contrario, su mayor parte es árida y seca, ya por la escasez de aguas que en ella se nota, ya por la abundancia de salitre y de yeso que aniquila en muchos sitios la vegetación, ya por la composición de su suelo, muy silíceo, poco calizo y menos arcilloso de lo que sería menester, y ya también por lo desigual de su clima, sujeto en todo tiempo a las destempladas influencias de las sierras de la Cordillera Central, de los Pirineos y del Moncayo. (MALLADA, 1878: 10)

Tras la elaboración de la memoria geológica de la provincia de Huesca vendrían los “bosquejos” de Córdoba, Navarra, Jaén, Tarragona y Toledo (en 1880, 1882, 1884, 1890 y 1912 respectivamente) (MALLADA, 1880, 1882b, 1884 y 1890a; MALLADA y DUPUY DE LÔME, 1912). En 1876 se había publicado el de Cáceres, realizado junto a Justo Egozcue (EGOZCUE y MALLADA, 1876), así que se había responsabilizado Mallada del estudio geológico de un total de siete provincias. Sin embargo, no son estos los trabajos que lo han hecho trascender en el ámbito científico. Mientras realizaba todas estas memorias geológicas, llevaba a cabo simultáneamente otros dos trabajos colosales.

Por un lado, tal y como le había sido encargado al ingresar en la Comisión del Mapa Geológico de España, abordó la elaboración de una obra de síntesis paleontológica que incluiría el inventario de todas las especies fósiles conocidas hasta ese momento en la península con la siguiente información: quién las había citado, si era una fuente fiable, dónde habían aparecido y a qué periodo geológico correspondían (cronoestratigrafía), y en ocasiones acompañadas de dibujos.

En palabras del propio Mallada, el propósito de esta obra era:

[...] que sirva de base o compendio a los ingenieros de las provincias que no llevando su afición hasta donde tú [Vidal] la has elevado, carezcan de

obras para clasificar los fósiles. El Director [Manuel Fernández de Castro] y Egozcue han decidido que la acompañen sus láminas correspondientes, por cuyo motivo no podrá darse ni en uno ni en dos años. En este [1875] saldrá el terreno paleozoico que según mi cuenta representa la quinta parte del total. Allá veremos cómo sale. (Carta a Luis Mariano Vidal, 9 de febrero de 1875) (ARAGONÈS, 2017)

Sin embargo, después de publicar en 1887 la quinta aportación de esta obra, dedicada al Cretácico y al Numulítico (Terciario inferior), Mallada decide dejarla inacabada y “liquidarla” con la elaboración del *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España* (MALLADA, 1892). Entre los motivos que lo llevaron a abandonar la elaboración de la *Sinopsis* se pueden encontrar el excesivo coste de la publicación (CORTÁZAR, 1921), la escasa atención del autor (AZPEITIA, 1922; BATALLER, 1952), las dudas de Mallada con respecto a la utilidad de la obra (ALASTRUÉ, 1983a), el desorden de las colecciones de la Comisión o la deserción de la dibujante (ARAGONÈS, 2017).

A pesar de ello, la *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*, publicada fundamentalmente entre 1875 y 1887, con una extensión de 484 páginas, unas 214 láminas y en torno a 1500 especies fósiles descritas (RÁBANO y GUTIÉRREZ, 1999), junto con el *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*, publicado en 1892 y que incluye 4058 especies, constituyen dos obras importantísimas que supusieron un avance notable con respecto al único catálogo de fósiles ibéricos existente hasta ese momento, realizado por Joaquín Ezquerro de Bayo en 1856 y que recogía unas 400 especies, “muchas equivocadas y más de la mitad con designaciones que pasaron a ser sinonimias” (CALVO, 2005: 115). En 1991, coincidiendo con el 150.º aniversario del nacimiento de Mallada, la Librería París-Valencia publicó una edición facsímil del *Catálogo*.

Entre 1879 y 1886, coincidiendo aproximadamente con el periodo de publicación de la *Sinopsis*, Mallada desempeñó el cargo de profesor de Paleontología en la Escuela de Minas de Madrid. Según se desprende de las cartas escritas a Luis Mariano Vidal, publicadas en ARAGONÈS (2017), su etapa en la Escuela tampoco estuvo exenta de problemas, debidos fundamentalmente al estado ruinoso del edificio de la plaza del Conde de Barajas donde se impartían las clases.

Otra de las obras que hace que Mallada haya pasado a la historia es la *Explicación del mapa geológico de España*, publicada en siete tomos entre

1895 y 1911 y que, como su propio nombre indica, recoge, en un total de 3740 páginas, la explicación del mapa geológico de España a escala 1 : 400 000 que había sido publicado en 1889 (AYALA, 1999).

Además, por si los trabajos citados anteriormente no fueran suficientes para que Mallada tuviera un hueco en la historia, escribió un gran número de artículos de tema sociopolítico en diversas publicaciones como el *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza* (las ya citadas “Causas físicas y naturales de la pobreza de nuestro suelo” [MALLADA, 1882c]) y *El Progreso*, o las obras *Los males de la patria y la futura revolución española* (MALLADA, 1890b) y *Cartas aragonesas dedicadas a S. M. el Rey Don Alfonso XIII* (MALLADA, 1905).

ÚLTIMOS AÑOS

Mallada se jubila del Cuerpo de Minas en 1910 como inspector general de primera clase. Sin embargo, se mantiene activo, como indica por ejemplo la publicación en 1914 de un trabajo, realizado junto a Luis Mariano Vidal, sobre el abastecimiento de agua a la ciudad de Cartagena (VIDAL y MALLADA, 1914). Por otro lado, a partir de un cuaderno en octavo escrito por Mallada entre 1914 y 1920 se han podido reconstruir parcialmente sus viajes durante este periodo. Dicho cuaderno fue encontrado por su bisnieta Aurora Rodríguez Villa en 2003 en una casa de su abuela Pilar (hija mayor de Mallada). Aurora donó el cuaderno al Instituto Geológico y Minero de España el 19 de junio de 2017 y este organismo lo digitalizó y lo hizo público posteriormente.² Una relación detallada de las fechas y los lugares visitados por él y su familia en este periodo puede ser consultada en la tabla 8 incluida en ARAGONÈS (2017). Entre otros se recogen un viaje por Francia y Suiza en 1914 y frecuentes visitas a su provincia natal, la última en agosto de 1920, tan solo seis meses antes de su fallecimiento. De hecho, este cuaderno termina con una nota premonitoria, escrita el viernes 13 de agosto de 1920: “Llego a Madrid aburrido y destrozado del peor viaje de los muchísimos que hice en mi vida. Adiós Huesca. Adiós Aragón”.

² MALLADA (1914-1920) <<https://cutt.ly/YEzwaOL>>.

El final le llegó a Lucas Mallada en su piso del número 2 de la calle Marqués de Urquijo de Madrid el 6 de febrero de 1921. Ese día Madrid vive frenéticamente una jornada de fiesta porque es Domingo de Carnaval. El día 7 ninguno de los tres grandes periódicos de la época (*ABC*, *El Sol*, *El Debate*), publican noticia alguna sobre la desaparición de una de las más grandes figuras españolas del siglo XIX. Tan solo el 13 de febrero, una semana después, aparece publicada su esquelita en el *ABC* (ARAGONÈS, 2017). Así, lo que anhelaba la extremada modestia de Mallada se cumplió, parafraseando a Eduardo Alastrué, quien añade:

Huyó, en vida, de vanas exhibiciones, de cargos honoríficos y de distinciones; [...] De igual modo, en su muerte esquivó toda vana ostentación y pretendió que transcurriera en el silencio y el olvido, como correspondía al hombre sencillo que quiso ser siempre. (ALASTRUÉ, 1983a: 103-104)

EL LEGADO A LA ESCUELA NORMAL DE MAESTROS DE HUESCA

En 1925 la Escuela Normal de Maestros de Huesca recibió, de los herederos de Lucas Mallada, un conjunto de minerales y fósiles de su colección personal, así como algunos libros y legajos manuscritos. La Escuela dejó constancia de esta donación en el acta del claustro del 1 de septiembre de 1925, en la que se da cuenta de la recepción de 570 minerales y 414 fósiles, así como de un indeterminado número de libros que le pertenecieron (fig. 5).

Al parecer, el legado se produjo en el contexto del homenaje que rindieron a Mallada en Huesca, el 3 de mayo de 1925, el Ayuntamiento de la ciudad, la Academia de Ciencias de Zaragoza y las corporaciones científicas de Madrid a las que perteneció. La placa que hay en su casa natal, así como el medallón con su busto realizado en su honor por Ramón Acín, se descubrieron también en el transcurso de este homenaje. El monumento, situado actualmente en el parque Miguel Servet, estuvo primero en el paseo de la Alameda, al que se dio el nombre de Lucas Mallada en el marco del homenaje (fig. 6).

No se conoce documentación sobre la persona o los motivos que hicieron que la colección personal de fósiles, minerales y legajos de Mallada fuera a parar a la Escuela Normal de Maestros de Huesca. Concepción

400

Sesión extraordinaria de 1.º de septiembre de 1925

Abierta a las 11 de la mañana, bajo la presidencia del Sr. Director de esta Escuela Normal y con asistencia de los señores Ferrer, Campu, Mián, Sánchez, Castro, Ben, Peris, Ho, Hercauder, Chourra, Turri, Gil y el secretario que asiste se leyó y fue aprobada el acta de la sesión anterior.

El Sr. Director, D. Enrique Allugano, da lectura a lo dispuesto sobre dotaciones gratuitas, conforme a la ley de Presupuestos de 1920 y P.O. de 1 de marzo de 1921, acordando conceder hasta doce y cinco un mes de 15 días para solicitar otras vacantes gratuitas.

Se acuerda encargarse de la entrega de fondos, al Ayuntamiento de dicho municipio de Huesca, unido a la parte de la vacante en el presupuesto curso.

Se da conformidad ocupada al horario para las clases del próximo curso, presentado por el Sr. Director.

Se da cuenta de la recepción de 570 minerales y 114 folios que pertenecieron al eminente geólogo o cense D. Lucas Mallada Pueyo, un poco de los libros que figuraron en la biblioteca del mismo Sr. y que no puede ser devueltos al número de esto, por no haber habido tiempo suficiente para su catalogación.

Reconocido el solicitante a efecto finca para ingresar en la Escuela D. Felipe Navarro Rivera, se acuerda dar el siguiente informe: - 1.º Que el solicitante tiene angustiado la rodilla izquierda con atrofia de toda la extremidad inferior y bastante acortamiento de la misma que impide absolutamente su funcionamiento y por lo tanto puede contener un andar sin auxilio de la otra.

2.º Que si bien no se presta al estudio en la actualidad, el interesado no puede realizar gran parte de los trabajos manuales, ni de los ejercicios corporales obligatorios en la Escuela secundaria.

Lo acuerda el Sr. Allugano de que además de las diez mesas unipersonales, como otras como material pedagógico en el ejercicio de la enseñanza, por el cargo de la construcción de salas, con cargo al material ordinario.

Fue habiendo más asuntos que tratar, se levantó la sesión firmando el acta el Sr. Presidente, por el Sr. Secretario y por cese de la sesión.

El Sr. Director, *[Firma]* José Allugano

Fig. 5. Acta del claustro de la Escuela Normal de Maestros de Huesca del 1 de septiembre de 1925, en la que se registra la donación de la colección personal de Lucas Mallada. (Archivo Histórico Provincial de Huesca)



Fig. 6. Monumento con el medallón realizado por Ramón Acín que fue inaugurado en los actos de homenaje a Lucas Mallada celebrados el 3 de mayo de 1925.
(Foto: Javier Blasco)

Domingo Roca, su esposa, falleció en 1903, dieciocho años antes que él; por lo tanto, no pudo ser ella quien tomara la decisión de realizar esta donación. En el último testamento de Mallada, redactado en 1916, deja sus bienes a sus hijas, Pilar y María Ángeles, por partes iguales (50 000 pesetas en títulos de deuda a cada una); a su sobrina, María Mallada Izquierdo, o a la hija de su sobrina, Francisca Moseñe Mallada, que vivían en Lupiñén, el pueblo del padre de Mallada (10 000 pesetas, en títulos de deuda para las dos), y a su criada, Manuela Ortas, de Huesca (20 000 pesetas), ingresada en aquel momento en el Hospital de Mujeres Incurables (CALVO, 2005). Así pues, aunque podría haber sido cualquiera de las cinco mujeres beneficiarias de sus bienes la que decidiera donar la colección personal de fósiles, minerales y libros a la Escuela, es más probable que fuera alguna de sus hijas, ya que, de las cinco, eran las únicas que vivían en Madrid en el momento del fallecimiento de su padre y, por lo tanto, las que tendrían acceso a los materiales que hoy conforman esta colección. Se desconocen

los motivos por los que las herederas, por decisión propia o por deseo de Mallada, decidieron donarla a la Escuela Normal de Maestros de Huesca. En aquella época los únicos centros de conocimiento enciclopédico de la ciudad y potenciales receptores de la colección serían el Instituto de Segunda Enseñanza (precursor del actual IES Ramón y Cajal) y la Escuela Normal de Maestros. Por otro lado, tal y como se ha indicado anteriormente, según algunas fuentes (ALASTRUÉ, 1986) el padre de Lucas Mallada estudió Magisterio en Zaragoza entre 1847 y 1859 y ejerció como maestro en Madrid a partir de ese año.

En el trabajo publicado recientemente por José Antonio CUCHÍ (2017) se indica que la comisión organizadora del homenaje a Mallada de 1925 estaba formada por el alcalde, Manuel Ángel Ferrer, y los vocales Marzo, Mingarro, Acín, Artero, Giménez del Yerro, Lacasa, Galdeano, Sender, Navarro, Labastida, Banzo y Vilas, y que el Ayuntamiento acordó invitar a la familia directa del ingeniero. Al parecer, las hijas aceptaron la invitación y, en correspondencia, hicieron donación de unos libros de la biblioteca de Mallada y algunos fósiles que finalmente fueron cedidos a la Escuela Normal de Maestros para fundar con ellos un museo por iniciativa del alcalde Ferrer, profesor en dicha Escuela.

Sea como fuere, los 570 minerales, los 414 fósiles y las cajas con libros llegaron a la Escuela Normal de Maestros de Huesca en 1925 y este legado fue acogido como un gran honor. En el acta del claustro de la Escuela del 17 de septiembre de 1925 se recoge la propuesta del director de la misma de “dirigirse a la superioridad pidiendo una subvención, para construir vitrinas con el fin de instalar en condiciones decorosas el donativo de minerales y fósiles”, y se refiere a los donantes como “herederos del gran geólogo oscense D. Lucas Mallada”. La solicitud debió de cosechar buenos resultados, dado que solo un mes después, en el acta del claustro de la Escuela del 17 de octubre de 1925, se adjunta un presupuesto por valor de 2500 pesetas para construir una vitrina de 6 metros de larga por 1,2 metros de ancha, en madera de haya de Hungría, para albergar la colección de minerales y fósiles. La cifra destinada a la adquisición de la vitrina era importante para la época; por ejemplo, el sueldo anual de un inspector general de primera del Cuerpo de Minas y jefe de Administración de primera (cargo que ostentó Mallada los dos años previos a su jubilación, entre

1908 y 1910) era de 10 000 pesetas. La vitrina fue encargada a Francisco Arnal, uno de los ebanistas locales más prestigiosos del momento y autor, por ejemplo, de la puerta de madera de estilo modernista que todavía hoy existe en la entrada al Casino de Huesca (RAMÓN, 2018). Dicha vitrina se conservó hasta la década de 1970.

Poco se sabe de la historia de la colección entre 1925 y el momento actual. Desde su fundación en 1842, la Escuela Normal de Maestros de Huesca (y las instituciones sucesoras donde se han impartido los estudios de Magisterio) ha tenido dos sedes: el desamortizado convento-colegio de San Bernardo de Huesca, hoy desaparecido, entre 1842 y 1932, y el actual edificio de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad de Zaragoza, en la calle Valentín Carderera de la ciudad, desde 1932 (NASARRE, 2000). Así, desde su donación, la colección ha sufrido al menos, un traslado. El inventario de los legajos se hizo en torno a 1977 por encargo de la directora de la Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de EGB, la institución heredera de la Escuela Normal de Maestros, al profesor de Ciencias Naturales Juan Herrero Isern. Los fósiles y minerales fueron catalogados recientemente por una iniciativa conjunta de la Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación y el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza, que finalizó en noviembre de 2016, después de aproximadamente seis meses de trabajo. Un análisis más exhaustivo de la colección de minerales puede consultarse en CALVO y LUCHA (2019).

LA RELACIÓN CON SUS CONTEMPORÁNEOS

Uno de los aspectos más enigmáticos de la biografía de Mallada es su relación con Santiago Ramón y Cajal. A pesar de ser ambos científicos aragoneses contemporáneos (Cajal nació once años después que Mallada) y de haber ingresado en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en 1897 con tan solo seis meses de diferencia, apenas se hacen alusión el uno al otro en sus respectivos escritos. Cajal alude en un puñado de ocasiones a Mallada. Lo hace en sus obras literarias *Charlas de café*, *Reglas y consejos sobre investigación científica* y *El mundo visto a los ochenta años*, pero lo cita muy “de pasada” y se refiere a él como *Malladas* (ALASTRUÉ, 1983a). Podría tratarse de una errata tipográfica involuntaria o

de una confusión con Agustín Díaz-Agero, conde de Malladas, quien fue senador en esa misma época (CUCHÍ, 2017).

Por su parte, Mallada no cita nunca a Cajal y parece que su entorno no le tenía mucho afecto al premio nobel de medicina. En una carta escrita por Daniel de Cortázar, el colega de Mallada y académico que contestaría a su discurso de ingreso en la Academia, lo apremia a que envíe lo antes posible el discurso o de lo contrario se verá sobrepasado por Cajal, al que se refiere como el “Micrómano de los nervios de los sapos” (ALASTRUÉ, 1983a).

Por otro lado, la relación con Joaquín Costa, también oscense, regeneracionista y tan solo cinco años más joven que Mallada, tampoco está bien documentada. Tan solo se tiene constancia de tres cartas mandadas por Mallada a Costa. En la primera de ellas, escrita en 1882, le anuncia una visita y también lo autoriza a hacer algunos cambios en un artículo enviado al *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, revista de la que Costa fue director entre 1881 y 1884. En las otras dos, de 1892, le comunica Mallada a Costa que no va a poder asistir al acto de constitución de la Cámara Agrícola del Alto Aragón. Además de esta escasa correspondencia, Costa nos habla en sus memorias de un acontecimiento que tiene que ver con Mallada. Al parecer, se enamoró él en su juventud (en torno a 1877) de una joven llamada Concepción Casas Soler. Sin embargo, en ese tiempo, Concepción se veía con Lucas Mallada, quien tenía una buena relación con la familia Casas. Así, Serafín Casas, padre de Conchita y catedrático de instituto, le proporcionó los datos meteorológicos del observatorio del Instituto (hoy Museo de Huesca) entre 1865 y 1877 (CUCHÍ, 2017). No se sabe si fue a causa del carácter “tornátil y coqueto” de la joven Conchita (ARA TORRALBA, 2011), a la oposición de la familia de esta a que contrajera matrimonio con Costa, al desinterés de Mallada por la joven o a una combinación de todo lo anterior, pero el resultado fue que ninguno de los dos ilustres aragoneses contrajo matrimonio con Concepción Casas. Mallada lo haría en 1878 con otra Conchita: Concepción Domingo Roca.

Aunque en este caso no se trata de un paisano, Mallada también conoció al donostiarra Pío Baroja. El vínculo entre estos dos personajes históricos fue José Mauricio Serafín Baroja Zornoza, padre de Pío Baroja e ingeniero de Minas como Mallada. Nombra don Pío a este en el libro *Galería de tipos*

de la época, y de él escribe: “Era pequeño y con la barba pintada cuando yo lo conocí. Decía que tenía muchas enfermedades y que vivía con permiso del sepulturero” (BAROJA, 1982: 348).

CONCLUSIONES

Gracias al hallazgo y el análisis de documentación inédita de la vida y la obra de Lucas Mallada en los últimos años (diversos materiales de archivo, cuadernos manuscritos o artículos de periódico de la época), en el centenario del fallecimiento del científico disponemos de una imagen bastante completa de sus ideas y de las circunstancias en las que se desarrolló su ingente producción científica (CALVO, 2005; CUCHÍ, 2017; ARAGONÈS, 2017; CALVO y LUCHA, 2019). Sin embargo, todavía quedan archivos por consultar y documentación por analizar para completar todavía más esta imagen y sin duda la trascendencia de la obra científica y sociopolítica de Lucas Mallada hacen que merezca la pena abordar dicha tarea.

AGRADECIMIENTOS

El autor de este artículo agradece a Joaquim Callén la realización de las fotografías de ejemplares minerales, así como su colaboración al Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales del IUCA – Universidad de Zaragoza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALASTRUÉ, E. (1983a). *La vida fecunda de don Lucas Mallada*. Asociación Nacional de Ingenieros de Minas. San Fernando de Henares. 111 pp.
- ALASTRUÉ, E. (1983b). Don Lucas Mallada y sus *Cartas Aragonesas*. *Industria Minera*, 25 (230): 4-10.
- ALASTRUÉ, E. (1986). Don Lucas Mallada, pionero de la geología española. *Boletín Informativo de la Fundación Juan March*, 164: 3-16 <<https://cutt.ly/CEkwaRN>>.
- ARA TORRALBA, J. C. (2011). Edición de las *Memorias* de Joaquín Costa. PUZ / Gobierno de Aragón / IEA / IET (Larumbe. Textos Aragoneses, 73). Zaragoza / Huesca / Teruel. XLVII-573 pp.
- ARAGONÈS, E. (2017). Un epistolario inédito de Lucas Mallada: las cartas a Luis Mariano Vidal y Carreras (1873-1902). *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 23: 27-102.

- ARCO, R. del (1925). Noticia preliminar. En L. Mallada, *Páginas selectas*: 7-14. Editorial V. Campo. Huesca.
- AYALA, F. J. (1991). La aportación científica y tecnológica de Lucas Mallada (1841-1821). *Boletín Geológico y Minero*, 102 (5): 136-140.
- AYALA, F. J. (1998). Mallada, un clásico de la Geología y Minería españolas. En S. L. Driever y F. J. Ayala (eds.), *La futura revolución española y otros escritos regeneracionistas*: 66-76. Biblioteca Nueva. Madrid.
- AYALA, F. J. (1999). *Historia de los mapas geológicos de España*. Consejo de Seguridad Nuclear. Madrid. 19 pp.
- AZPEITIA, F. (1922). Significado y valor de las especies fósiles, como argumento en geología, para la clasificación y distinción de los terrenos. En *Discurso leído en el acto de su recepción por el Ilmo. Señor D. Florentino Azpeitia y Moros y contestación del Excmo. Señor D. Daniel de Cortázar el día 19 de febrero de 1922*: 5-62. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.
- BALAGUER, F. (1981). Lucas Mallada y su proyecto de división territorial. *Nueva España*, 10 de agosto, n.º extr.
- BAROJA, P. (1982). Sobre D. Lucas Mallada. En *Desde la última vuelta del camino: memorias*, IV. *Galería de tipos de la época*: 338-339. Caro Reggio. Madrid. 1.ª ed., Biblioteca Nueva, Madrid, 1947.
- BATALLER, J. R. (1952). Lucas Mallada. En el XXX aniversario de su muerte. *Estudios Geológicos*, 15: 85-108, láms. 35-41.
- CABEZAS, E. (1999). La obra científica de D. Lucas Mallada y Pueyo en su contexto histórico-social. *Temas Geológico-Mineros*, 26: 381-387.
- CABEZAS, E., y G. MELÉNDEZ (2000). La figura de Lucas Mallada y Pueyo (1841-1921) y el Regeneracionismo en España: un análisis historicista. *Geotemas*, 1 (3): 51-54.
- CALVO, A. (2000). *Lucas Mallada, rocas y razones: biografía de un geólogo regeneracionista, 1841-1921*. Caja Madrid. Madrid.
- CALVO, A. (2005). *Lucas Mallada (1841-1921): un geólogo preocupado por España*. Gobierno de Aragón. Huesca.
- CALVO, M., y P. LUCHA (2019). La colección de minerales de Lucas Mallada. El legado de un aragonés a la Escuela Normal de Maestros de Huesca. *Boletín Geológico y Minero*, 130 (2): 231-249.
- CORTÁZAR, D. (1874). Medida de la altitud de la Peña Collarada en los Pirineos de Huesca, por los Sres. Donayre, Mallada y Pato. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 1: 181-184.
- CORTÁZAR, D. (1921). Necrología de D. Lucas Mallada. *Boletín del Instituto Geológico de España*, 42: 15-25.
- CUCHÍ, J. A. (2017). Lucas Mallada en el Alto Aragón. *Lucas Mallada*, 19: 135-163.

- DELOGU, I. (2000). Lucas Mallada, *Los males de la patria* e la crisi dell'identità spagnola del 1898. En F. Mulas (coord.), *Itinera: studi in memoria di Enzo Cadoni*: 31-39. Editrice Democratica Sarda. Sácer.
- DOMPER, C. (2007). Reconstrucción de un olvido: memoria y recuerdo de Lucas Mallada en la actualidad. En P. V. Rújula e I. Peiró (eds.), *La historia en el presente (actas del V Congreso de Historia Local de Aragón)*: 137-153. IET. Teruel.
- DRIEVER, S. L. (1998a). Lucas Mallada and the modern view of Spain's environment. En *1898: entre la crisi d'identitat i la modernització. Actes del Congrés internacional celebrat a Barcelona*: 109-126. Publicacions de l'Abadia de Montserrat. Barcelona.
- DRIEVER, S. L. (1998b). And since heaven has filled Spain with goods and gifts: Lucas Mallada, the Regenerationist movement, and the Spanish environment, 1881-90. *Journal of Historical Geography*, 24 (1): 36-52.
- DRIEVER, S. L. (1998c). Mallada y el Regeneracionismo español. En S. L. Driever y F. J. Ayala (eds.), *La futura revolución española y otros escritos regeneracionistas*: 17-61. Biblioteca Nueva. Madrid.
- DRIEVER, S. L., y F. J. AYALA (eds.) (1998). *La futura revolución española y otros escritos regeneracionistas*. Biblioteca Nueva. Madrid.
- EGOZCUE, J., y L. MALLADA (1876). *Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, [IV]. Imprenta y Fundación de Manuel Tello. Madrid. 368 pp., 4 mapas, 1 hoja pleg.
- ESCORZA, C. M., J. ORDAZ y L. ALCALÁ (1999). Historia "terrestre" de los meteoritos caídos en Cangas de Onís (Asturias) el 6 de diciembre de 1866. *Tierra y Tecnología*, 19: 38-44.
- FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. (1999). *Lucas Mallada y Joaquín Costa*. CAI. Zaragoza. 94 pp.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1921). Excmo. Sr. D. Lucas Mallada. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XXI: 161-164.
- FLORES, F. J. (1969). Prólogo. En Lucas MALLADA, *Los males de la patria y la futura revolución española*: 7-12. Alianza. Madrid.
- GARCÍA ÁLVAREZ, J. (2000). Lucas Mallada: la futura revolución española y otros escritos regeneracionistas. *Journal of Historical Geography*, 26 (1): 146-149.
- GIL NOVALES, A. (1997). La cuestión colonial del 98 en la conciencia aragonesa: Joaquín Costa y Lucas Mallada. *Anales de la Fundación Joaquín Costa*, 14: 75-96.
- GÓMEZ, J. J., e I. ALONSO (2010). Lucas Mallada, un geólogo que intentó reformar España. *De re metallica: revista de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero*, 14 (enero-junio): 91-98.
- GOZALO, R. (1985). Próceres aragoneses: Mallada y los inicios de la paleontología española. *Aragón Cultural*, 10: 5-6.
- GOZALO, R. (1998). La historia de la paleontología aragonesa. *Naturaleza Aragonesa*, 2: 20-24.

- HERNANDO, R., y J. L. HERNANDO (1998). Un precursor de la generación del 98: Lucas Mallada y Pueyo. Ingeniería minera, paleontología y humanismo. *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, 134: 113-162.
- HORTAS, L. (1983). Algunas notas sobre un manajo de borradores de Lucas Mallada. *Argensola*, 95: 173-184.
- LIÑÁN, E. (1994). Lucas Mallada y Pueyo. En *Una década de política de investigación en Aragón (1984-1993)*: 215-221. Consejo Asesor de Investigación (CONAI). Zaragoza.
- LIÑÁN, E., M.^a E. DIES ÁLVAREZ y R. GOZALO (2017). Lucas Mallada (1841-1921): semblanza de una vida dedicada a la ciencia, la técnica, la enseñanza y al progreso de España. *Naturaleza Aragonesa*, 34: 52-57.
- LLORENTE, E., E. GARCÍA, F. J. AYALA y J. TUSELL (1991). 150 aniversario Lucas Mallada (1841-1991). *Boletín Geológico y Minero*, 102 (5): 748-778.
- MAFFEI, E. (1877). *Centenario de la Escuela de Minas de España. 1777-1877*. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 300 pp.
- MALLADA, L. (1870). Minas de cobre gris de Torres, provincia de Teruel. *Revista Minera*, 21 (479): 254-258.
- MALLADA, L. (1875). Breve reseña geológica de la provincia de Huesca. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, IV: 169-232.
- MALLADA, L. (1878). *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, [VI]. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 439 pp., 2 lám. pleg. Edición facsímil, con prólogo de José M.^a Ríos, Huesca, IEA (Rememoranzas, 4), 1990.
- MALLADA, L. (1880). *Reconocimiento geológico de la provincia de Córdoba. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, VII. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 55 pp.
- MALLADA, L. (1881). *Proyecto de una nueva división territorial de España*. Imprenta y estenotipia de El Liberal. Madrid. 31 pp.
- MALLADA, L. (1882a). Causas de la pobreza de nuestro suelo. Conferencia pronunciada el día 7 de febrero de 1882. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Madrid*, XII/2: 89-109 / Discusión acerca de la conferencia del Señor D. Lucas Mallada sobre las causas físicas y naturales de la pobreza de nuestro suelo, *idem*, XII/4: 273-306.
- MALLADA, L. (1882b). *Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, IX. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 64 pp.
- MALLADA, L. (1882c). Causas físicas y naturales de la pobreza de nuestro suelo. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 118: 1-4, 119: 18-20, 121: 44-46 y 124: 78-79.
- MALLADA, L. (1884). *Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, XI. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 55 pp.

- MALLADA, L. (1890a). *Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona*. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, XVI. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 175 pp.
- MALLADA, L. (1890b). *Los males de la patria y la futura revolución española*. Tipografía de Manuel Ginés Hernández. Madrid. 359 pp.
- MALLADA, L. (1892). *Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España*. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 253 pp.
- MALLADA, L. (1895-1911). *Explicación del mapa geológico de España. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*. Est. Tip. de la Viuda e Hijos de Manuel Tello. Madrid. 7 tomos.
- MALLADA, L. (1897). Los progresos de la geología en España durante el siglo XIX. En *Discursos leídos ante la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en la recepción pública del Sr. D. Lucas Mallada y Pueyo*: 3-66. Imprenta de L. Aguado. Madrid.
- MALLADA, L. (1905). *Cartas aragonesas dedicadas a S. M. el Rey Don Alfonso XIII (q. D. g.)*, cuaderno 1.º. Est. Tip. de la Viuda e Hijos de M. Tello. Madrid. 80 pp. <<https://zaguan.unizar.es/record/96997?ln=es>>.
- MALLADA, L., y E. DUPUY DE LÔME (1912). *Reseña geológica de la provincia de Toledo*. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 33. Imprenta y Fundición de Manuel Tello. Madrid. 101 pp.
- MALLADA, L. (1914-1920). *Cuaderno de viajes de Lucas Mallada entre el 24-7-1914 y el 13-8-1920*. Manuscrito depositado en el IGME. 169 pp. <<https://cutt.ly/0EzeTHu>>.
- MESEGUER, J. (1950). *Los jerarcas de nuestra geología. Del "Libro Jubilar" (tomo 1) del Instituto Geológico y Minero de España (1849-1949)*. Madrid. 67 pp.
- NADAL, F. (1986). Los debates en la Sociedad Geográfica de Madrid sobre la división territorial de España (1879-1881). *Boletín de la Sociedad Geográfica*, 122: 143-195.
- NADAL, F. (1987). Proyecto de una nueva división territorial de España por Don Lucas Mallada. *Boletín de la Sociedad Geográfica*, 123: 169-194.
- NASARRE, J. M.^a (2000). *Las Escuelas Normales de Huesca: la formación del magisterio altoaragonés (1842-1936)*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- RÁBANO, I. (2015). *Los cimientos de la geología: la Comisión del Mapa Geológico de España (1849-1910)*. IGME. Madrid. 329 pp.
- RÁBANO, I., y J. C. GUTIÉRREZ (1999). La "Sinopsis" paleontológica de Lucas Mallada: fechas de publicación y otros aspectos editoriales. *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 26: 103-110.
- RAMÓN, J. (2018). *Música, artes visuales y escénicas y otros espectáculos en Huesca durante la primera Restauración (1875-1902)*. IEA (Colección de Estudios Altoaragoneses, 65). Huesca. 674 pp.

- SEQUEIROS, L. (1992a). Lucas Mallada y Pueyo (1841-1921): 150 aniversario de su nacimiento. *Revista Española de Paleontología*, 7 (1): 1-2.
- SEQUEIROS, L. (1992b). El catálogo general (1892) de Lucas Mallada, un siglo después. *Llull*, 15 (28): 157-169.
- SEQUEIROS, L. (2000). Lucas Mallada y Pueyo y la naturaleza aragonesa. *Naturaleza Aragonesa*, 5: 10-18.
- TUSELL, J. (1991). Lucas Mallada, escritor regeneracionista. *Boletín Geológico y Minero*, 102 (5): 140-143.
- URTEAGA, L. (1988-1889). Lucas Mallada y la Comisión del Mapa Geológico. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*, 124-125: 213-231.
- VIDAL, L. M., y L. MALLADA (1914). *Memoria relativa al abastecimiento de aguas potables de la ciudad de Cartagena y su puerto*. Impr. M. Carreño. Cartagena. 140 pp.

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO DIDÁCTICO DE LOS MUSEOS PALEONTOLÓGICOS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

Enrique GIL BAZÁN¹

RESUMEN.— Se describe y valora la distribución del contenido curricular de paleontología en los cursos de la Educación Secundaria española actual. Además, se propone la complementariedad del uso docente de los museos paleontológicos en la consecución de objetivos curriculares, lo que requiere una mayor conexión entre las instituciones museísticas y las administraciones educativas preuniversitarias, así como la actualización y la adecuación didáctica de los museos paleontológicos.

ABSTRACT.— Description and assessment of the distribution of the paleontology curricular content in current Spanish Secondary Education courses. In addition, the article introduces the complementarity of the educational use of paleontological museums in the achievement of curricular objectives, which would require a greater connection between museum institutions and pre-university educational administrations, as well as the update and didactic adaptation of paleontological museums.

KEYWORDS.— Paleontological museums. Spanish Secondary Education. Didactic use.

Recepción del original: 2-7-2021. Aceptación: 26-7-2021.

¹ IES Ramón y Cajal. Departamento de Ciencias Naturales. C/ Pignatelli, 102. E-50004 Zaragoza. enmer1985@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El contenido curricular de carácter paleontológico en la Educación Secundaria, obligatoria y posobligatoria, es muy reducido. Esto es debido fundamentalmente a la fuerte carga de diferentes disciplinas que abarcan las asignaturas que se imparten en esas etapas educativas en el ámbito de las Ciencias Naturales. Ese hecho condiciona, cuando no lastra de manera contundente, la formación académica paleontológica reglada que el alumnado puede llegar a recibir entre los doce y los dieciocho años. Como consecuencia de ello se argumenta la necesidad de incentivar el uso docente de instalaciones museísticas que permitan completar adecuadamente esa formación, así como fomentar el desarrollo de la vertiente didáctica de las mismas de forma prioritaria.

SOBRE EL CONTEXTO DE LA PALEONTOLOGÍA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO Y SOCIAL

La formación paleontológica que establece el actual sistema educativo español en los diferentes cursos de Educación Secundaria se imparte a través de los departamentos de Ciencias Naturales de los centros educativos preuniversitarios. La estructura del sistema incluye contenidos paleontológicos elementales en la asignatura de Ciencias Naturales del primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y, con más profundidad, en Biología y Geología de 4.º de la ESO. En el segundo curso de la modalidad de ciencias del Bachillerato, la asignatura de Geología presenta varias unidades didácticas de temas paleontológicos con contenidos referentes a un estudio descriptivo somero de los principales grupos de organismos con registro

Educación Secundaria					
Educación Secundaria Obligatoria (ESO)				Bachillerato	
1.º ESO	2.º ESO	3.º ESO	4.º ESO	1.º BAC	2.º BAC
12 – 13 años	13 – 14 años	14 – 15 años	15 – 16 años	16 – 17 años	17 – 18 años
Obligatoria Biología y Geología			No obligatoria Biología y Geología		No obligatoria Geología

Fig. 1. Distribución de los cursos de Educación Secundaria en los que se imparten las asignaturas de Biología y Geología y de Geología, que incluyen contenidos de paleontología.

fósil y su relación filogenética (fig. 1). Se completa así la enseñanza de las teorías y otros aspectos evolutivos de la vida en el pasado impartidos en Biología y Geología de 1.º de Bachillerato (GIL BAZÁN, 2009).

En este contexto docente es donde debemos movernos para comprender el escaso margen de actuación del que los docentes disponen en la educación preuniversitaria para conseguir un acervo cultural en paleontología aceptable. En el mejor de los casos, por un lado, y de manera general para todos, el alumnado recibe la formación básica en paleontología contenida en la asignatura de Biología y Geología a una edad muy temprana (doce años, en 1.º de la ESO). Esta se puede desarrollar en 4.º de la ESO, con dieciséis años, si se opta por cursar voluntariamente la asignatura también denominada *Biología y Geología*, y puede ampliarla si cursa la asignatura de Geología, también opcional, en 2.º de Bachillerato, a los dieciocho años, en el caso de que el centro educativo la oferte en el itinerario académico de tipo científico. Esta última opción no suele representar más del 2 o 3 % del alumnado total matriculado en un centro, lo que también explica el reducido número de exámenes de Geología que se realizan en las pruebas selectivas de acceso a la universidad (EVAU). Si a esto añadimos el hecho de que a partir de 4.º de la ESO el alumnado puede elegir itinerarios educativos alejados de las materias científicas troncales (que es lo que suele ocurrir en muchos casos), es posible llegar a la mayoría de edad, al mundo universitario o profesional, con la única formación académica en paleontología recibida en 1.º de la ESO.

Sin embargo, esto contrasta con un aparente crecimiento, en general, del interés social por la paleontología, lo que queda plasmado en el apabullante y ya habitual bombardeo mediático en radio, televisión y prensa escrita o digital referente a hallazgos y estudios de importantes yacimientos paleontológicos en cualquier lugar del planeta. Esto puede explicar que se hayan creado en los últimos tiempos abundantes instalaciones museísticas o expositivas de fósiles con elevada inversión económica. Pero ¿a qué es debido ese incremento del interés cultural por el mundo de los fósiles, cuando es demostrable que la inmensa mayoría de la población desconoce casi por completo lo que es y significa, en el ámbito científico, la paleontología?

En las últimas décadas esta ha pasado de ser una ciencia incipiente y casi desconocida a convertirse en un foco de curiosidad y de interés para

muchos. El gran impulso mediático que ha acompañado a numerosas producciones cinematográficas relacionadas con temas paleontológicos, en especial de dinosaurios, ha supuesto un punto y aparte en el interés social por los mismos, de tal manera que no resulta difícil encontrar en las aulas a jóvenes capaces de nombrar numerosos taxones de esos reptiles, entusiasmados por la imagen creada en esas películas para diseñar su hipotético aspecto real. Los fósiles del hombre y su proceso evolutivo, en constante cambio y revisión, es otro de los grandes bloques temáticos paleontológicos muy bien considerados por los aficionados, sin duda por la aportación al conocimiento del Cuaternario de yacimientos tan emblemáticos como los de Atapuerca, en Burgos, o la especial y acertada divulgación hecha, ya desde los años setenta del siglo pasado, de los fósiles y de los lugares señalados como la cuna de la humanidad en diferentes países africanos próximos al Gran Valle del Rift.

En paralelo, se han abierto numerosos espacios museísticos en los últimos tiempos en nuestro país, la mayoría subvencionados con fondos públicos, donde se exhiben fósiles de todos los grupos y edades y desde donde se produce un “efecto llamada” al gran público con montajes y espectáculos casi circenses en algunos casos que, a nuestro juicio (aunque consiguen el acercamiento infantil, sobre todo), difuminan considerablemente la esencia de la información paleontológica que se puede y se debe transmitir a un público interesado o aficionado.

LOS MUSEOS PALEONTOLÓGICOS Y SU INTERÉS DIDÁCTICO

Es habitual encontrar en los medios de comunicación, y en canales de divulgación y propaganda científica, el uso del concepto *museo paleontológico* como etiqueta para denominar a cualquier tipo de instalación en la que se muestran fósiles. Reciben la misma denominación pequeños “museos locales” en los que se exponen ejemplares de yacimientos cercanos, como por ejemplo el antiguo Yacimiento-Museo de Ambrona (Soria), cuyo novedoso diseño de exponer *in situ* restos de elefantes pleistocenos fue realizado por el profesor Emiliano Aguirre ya en 1963; “museos temáticos”, referentes a grupos taxonómicos concretos de organismos o a una determinada edad, como el Museo del Oso de las Cavernas de Tella (Huesca), o el Museo

de los Mares Paleozoicos de Santa Cruz de Nogueras (Teruel) (fig. 2); “museos paleontológicos universitarios”, con multitud de ejemplares de distintos grupos fruto de la investigación de sus equipos, como la Colección de Paleontología del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza; o grandes y sofisticados “centros expositivos” que han surgido y se han consolidado en los últimos años debido al empuje del creciente interés social, como el Museo Jurásico de Asturias (MUJA) o el gran complejo expositivo de Dinópolis, con varias subseces temáticas repartidas por la provincia de Teruel.

Las modernas técnicas museísticas aplicadas en estos museos, sea cual sea su tamaño y la importancia de sus contenidos, se alejan mucho de los tradicionales museos y salas expositivas que hasta finales del siglo



Fig. 2. Sala del Museo de los Mares Paleozoicos, en Santa Cruz de Nogueras (Teruel).

Este museo es un buen ejemplo de cómo una selecta muestra de fósiles, junto a la contextualización geológica de los yacimientos de los que proceden, permite comprender al visitante, ya sea escolar o aficionado, cómo se realizan las reconstrucciones paleoambientales que se proponen y la aplicación del método científico en paleontología.

pasado eran los habituales. El motivo de este cambio puede deberse tanto a la pretensión de la institución promotora del museo de acercamiento a una sociedad cada vez más interesada en la paleontología como a la búsqueda de un nuevo y comprometido objetivo didáctico y divulgativo de su espacio museístico.

Y es en ese contexto expositivo/ didáctico donde la museística encuentra su razón de ser como auténtico promotor educativo. Se puede pasar, por tanto, de una instalación en la que se muestra una colección de fósiles a un montaje museístico donde una “adecuada selección de ejemplares museables” permita añadir al objeto expuesto la información necesaria que sirva, como si de una transposición didáctica se tratara, para comprender el significado real que puede obtenerse del fósil al estudiar su “contexto geológico”. Por tanto, si se consigue que esa contextualización esté presente en el proceso correcto de musealización de los ejemplares fósiles, el objetivo didáctico de cualquier museo podrá alcanzarse sin ser necesaria una gran muestra de objetos museados. Este objetivo didáctico se ha ido incorporando en las últimas décadas a las técnicas museográficas usadas en la concepción de los nuevos museos paleontológicos. Estas se han alejado, afortunadamente, de la antigua concepción expositiva en la que lo habitual y primordial era la instalación de salas llenas de vitrinas abarrotadas de fósiles etiquetados con su nombre científico y su grupo de pertenencia, lo que las asemejaba más a un almacén que a un museo (GIL BAZÁN, 2011).

El visitante de un museo paleontológico debe poder obtener en su visita información respecto a la contextualización de los fósiles expuestos. Esto es, referencias a la asociación paleobiótica a la que pertenecen y a las características geológicas de los yacimientos donde se han localizado los ejemplares mostrados, desde su afectación tectónica a la ubicación estratigráfica y medios sedimentarios deducidos, aspectos todos ellos necesarios para que puedan interpretarse correctamente las “reconstrucciones paleoecológicas o ambientes de la vida del pasado”. Aunque muchos museos muestran murales y proyecciones donde se reproducen imágenes del paleoecosistema deducido para los organismos de los que se exponen restos fosilizados, es necesario también evitar al visitante el gran salto conceptual que supone pasar de la contemplación del resto petrificado a una interpretación de su entorno de vida sin explicar los pasos intermedios dados en el proceso

deductivo, los cuales ayudan, sin duda, a una mejor comprensión de cómo se aplica el método científico en cualquier estudio paleontológico.

GIL BAZÁN y CALVO HERNÁNDEZ (2004 y 2005) establecieron una propuesta metodológica que seguir en las aulas de Educación Secundaria encaminada a reproducir esquemáticamente el proceso de investigación de un yacimiento paleontológico, reduciendo al mínimo, aunque también sea necesaria, la labor descriptiva e interpretativa de los ejemplares fósiles. Así se da más importancia al reconocimiento del proceso científico que se debe llevar a cabo en un trabajo paleontológico, con el objetivo de determinar y reconstruir de la mejor manera posible el entorno paleoambiental que corresponda. Esta propuesta facilita que el alumnado se identifique y valore mucho mejor lo que es un verdadero trabajo científico paleontológico, que incluye el estudio del contexto geológico del yacimiento, y le ayudará a comprender el significado de los esquemas y paleoramas expuestos habitualmente en muchos museos. Por tanto, desde un punto de vista educativo (con las adaptaciones necesarias para las edades y capacidades del alumnado), se propone que la utilización del patrimonio paleontológico, ya sea dentro o fuera de las instalaciones de un museo, sea dirigida por los docentes sin contemplar como único objetivo la identificación, descripción y clasificación de ejemplares fosilizados, sino dirigido a la comprensión del complejo trabajo paleontológico que se lleva a cabo cuando se incluyen en el mismo los datos geológicos obtenidos de un yacimiento en su totalidad. Se puede establecer entonces una fundamentada propuesta del paleoambiente vital en el que se desarrollaron esos organismos, así como la estimación de su edad.

La escasez lógica de colecciones bien nutridas de ejemplares fósiles en los centros educativos de Educación Secundaria puede y debe ser compensada con un adecuado uso didáctico de los museos paleontológicos. Y, aunque se está intentando en los últimos años que los museos no sean simplemente lugares de exposición sino de formación, es necesaria una adaptación didáctica de los mismos con el fin de ser verdaderos elementos para la dinamización y la divulgación de la paleontología. Muchas visitas didácticas organizadas desde los museos para escolares se limitan a un recorrido por sus salas e instalaciones en el que el alumnado recibe una catarata de información técnica en un breve periodo de tiempo, sea cual sea

el nivel académico que cursen, con lo que se desvirtúa el sentido educacional de la visita. Ni el estudiante ni el visitante aficionado pueden ser confundidos respecto a lo que en realidad es un museo paleontológico al contemplar tan solo un muestrario de nombres científicos de los taxones expuestos, edades y nombres de yacimientos junto a grandes murales paleoambientales.

La didáctica de un museo debe ser uno de los pilares fundamentales de la razón de su existencia, es decir, de su conexión con la sociedad, por lo que el mensaje, dirigido sobre todo a escolares, es fundamental para crear una población interesada en adquirir una cultura paleontológica que le permita conocer los episodios descubiertos de la vida del pasado.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente expuestas, podemos concluir lo siguiente:

- Se hace necesaria una mayor conexión entre las instituciones museísticas de paleontología y los distintos estamentos oficiales que coordinan y administran el modelo educativo preuniversitario actual en nuestro país. De esa forma se podrían diseñar al unísono estrategias de enseñanza y aprendizaje que sirvan para rentabilizar mejor la escasa presencia curricular de la paleontología en la Educación Secundaria.
- Es deseable que el profesorado de Ciencias Naturales de los centros pueda conseguir también, siempre que sea posible, los objetivos educativos previstos con el alumnado en temas paleontológicos a través de la coordinación didáctica con centros museísticos especializados, lo que supone la programación previa de actividades educativas relacionadas con ello.
- Resulta imprescindible que los museos, como entes culturales al servicio de la sociedad, además de desarrollar su labor investigadora y divulgativa, intensifiquen y promuevan de forma prioritaria la vertiente didáctica y educativa que la museística moderna ya contempla en sus principios y objetivos. Solo así podrá desarrollarse un

verdadero interés y un adecuado conocimiento paleontológico entre la población desde la edad de su formación obligatoria, al margen de los vaivenes que puedan producirse por otros intereses y modas temporales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GIL BAZÁN, E. (2009). La Paleontología en la Educación Secundaria aragonesa. *Naturaleza Aragonesa*, 22: 4-8.
- GIL BAZÁN, E. (2011). *Museos paleontológicos*. Blog ¡Dejadme Vivir! <<http://dejadmevivir.blogspot.com/2011/12/museos-paleontologicos.html>>.
- GIL BAZÁN, E., y J. M. CALVO HERNÁNDEZ (2004). El yacimiento paleontológico de *Megaplanolites ibericus* (Bueña, Teruel): un ejemplo de utilización del patrimonio como recurso didáctico. En E. Baquedano Pérez y S. Rubio Jara (coords.), *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre. Zona Arqueológica*, vol. II. *Paleontología*: 202-213. Comunidad de Madrid. Museo Arqueológico Regional. Madrid.
- GIL BAZÁN, E., y J. M. CALVO HERNÁNDEZ (2005). Un ejemplo de utilización de patrimonio paleontológico como recurso didáctico: el yacimiento de *Megaplanolites ibericus* de Bueña (Teruel). En *Homenaje al Prof. Peter Carls. VIII Jornadas Aragonesas de Paleontología: La cooperación internacional en la Paleontología española*: 243-253. IFC. Zaragoza.

HUEVOS DE DINOSAURIO EN LAS SIERRAS EXTERIORES DE HUESCA

Miguel MORENO-AZANZA^{1,2,3} | Lope EZQUERRO^{1,2} |
Manuel PÉREZ-PUEYO³ | José Manuel GASCA³

RESUMEN.— Esta salida de campo virtual repasa el registro oológico de la provincia de Huesca, con especial atención a los yacimientos paleontológicos del Cretácico superior y con énfasis en el nuevo yacimiento Ermita de Santa Marina. En este punto se recuperaron durante la campaña de excavación de 2020 más de sesenta huevos de dinosaurios saurópodos, lo que conllevó una gran atracción mediática. Los huevos, atribuidos a *Megaloolithus sirugei*, un ootaxón o especie de huevo fósil relacionado con saurópodos titanosaurios, aparecen no solo en este yacimiento, sino a lo largo de una alineación de afloramientos de materiales de la facies Garum de unos 10 kilómetros de extensión, incluyendo un yacimiento poco conocido en el entorno del pantano de La Peña donde fueron descritas las primeras cáscaras de huevo fósiles de la provincia de Huesca en 1967.

ABSTRACT.— This virtual field trip reviews the oological record of the province of Huesca, with special attention to the Upper Cretaceous paleontological sites, and with emphasis on the new Ermita de Santa Marina site.

Recepción del original: 26-7-2021. Aceptación: 28-7-2021.

¹ GeoBioTec. Departamento de Ciências da Terra. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Monte da Caparica. Campus FCT.99. 2829-516 Caparica (Portugal). mmazanza@fct.unl.pt, l.ruiz@fct.unl.pt

² Espaço Nova Paleo. Museu da Lourinhã. Rua João Luís de Moura 95. 2530-158 Lourinhã (Portugal).

³ Grupo Aragosaurus – IUCA, Recursos Geológicos y Paleoambientes. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. manuppueyo@unizar.es, jmgaska@hotmail.com

In this site, more than sixty sauropod dinosaur eggs have been recovered during the 2020 excavation campaign, generating major media attraction. The eggs have been attributed to *Megaloolithus sirugei*, an ootaxon or species of fossil egg related to titanosaur sauropods. These eggshells have been also found along an alignment of outcrops of the Garum Facies of about 10 km, including a little-known palaeontological site, in the surroundings of La Peña reservoir, where the first fossil eggshells of the province of Huesca were described in 1967.

KEYWORDS.— Virtual field trip. Upper Cretaceous. Eggs. Megaloolithidae. Sauropods. Ermita de Santa Marina site. External Sierras of the Pyrenees (Huesca, Spain).

INTRODUCCIÓN

En otoño de 2019 el Club Alpino Universitario (CAU) de la Universidad de Zaragoza se encontraba realizando un entrenamiento de *trail running* en las sierras de Loarre. El plan del día incluía remontar este relieve prepirenaico desde la hoya de Huesca, incluyendo una parada en el entorno de la ermita de Santa Marina. Esta y el refugio de montaña anexo son paradas habituales de deportistas y excursionistas, por lo que es difícil no encontrar a alguien disfrutando de las vistas desde este singular collado o de una barbacoa en el espacio acondicionado para ello que ofrece el refugio, aún más frecuentado en días de romería y fines de semana.

Ese 14 de diciembre entre los miembros del CAU se encontraba José Manuel Gasca, geólogo y paleontólogo de profesión, pero sobre todo amante de la montaña y la competición. Mientras sus compañeros recuperaban fuerzas al pie del refugio, la curiosidad profesional de José Manuel Gasca se impuso. El collado donde se ubica Santa Marina es un parche de arcillas rojas y calizas grises en medio de un denso pinar. Estos afloramientos han sido tradicionalmente cartografiados como facies Garum, con una edad imprecisa de Cretácico – Paleoceno. José Manuel no tardó mucho en identificar una gran abundancia de fragmentos de carbonato, de un color negro azulado, que rápidamente identificó como cáscaras de huevo de dinosaurios. El paleontólogo tenía gran experiencia con este tipo de fósiles, ya que durante su tesis doctoral había compartido despacho e incontables horas de campo con Miguel Moreno-Azanza, experto en este tipo de fósiles. Sin embargo, los fragmentos de cáscara eran muy distintos a los que recogía con Miguel en las

prospecciones del Cretácico inferior en Teruel: aquí eran más gruesos, pues superaban los 3 milímetros, y mucho más grandes. Se parecían más a los huevos de saurópodo que José Manuel había excavado en la Patagonia, cuando trabajó como investigador para el Gobierno argentino.

El resto del grupo de corredores llamó a José Manuel. El entrenamiento debía continuar. Diligente, tomó una serie de fotografías, recogió las coordenadas del sitio y continuó con el entrenamiento. No tardaría mucho en volver por allí. La cosa prometía.

PARADA 0. EL REGISTRO DE HUEVOS DE LOS PIRINEOS

Los Pirineos son un lugar de referencia mundial para el estudio de los huevos de dinosaurio. Los primeros huevos de dinosaurio descubiertos a nivel mundial fueron encontrados en las faldas de los Pirineos franceses en 1846 por el doctor Pierre Philippe Émile Matheron, aunque no fueron descritos hasta trece años más tarde por el padre Jean-Jacques Pouech (1859). Diez años más tarde, Matheron (1869) discutió el origen de estas cáscaras y huevos e, intrigado por su tamaño, los atribuyó a un pájaro gigante o al *Hypselosaurus*, un taxón descubierto por el propio Matheron y del que se habían recuperado parte del miembro posterior izquierdo y un par de vértebras caudales. Matheron interpretó que se trataba de los restos de un cocodrilo gigante, probablemente acuático. Años después, Deperet (1900) reinterpretaría estos huesos como pertenecientes a un dinosaurio saurópodo indeterminado. Estudios recientes han confirmado que el holotipo de *Hypselosaurus* es un titanosaurio indeterminado; sin embargo, no presenta características diagnósticas y es hoy en día considerado un *nomen dubium* (DÍEZ DÍAZ y cols., 2013 y referencias incluidas). Actualmente, gracias a la descripción de embriones en huevo conservados en huevos muy similares en Argentina (CHIAPPE y cols., 1998; KUNDRÁT y cols., 2020), sabemos que efectivamente estos huevos pertenecían a un dinosaurio saurópodo, muy probablemente un titanosaurio, lo que confirma la asociación original de huevos y huesos realizada por Matheron hace más de ciento cincuenta años.

Desde entonces los afloramientos del Cretácico superior pirenaicos se han convertido en uno de los lugares de huevos de dinosaurio más famosos y prolíficos del mundo, con cientos de nidadas recuperadas tanto en el Pirineo

francés como en el catalán. Un reflejo de la importancia de estos yacimientos es que fueron el motivo de la creación del Simposio en huevos y bebés de dinosaurio (*Symposium on Dinosaur Eggs and Babies*), el congreso de referencia mundial para el estudio de la reproducción de los dinosaurios, cuyas dos primeras ediciones fueron celebradas en Isona (Lérida) en 1999 y en Aix-en-Provence (Francia) en 2002, este último conocido entre los paleontólogos cariñosamente como *Eggs-en-Provence*.

Son innumerables las publicaciones escritas sobre los huevos de dinosaurios de los Pirineos, algunas de ellas en revistas tan prestigiosas como *Nature* (SANZ y cols., 1995). Cabe destacar estudios sobre la parataxonomía de estos huevos (BRAVO y GAETE, 2015; GARCIA, 2000; LÓPEZ-MARTÍNEZ y VICENS, 2012; SELLÉS y cols., 2013 y 2014a; SELLÉS y GALOBART, 2016; VIANEY-LIAUD y LÓPEZ-MARTÍNEZ, 1997), además de cuestiones paleobiológicas, como los modos y ambientes de anidación (SANZ y cols., 1995; SANDER y cols., 1998 y 2008; LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols., 2000; VILA y cols., 2010). Es importante destacar que, además de huevos de dinosaurios saurópodos (BRAVO y GAETE, 2015; SELLÉS y cols., 2013), se han descrito cáscaras y huevos de dinosaurios terópodos, incluyendo aves (CHOI y cols., 2020; LÓPEZ-MARTÍNEZ y VICENS, 2012; SELLÉS y cols., 2014b), además de cáscaras de dinosaurios ornitisquios, incluyendo ornitópodos (SELLÉS y cols., 2014a) y probablemente tireóforos (SELLÉS y GALOBART, 2016). Finalmente, como veremos más adelante, en el Pirineo oscense se conocen cáscaras de huevo de cocodrilo (MORENO-AZANZA y cols., 2014).

Hasta el año 2020 no se conocían huevos fósiles completos en el Pirineo oscense, lo que contrastaba en gran medida con el increíble registro de la provincia colindante de Lérida. Es cierto que los afloramientos cretácicos tienen mucha menor extensión y sobre todo accesos mucho más complejos que en la zona catalana, pero la escasez de restos oológicos sorprendía a los paleontólogos.

La primera evidencia de cáscaras de huevo en un yacimiento de la provincia de Huesca fue presentada por la paleontóloga Nieves López Martínez en aquel primer congreso de huevos de dinosaurio celebrado en Isona. LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols. (2001) describen el yacimiento de Blasi 2b, con una sorprendente diversidad de cáscaras de huevo de dinosaurios, e identifican hasta siete formas distintas.

Los yacimientos de Blasi, en el municipio de Arén, son una serie de yacimientos fosilíferos donde se han recuperado los últimos dinosaurios de Europa. Datados en aproximadamente 68 millones de años, en ellos se han hallado los esqueletos de dos dinosaurios hadrosaurios: *Arenysaurus ardevoli* y *Blasisaurus canudoi*. Los hadrosaurios eran herbívoros de tamaño medio, con pequeñas crestas en la cabeza, que probablemente vivían en manadas. Sus restos son muy abundantes en los últimos niveles del Cretácico pirenaico, donde se han identificado entre seis y ocho especies diferentes, aunque *Arenysaurus* y *Blasisaurus* continúan siendo los mejor conocidos. Cabe destacar que en la localidad ilerdense de Pont d’Orrit, a escasos kilómetros de Arén, se han identificado fragmentos de huevos de la ooespecie *Spheroolithus europaeus*, probablemente pertenecientes a estos animales (SELLÉS y cols., 2014a). Muy cerca de los yacimientos de Blasi, en el yacimiento Elías, se recuperó un cráneo de cocodrilo de pequeño tamaño, poco más de 1 palmo, que fue descrito como *Arenysuchus gascabdiolarum* (PUÉRTOLAS y cols., 2011) (fig. 1).

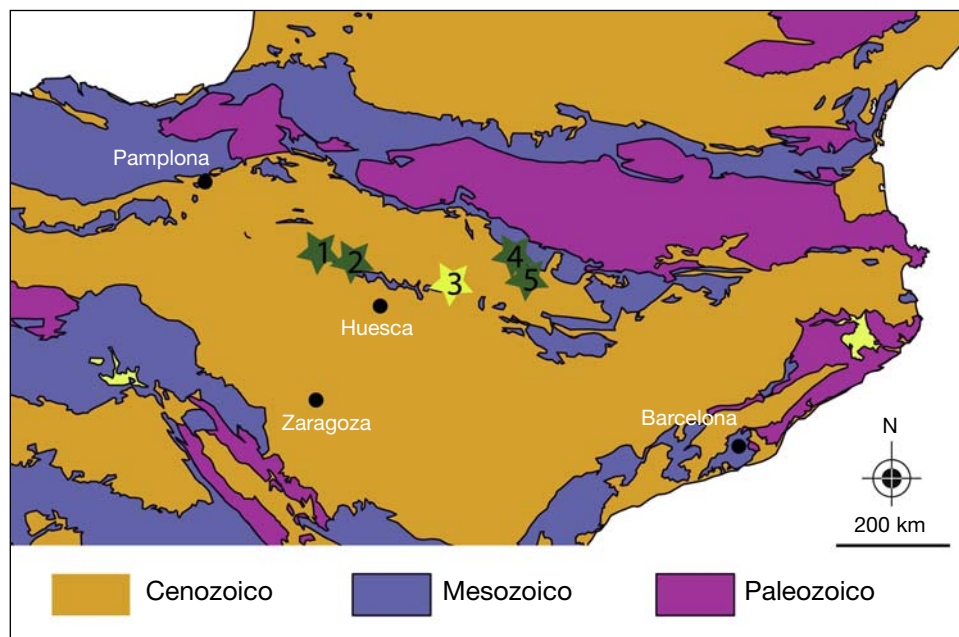


Fig. 1. Yacimientos con fósiles oológicos de la provincia de Huesca. 1. La Raya – Souquet. 2. Ermita de Santa Marina. 3. Castejón de Sobrarbe. 4. Veracruz 1. 5. Blasi 2b.

El yacimiento de Blasi 2b es diferente de todos los de su entorno. Mientras en Blasi 1 y 3 y en Elías se recuperan macrofósiles de gran tamaño, Blasi 2b es un yacimiento de microvertebrados. Estos yacimientos se trabajan de una forma diferente, ya que los fósiles que contienen no pueden ser identificados a simple vista. Los paleontólogos recogemos roca del yacimiento (en Blasi 2b, más de 3 toneladas) que disgregamos en el laboratorio con ayuda de agua y compuestos químicos (normalmente, agua oxigenada, pero en ocasiones ácidos o detergentes y productos anticál). Esta roca disgregada se pasa después a través de una serie de tamices de luces de malla decreciente. De esta forma se obtienen unos concentrados que después son triados con ayuda de un microscopio y se separan uno a uno los fósiles del resto de fragmentos de roca con ayuda de un pincel. Es un proceso laborioso que puede llevar semanas.

La diversidad de cáscaras de dinosaurios terópodos en Blasi 2b es inusual. LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols. (2001) describen hasta seis tipos de cáscaras terópodos diferentes. Considerando que los huevos de terópodo son asimétricos y que algunos tipos de cáscara pueden pertenecer a diferentes áreas del huevo, como los polos y el ecuador, es posible que en Blasi 2b esté registrada la presencia de cuatro dinosaurios terópodos diferentes que anidaban en el entorno. Además, este yacimiento permitió identificar cáscaras de huevo de crocodilomorfo, identificado como Megaloolithidae por LÓPEZ-MARTÍNEZ y cols. (2001) en un trabajo de referencia que ha tenido un gran impacto en nuestro conocimiento sobre la cáscara de huevo del grupo que incluye a los cocodrilos actuales y sus ancestros más cercanos (MORENO-AZANZA y cols., 2014; PÉREZ-PUEYO y cols., 2021, en prensa). Estas cáscaras, muy poco abundantes en Blasi 2b, han aparecido en un yacimiento recientemente descubierto, Veracruz 1, en el término municipal de Beranuy (PÉREZ-PUEYO y cols., 2019). Nuestro equipo está trabajando con ellas y posiblemente representarán el primer ootaxón, o especie de huevo fósil, descrito en el Pirineo aragonés.

Finalmente, no podemos dejar de hablar de un estudio muy reciente que ha descrito una inesperada acumulación de cáscaras de huevo de tortugas en la localidad de Castejón de Sobrarbe (MORENO-AZANZA y cols., 2021). Este yacimiento es mucho más moderno, perteneciente a la época del Eoceno, en torno a unos 42 millones de años. El yacimiento de CS-42

es mundialmente conocido por ser la localidad donde se describió el sirenio *Sobrarbesiren cardieli*, ancestro de los manatíes y dugongos actuales (BERENGUER y cols., 2018), además de varios caparazones de la tortuga *Eocnochelus eremberti* (PÉREZ-GARCÍA y cols., 2021), una tortuga costera que se conoce en el registro fósil de Francia y Bélgica. En este yacimiento, buscando otros pequeños animales que hubieran convivido con *Sobrarbesiren* mediante el proceso de lavado antes descrito, descubrimos que el fósil más habitual eran los fragmentos diminutos de cáscaras de huevo de tortuga. Se han recuperado decenas de miles de fragmentos de estos huevos, todos de un tamaño inferior a 0,5 centímetros y pertenecientes al mismo ootaxón. El estudio de la sedimentología y la tafonomía del yacimiento nos ha permitido interpretarlo como un canal abandonado donde se acumularon los restos de una gran área de nidificación de tortugas, destruida probablemente por una tormenta que arrasó el delta de Sobrarbe.

PARADA 1. CONTEXTO GEOLÓGICO DE LAS SIERRAS EXTERIORES

Los Pirineos son una cadena montañosa que limita la península ibérica por el norte. Con una dirección noroeste-sureste, se corresponde con un cinturón de pliegues y cabalgamientos formados por la colisión de las placas ibérica y europea iniciada al final del Cretácico y que continuó hasta el Mioceno temprano (GARRIDO-MEGÍAS y RÍOS, 1972; PUIGDEFÁBREGAS y SOUQUET, 1986). En el lado ibérico de los Pirineos, de vergencia sur, se pueden distinguir cuatro grandes dominios: la Zona Axial, conformada por materiales paleozoicos, y las Sierras Interiores y Exteriores, independizadas por la cuenca eocena de Jaca y compuestas por una serie de cabalgamientos que afectan a materiales mesozoicos y cenozoicos (fig. 2).

Las Sierras Exteriores se formaron en el último pulso orogénico, post-Eoceno, cuando las láminas de cabalgamiento de Gavarnie y Guarga se emplazaron hacia el sur, elevando la cordillera sobre la cuenca del Ebro, gracias a la existencia de niveles de despegue formados por evaporitas triásicas. Así, las Sierras Exteriores son una serie de relieves que engloban materiales mesozoicos y del Cenozoico temprano superpuestos de forma discordante. Dentro de este dominio, los niveles que contienen huevos de dinosaurio se hallan en el tramo de la sierra de Loarre y se corresponden con una sucesión

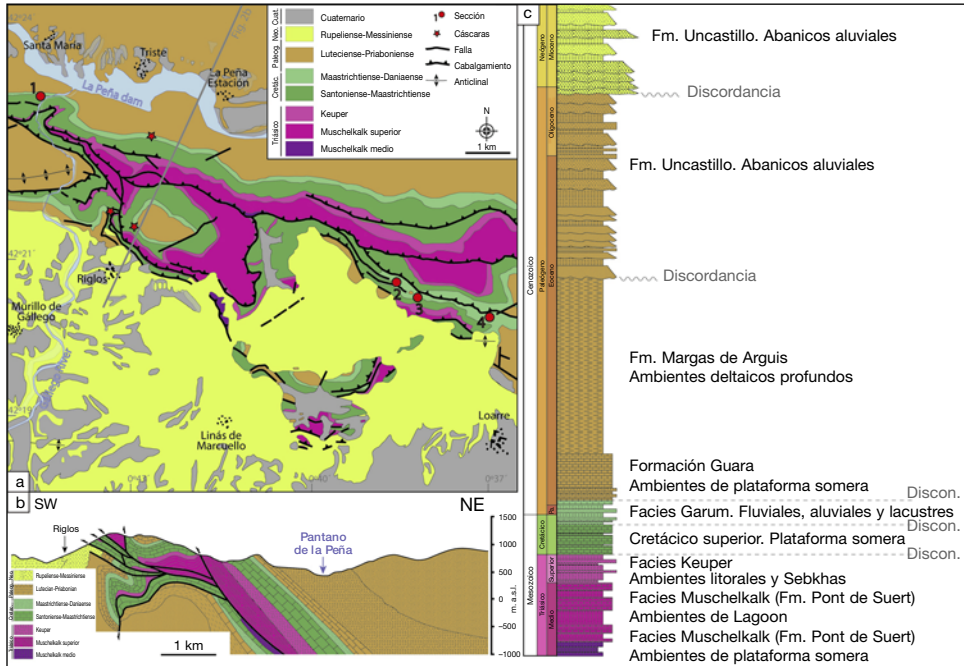


Fig. 2. Contexto geológico de los yacimientos paleontológicos de las Sierras Exteriores. a) Mapa geológico, modificado de García-Sansegundo y cols., 2009. b) Corte geológico que muestra la estructura de las Sierras Exteriores, modificado de Teixell y García-Sansegundo (1995). c) Perfil estratigráfico sintético del área de estudio.

de depósitos del Maastrichtiense (Cretácico superior), que se encuentran directamente apoyados sobre un nivel de despegue triásico y sobre los que se disponen las calizas de alveolinas de Guara (Eoceno temprano).

La sucesión estratigráfica del final del Cretácico en las Sierras Exteriores es más o menos similar a la de otras regiones pirenaicas, aunque presenta ciertas peculiaridades locales, y los materiales han recibido diversas nomenclaturas en las diferentes regiones. Existe una unidad inferior más carbonatada, de edad probablemente Campaniense – Maastrichtiense, que representa depósitos de plataforma marina somera, y una unidad superior terrígena depositada en ambientes continentales de edad Maastrichtiense – Daniense (PUEYO y cols., 2016).

La unidad terrígena superior, denominada tradicionalmente *facies Garum*, está dominada por una sucesión de arcillas rojas y naranjas con abundantes

paleosuelos. Sobre ella se observan estratos canaliformes de areniscas y ocasionales conglomerados, que pasan verticalmente a arcillas rojas. Hacia el techo de la unidad se observan unas características calizas blancas. Toda la unidad presenta evidencias de exposición subaérea constante, marcada por procesos pedogénicos. Esta sucesión representa una regresión, que es observada en todo el Cretácico superior pirenaico y que en las Sierras Exteriores se refleja en el paso de depósitos marinos someros a una llanura aluvial en ambientes fluviales, con algunos momentos de sedimentación marcadamente lacustre. Es en estas facies de llanura aluvial donde abundan los fragmentos de cáscara, huevos y puestas de dinosaurios.

PARADA 2. EL PRIMER REGISTRO DE HUEVOS DE DINOSAURIO DE HUESCA: LA RAYA – SOUQUET

La primera cita de huevos de dinosaurio de las Sierras Exteriores se la debemos al geólogo francés Pierre Souquet. En su tesis doctoral de 1967 Souquet estudia la estratigrafía de las Sierras Exteriores en Cataluña, Aragón y Navarra. Conocedor de los yacimientos de Lérida, no tardó en identificar correctamente unos pequeños fragmentos de cáscara cuando los encontró en el corte de la carretera de Murillo de Gállego hacia el pantano de La Peña (figs. 3 y 4) (SOUQUET, 1967: 387, traducido del francés original):

En toda la extensión de las sierras aragonesas, las formaciones continentales del *Garum* se superponen directamente a las calizas con *Hippurites* del Campaniense [...] El *Garum* está representado allí por una unidad de arenisca-arcillosa roja, de unos 50 metros, que proporciona restos de huevos de dinosaurio, un poco más abajo del pantano de La Peña.

Efectivamente, tras pasar Riglos en dirección norte, la carretera corta una franja de materiales de la facies Garum de 20 metros de espesor, que descansa sobre las calizas marinas del Campaniense – Maastrichtiense e incluye facies lacustres a techo de la sucesión. A mitad de esta se puede observar un estrato rojizo / morado donde se pueden observar abundantes fragmentos de cáscara de huevo en la base, algunos representando contornos de huevos completos colapsados, y que se vuelven paulatinamente más escasos hacia el techo. El yacimiento, conocido como La Raya – Souquet, no ha sido trabajado en extensión. Sin embargo, un análisis preliminar de



Fig. 3. El yacimiento La Raya – Souquet visto desde la carretera de Murillo de Gállego.



Fig. 4. Fragmentos de cáscara de huevo de dinosaurios saurópodos *in situ* en el yacimiento La Raya – Souquet.

las cáscaras muestra que son cáscaras de huevo de unos 2 milímetros de espesor, con estructura de cáscara discretiesferulítica y ornamentación compactituberculada de las superficies externas. El sistema de poros es tubocanaliculado y, si bien no se han podido observar poros secundarios, el resto de las características diagnósticas permiten una asignación previa tentativa como *Megaloolithus sirugei*, un ootaxón de cáscaras de huevo de saurópodo frecuente en los yacimientos catalanes y franceses que generalmente es recuperado en afloramientos correspondientes al magnetocron C31r, en el Maastrichtiense inferior (FONDEVILLA y cols., 2019).

PARADA 3. EL YACIMIENTO ERMITA DE SANTA MARINA

El yacimiento Ermita de Santa Marina (municipio de Loarre) es un afloramiento de 500 metros cuadrados ubicado en las capas sobre las que se apoya esta ermita, al que se puede acceder desde una pista forestal que sale desde la carretera del castillo de Loarre (fig. 5). El nivel fosilífero, de casi 2



Fig. 5. Vista del yacimiento Ermita de Santa Marina desde la pista de acceso.

metros de espesor, está formado predominantemente por arcillas afectadas por una gran variedad de procesos pedogénicos y contiene fragmentos de cáscara de huevo en toda su extensión. Se pueden reconocer tres tipos de facies en este nivel. Las de tipo I, con una matriz rojiza y gran presencia de manchas grises y amarillentas. Abundan los nódulos de carbonato y superficies estriadas, mientras que los rizolitos son estrechos y muy escasos. Se interpretan como paleosuelos bien drenados. Las facies tipo II son arcillas grises que pasan a violáceas. Son más carbonatadas que las de tipo I y presentan porosidad fenestral y evidencias de sucesivos procesos de disolución-dolomitización. Abundan los nódulos carbonatados y rizolitos más gruesos que en la facies tipo I. Este nivel es el que ha producido las grandes acumulaciones de cáscaras de huevo y huevos completos (fig. 6). Finalmente, las facies tipo III son similares a las tipo I pero de grano marcadamente más grueso, y, aunque no se observan rizolitos ni nódulos, abundan las fracturas. Las facies II y III se han interpretado como paleosuelos mal drenados.

Tras el inesperado descubrimiento, un equipo de la Universidad de Zaragoza, en colaboración con la Universidade Nova de Lisboa, y un técnico de



Fig. 6. Un huevo de dinosaurio saurópodo en la superficie del yacimiento.

la Dirección General de Patrimonio Cultural se desplazaron al afloramiento en enero de 2020. En los primeros cinco minutos de prospección se localizaron media docena de huevos más o menos completos, por lo cual se solicitaron los permisos necesarios para realizar una excavación sistemática.

En septiembre de 2020 un equipo de veinte personas, en turnos rotatorios de un máximo de diez personas, inició la primera fase de excavación del yacimiento de Ermita de Santa Marina, que se prolongaría más de un mes. Se han identificado cuatro grandes acumulaciones que contienen más de seis huevos, y alguna de ellas, hasta una veintena. Por el momento se han extraído dos de estas acumulaciones. En total se calcula que, en esta primera campaña, se han identificado un total de sesenta huevos y miles de fragmentos de cáscara de huevo (figs. 7 y 8).

Los huevos son subsféricos, aunque se encuentran marcadamente achatados en el eje vertical, probablemente por efecto de la carga litostática. Tienen un diámetro de unos 15 centímetros y las cáscaras de huevo presentan un espesor medio de en torno a 3 milímetros, aunque se han recuperado algunos fragmentos de cáscara con espesores superiores a 1 centímetro, lo

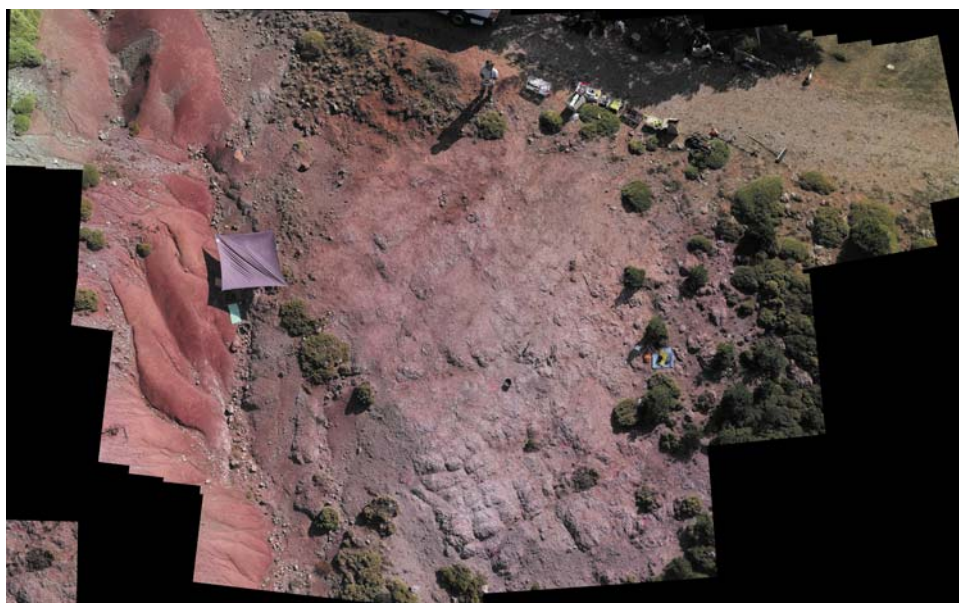


Fig. 7. Panorama de imágenes de dron donde se observa toda la extensión del área fosilífera.



Fig. 8. Uno de los huevos de saurópodo recuperado en Ermita de Santa Marina tras su preparación.

que las convierte en unas de las cáscaras más gruesas del registro fósil. La cáscara de huevo es discretisferulítica, con unidades de cáscara muy alargadas y sistema de poros tubocanaliculados. No se ha identificado un sistema de poros horizontal secundario, pero algunas unidades parecen abortadas a mitad de crecimiento, dando lugar a conexiones entre los poros. La superficie externa es compactituberculada. Los huevos, aunque con cáscara ligeramente más gruesa que los del yacimiento de La Raya – Souquet, pueden ser atribuidos a *Megaloolithus sirugei*, de acuerdo con su tamaño, el espesor de la cáscara, la ultraestructura y la ornamentación de la superficie externa. Sin embargo, es necesario explorar la existencia de este sistema de poros secundario, que se considera diagnóstico de la ooespecie pero que puede estar enmascarado por procesos de recristalización en las muestras observadas.

Finalmente, por encima del nivel más fosilífero, en las facies tipo III se han recuperado abundantes fragmentos de cáscara de huevo. Además de cáscaras de huevo de saurópodo, se han identificado cáscaras de huevo de por lo

menos dos dinosaurios terópodos (*Prismatoolithus* sp. y *Pseudogeckoolithus* sp.) y posibles cáscaras de huevo de cocodrilos.

Los trabajos de excavación del yacimiento de Ermita de Santa Marina está previsto que continúen durante los próximos años. La superficie de afloramiento está limitada por un área forestada, pero trabajos de prospección preliminar han permitido identificar cáscaras de huevo a 2 kilómetros al este del yacimiento y en diversos puntos intermedios entre este y el yacimiento de La Raya – Souquet, 8 kilómetros al oeste. La evidencia actual sugiere que allí donde afloran los niveles basales de las facies Garum aparecen las cáscaras de huevo, por lo que puede ser considerado como un megayacimiento de 10 kilómetros de extensión, aunque en gran parte de difícil acceso. Así pues, el registro oológico de las Sierras Exteriores pirenaicas está a la par de sus equivalentes francés y catalán (figs. 9 y 10).

Queda por determinar la edad de estos yacimientos. Como se ha comentado anteriormente, PUEYO y cols. (2016) atribuyen el tramo detrítico del Garum al magnetocron C29r, el último del Cretácico. Sin embargo, *Megaloolithus*



Fig. 9. Gran parte del trabajo de excavación es realizado con martillos neumáticos.



Fig. 10. El trabajo de delimitación de los huevos se lleva a cabo con herramientas manuales.

sirugei está restringido al magnetocron C31n (FONDEVILLA y cols., 2019). Es necesario realizar un nuevo estudio cronoestratigráfico en el entorno del yacimiento para evaluar si la datación es correcta o si, por el contrario el saurópodo productor de la ooespecie *Megaloolithus* sobrevivió durante todo el Maastriichtense y prefirió los ambientes fluviales de la zona ahora ocupada por las Sierras Exteriores para anidar los últimos 3 millones de años del Cretácico.

PARADA 4. EL FUTURO LOARREG PALEOLAB

La actuación paleontológica en el yacimiento Ermita de Santa Marina despertó un gran interés mediático, con noticias en prensa escrita, internet, radio y televisión en más de sesenta medios locales, nacionales e internacionales. La historia del *paleo-runner*, que ya había ocurrido en otros puntos de Europa, atrajo la atención de cientos de curiosos al yacimiento, de modo que fue necesario delimitar la zona de trabajo y organizar visitas. Además, se impartieron varias conferencias en las localidades de Loarre y Sarsamarcuello para divulgar el descubrimiento (fig. 11).



Fig. 11. Parte del equipo de excavación de 2020. De izquierda a derecha: Diego Castanera, Raquel Moyá-Costa, Jara Parrilla, Ester Díaz Berenguer, Miguel Moreno-Azanza, Víctor Beccari, Carmen Núñez, Sergio Rasal, Eduardo Medrano, Lope Ezquerro, Laura de Jorge, Eduardo Puértolas-Pascual y Alexandra E. Fernandes.

Dado el gran potencial del yacimiento Ermita de Santa Marina y la necesidad de preparación de los materiales fósiles extraídos, con algunas momias de gran volumen y más de 1 tonelada de peso, se determinó la necesidad de crear un laboratorio / museo en la localidad de Loarre. Su objetivo es doble: avanzar en la preparación y el estudio del yacimiento y comenzar su divulgación involucrando a la población local en el descubrimiento desde el minuto cero para que de esta forma contribuyan a su protección. El acceso al yacimiento resulta sencillo y el riesgo de expolio pequeño, ya que es necesario utilizar maquinaria para extraer los huevos. Por todo esto se consideró que informar a la población local era la forma más eficiente de mantener el yacimiento vigilado, en colaboración con la patrulla local del Seprona, que fue convenientemente informada de la localización y de las necesidades de protección de esta área paleontológica.

El laboratorio, cuya construcción se previó para mediados del verano de 2021, incluirá un área musealizada con una interpretación del yacimiento y un área de preparación visitable. El edificio elegido para el laboratorio / museo ha sido donado por el Ayuntamiento de Loarre y se encuentra a la entrada del núcleo urbano con la finalidad de incrementar el volumen de turismo que accede al municipio, atrayendo a parte de los cerca de cien mil visitantes anuales que recibe el castillo de Loarre.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio está cofinanciado por los proyectos PTDC/CTA-PAL/31656/2017 y GeoBioTEc: UIDB/04035/2020, de la Fundação para a Ciência e a Tecnologia de Portugal; el proyecto CGL2017-85038-P, del Ministerio de Ciencia e Innovación de España; el European Regional Development Fund, y el Gobierno de Aragón (Grupo Aragosaurus: Recursos Geológicos y Paleoambientes). Uno de los autores (Manuel Pérez-Pueyo) está becado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Beca FPU 16/03064).

Agradecemos la colaboración del Ayuntamiento de Loarre, sin el cual sería imposible realizar las campañas de excavación, y a las gentes de Loarre y Sarsamarcuello, su apoyo y su demostrado interés. Las actuaciones paleontológicas fueron realizadas con los correspondientes permisos de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón (expedientes 020/2020 y 020b/2020).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAVO, A. M., y R. GAETE (2015). Titanosaur eggshells from the Tremp Formation (Upper Cretaceous, Southern Pyrenees, Spain). *Hist. Biol.*, 27: 1079-1089 <<https://doi.org/10.1080/08912963.2014.934231>>.
- CHIAPPE, L. M., R. A. CORIA, L. DINGUS, F. JACKSON, A. CHINSAMY y M. FOX (1998). Sauropod dinosaur embryos from the Late Cretaceous of Patagonia. *Nature*, 396: 258-261 <<https://doi.org/10.1038/24370>>.
- CHOI, S., M. MORENO-AZANZA, Z. CSIKI-SAVA, E. PRONDVAI e Y.-N. LEE (2020). Comparative crystallography suggests maniraptoran theropod affinities for latest Cretaceous European 'geckoid' eggshell. *Pap. Palaeontol.*, n/a <<https://doi.org/10.1002/spp2.1294>>.

- DEPERET, C. (1900). Sur les Dinosauriens des étages de Rognac et de Vitrolles du pied de la Montagne-Noire. *Comptes-Rendus l'Académie Sci.*, 130: 637-639.
- DÍAZ-BERENGUER, E., A. BADIOLA, M. MORENO-AZANZA y J. I. CANUDO (2018). First adequately-known quadrupedal sirenian from Eurasia (Eocene, Bay of Biscay, Huesca, northeastern Spain). *Scientific reports*, 8 (5127): 1-13 <<https://cutt.ly/CQKLtkQ>>.
- DÍEZ DÍAZ, V., T. TORTOSA y J. LE LOEUFF (2013). Sauropod diversity in the Late Cretaceous of southwestern Europe: The lessons of odontology. *Ann. Paléontol.*, 99: 119-129 <<https://doi.org/10.1016/j.annpal.2012.12.002>>.
- FONDEVILLA, V., V. RIERA, B. VILA, A. G. SELLÉS, J. DINARÈS-TURELL, E. VICENS, R. GAETE, O. OMS y À. GALOBART (2019). Chronostratigraphic synthesis of the latest Cretaceous dinosaur turnover in south-western Europe. *Earth-Sci. Rev.*, 191: 168-189 <<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.01.007>>.
- GARCIA, G. (2000). Diversité des coquilles “Minces” d’œufs fossiles du Crétacé supérieur du Sud de la France. *Geobios*, 33: 113-126 <<https://cutt.ly/dQKLVUF>>.
- GARCÍA-SANSEGUNDO, J., M. J. MONTES y E. A. GARRIDO SCHNEIDER (2009). *Memoria explicativa del Mapa geológico de España. Escala 1 : 50 000, hoja n.º 209 (Agüero)*. 2.ª serie MAGNA, pp. 1-50. IGME. Madrid.
- GARRIDO-MEGÍAS, A., y J. M. RÍOS (1972). Síntesis geológica del Secundario y Terciario entre los ríos Cinca y Segre (Pirineo central de la vertiente surpirenaica, provincias de Huesca y Lérida). *Boletín Geológico y Minero de España*, 83: 1-47.
- KUNDRÁT, M., R. A. CORIA, T. W. MANNING, D. SNITTING, L. M. CHIAPPE, J. NUDDS y P. E. AHLBERG (2020). Specialized craniofacial anatomy of a titanosaurian embryo from Argentina. *Curr. Biol.*, 30/21: 4263-4269.e2 <<https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.07.091>>.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., J. J. MORATALLA y J. L. SANZ (2000). Dinosaurs nesting on tidal flats. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 160: 153-163 <<https://cutt.ly/fQKZgJi>>.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., J. I. CANUDO, L. ARDÈVOL, X. P. SUBERBIOLA, X. ORUE-ETXEARRIA, G. CUENCA-BESCÓS, J. I. RUIZ-OMEÑACA, X. MURELAGA y M. FEIST (2001). New dinosaur sites correlated with Upper Maastrichtian pelagic deposits in the Spanish Pyrenees: implications for the dinosaur extinction pattern in Europe. *Cretac. Res.*, 22: 41-61 <<https://doi.org/10.1006/cres.2000.0236>>.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., y E. VICENS (2012). A new peculiar dinosaur egg, *Sankofa pyrenaica* oogen. nov. oosp. nov. from the Upper Cretaceous coastal deposits of the Aren Formation, south-central Pyrenees, Lleida, Catalonia, Spain. *Palaeontology*, 55: 325-339 <<https://doi.org/10.1111/j.1475-4983.2011.01114.x>>.
- MATHERON, P. (1869). *Notice sur les reptiles fossiles des dépôts fluvio-lacustres crétacés du bassin à lignite de Fuveau*. F. Savy. París.
- MORENO-AZANZA, M., B. BAULUZ, J. I. CANUDO, E. PUÉRTOLAS-PASCUAL y A. G. SELLÉS (2014). A re-evaluation of aff. *Megaloolithidae* eggshell fragments from the uppermost Cretaceous of the Pyrenees and implications for crocodylomorph eggshell structure. *Hist. Biol.*, 26: 195-205 <<https://doi.org/10.1080/08912963.2013.786067>>.

- MORENO-AZANZA, M., E. DÍAZ-BERENQUER, R. SILVA-CASAL, A. PÉREZ-GARCÍA, A. BADIOLA y J. I. CANUDO (2021). Recognizing a lost nesting ground: First unambiguous Testudines eggshells from the Eocene, associated with the pleurodiran Eocnochelus (Huesca, Northern Spain). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 576: 110526 <<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2021.110526>>.
- PÉREZ-GARCÍA, A., E. DÍAZ-BERENQUER, A. BADIOLA y J. I. CANUDO (2021). An unexpected finding: Identification of the first complete shell of the Franco-Belgian middle Eocene littoral pleurodiran turtle Eocnochelus eremberti in Spain. *Hist. Biol.*, 33: 527-533.
- PÉREZ-PUEYO, M., V. GILBERT, M. MORENO-AZANZA, E. PUÉRTOLAS-PASCUAL, B. BÁDENAS y J. I. CANUDO (2019). Late Maastrichtian fossil assemblage of Veracruz 1 site (Beranuy, NE Spain): Wildfires y bones in a transitional environment. En *VIII Jornadas Internacionales sobre Paleontología de Dinosaurios y su Entorno*: 111-113. Salas de los Infantes (Burgos).
- PÉREZ-PUEYO, M., M. MORENO-AZANZA, C. NÚÑEZ-LAHUERTA, E. PUÉRTOLAS-PASCUAL, B. BÁDENAS y J. I. CANUDO (2021, en prensa). Eggshell association of the Late Maastrichtian (Late Cretaceous) at Blasi 2B fossil site: A scrambled of vertebrate diversity. *Ciências da Terra-Procedia*, 1: 58-61.
- POUECH, J.-J. (1859). Mémoire sur les terrains tertiaires de l'Ariège rapportés à une coupe transversale menée de Fossat à Aillères, passant par le Mas d'Azil et projetée sur le méridien de ce lieu. *Bull. Société Géologique de France*, 2^e sér., 16: 381-411.
- PUÉRTOLAS, E., J. I. CANUDO y P. CRUZADO-CABALLERO (2011). A new crocodylian from the late Maastrichtian of Spain: Implications for the initial radiation of crocodyloids. *PLoS ONE*, 6: e20011 <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020011>>.
- PUEYO, E. L., E. SÁNCHEZ, J. I. CANUDO, X. PEREDA-SUBERBIOLA, E. PUÉRTOLAS-PASCUAL, J. PARRILLA-BEL, P. CRUZADO-CABALLERO, M. PÉREZ-PUEYO y F. COMPAIRED (2016). Magnetostratigrafía del Cretácico superior del sector occidental de las Sierras Exteriores (Pirineo occidental): implicaciones bioestratigráficas. *Geo-Temas*, 16: 909-912.
- PUIGDEFÁBREGAS, C., y P. SOUQUET (1986). Tecto-sedimentary cycles y depositional sequences of the Mesozoic y Tertiary from the Pyrenees. *Tectonophysics*, 129 (1-4): 173-203.
- SANDER, P. M., C. PEITZ, J. GALLEMÍ y R. COUSIN (1998). Dinosaurs nesting on a red beach? *Comptes Rendus Académie Sci. – sér. IIA – Earth Planet. Sci.*, 327: 67-74 <[https://doi.org/10.1016/S1251-8050\(98\)80020-7](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(98)80020-7)>.
- SANDER, P. M., C. PEITZ, F. D. JACKSON y L. M. CHIAPPE (2008). Upper Cretaceous titanosaur nesting sites y their implications for sauropod dinosaur reproductive biology. *Palaeontogr. Abt.*, A: 69-107 <<https://doi.org/10.1127/pala/284/2008/69>>.
- SANZ, J. L., J. J. MORATALLA, M. DÍAZ-MOLINA, N. LÓPEZ-MARTÍNEZ, O. KÁLIN y M. VIANEY-LIAUD (1995). Dinosaur nests at the sea shore. *Nature*, 376: 731-732 <<https://cutt.ly/vQKZLMq>>.

- SELLÉS, A. G., A. M. BRAVO, X. DELCLÒS, F. COLOMBO, X. MARTÍ, J. ORTEGA-BLANCO, C. PARELLADA y À. GALOBART (2013). Dinosaur eggs in the Upper Cretaceous of the Coll de Nargó area, Lleida Province, south-central Pyrenees, Spain: Oodiversity, biostratigraphy and their implications. *Cretac. Res.*, 40: 10-20 <<https://cutt.ly/EQKZ9d8>>.
- SELLÉS, A. G., B. VILA y À. GALOBART (2014a). *Spheroolithus europaeus*, oosp. nov. (late Maastrichtian, Catalonia), the youngest oological record of hadrosauroids in Eurasia. *J. Vertebr. Paleontol.*, 34: 725-729 <<https://doi.org/10.1080/02724634.2013.819360>>.
- SELLÉS, A. G., B. VILA y À. GALOBART (2014b). Diversity of theropod ootaxa and its implications for the latest Cretaceous dinosaur turnover in southwestern Europe. *Cretac. Res.*, 49: 45-54 <<https://doi.org/10.1016/j.cretres.2014.02.004>>.
- SELLÉS, A. G., y À. GALOBART (2016). Reassessing the endemic European Upper Cretaceous dinosaur egg *Cairanoolithus*. *Hist. Biol.*, 28: 583-596 <<https://cutt.ly/sQKZ87y>>.
- SOUQUET, P. (1967). *Le Crétacé supérieur sud-pyrénéen en Catalogne, Aragon et Navarre*. Thèse d'État. Université de Toulouse.
- TEIXELL, A., y J. GARCÍA-SANSEGUNDO (1995). Estructura del sector central de la cuenca de Jaca (Pirineos meridionales). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 8: 207-220.
- VIANEY-LIAUD, M., y N. LÓPEZ-MARTÍNEZ (1997). Late Cretaceous dinosaur eggshells from the Tremp Basin, southern Pyrenees, Lleida, Spain. *J. Paleontol.*, 71: 1157-1171 <<https://doi.org/10.1017/S002233600003609X>>.
- VILA, B., F. D. JACKSON, J. FORTUNY, A. G. SELLÉS y À. GALOBART (2010). 3-D modelling of megaloolithid clutches: insights about nest construction y dinosaur behaviour. *PLOS ONE*, 5: e10362 <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010362>>.

**COMUNICACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA
DE LA PALEONTOLOGÍA:
DIDÁCTICA, HISTORIA Y FUTURO**

LUCAS MALLADA, 23: 85 a 86

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

GAME-BASED LEARNING OF PALEONTOLOGY AND EVOLUTION CONCEPTS: APPLICATION TO CURRICULA CONTENTS OF THE SPANISH SECONDARY EDUCATION

Abel ACEDO PEÑATO¹ | Virginia SANZ PÉREZ² |
María Dolores LÓPEZ CARRILLO¹ | Omid FESHARAKI³

Game-based learning consists of planning activities that have the elements of any game applied to the objective of teaching a series of specific concepts or assessing students' knowledge, skills and attitudes. The cooperative activity Paleontological Among Us, implemented and carried out with secondary school students from Madrid, is presented. In this adaptation of the popular game, the background is that several paleontologists (the students) travel back in time to laboratories set up in each of the three Phanerozoic eras. However, they get trapped and have to carry out a series of missions to fix the time machine mechanism and return to the present. One of them will play the role of the impostor and his task will be to ensure the failure of the mission.

¹ Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias. Sección Biología. Universidad de Alcalá. Carretera Madrid – Barcelona, km 33,600. E-28802 Alcalá de Henares (Madrid). abacedop@gmail.com, mariadolores.lopez@uah.es

² Departamento de Biología y Geología. IES Alcal'a Nahar. C/ Ávila, 1. E-28804 Alcalá de Henares (Madrid). virginia.sanzperez@educa.madrid.org

³ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. omidfesh@ucm.es

For each of the three eras, a game-board has been designed based on the international chronostratigraphic table. The missions consist of completing, within a given time, cards of real biological, geological and climatic events. Each “event card” contains a description of the event with blanks, which must be filled in with “mystery cards”.

The members of each group must discuss to decide which “mystery cards” correctly fill in the blanks on the “event cards”. To make the game more dynamic, there are clues on many of the cards, all of which have a background image that can help solve the event. The impostor’s card contains false information about each event, which he/she must use to deceive his/her classmates.

The analysis of pre- and post-activity questionnaires shows that, in general, pupils have acquired and/or strengthened their knowledge of Geological Time, fossilisation process, dating methods, the great extinctions and specific events of each era. In addition, it has been a good support for the introduction of concepts related to paleontological heritage and the importance of its preservation.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al profesorado del Departamento de Biología y Geología del IES Alkal’a Nahar su predisposición para ayudar en todo momento durante el desarrollo de la propuesta que aquí se presenta, así como sus sugerencias y comentarios de cara a la puesta en práctica de la actividad en el aula.

LUCAS MALLADA, 23: 87 a 88

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

LA MEZQUITA-CATEDRAL DE CÓRDOBA COMO HERRAMIENTA EN LA ENSEÑANZA FORMAL

José AGUILAR DE DIOS¹ |
Eladio LIÑÁN² | María Eugenia DIES ÁLVAREZ³

Córdoba es una de las ciudades con más edificios de las épocas romana y árabe conservados. Las rocas que se utilizaron en su construcción contienen gran variedad de fósiles y, por ello, constituyen un museo natural al aire libre que es posible utilizar como georrecurso, no solo histórico-artístico o turístico, sino también educativo, ya que puede servir de herramienta para cubrir partes del currículo relacionadas con las ciencias en diversos niveles de enseñanza.

De entre todas las construcciones, destacamos su mezquita-catedral, monumento nacional desde 1882 y patrimonio de la humanidad desde 1984, que en 2019 tuvo más de dos millones de visitantes.

En esta comunicación, a partir de la observación de los materiales constructivos de la mezquita-catedral y del adyacente monumento Triunfo de San Rafael, se investiga sobre las diferentes facies cámbricas, jurásico-cretácicas y miocenas que los contienen, además de los grupos fósiles presentes en ellas

¹ C/ Cantueso, 31. E-14012 Córdoba. pepeaddl@hotmail.com

² Departamento de Ciencias de la Tierra – IUCA. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. Linan@unizar.es

³ Departamento de Didácticas Específicas – IUCA. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. medies@unizar.es

y su evolución (estromatolitos, arqueociatos, ammonites, foraminíferos, equinoideos o bivalvos).

Además de los aspectos litológicos, estratigráficos y paleontológicos, la determinación taxonómica de algunos de los grupos de fósiles y el medio de depósito que representan permiten abordar su comparación con faunas actuales y sus ecosistemas.

Por último, el estado de conservación de las rocas además aporta indicios para abordar la meteorización tanto física como química que han sufrido y su funcionamiento.

El resultado final es un itinerario donde la visita de estos fósiles se realiza siguiendo su orden estratigráfico y, por tanto, temporal, lo que aporta una visión amplia de la vida que habitó las cercanas montañas y, sumado a la historia de los monumentos que los contienen, proporciona una potente herramienta turística y educativa desde el punto de vista multidisciplinar que abordaría la geología, la biología, la física y la química.

Agradecimientos

Grupo de Referencia Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo), proyecto EDU2016-76743-P (MINECO).

LUCAS MALLADA, 23: 89 a 90

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

PALEONTOLOGÍA Y EVOLUCIÓN: APRENDIZAJE *ONLINE* A TRAVÉS DEL JUEGO Y LA EXPLORACIÓN

Laia ALEGRET¹

El uso de recursos *online* ha crecido de forma vertiginosa y se ha afianzado durante la pandemia de la COVID-19, llevando al ámbito virtual numerosas actividades que tradicionalmente se realizaban de forma presencial. La docencia de la paleontología no es una excepción. Aquí se presenta un ejemplo creado con anterioridad a la pandemia, pero que en el último año ha alcanzado récords de visitas. Se trata de un producto de aprendizaje sobre evolución, con el formato de un juego *online* de realidad virtual (<<https://vft.asu.edu/survive/>>) denominado *Surviving Extinction*. Se desarrolló en colaboración con la Universidad de Arizona ASU (Arizona State University), el Instituto Médico Howard Hughes, la NASA, la NSF y la Fundación Bill y Melinda Gates. El objetivo es promover una filosofía de enseñanza basada en la exploración de lo desconocido, en lugar de transmitir lo que se conoce. Huye de las prácticas tradicionales que enfatizan el dominio de los hechos y la enseñanza desde la autoridad, y se apoya en preguntas transdisciplinarias más que en disciplinas aisladas. Se diseñó una plataforma digital atractiva y adaptada a varios niveles. El juego ofrece un recorrido de 350 millones de años por la historia de la vida. A través de realidad virtual, explora los ambientes del pasado y analiza los caracteres que

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. laia@unizar.es

han ido heredando diversas especies actuales de sus ancestros, mostrando qué caracteres han llevado a los distintos grupos del pasado a extinguirse, o a sobrevivir. Sin necesidad de viajar físicamente, permite visitar y observar en detalle yacimientos de fósiles y afloramientos geológicos de África, América y Europa a través de excursiones virtuales inmersivas, donde un científico explica distintos aspectos sobre el terreno. Creado para los primeros cursos universitarios, su uso se ha popularizado también en la enseñanza preuniversitaria, y puede ser empleado por los docentes para la evaluación del aprendizaje.

Agradecimientos

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y FEDER (PID2019-105537RB-I00).

LUCAS MALLADA, 23: 91 a 92

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

LOS FÓSILES DEL HOSPITAL LA FE DE VALENCIA COMO RECURSO EN LA ENSEÑANZA DE LA PALEONTOLOGÍA A TRAVÉS DE LAS TIC

Cástor ARMAÑANZAS-ALPUENTE¹ | Álvaro PÉREZ-CRUZ² |
Miriam MARTÍNEZ-RASO² | Jesús GIMENO³ |
Ignacio GARCÍA-FERNÁNDEZ² | Óscar SANISIDRO⁴ |
Carlos MARTÍNEZ-PÉREZ^{1,5}

En el ámbito educativo cobran especial importancia las metodologías innovadoras que fomentan el proceso de enseñanza-aprendizaje, como las que integran las tecnologías de la información y la comunicación o TIC. Estas pueden combinarse con otros elementos para generar recursos que apoyen la enseñanza de los contenidos del currículum de las materias de Biología y Geología de la ESO y del Bachillerato, como es el caso de los relacionados con la paleontología. Asimismo, dichos recursos pueden aplicarse en

¹ Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva. Universitat de València. C/ Catedrático José Beltrán Martínez, 2. E-46980 Paterna (Valencia). aralca@alumni.uv.es, Carlos.Martinez-Perez@uv.es

² Escola Tècnica Superior d'Enginyeria. Universitat de València. E-46100 Burjassot (Valencia). ignacio.garcia@uv.es

³ IRTIC. Universitat de València. E-46980 Paterna (Valencia). jesus.gimeno@uv.es

⁴ Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de Alcalá. Plaza de San Diego, s/n. E-28801 Alcalá de Henares. oscarsanisidro@gmail.com

⁵ School of Earth Sciences, University of Bristol. 24 Tyndall Avenue. BS8 1TQ Bristol (Inglaterra, Reino Unido).

varios contextos educativos, como la educación en las aulas hospitalarias, que busca atender las necesidades académicas del alumnado hospitalizado para ayudar a prevenir y evitar el posible desfase formativo que pueden sufrir si su estancia es prolongada. En este sentido, en este artículo se presenta la creación de un nuevo recurso didáctico para tratar los conceptos paleontológicos en las aulas hospitalarias del Hospital Universitari i Politècnic La Fe de Valencia. Dicho recurso utiliza el patrimonio paleontológico y geológico contenido en las rocas marinas del Eoceno que componen las paredes del hospital, con el fin de elaborar una aplicación móvil que permita la adquisición de contenidos relacionados con la paleontología de un modo lúdico y activo. Para ello, se hacen uso de reconstrucciones de fósiles mediante modelos 3D y de técnicas realidad virtual y realidad aumentada. La aplicación se ha completado con el desarrollo de un itinerario dentro de las instalaciones del hospital y una colección paleontológica física compuesta por ejemplos de las mismas rocas ornamentales usadas para la construcción del hospital, con el objetivo principal de facilitar la utilización de la misma aplicación a personas con movilidad reducida. Esperamos que los nuevos recursos aquí presentados sirvan para mejorar tanto el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes hospitalizados como la divulgación de la paleontología en el ámbito hospitalario.

Agradecimientos

Agradecemos su ayuda a todos aquellos que han hecho posible este proyecto, en especial al personal del Hospital Universitari i Politècnic La Fe por permitirnos llevarlo a cabo en el mismo hospital, pese a la situación actual de pandemia. También agradecemos el soporte financiero concedido por las ayudas de la Paleontological Society y la PalAss.

LUCAS MALLADA, 23: 93 a 94

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

PARTICIPACIÓN DEL AULA DE EDUCACIÓN DE ADULTOS DE ATECA EN EL II CONGRESO DE GEOLOGÍA DE LA CORDILLERA IBÉRICA PARA ESCOLARES

Eva BENDICHO ROJO¹

El Aula de Educación de Ateca ha participado en el II Congreso de Geología de la Cordillera Ibérica para Escolares organizado en 2021 por el Gobierno de Aragón. Se ha realizado con alumnas de edades comprendidas entre 64 y 75 años, que no poseían estudios reglados, en algunos casos tan solo han estado escolarizadas uno o dos años, por haber tenido que empezar a trabajar, aún niñas, para ayudar en casa.

Para empezar, se dio una explicación etimológica del término *geología*. Posteriormente, se constató la enormidad de las fechas con las que íbamos a trabajar, para ello nos ayudamos de un ejemplo visual: un ovillo de lana, que representa la edad de la Tierra, con un cabo suelto cuya punta pintada de negro simboliza el periodo con presencia humana en nuestro planeta.

El estudio se basó en los fósiles de trilobites pertenecientes al periodo cámbrico, pero antes se consideró oportuno adquirir conocimientos sobre la evolución de la Tierra, incidiendo en distintos puntos como las divisiones geológicas para su estudio, las placas tectónicas, los estratos, la deriva

¹ Profesora de Educación de Adultos de Ateca. Urbanización Francisco de Goya, n.º 9. E-50230 Alhama de Aragón (Zaragoza). evabendicho@gmail.com

continental, el desarrollo de la vida o las grandes extinciones. Todo ello con la finalidad de que las alumnas adquirieran una noción básica sobre la evolución no solo geológica, sino también de la vida. El objetivo de tal explicación fue que asumiesen la idea de lo cambiante que ha sido la historia de nuestro planeta y se percatasen de lo erróneo de considerar el momento actual como inmutable.

Esta actividad se desarrolló en cinco jornadas. Cuatro de ellas en el Aula, dos de 120 minutos, en las que se intercambió exposición de conocimientos con actividades vinculadas a lo explicado y otras dos de 45 minutos, que consistieron en el intento de formar un “fósil”. Finalmente, se realizó una excursión por una zona próxima a Ateca donde se encuentran afloramientos del Cámbrico.

LUCAS MALLADA, 23: 95 a 96

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

PROYECTOS DIDÁCTICOS DE PALEONTOLOGÍA EN EL MEDIO RURAL: EL IES ZAURÍN (ATECA, ZARAGOZA)

María BLASCO LÁZARO¹

Desde hace varios cursos, el IES Zaurín apuesta por la innovación y la utilización del territorio en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Durante el curso 2020-2021 se han desarrollado numerosas iniciativas basadas en la didáctica de la geología y la paleontología:

- Congreso Científico para Escolares: Geología de la Cordillera Ibérica. Esta actividad, que ha celebrado su segunda edición, se enmarca en un Proyecto de Innovación Educativa intercentros en el que participan escolares de Secundaria, Infantil, Primaria y escuelas de adultos. Este año la temática ha sido el Cámbrico y se ha trabajado por los centros a través de los trilobites. Las principales actividades desarrolladas han sido:
 - Concurso de dibujo sobre trilobites (1.º de la ESO). También se expusieron el día del congreso. Esta actividad sirvió como evaluación del alumnado tras el trabajo con este grupo de animales en el aula.
 - Representación de la escala estratigráfica con diferentes recursos (Educación Infantil).

¹ IES Zaurín. Paseo Manubles, 6. E-50200 Ateca (Zaragoza). maria.blasco@ieszaurin.com

La cercanía del centro a los yacimientos cámbricos de la zona ha propiciado además la realización de actividades paleontológicas a través del programa Arraigo de la Diputación Provincial de Zaragoza, con un proyecto denominado *Tierras del Cámbrico*. Este programa ha permitido la realización del estudio del entorno geológico, llevando a cabo un mapa de enclaves de interés didáctico que se ha podido utilizar en las aulas de Secundaria. Se pretende así conseguir un catálogo de *geoentornos* de aprendizaje entre los que se encuentran los de valor paleontológico y que facilitarán las salidas al medio. Además, ha conllevado el inicio de la creación de un espacio museístico en el vestíbulo del instituto, con la puesta en valor de colecciones cedidas por aficionados que permiten su utilización didáctica en el centro.

Agradecimientos

Programa Arraigo de la Diputación Provincial de Zaragoza.

LUCAS MALLADA, 23: 97 a 98

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

LA UNIVERSIDAD PARA NIÑOS: UNA PUERTA DE ENTRADA DE LA PALEONTOLOGÍA EN LAS AULAS ESCOLARES

Amelia CALONGE GARCÍA¹ |

M.^a Dolores LÓPEZ CARRILLO¹ | Nieves HERNÁNDEZ ROMERO²

El programa Maestros entre Maestros surgió en la Facultad de Educación de la Universidad de Alcalá en 2013 con el propósito de situar la figura de los maestros en el lugar que por su relevancia le corresponde a nivel social y académico. En este marco se celebró el 175.º aniversario del inicio de la actividad docente en la Escuela Normal de Guadalajara, actual Facultad de Educación. Con motivo de esta efeméride se incorporaron otras iniciativas al programa tales como la de *Universidad para niños*, cuya finalidad era propiciar que los estudiantes de Magisterio lleven a la práctica proyectos realizados en las distintas asignaturas de sus estudios de grado con alumnado de Educación Infantil y Primaria de la provincia de Guadalajara. La iniciativa ha recibido una gran acogida, como lo avala el hecho de que la participación haya crecido exponencialmente desde su inicio, propiciando un entorno que facilita el intercambio de conocimientos y metodologías.

¹ Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Facultad de Educación. Universidad de Alcalá. C/ Madrid, 1. E-19001 Guadalajara. a.calonge@uah.es, mariadolores.lopez@uah.es

² Departamento de Ciencias de la Educación. Facultad de Educación. Universidad de Alcalá. C/ Madrid, 1. E-19001 Guadalajara. nieves.hernandez@uah.es

Una de las actividades propuestas es el taller denominado *El mundo de los fósiles*, que se ha desarrollado principalmente con alumnado de Educación Primaria. El objetivo de este taller es explicar algunos conceptos básicos de paleontología tales como *fósiles, fosilización, tipos de fósiles, evolución o extinción* a través de varias actividades, con la finalidad de fomentar en los niños la inquietud por la investigación y el conocimiento de los fósiles, dado que estos contenidos curriculares no se incluyen en el marco legal. El taller ha sido valorado muy positivamente por parte de todos los implicados, comprobando el alumnado universitario la idoneidad de sus propuestas y entrando en contacto directo con la realidad educativa.

A la vista de los resultados obtenidos en la implementación de este taller queremos destacar la alta motivación encontrada en los estudiantes y en los niños, al tiempo que favorece el aprendizaje significativo de los contenidos y el desarrollo de habilidades.

Agradecimientos

En este trabajo han participado activamente varios miembros del Grupo de Innovación titulado Desarrollo de competencias a través de técnicas de innovación docente, registrado en la UAH con la referencia UAH-GI20-138, y del Grupo de Investigación *Investiga, construye, crea*, registrado en la UAH con la referencia CS2019/563.

LUCAS MALLADA, 23: 99 a 100

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

NUEVAS HERRAMIENTAS PARA LA DIVULGACIÓN ONLINE DE LA PALEONTOLOGÍA: EVOLUCIONA O EXTÍNGUETE

Ane DE CELIS¹ | Leire PERALES-GOGENOLA² | Andrea GUERRERO¹ |
Iván NARVÁEZ^{1,3} | Fernando SANGUINO^{1,4,5} | Adrián PÁRAMO^{1,6} |
Aitziber SUÁREZ² | Carlos DE MIGUEL¹ | Elena CUESTA^{1,7} |
Fátima MARCOS-FERNÁNDEZ^{1,8} | Marcos MARTÍN-JIMÉNEZ¹ |
Marta ONRUBIA⁹ | Sandra BARRIOS – DE PEDRO¹⁰

La divulgación científica es un pilar fundamental para hacer que los resultados obtenidos mediante la investigación sean accesibles a la sociedad. La era digital y las nuevas tecnologías ofrecen posibilidades altamente atractivas para realizar esta transmisión de información en medios diferentes

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Paseo de la Senda del Rey, 9. E-28040 Madrid. ane.detecla@gmail.com, carlos.miguelchaves@gmail.com, guerbach@gmail.com, i.narvaez.padilla@gmail.com, fernand1988sg@gmail.com, adrian.paramo@uam.es, elena.cuesta@uam.es, famarcos@ucm.es, mmartinjimenez@gmail.com

² Departamento de Geología. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. E-48940. Leioa (Vizcaya). leire.perales@ehu.eus, aitziber.suarez@ehu.eus

³ Unidad de Cultura Científica. Universidad Autónoma de Madrid. Edificio Rectorado. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid.

⁴ Área de Paleontología. Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. E-21071 Huelva.

⁵ Laboratorio de Paleobiología. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. E-41092 Sevilla.

⁶ Centro de Interpretación Paleontológica de Igea – Gobierno de La Rioja. E-26525 Igea (La Rioja).

⁷ Bayerische Staatssammlung für Paläontologie und Geologie. 80333 Múnich (Alemania).

⁸ Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense de Madrid. C/Pintor el Greco, 2. E-28040 Madrid.

⁹ Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). E-28006 Madrid. marta.onrubia@mncn.csic.es

¹⁰ Unidad de Paleontología. Universidad Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid. sbarriosdepedro@gmail.com

a los tradicionales y más habituales, como son las revistas que redactan y difunden contenidos adaptados. Por otro lado, cabe destacar que en el marco de la educación obligatoria en España los contenidos sobre paleontología se tratan de forma somera y puntual.

En este contexto surge el juego de divulgación paleontológica “Evoluciona o extínguete”. El objetivo con el que se creó este juego fue el de dar visibilidad al trabajo de las paleontólogas y otras profesionales en este ámbito del conocimiento; también, para poner de manifiesto el abundante y valioso patrimonio paleontológico que posee España. Esta actividad es un recurso gratuito *online* alojado en la plataforma Genial.ly y orientado a alumnado de Educación Secundaria Obligatoria, aunque los resultados obtenidos tras la prueba piloto indican que también pueden participar personas de otros niveles académicos. El juego consta de un tablero de serpientes y escaleras con casillas que comprenden todas las eras y períodos geológicos dispuestos de forma ordenada. Los participantes deben escapar de la extinción avanzando en este tablero al responder correctamente preguntas acerca de paleontología. El juego contiene más de doscientas preguntas y en todas se incluyen explicaciones ilustradas acerca de la respuesta. Se han incluido referencias a más de un centenar de paleontólogas, geólogas y otras científicas relevantes tanto en la paleontología española como en la internacional. Además, entre las preguntas se incluyen muchas relacionadas con yacimientos y organismos fósiles de ámbito nacional, con el objetivo de fomentar el interés por el patrimonio paleontológico y promover por tanto que el público general sea consciente de su importancia y conservación.

Agradecimientos

Queremos agradecer a José Antonio Peñas el permitirnos utilizar su ilustración del dinosaurio *Vallibonavenatrix cani* como imagen de esta actividad en redes sociales. También agradecemos a los integrantes del ETE Program (Evolution of Terrestrial Ecosystems, National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington D. C., EE. UU.) el permitirnos adaptar el tablero de juego “Evolve or Perish” para desarrollar una nueva propuesta de actividad gratuita *online* de divulgación paleontológica.

LUCAS MALLADA, 23: 101 a 102

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

LA PALEO CON JUEGOS ENTRA: ACTIVIDADES LÚDICAS COMO MEDIO DE DIFUSIÓN DE LA PALEONTOLOGÍA AL GRAN PÚBLICO. EL CASO DEL YACIMIENTO DE LAS HOYAS (CUENCA)

Lara DE LA CITA GARCÍA^{1,2} | Candela BLANCO MORENO² | Sergio MARTÍNEZ NEBREDÁ^{1,2} | Susana MOÑINO RAMOS¹ | Hugo MARTÍN ABAD^{1,2} | Ángela DELGADO BUSCALIONI^{1,2}

Los juegos han sido una herramienta de aprendizaje muy utilizada en entornos educativos debido a su potencial para facilitar la incorporación de conceptos en distintas disciplinas. Sin embargo, no se aplica tan frecuentemente en el entorno académico. Según algunas corrientes pedagógicas, el juego establece un entorno distendido en el cual el jugador puede ir asimilando la información de forma casi inconsciente, asociándose a una experiencia divertida que facilita la retención de esta información.

Desde la Unidad de Paleontología de la Universidad Autónoma de Madrid y el Centro para la Integración en Paleobiología (CIPb-UAM) hemos realizado varias experiencias de gamificación que han probado ser atractivas para públicos diversos. Realizamos simulaciones de excavaciones para los más pequeños y juegos de pistas del estilo “quién es quién” y *scape*

¹ Universidad Autónoma de Madrid. C/ Darwin, 2. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid. lara.delacita@gmail.com, hugo.martin@uam.es, angela.delgado@uam.es, susana.monino@estudiantes.uam.es, sergio.martinez@uam.es

² Centro para la Integración en Paleobiología (CIPb-UAM). C/ Darwin, 2. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid. candelablanmor@gmail.com

rooms para participantes más mayores. Algunas de estas actividades tenían como objetivo definir de una manera sencilla el estudio de la paleontología: su significado, las diferencias con otras disciplinas como la arqueología, o los eventos evolutivos más importantes (origen de grupos vegetales y animales, extinciones...). Otros juegos, sin embargo, giraron en torno al yacimiento de Las Hoyas (Barremiense, formación la Huérguina, Cuenca). Las Hoyas se caracteriza por la preservación excepcional de sus fósiles, en los cuales frecuentemente pueden observarse estructuras como pelo, escamas e incluso tejidos blandos. Estos fósiles, por tanto, son recursos excepcionales para la gamificación, ya que resultan muy atractivos tanto para personas con un bagaje en paleontología como para el público en general.

Durante estas experiencias hemos podido observar cómo los juegos motivan y permiten a los participantes aprender y asociar conceptos complejos sin el mayor esfuerzo. Estas actividades, además, despiertan nuevas vocaciones, impulsando incluso a personas completamente ajenas a la actividad investigadora del equipo a interesarse por los descubrimientos y las futuras actividades de difusión del yacimiento.

LUCAS MALLADA, 23: 103 a 104

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

ENSEÑANZA DE LAS ADAPTACIONES AL MEDIO DE ALGUNOS GRUPOS DE PLANTAS, ANIMALES VERTEBRADOS E INVERTEBRADOS MEDIANTE ANATOMÍA COMPARADA

Omid FESHARAKI¹ | Sara GAMBOA^{1, 2, 4} |
Ricardo MATEOS-CARRALAFUENTE¹ |
Patricia M.^a CARRO-RODRÍGUEZ^{1, 3, 4}

Las adaptaciones al medio son una temática común en los currículos y materiales didácticos de Educación Secundaria en España, junto con otros aspectos relacionados con la evolución de las especies. En general, el tratamiento de estos temas muestra ejemplos significativos de los diferentes tipos de adaptaciones al medio, y la mayoría de los manuales didácticos recogen ejemplos específicos para plantas, animales invertebrados y vertebrados. Sin embargo, en pocas ocasiones se proporciona una visión sistémica, que muestre de forma clara y directa la influencia de la geología en estas adaptaciones. Aún más inusual resulta encontrar referencias a la

¹ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. omidfesh@ucm.es, sara.gamboa@uvigo.es, josericm@ucm.es, patcarro@ucm.es

² Centro de Investigación Mariña. Universidade de Vigo. Grupo de Ecoloxía Animal (GEA). MAPAS Lab. E-36310 Vigo.

³ Departamento de Cambio Medioambiental. Instituto de Geociencias (UCM, CSIC). C/ Severo Ochoa, 7. E-28040 Madrid.

⁴ Asociación Mujeres con los Pies en la Tierra. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid.

paleontología y a su importancia para conocer las adaptaciones de especies ya extintas.

Ante esta realidad, se han realizado varios talleres para estudiantes de 4.º de la ESO y 1.º de Bachillerato en los que, mediante anatomía comparada, analogías y fósiles relevantes, se han mostrado adaptaciones al medio deducibles por las morfologías de restos fosilizados de plantas y animales. Como ejemplo, se ha mostrado la diferente morfología de las semillas vegetales adaptadas a diversas formas de dispersión, las morfologías de los corales adaptados a diferentes condiciones de energía del medio, o las adaptaciones de las extremidades de distintos vertebrados en función de su locomoción. Los resultados de los pre- y postest realizados para evaluar la efectividad de los talleres entre el alumnado, muestran diferencias. Mientras que los que tuvieron altas puntuaciones en el pretest afianzaron y ampliaron las nociones previas, el alumnado con puntuaciones bajas preactividad dejó muchas cuestiones del postest sin responder y en otras mostró respuestas contradictorias o ambiguas. Esto puede deberse a que las ideas previas que tenían se pusieron en duda durante la actividad, dando lugar a un conflicto cognitivo. Estos resultados revelan la importancia de que, tras estos talleres, se afiancen los conceptos trabajados en el aula escolar.

Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos a los monitores que han intervenido en los diferentes talleres realizados. Sara Gamboa pertenece al Proyecto MAPAS project, financiado por el European Research Council (ERC) dentro del programa European Union's Horizon 2020 (Acuerdo 947921) y ha sido beneficiaria de un contrato predoctoral de la Universidad Complutense de Madrid (CT27/16-CT28/16). Patricia María Carro-Rodríguez es beneficiaria de un contrato predoctoral de la Universidad Complutense de Madrid (CT42/18-CT43/18).

LUCAS MALLADA, 23: 105 a 106

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

VER PARA CREER: EL USO DE INSTRUMENTAL Y HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN EN LA DIFUSIÓN DE LOS YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS DE SOMOSAGUAS

Sara GAMBOA^{1,2,3} | Adriana OLIVER^{3,4} | M.^a Soledad DOMINGO⁵ |
Patricia M.^a CARRO-RODRÍGUEZ^{2,3,6} | Ana Rosa GÓMEZ CANO^{3,7} |
Laura DOMINGO^{2,8} | Blanca GARCÍA-YELO⁵ |
David M. MARTÍN-PEREA^{2,4} | Omid FESHARAKI²

Los yacimientos paleontológicos de Somosaguas se encuentran ubicados dentro del campus universitario homónimo de la Universidad Complutense de Madrid. Esta situación privilegiada, cerca de núcleos de población y

¹ Centro de Investigación Mariña. Universidade de Vigo. Grupo de Ecoloxía Animal (GEA). MAPAS Lab. E-36310 Vigo. sara.gamboa@uvigo.es

² Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. patcarro@ucm.es, laudomingo@gmail.com, davidmam@ucm.es, omidfesh@ucm.es

³ Asociación Mujeres con los Pies en la Tierra. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. aoliverp5@gmail.com, argomezcano@gmail.com

⁴ Departamento de Paleobiología. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). C/ José Gutiérrez Abascal, 2. E-28006 Madrid.

⁵ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. C/ Rector Royo Villanova, s/n. E-28040 Madrid. soldomingo@gmail.com, bgyelo@ucm.es

⁶ Instituto de Geociencias. C/ Dr. Severo Ochoa, 7. E-28040 Madrid.

⁷ Transmitting Science. C/ Gardenia, 2 – Urb. Can Claramunt. E-08784 Piera (Barcelona).

⁸ Earth and Planetary Sciences Department. University of California, Santa Cruz. 1156 High Street. Santa Cruz, CA 95064 (EE. UU.).

bajo la protección de la universidad pública, los convierten en un escenario de altísimo valor para la realización de actividades de divulgación y concienciación del patrimonio paleontológico y de sus labores de investigación. En este trabajo se muestran algunas de las actividades de enseñanza formal, no formal y formación de personal investigador realizadas desde el Proyecto Somosaguas de Paleontología. El uso de instrumental científico (lupas y microscopios), así como de las últimas tecnologías (réplicas e impresiones 3D y realidad aumentada) para el desarrollo de recursos didácticos, han demostrado que son herramientas eficaces para despertar el interés del público general, tanto adulto como en edad escolar, ofreciendo una visión precisa y a la vez novedosa del trabajo paleontológico de campo y de laboratorio. Asimismo, el uso de estas herramientas permite ampliar la oferta divulgativa y educativa a personas con diversidad funcional, extendiendo el beneficio social de la actividad investigadora, y la posibilidad de crear nuevas vocaciones científicas. Por todo ello, presentamos una propuesta didáctica que incluye el estudio de aspectos geológicos y paleontológicos, como son la tafonomía, petrografía y sedimentología de los yacimientos de Somosaguas, mediante el uso de lupas y microscopios, y que, por su versatilidad, puede aplicarse a cualquier yacimiento paleontológico.

Agradecimientos

Este estudio es parte del Grupo de Investigación UCM 910607. Agradecemos el apoyo de los proyectos PGC2018-094955-A-I00 y PGC2018-094122-B-I00 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Sara Gamboa pertenece al MAPAS Project, financiado por el European Research Council (ERC) dentro del programa European Union's Horizon 2020 (Acuerdo 947921), y ha sido beneficiaria de un contrato predoctoral de la Universidad Complutense de Madrid (CT27/16-CT28/16). Patricia M. Carro-Rodríguez es beneficiaria de un contrato predoctoral de la Universidad Complutense de Madrid (CT43/18).

LUCAS MALLADA, 23: 107 a 108

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

THE IMPORTANCE OF NATURAL SCIENCES AS A BACKGROUND EDUCATION: PALAEOLOGY TEACHING AND LEARNING AT A PRIVATE MALAYSIAN UNIVERSITY DURING THE PERIOD 2015-2020

José Antonio GÁMEZ VINTANED¹

The author analyses and evaluates his academic experience while imparting 16 courses on the subject “Palaeontology” to a total of 689 undergraduate students of the Bachelor of Technology (Honours) Petroleum Geoscience – syllabuses 2014 and 2018 – at the Department of Geosciences, Universiti Teknologi PETRONAS (UTP), a leading private university in Malaysia, from January 2015 to September 2020. Each subject was either 14 (syllabus 2014) or 12 weeks-long (2018), distributed in three “semesters” per year.

The student groups for each course were heterogeneous from a national, social, ethnic and religious point of view, with female individuals slightly outnumbering males. The percentage of international students was from ca. 15 to 5%, decreasing throughout the years.

Teaching was “face to face” from January 2015 until mid-March 2020, when the SARS-CoV-2 pandemic led to the imposition of online interaction

¹ Department of Earth Sciences. Faculty of Science. University of Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. gamezv@gmail.com, cambrico@unizar.es

only by the Government of Malaysia, and it continues until today. Online academic activities were driven with the help of software platforms – or Learning Management Systems, LMS – such as Big Blue Button (BBB) and Microsoft Teams.

Evaluation of learning results was made by the author in base of (i) the marks obtained, and (ii) through different surveys made to students. The latter were of two types, (i) the standard ones performed by UTP officers twice a semester, and (ii) the private one performed by the instructor at the end of the semester.

After one year of teaching, once identified the main learning issues, the author implemented a one-year project to develop new methods of imparting Palaeontology at UTP, by means of techniques of “Blended Learning”, such as the “Flipped Classroom” and “Active Learning”.

The main issue identified as hampering the assimilation of palaeontological concepts by students is the lack of a background education in Natural Sciences during Secondary School.

LUCAS MALLADA, 23: 109 a 110

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

PALEOEDUCA: CONSERVAR EL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO CANARIO GRACIAS A LAS TECNOLOGÍAS 3D

Víctor GARCÍA TAGUA¹ | María GUERRERO-CAMPOS¹ |
Javier GONZÁLEZ-DIONIS^{2,3} | Mario NAVARRO-APONTE¹ |
Penélope CRUZADO-CABALLERO^{1,2,3} | Carolina CASTILLO RUIZ¹

PaleoEduca nace dentro del programa INGENIA – Agentes del cambio por los ODS, de la Universidad de La Laguna, con el objetivo de contribuir a la conservación del patrimonio paleontológico de Canarias. Es un Proyecto de Innovación Educativa en el que se pretende acercar este patrimonio a las aulas, empleando tecnologías 3D, con el propósito de dar a conocer su importancia en el siglo XXI y generar conciencia ambiental en la ciudadanía para su protección y conservación.

En el seno del proyecto se han desarrollado actividades presenciales y *on line* en tres colegios de Tenerife y realizado talleres inclusivos con grupos de las asociaciones AFES Salud Mental y APEDECA, personas

¹ Área de Paleontología y Área de Petrología y Geoquímica. Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología. Universidad de La Laguna. Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, 2. E-38206 San Cristóbal de La Laguna (Santa Cruz de Tenerife). victor.tagua@ull.es, mariaguerrerocampos@hotmail.com, alu0101028224@ull.edu.es, pcruzado@ull.edu.es, ccruiz@ull.edu.es

² Universidad Nacional de Río Negro. Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG, CONICET-UNRN). Av. Roca 1242, General Roca, Río Negro (Argentina). jagondi1@gmail.com

³ Universidad Nacional de Río Negro. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IIPG, CONICET-UNRN). Av. Roca 1242, General Roca, Río Negro (Argentina).

dependientes y con diversidad funcional, gracias al apoyo recibido del proyecto *Ícaro: sembrando ilusiones*.

Durante los talleres y con ayuda de códigos QR se muestran modelos 3D de yacimientos paleontológicos y fósiles de invertebrados (bivalvos, algas, gasterópodos marinos y terrestres), así como fósiles y especies actuales de lagartos del género *Gallotia*, endémico de Canarias, como representante de los vertebrados. La mayoría de estos materiales pertenecen al Pleistoceno del Paleoparque Anaga.

La dinámica del taller se basa en la combinación de materiales fósiles y actuales reales, los modelos 3D y las impresiones 3D en PLA de algunos fósiles para hacerlos accesibles y manipulables al alumnado además de los dispositivos digitales (tabletas y móviles). Así, hemos realizado visitas virtuales a personas con movilidad reducida y se ha permitido la manipulación de réplicas de fósiles a personas con problemas de visibilidad, haciendo de la paleontología algo más accesible y útil para todos.

Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios y el grado de aceptación entre el alumnado y profesorado ha sido muy bueno por lo que continuaremos el próximo curso con los talleres en colegios y asociaciones.

Agradecimientos

Al programa INGENIA del Vicerrectorado de Estudiantes y la Fundación General de la Universidad de La Laguna, financiado por el Servicio de Educación y Juventud del Área Insular de Educación, Juventud, Museos, Cultura y Deportes del Cabildo de Tenerife y cofinanciado por el Fondo de Desarrollo de Canarias (proyecto 20.0020 y línea de subvención n.º 2020 – 000882). También al Gobierno de Canarias, que financia el proyecto *Modelización 3D de los lagartos gigantes canarios del género Gallotia* (PROID2017010136), y a la Fundación CajaCanarias y la Fundación "la Caixa", que financian el proyecto *Conservación y valoración de recursos paleontológicos de Canarias: paleoparque del macizo de Anaga* (2017REC20).

LUCAS MALLADA, 23: 111 a 112

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

PERFIL E INTERÉS DEL ESTUDIANTADO UNIVERSITARIO EN LAS EXCAVACIONES DE LAS HOYAS (CUENCA) Y SOMOSAGUAS (MADRID)

Blanca GARCÍA YELO¹ | Hugo MARTÍN-ABAD^{2,3} |
M.^a Soledad DOMINGO¹ | Óscar SANISIDRO⁴ |
Candela BLANCO-MORENO^{2,3} | Manuel HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ^{5,6} |
Laura DOMINGO^{5,7}

En la última década hemos percibido un incremento en el interés por la paleontología entre el estudiantado de las carreras universitarias más relacionadas con esta ciencia (Biología y Geología), con cada vez más inscritos

¹ Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. C/ Rector Royo Villanova, 1. E-28040 Madrid. bguelo@ucm.es, soldomingo@gmail.com

² Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid. C/ Darwin, 2. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid. hugo.martin@uam.es, candelablanmor@gmail.com

³ Centro para la Integración en Paleobiología (CIPb-UAM). C/ Darwin, 2. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid.

⁴ Departamento de Ciencias de la Vida. GloCEE – Global Change Ecology and Evolution Research Group. Universidad de Alcalá. E-28805 Alcalá de Henares (Madrid). oscarsanisidro@gmail.com

⁵ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. hdezfdz@ucm.es, laudomingo@gmail.com

⁶ Departamento de Cambio Medioambiental. Instituto de Geociencias (UCM, CSIC). C/ Doctor Severo Ochoa, 7. E-28040 Madrid.

⁷ Earth and Planetary Sciences Department. University of California, Santa Cruz. 1156 High Street. Santa Cruz, CA 95064 (EE. UU.).

en cursos, talleres y actividades directa o indirectamente relacionadas con la paleontología. Entre este tipo de actividades, las excavaciones paleontológicas se han revelado, no solo como un recurso científico irremplazable, sino como un recurso didáctico de primer orden para acercar la disciplina científica al alumnado universitario de diferentes niveles y disciplinas. El presente trabajo centra su interés en el estudiantado que, en los últimos diez años, ha participado en actividades de excavación en dos yacimientos de especial interés didáctico: el yacimiento cretácico de Las Hoyas (Cuenca) y el yacimiento mioceno de Somosaguas (Madrid). Los datos muestran que, si bien estudiantes de Biología y Geología son los perfiles más frecuentes en estas actividades, estudiantes de otras disciplinas, como por ejemplo el Periodismo o las Ciencias Ambientales, también están interesados en inscribirse en una actividad de prospección y excavación paleontológica. Por otra parte, el interés que ha motivado al alumnado a inscribirse es dispar, como evidencia el hecho de que tan solo una parte de los inscritos en estas actividades solicitan el reconocimiento de créditos optativos o de libre configuración. En este sentido, conocer el perfil del estudiantado y su interés por la paleontología nos ayudará a llevar a cabo un diseño más adecuado de las actividades y metodologías didácticas a implementar en los yacimientos, que nos permitan acercar la paleontología a un mayor número de estudiantes universitarios.

Agradecimientos

Este estudio es parte del Grupo de Investigación UCM 910607. Este trabajo es una contribución a los proyectos del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades PGC2018-094122-B-I00, PGC2018-094955-A-I00 y PID2019-105546GB-I00.

LUCAS MALLADA, 23: 113 a 114

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

PROPUESTA DE TALLER DE MICROPALEONTOLOGÍA EN BACHILLERATO: UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA AL AIRE LIBRE

Alicia GINER-BAIXAULI^{1,2} |

Olga MAYORAL GARCÍA-BERLANGA^{3,4} | Hugo CORBÍ SEVILA⁵

Los microfósiles son una herramienta didáctica muy útil para aproximarse a las Ciencias de la Tierra a través de talleres prácticos. En esta comunicación se presenta un taller de micropaleontología aplicado a enseñanzas medias, con la particularidad de que se ha desarrollado totalmente al aire libre, por la excepcionalidad de este curso escolar y a través de la tutorización virtual con expertos en micropaleontología.

El taller se realizó con un grupo de 15 alumnos de 1.º de Bachillerato de un instituto de Valencia. Fue coordinado presencialmente por la profesora responsable de la asignatura de Biología y Geología, paleontóloga, y dirigido mediante *meet* por un profesor de la Universidad de Alicante, doctor experto en micropaleontología, contando con las pautas didácticas de una doctora experta en Didáctica de las Ciencias de la Universitat de València.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. Avda. dels Tarongers, 4. E-46022 Valencia. agibai@alumn.uv.es

² Escuelas San José. Avda. de les Corts Valencianes, 1. E-46015 Valencia. alicia.giner@escuelassj.com

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. Avda. dels Tarongers, 4. E-46022 Valencia. Olga.Mayoral@uv.es

⁴ Jardí Botànic de la Universitat de València. C/ Quart, 80. E-46008 Valencia.

⁵ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universitat d'Alacant. C/ San Vicente del Raspeig, s/n. E-03690 San Vicente del Raspeig (Alicante). hugo.corbi@ua.es

Este taller, que relaciona los contenidos teóricos de la asignatura impartidos previamente, se estructuró en cuatro sesiones: 1) Presentación del taller y asignación de las tareas entre el alumnado, de modo que funcionasen como un grupo de investigación; 2) Implementación del taller al aire libre utilizando para ello el huerto escolar donde se utilizaron *Chromebooks* para contactar *online* con un experto en micropaleontología. En esta sesión se procedió al disgregado de dos muestras de margas de dos ambientes sedimentarios completamente distintos (lagunar y plataforma) que habían sido enviadas por el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Alicante. La primera muestra representaba un ambiente lagunar costero (salinas de El Pinet de la Marina, Guardamar) con abundantes ostrácosos del género *Cyprideis*, junto con una baja diversidad de foraminíferos bentónicos (principalmente de los géneros *Ammonia* y *Elphidium*). La segunda muestra registraba ambientes marinos de plataforma (Plioceno) con una gran diversidad de foraminíferos bentónicos y planctónicos. Esta muestra registraba los primeros depósitos marinos tras la Crisis de Salinidad del Messiniense en la cuenca del Bajo Segura; 3) Tamizado y secado de las muestras utilizando tamices de 500 y 250 milímetros; 4) Reconocimiento de microfósiles a través de lupa binocular.

El desarrollo de este taller evidencia que este tipo de actividades prácticas pueden ser una herramienta interesante, no solo en momentos como el actual con protocolos COVID, sino también para futuras actividades didácticas, ya que para el alumnado fue un punto de motivación importante realizar al aire libre la actividad mientras un guía experto en micropaleontología les guiaba a través de videoconferencia.

Agradecimientos

Al profesor Juan Manuel Usera Mata, por guiarnos en nuestra labor científica y hacernos descubrir todo un mundo en un puñado de arena.

LUCAS MALLADA, 23: 115 a 116

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

VIAJE EN EL TIEMPO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA GAMIFICADA PARA ENSEÑANZAS PREUNIVERSITARIAS

Alicia GINER-BAIXAULI^{1,2} | Hugo CORBÍ SEVILA³ |
Olga MAYORAL GARCÍA-BERLANGA^{4,5}

Los conocimientos sobre la historia de la Tierra deberían considerarse principios básicos para la alfabetización científica de nuestro alumnado. Estos conocimientos se abordan desde el currículum de las materias relacionadas con las Ciencias de la Tierra y la Biología, centrándose particularmente en la localización de los principales eventos geológicos, geográficos, biológicos y climatológicos. En este trabajo exponemos los resultados preliminares de una experiencia didáctica de gamificación llevada a cabo en el curso escolar 2020-2021, tomando algunos elementos de una *escape room* y otros de un *breakout*, donde abordamos el tema de la “Historia de la Tierra” en el contexto de la asignatura de Biología y Geología. Se trabajó con una muestra de 50 estudiantes de 1.º de Bachillerato (itinerario de Ciencias) de un centro de educación secundaria de la provincia de Valencia. Primero,

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. Avda. dels Tarongers, 4. E-46022 Valencia. agibai@alumni.uv.es

² Escuelas San José. Avda. de les Corts Valencianes, 1. E-46015 Valencia. alicia.giner@escuelassj.com

³ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universitat d'Alacant. C/ San Vicente del Raspeig, s/n. E-03690 San Vicente del Raspeig (Alicante). hugo.corbi@ua.es

⁴ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Universitat de València. Avda. dels Tarongers, 4. E-46022 Valencia. Olga.Mayoral@uv.es

⁵ Jardí Botànic de la Universitat de València. C/ Quart, 80. E-46008 Valencia.

se realizó un pretest de conocimientos al total de 50 alumnos. A continuación se llevó a cabo la experiencia didáctica, en la que 25 estudiantes actuaron de grupo control (clase magistral) y otros 25 constituyeron el grupo experimental (experiencia gamificada). Esta experiencia gamificada consistió en una serie de pruebas / retos que el alumnado tenía que resolver dentro de varias habitaciones asignadas a diferentes eras geológicas (Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico). Tras la experiencia todo el alumnado cumplimentó un postest. A través de un ANOVA mixto de medidas repetidas se compararon ambos grupos, cuyo resultado mostró un aprendizaje más significativo en el grupo experimental. El estudio se complementó con un análisis cualitativo, a través de las opiniones escritas del alumnado del grupo experimental, que resultaron muy positivas, valorándola como una propuesta motivadora donde se sentían protagonistas de su aprendizaje.

La experiencia ha mostrado cómo la gamificación puede ser una herramienta interesante, incluso para la etapa educativa de Bachillerato, ya que proporciona un mayor compromiso por parte del alumnado en el proceso de aprendizaje, al tiempo que ofrece una experiencia motivadora y efectiva.

Agradecimientos

Al alumnado de 1.º de Bachillerato de las Escuelas San José, por su predisposición a colaborar en este proyecto.

LUCAS MALLADA, 23: 117 a 118

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

EL CENTRO PARA LA INTEGRACIÓN EN PALEOBIOLOGÍA: UN NUEVO FORO PARA LA DIDÁCTICA DE LA PALEONTOLOGÍA

Hugo MARTÍN-ABAD^{1,2} |

Ángela DELGADO BUSCALIONI^{1,2} | Jesús MARUGÁN-LOBÓN^{1,2}

En diciembre de 2018 se crea el Centro para la Integración en Paleobiología (CIPb) en la Universidad Autónoma de Madrid. Se trata de una iniciativa del profesorado de la Unidad de Paleontología de dicha universidad, junto con un panel multidisciplinar de investigadores nacionales e internacionales, quienes consideran necesario generar un nuevo “espacio para la reflexión, donde se revisen las bases y limitaciones de los conceptos evolutivos, se comprendan sus sentidos y significados en función del contexto histórico donde se circunscriben, y se discutan interpretaciones sobre lo social en lo científico y lo científico en lo social”, tal y como indica su manifiesto. Los objetivos del CIPb se pueden resumir en tres puntos: 1) promover una “ciencia tranquila”, que fomente la curiosidad y las emociones propias del descubrimiento; 2) llevar a cabo una actualización continua del debate evolutivo en el siglo XXI; y 3) fomentar la colaboración científica, humanista y artística para generar nuevas formas de integrar lo humano en la naturaleza. Con base en esto, una de las propuestas del CIPb para acercar

¹ Universidad Autónoma de Madrid. C/ Darwin, 2. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid. hugo.martin@uam.es, angela.delgado@uam.es, jesus.marugan@uam.es

² Centro para la Integración en Paleobiología (CIPb – UAM). Calle Darwin, 2. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid.

el conocimiento de la paleontología a la sociedad es la participación en eventos de difusión científica y la creación de recursos digitales que estén a disposición de los investigadores en paleontología, así como de otros profesionales del ámbito de la educación. En este sentido, los miembros de la Sociedad Española de Paleontología se apuntan como los agentes idóneos para beneficiarse de dichas actividades y recursos, pero también para contribuir a ellos, por lo que les invitamos a tomar un papel activo en la didáctica de la paleontología junto al CIPb.

LUCAS MALLADA, 23: 119 a 120

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

LA PALEONTOLOGÍA VIRTUAL COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA LAS ENSEÑANZAS UNIVERSITARIAS

Carlos MARTÍNEZ-PÉREZ¹ | José Antonio VILLENA² |
Esther MANZANARES¹ | Jesús GIMENO³ | Ignacio GARCÍA-FERNÁNDEZ⁴ |
Belén PALMA-RUANO³ | Ana M.^a GARCÍA-FORNER² |
M.^a Victoria PAREDES-ALIAGA¹ | José Luis HERRAIZ¹ |
Azucena MOLINA-SOLÍS¹ | Ignacio GARCÍA-SANZ¹ |
Óscar SANISIDRO⁵ | Sonia ROS-FRANCH¹

El rápido crecimiento de la educación bajo la modalidad de *e-learning* se está desarrollando de forma paralela al propio avance de la sociedad de la información y de las telecomunicaciones. Este aspecto se ha visto recientemente potenciado por las circunstancias sobrevenidas a causa de la pandemia mundial, empujando a numerosas instituciones educativas a adquirir modalidades de enseñanza totalmente virtuales. Esta modalidad de enseñanza *online* complica enormemente la docencia en las enseñanzas experimentales, como

¹ Facultad de Biología. Universitat de València. C/ Dr. Moliner, 50. E-46100 Burjasot (Valencia). cmp@uv.es, Carlos.Martinez-Perez@uv.es, Maria.V.Paredes@uv.es, Jose.L.Herraiz@uv.es, igarsanz@alumni.uv.es, sonia.ros@uv.es, Esther.Manzanares@uv.es, amoso3@alumni.uv.es

² Museo UV de Historia Natural. Universitat de València. C/ Dr. Moliner, 50. E-46100 Burjasot (Valencia). jose.villena@uv.es, anna.garcia@uv.es

³ IRTIC. Universitat de València. C/ Catedrático José Beltrán Martínez, 2. E-46980 Paterna (Valencia). jesus.gimeno@uv.es, belenpalmaruano@gmail.com

⁴ Escola Tècnica Superior d'Enginyeria. Universitat de València. Avda. de l'Universitat. E-46100 Burjasot (Valencia). ignacio.garcia@uv.es

⁵ Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de Alcalá. Plaza de San Diego, s/n. E-28801 Alcalá de Henares (Madrid). oscarsanisidro@gmail.com

es el caso de aquellas disciplinas ligadas a las ciencias naturales, donde el contacto con los elementos básicos que componen el patrimonio natural (animales, plantas, rocas, minerales y fósiles) son una parte básica de la formación académica, convirtiendo la transformación de estos contenidos a un entorno virtual y de fácil acceso en un reto para nuestra enseñanza.

Sin embargo, el actual desarrollo de las nuevas tecnologías de digitalización 3D, así como las formas de acceder a la información (internet, *tablets*, móviles, ordenadores), han evolucionado de forma exponencial, poniendo a nuestro alcance un importante número de nuevas herramientas educativas. En este contexto, el presente trabajo muestra los resultados preliminares del Proyecto de Innovación Docente Paleo3D, desarrollado dentro de las asignaturas del Área de Paleontología de la Universitat de València. El proyecto se centra en la creación de una importante colección de modelos tridimensionales, a partir de diferentes técnicas de digitalización, de los fósiles más característicos presentes en las colecciones de prácticas del Departamento de Botánica y Geología y de los fondos del Museo UV de Historia Natural. Los primeros recursos generados están ya disponibles en la página web del proyecto (<<http://paleo3d.uv.es>>), incluyendo la información básica, contenidos generales, cuestionarios, así como casi un centenar de modelos 3D que pueden ser visionados en 360° como si de los ejemplares originales se tratara.

Aunque en un estado incipiente de desarrollo, esperamos que este proyecto se convierta en un importante recurso para el estudio de la paleontología, no solo en el contexto de la propia Universitat de València sino de todo el territorio español y de países hispanohablantes, con el objetivo principal de facilitar la asimilación de contenidos, así como incrementar la autonomía y el control sobre el aprendizaje autónomo del alumnado universitario.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por el Vicerrectorado de Ocupación y Programas Formativos de la Universitat de València dentro de las Ayudas para el desarrollo de Proyectos de Innovación Docente (UV-SFPIE_PID19-1096383 y UV-SFPIE_PID20-1352892).

LUCAS MALLADA, 23: 121 a 122

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

ATAPUERCA, EL JUEGO

Juan F. MORATA SANCHIS¹

“Atapuerca, el juego” es una actividad interdisciplinar diseñada para las materias de Educación Física y Biología y Geología en los cursos de 4.º de la ESO y 1.º de Bachillerato. En ella, a través de una metodología basada en la gamificación, el aprendizaje basado en el juego y el basado en proyectos, sumergimos al alumnado en la burgalesa sierra de Atapuerca, concretamente en el yacimiento denominado *Gran Dolina*, en la Trinchera del Ferrocarril, descubriendo una de las columnas vertebrales de la evolución paleontológica del último millón de años.

El rol que adquieren es el de formar parte del equipo del primer director del Proyecto Atapuerca, el profesor Emiliano Aguirre, investigando hallazgos de las principales divisiones geológicas del relleno sedimentario de la dolina, recabando información a través de ocho “estaciones”. Por grupos, disponen de una “hoja de ruta” con códigos QR con los que acceden a través de su teléfono móvil a las instrucciones que Emiliano Aguirre les da para realizar cada prueba. El producto final consiste en construir una “maqueta” u otra representación de la Gran Dolina (por ejemplo, con una botella llena de arcilla), acorde con la información científica encontrada, y en la que se aprecie el perfil estratigráfico de Gran Dolina con los restos fósiles

¹ Departamento de Educación Física. IES Ramón y Cajal. C/ Ramón Pignatelli, 102. E-50004 Zaragoza. juanfraneducacionfisica@gmail.com

de cada nivel estratigráfico diferenciado (siglados como TD). El objetivo es enseñarla a la comunidad científica y conseguir así el Premio Escolar Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica.

Agradecimientos

Queremos reconocer el gran trabajo realizado por el equipo de Emiliano Aguirre, y la información facilitada por Enrique Gil Bazán (miembro de dicho equipo y compañero de Centro).

LUCAS MALLADA, 23: 123 a 124

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

DISCOVERING THE CRETACEOUS LIFE AT THE DIDACTIC AREA OF THE PALAEOLOGICAL AND ARCHAEOLOGICAL CENTRE OF TAMAJÓN – CIPAT (GUADALAJARA, SPAIN)

Senay OZKAYA DE JUANAS^{1,2} | María Rosario ALCALDE-FUENTES³ |
Julia AUDIJE-GIL^{1,4} | Fernando BARROSO-BARZENILLA^{1,5} |
Mélani BERROCAL-CASERO⁵ | Pedro Miguel CALLAPEZ² |
Juan Alberto PÉREZ-VALERA⁶ | Vanda FARIA DOS SANTOS⁷ |
Manuel SEGURA¹

The rich palaeontological and archaeological findings yielded at the Spanish locality of Tamajón (Guadalajara) motivated the design and creation of an interpretation centre (CIPAT, for its acronym in Spanish: Centro de Interpretación Paleontológica y Arqueológica de Tamajón) to house them

¹ Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente (Grupo de Investigación Paleolbérica). Universidad de Alcalá. E-28805 Alcalá de Henares (Madrid). senay.ozkaya@edu.uah.es, julia.audije@uah.es, fbarroso@uah.es, manuel.segura@uah.es

² Departamento de Ciências da Terra (Centro de Investigação da Terra e do Espaço). Universidade de Coimbra. 3030-790 Coimbra (Portugal). zepallac@gmail.com

³ Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 Madrid. mariar.alcalde@uam.es

⁴ Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 Madrid.

⁵ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología (Grupo de Investigación Procesos Bióticos Mesozoicos). Universidad Complutense de Madrid. E-28040 Madrid. melani.berrocal@ucm.es

⁶ Departamento de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente. Universidad de Alicante. E-03080 Alicante. jalpertoperez@geo.ucm.es

⁷ Departamento de Geologia (Instituto Dom Luiz). Universidade de Lisboa. 1749-016 Lisboa (Portugal). vafsantos@fc.ul.pt

properly and enlarge its visibility, promoting its potential and adding cultural and socioeconomic value to the region, as well as increasing scientific literacy among locals and visitors. Three different areas can be differentiated in this centre: the Palaeontological Area, which displays infographic content, real fossils and paleoenvironmental reconstructions based on the Upper Cretaceous sites; the Archaeological Area, which explains the History of the so called *Piedra de Tamajón* (Tamajón Stone); and the Didactic Area, whose main objective is to establish a meaningful learning among visitors throughout a set of educational activities, combining different didactic methodologies and strategies, adapted to educational needs and to the diversity of the public. This work focuses on the teaching-learning sequences designed for the Didactic Area, and the welcoming of these during the opening of the CIPAT this summer 2021. This area holds several educational activities, which are based on a series of didactic methodologies such as the Multiple Intelligence Theory, Earth Systems Approach, and Situated Cognition, among others, integrating a series of didactic resources and the observation of the reconstructions and the fossils held in the Palaeontological Area, aiming to develop important general scientific competences and to learn about the History of Earth in general, and Cretaceous life at the Iberian Peninsula in particular. Furthermore, the interesting scientific findings and information held in the CIPAT will contribute to prompt Geotourism in these rural areas, promoting its socioeconomic development and allowing visitors to understand the scientific and cultural relevance in the protection of Natural Heritage throughout positive Geoconservation actions.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Town Council of Tamajón, especially the Mayor Eugenio Esteban, who have been supporting the scientific research carried out by PaleoIbérica Research Group (UAH), integrated by all authors, at the palaeontological sites, as well as the creation of the Interpretation Centre (CIPAT). To the Bolsa de Investigação para Doutoramento (CITEUC – UIDP/00611/2020 – Lugas 693352) of the Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Portugal).

LUCAS MALLADA, 23: 125 a 126

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

LOS FÓSILES Y EL PROFESORADO EN FORMACIÓN DE EDUCACIÓN PRIMARIA EN LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

Sila PLA-PUEYO¹ |

Francisco GONZÁLEZ GARCÍA¹ | Ana María RAMOS GARCÍA²

Se presentan los resultados preliminares de un estudio centrado en la enseñanza integrada de las materias de tiempo geológico, paleontología y evolución para el alumnado del Grado en Educación Primaria. Como parte de este estudio se ha elaborado un cuestionario exploratorio que, entre otros objetivos, pretende diagnosticar el grado de conocimiento que poseen los estudiantes sobre los fósiles. Este cuestionario fue contestado en formato digital por 230 alumnos del tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Granada, dentro de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales II, antes de que realizasen la práctica de laboratorio sobre fósiles. Además, a 108 de ellos se les preguntó por el grado de familiaridad que tienen con los fósiles. La mayoría de estos estudiantes nunca han tenido contacto físico con fósiles y solo un tercio los ha visto en el campo. Una minoría solo los ha visto en la televisión o internet o incluso reconoce no haberlos visto nunca. El estudio que se presenta se centra en qué es para el alumnado un fósil y qué criterios utiliza para decidirlo.

¹ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja, s/n. E-18071 Granada. sila.pla@gmail.com, pagoga@ugr.es

² Departamento de Didáctica de la Lengua y la Literatura. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada. Campus Universitario de Cartuja, s/n. E-18071 Granada. anamariaramos@ugr.es

Dado que los fósiles son una de las herramientas más eficaces para motivar al alumnado de Educación Primaria en su aprecio por la paleontología y la geología en general, y que se ha demostrado que las vocaciones científicas comienzan a desarrollarse en esas edades, estos resultados preliminares ponen de manifiesto que el futuro profesorado de Educación Primaria encuestado no ha tenido contacto suficiente con los fósiles en su formación previa y se plantea, por tanto, la importancia de abordarlos de forma específica en su formación docente.

Agradecimientos

Los autores agradecen su inestimable colaboración al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y al alumnado de la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales II.

LUCAS MALLADA, 23: 127 a 128

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

FÓSILES PARA LA EDUCACIÓN DE UN REY: LA COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA DE LAS COLECCIONES REALES DEL PATRIMONIO NACIONAL

Isabel RÁBANO¹ | Rafael P. LOZANO¹ | M.^a José TORRES-MATILLA¹

La Comisión del Mapa Geológico de España, institución antecesora del Instituto Geológico y Minero de España, recibió en 1888 el encargo del Ministerio de Fomento de remitir colecciones didácticas de minerales, fósiles y rocas a centros de enseñanza con el fin de apoyar la docencia en geología y minería. El real decreto de 10 de febrero de 1888 venía a derogar, ante la ausencia de resultados, el de 18 de octubre de 1872, por el que se instaba al Cuerpo de Ingenieros de Minas a que realizase esta labor. En esta ocasión fue la institución encargada de construir el mapa geológico nacional la que debía formar colecciones didácticas para tal fin, que se compusieron a partir de las muestras que venía reuniendo la Comisión durante sus trabajos de cartografía geológica. Se presentan aquí los fósiles de las Colecciones Reales del Patrimonio Nacional, que se conservan en el Palacio Real de Madrid. Se trata de una muestra compuesta por 110 ejemplares, que fue remitida en 1901 a la casa real por la Comisión del Mapa Geológico de España, probablemente para apoyar la formación de un joven rey Alfonso XIII. Hay fósiles de invertebrados, vertebrados, muestras de flora carbonífera, así como

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC). C/ Ríos Rosas, 23. E-28003 Madrid. i.rabano@igme.es, r.lozano@igme.es, mj.torres@igme.es

icnofósiles paleozoicos, con una amplia distribución geográfica, relacionada con los trabajos que venía realizando desde 1849 la Comisión para el levantamiento del mapa geológico nacional, entre los que se cuentan 27 ejemplares paleozoicos, 46 mesozoicos y 37 cenozoicos. Entre las muestras estudiadas se ha identificado uno de los ejemplares tipo del rudista *Hippuritella castroi* (Vidal, 1874), del Cretácico superior de Isona (Lérida). Los fósiles remitidos por la Comisión del Mapa Geológico son los únicos de esta naturaleza en las Colecciones Reales.

Agradecimientos

A José Luis Díez, Pilar Benito García y Raúl Martínez Arranz, de las Colecciones Reales del Patrimonio Nacional, por las facilidades prestadas para consultar las colecciones de rocas y fósiles conservadas en el Palacio Real de Madrid. A Juan Carlos Gutiérrez Marco (IGEO-CSIC), Óscar Sanisidro (Universidad de Alcalá), José María Pons (Universidad de Barcelona) y Juan Alberto Pérez Valera (Universidad Complutense de Madrid), por su ayuda en la actualización de las identificaciones taxonómicas.

LUCAS MALLADA, 23: 129 a 130

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

LOS YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS DE VERTEBRADOS COMO RECURSO EDUCATIVO EN UN MÁSTER DE PALEONTOLOGÍA

Rafael ROYO-TORRES¹ | M.^a Ángeles ÁLVAREZ-SIERRA² |
Manuel HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ² | Luis ALCALÁ³

Los yacimientos de vertebrados fósiles de Teruel se han utilizado como recurso de aprendizaje para distintos niveles educativos y diferentes instituciones. Desde 2011, los autores de esta comunicación lo han usado, entre otras, para el máster de Paleontología Avanzada de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), desde 2018 en el Grado de Magisterio de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas (UZ) y durante los años 2016-2018 con el alumnado de Educación Infantil y Primaria del CEIP La Fuenfresca (Teruel). El objetivo es enseñar la biodiversidad y relacionar su registro fósil con los ambientes sedimentarios, pero también la importancia social y cultural de los mismos. Para cada caso se realiza una transposición didáctica acorde con los conocimientos previos de los discentes.

En el curso actual (2020-2021), debido a la pandemia de la COVID-19, solo se ha realizado la salida de campo con el máster de la UCM que se

¹ Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales del IUCA. Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza. Ciudad Escolar, s/n. E-44003 Teruel. royotorres@unizar.es

² Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. masierra@ucm.es, hdezfdz@ucm.es

³ Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel – Dinópolis / Museo Aragonés de Paleontología. Avda. Sagunto, s/n. E-44002 Teruel. alcala@dinopolis.com

detalla a continuación. Consistió en dos días consecutivos de campo visitando tres yacimientos de mamíferos y seis de dinosaurios. Para valorar al alumnado se trabajó, tanto previamente como al final de la salida, con cuestionarios de “GoogleForm” mediante códigos QR. A pesar de que el alumnado había preparado la salida de campo revisando bibliografía, el cuestionario inicial detectó carencias de conocimientos (30-40 % de respuestas correctas) sobre los ambientes sedimentarios, las formaciones geológicas y los fósiles. Esto se solucionó tras la implementación de la actividad, pues las respuestas correctas a similares cuestiones alcanzaron el 90 %. El cambio se produjo gracias al método de trabajo mediante introducción de preguntas, observación y explicaciones que, reforzado por la emoción y experiencia de reconocer *in situ* los yacimientos, anclaron de forma más segura el conocimiento que cuando lo hicieron únicamente a través de la bibliografía.

Agradecimientos

Esta es una contribución del Grupo de Investigación de Referencia 27_20R BEAGLE-IUCA (Universidad de Zaragoza, Dirección General de Investigación e Innovación, Gobierno de Aragón), del Grupo de Investigación de Referencia IE04_20R FOCONTUR (Dirección General de Investigación e Innovación, Gobierno de Aragón), del Grupo de Investigación UCM-910607 (Universidad Complutense de Madrid) y de los proyectos CienciaTE4 (2020-B002) y PGC2018-094034-B-C22, PGC2018-094955-A-100 y PGC2018-094122-B-I0 del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

LUCAS MALLADA, 23: 131 a 132

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

LA COLECCIÓN DE FÓSILES DEL COLEGIO UNIVERSITARIO DE TERUEL PARA ENSEÑAR Y APRENDER EN LA FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS (UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA)

Rafael ROYO-TORRES¹ | M.^a Victoria ÁLVAREZ¹ |

Beatriz CARRASQUER² | Elena ESTEBAN³ |

José CARRASQUER¹ | Adrián PONZ¹

El patrimonio geológico consiste en el conjunto de recursos naturales no renovables que poseen un determinado valor científico, cultural, educativo y/o de interés paisajístico o recreativo. Dentro de este grupo tienen cabida las colecciones de objetos geológicos. En este sentido la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas cuenta con una colección especial de rocas, minerales y fósiles heredada de los estudios universitarios del primer ciclo de Ciencias, sección Geológicas, que se impartieron en la ciudad de Teruel entre 1972 y 1980. Estos estudios dependieron orgánicamente de un patronato presidido por la Diputación Provincial de Teruel, y académicamente se

¹ Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales del IUCA. Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza. Ciudad Escolar, s/n. E-44003 Teruel. royotorres@unizar.es, valvarez@unizar.es, josecarr@unizar.es, adrian.ponz@unizar.es

² Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales del IUCA. Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. becarra@unizar.es

³ Alumna de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza. Ciudad Escolar, s/n. E-44003 Teruel. elenaestebanvilluendas@gmail.com

adscribía a la Universidad de Zaragoza y a la Universidad Complutense de Madrid, estando regulados por los decretos 2659/73 y 2235/72 de la Ley General de Educación del año 1970. El Colegio Universitario de Teruel se transformó junto con la Escuela de Magisterio y la de Graduado Social, y otras titulaciones nuevas, en la actual Facultad de Ciencias Sociales y Humanas en el año 1994. Cuarenta años después, el material generado en la actividad docente de aquella época continúa depositado en los armarios de madera en los pasillos de la Facultad. Actualmente, se está realizando un inventario del material con más de ochocientos ejemplares de vertebrados, plantas e invertebrados fósiles de las tres eras geológicas. Destacan los ammonites, con más de cien ejemplares de diferentes periodos y lugares de la geografía española. El inventario, puesta en valor y adaptación permitirán un nuevo uso para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos básicos de geología y paleontología en las clases de Grado de Magisterio. Ya se ha realizado un trabajo final de grado con la colección de minerales y rocas y esta previsto continuar en esta línea con los restos fósiles que forman parte del patrimonio de la Comunidad Autónoma de Aragón.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales, financiado por el Gobierno de Aragón (S27_20R) y cofinanciado con FEDER 2021-2027 – Construyendo Europa desde Aragón; al proyecto CienciaTE4 (2020-B002, de la Fundación Universitaria Antonio Gargallo), y al proyecto PGC2018-094034-B-C22, del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Gobierno de España).

LUCAS MALLADA, 23: 133 a 134

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

GEOBRARY, UNA APLICACIÓN AL SERVICIO DE LA PALEONTOLOGÍA

Ana SANTOS¹ | Eduardo MAYORAL^{1,2} |
Juan Carlos FERNÁNDEZ-CALIANI¹ | Alejandro CAMPINA³ |
Carlos FERNÁNDEZ⁴ | Francisco Manuel ALONSO CHAVES^{1,2} |
Teodosio DONAIRE ROMERO¹ | Borja MILLÁN PRIOR⁵

El proyecto Geobrary surgió como una iniciativa de Proyecto de Innovación Docente e Investigación Educativa para la mejora de la docencia en la Universidad de Huelva en el bienio 2017-2018. Desde entonces se han realizado dos actualizaciones, de las que la versión Geobrary 0.0.2 es la más reciente y completa. Esta es una aplicación para dispositivos móviles y ordenadores, disponible para el sistema operativo Android (para Apple iOS se implementará en breve). En esta versión se incluyen temáticas relacionadas con la paleontología, la mineralogía, la geología estructural y la

¹ CCTH – Centro de Investigación Científico Tecnológico. Universidad de Huelva. E-21071 Huelva. asantos@dgyu.uhu.es, mayoral@uhu.es, caliani@uhu.es, alonso@uhu.es, donaire@uhu.es

² Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. E-21071 Huelva.

³ Departamento de Ciencias Integradas. Área Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. E-21071 Huelva. lord_mayhem@hotmail.com

⁴ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. E-28040 Madrid.

⁵ Departamento de Ingeniería Electrónica, Sistemas Informáticos y Automática (DIESIA). Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Universidad de Huelva. E-21007 Huelva. borja.millanp@unirioja.es

petrología. La aplicación ha sido pensada como material docente para profesorado y alumnado implicado en la enseñanza o aprendizaje de la geología. Con esta aplicación se pretende complementar dichas clases y ofrecer un instrumento más tanto a estudiantes como a profesorado. En relación con el área temática de la paleontología se presentan diversos aspectos conceptuales y esquemas sobre la forma de vida, el proceso de fosilización, de bioturbación / bioerosión y los estados de conservación. En el apartado de Identificación se han diseñado claves dicotómicas que facilitan la identificación y el reconocimiento de los principales grupos de invertebrados (11 grandes grupos o clases), vertebrados (15 filos) y plantas fósiles (6 grandes grupos). En los fósiles, la búsqueda se realiza de forma guiada mediante el uso de una clave dicotómica basada en criterios morfológicos (tamaño, composición de la concha o esqueleto y simetría) hasta llegar a un campo donde figura una ficha que describe las características generales del Filo, Clase u Orden, con los rasgos morfológicos más notables ilustrados con imágenes o esquemas alusivos a dichas descripciones. En los icnofósiles se abordan aspectos conceptuales y terminológicos, enfocándose la búsqueda en las estructuras de bioturbación y bioerosión más frecuentes, a través también de sencillas tablas dicotómicas. También se encuentra un enlace al Museo Virtual de Paleontología de la Universidad de Huelva.

Agradecimientos

Esta aplicación móvil ha sido financiada por el Vicerrectorado de Calidad y Planificación Estratégica de la Universidad de Huelva en el marco de un Proyecto de Innovación Docente dentro de la XXI convocatoria, que lleva por título *Geobrary III, un paso más en el aprendizaje de la geología virtual*.

LUCAS MALLADA, 23: 135 a 136

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

¿CÓMO PROPONEN TRATAR LOS DINOSAURIOS EN EDUCACIÓN INFANTIL LAS MAESTRAS EN FORMACIÓN INICIAL?

Antonio TORRALBA-BURRIAL¹

Los dinosaurios constituyen un centro de interés para gran parte del alumnado de Educación Infantil, siendo abundantemente representados en sus juguetes, dibujos, ropas y literatura. En consonancia, se plantean numerosas actividades, proyectos o unidades con esa temática en las aulas de dicha etapa. Y, sin embargo, en (demasiadas) ocasiones se realiza transmitiendo conocimientos erróneos o con recursos con los que es complicado que el alumnado distinga entre los errores claros y aquello que se alinea con los conocimientos científicos actuales.

Con el fin de analizar qué tipo de propuestas diseñaban las futuras maestras de Educación Infantil, y qué se podía extraer de sus conocimientos sobre los dinosaurios a partir de esas propuestas, se planteó un ejercicio de diseño de un proyecto didáctico para Educación Infantil basado en dinosaurios en la asignatura de Conocimiento del Entorno Natural y Cultural del Grado en Maestro en Educación Infantil de la Universidad de Oviedo (curso 2020-2021, 64 estudiantes).

El análisis de las propuestas diseñadas mostró unos tipos de actividades relativamente compartidos entre las futuras maestras: asambleas iniciales,

¹ Universidad de Oviedo. Campus de Llamarique. C/ Aniceto Sela, s/n. E-33005 Oviedo (Asturias). torralbaantonio@uniovi.es

vídeos o películas alusivas, empleo de juguetes científicos o maquetas, actividades manipulativas de simulación de creación de fósiles o analogías de excavaciones, propuestas de salidas escolares a equipamientos didácticos y/o yacimientos visitables, así como otras dedicadas a aprender sobre aspectos de su historia natural (morfología, alimentación, reproducción, locomoción...).

No obstante, las diferencias en cuanto a la comprensión del tema y alcance de las actividades se manifestaron en cuanto a lo que transmitía la selección de recursos didácticos empleados, la distinción entre animales que eran o no eran dinosaurios, las reflexiones comparativas con las faunas (y ecosistemas) actuales, la incorporación de figuras históricas de la paleontología, y la transmisión o no de conocimientos incorrectos al alumnado.

LUCAS MALLADA, 23: 137 a 138

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

ENCUENTROS CIENTÍFICOS: UNA EXPERIENCIA PALEONTOLÓGICA SIN SALIR DEL AULA

Blanca TRICAS LAPUERTA¹ | María Eugenia DIES ÁLVAREZ²

El entorno de aprendizaje que proporciona la escuela debe trabajar de manera paralela los aspectos curriculares, como la enseñanza de las ciencias, y la formación de la ciudadanía en valores sociales, como la igualdad de género.

En este contexto se realizó el proyecto de centro *Encuentros científicos* en el CRA La Llitera (Huesca). Durante el mismo se buscó información sobre el papel de la mujer en diversas disciplinas científicas. Entre estas investigadoras se dieron a conocer paleontólogas, lo que dio pie a la realización de los siguientes talleres paleontológicos, que, debido a la situación sanitaria derivada de la COVID-19, fueron guiados de manera virtual desde la Universidad de Zaragoza:

- Educación Infantil y primer ciclo de Primaria: *Dejando huella*. El alumnado experimentó con la impresión de huellas de manos, pies y conchas para, días después, observar los resultados plasmados en la arcilla seca, realizando así una modelización del proceso de fosilización.

¹ CRA La Llitera. C/ Olivo, 3. E-22558 Albelda (Huesca). btricasl@educa.aragon.es

² Departamento de Didácticas Específicas – IUCA. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. medies@unizar.es

- Segundo ciclo de Primaria: *Mapa de una excavación*. Se prepararon en cajas pequeños “yacimientos” con partes de esqueletos de vertebrados de juguete cubiertos de arena. Conforme “desenterraban los huesos”, y antes de sacarlos de la “excavación”, el alumnado los dibujó orientados en relación con la cuadrícula y las coordenadas del yacimiento, siendo conscientes de la importancia de la recogida de datos en el campo. El éxito de esta actividad llevó a su repetición en cursos superiores, con igual valoración positiva.
- Tercer ciclo de Primaria: *CSI CRA La Llitera*. Partiendo del mapa de un yacimiento de icnitas de dinosaurios carnívoros y herbívoros, los niños realizaron la interpretación de lo que había ocurrido en el mismo, justificando sus respuestas a partir de la forma y la distancia entre ellas.

La experiencia *online* permitió la sincronización de los talleres en las cuatro localidades del CRA, lo que favoreció fomentar el trabajo entre los centros compartiendo experiencias.

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución al proyecto *Hola, somos científicas* FCT-18-13366 (FECYT) y al Grupo Beagle de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (Gobierno de Aragón).

LUCAS MALLADA, 23: 139 a 140

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

PALEOBOT: ROBÓTICA Y EXCAVACIÓN

Ángela VARELA NEILA¹ |

Miguel Ángel QUEIRUGA DIOS² | María Díez OJEDA²

La Estación de la Ciencia y la Tecnología es un proyecto impulsado por la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Burgos en colaboración con el Ayuntamiento de Burgos y con ayuda de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Los programas educativos extracurriculares dirigidos al público infantil y juvenil que se llevan a cabo en este centro se vinculan a la metodología STEAM para acercar la ciencia y la tecnología a los más pequeños. Entre las dinámicas que se utilizan se encuentra la experimentación en la propia piel de los alumnos de acciones propias del mundo científico.

El pensamiento espacial y métrico es el punto en el que convergen el conocimiento tecnológico, el pedagógico y el disciplinar, de manera que puede trabajarse de manera interdisciplinar en multitud de especialidades científicas. Para acercar la paleontología al público infantil de una manera novedosa, se ha planteado un taller que une el trabajo en la excavación y la robótica y la programación a partir de la gamificación. A través de un tablero de madera dividido en cuadrículas que asemeja el terreno de la excavación,

¹ Unidad de Cultura Científica e Innovación. Universidad de Burgos. C/ Don Juan de Austria, s/n. E-09001 Burgos. avneila@ubu.es

² Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. C/ Don Juan de Austria, s/n. E-09001 Burgos. maqueiruga@ubu.es, mtojeda@ubu.es

se trabaja la concepción espacial por medio de las coordenadas cartesianas. A cada cuadrícula le corresponde una letra y un número, y sobre el tablero se disponen una serie de piezas: huesos, huellas o rocas, realizadas con impresión 3D. Para desplazarse se utiliza un robot Escornabot realizado a partir de una placa de código abierto denominada *Arduino*, que se ha programado para desplazarse en todas las direcciones. Este dispositivo se mueve por el tablero según el resultado que arrojan los dados del juego: uno indica la dirección y el otro el número de movimientos. Cada pieza recogida tiene un valor diferente y el juego termina cuando no haya ninguna sobre la mesa.

LUCAS MALLADA, 23: 141 a 142

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

COMPRENDIENDO EL TIEMPO GEOLÓGICO EN EDADES TEMPRANAS

Ángela VARELA NEILA¹ |
Miguel Ángel QUEIRUGA DIOS² | María DíEZ OJEDA²

La Estación de la Ciencia y la Tecnología de la Ciudad de Burgos es un proyecto impulsado por la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Burgos en colaboración con el Ayuntamiento de Burgos y con ayuda de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Entre uno de sus objetivos esta fomentar la alfabetización científica en distintos niveles educativos. Su programa PequeCiencia está diseñado para alumnado de 3 a 7 años. Los descubrimientos paleontológicos, los fósiles y los dinosaurios son un recurso muy atractivo para trabajar con estas edades, ya que les despierta gran motivación e interés. De manera general, una de las mayores dificultades es la conceptualización del tiempo geológico, siendo más acusada en estas edades debido a la escasa percepción temporal que tienen, al igual que la ordenación de secuencias, lo que agrava la dificultad para poder comprender la evolución cronológica de diferentes acontecimientos de la paleontología. Para ello, se proponen unas actividades en las cuales el alumnado trabajará la comprensión de magnitudes lineales, espaciales y

¹ Unidad de Cultura Científica e Innovación. Universidad de Burgos. C/ Don Juan de Austria, s/n. E-09001 Burgos. avneila@ubu.es

² Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. C/ Don Juan de Austria, s/n. E-09001 Burgos. maqueiruga@ubu.es, mdojeda@ubu.es

temporales. Estas actividades se incorporan a la ordenación de sucesiones en diferentes situaciones de su vida cotidiana, para después poder extrapolarlo a la ubicación de sucesos paleontológicos. Finalmente, se realiza una línea cronológica con los sucesos y animales que habitaron el planeta en diferentes eras y periodos para así poder realizar una aproximación a la comprensión de la magnitud del tiempo geológico.

LUCAS MALLADA, 23: 143 a 144

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones sobre la enseñanza de la paleontología

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

LA EXCAVACIÓN COMO INTRODUCCIÓN AL MUNDO CIENTÍFICO

Ángela VARELA NEILA¹ |

Miguel Ángel QUEIRUGA DIOS² | María Díez OJEDA²

La Estación de la Ciencia y la Tecnología es un proyecto impulsado por la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Burgos en colaboración con el Ayuntamiento de Burgos y con ayuda de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). Los programas educativos extracurriculares dirigidos al público infantil y juvenil que se llevan a cabo en este centro se vinculan a la metodología STEAM para acercar la ciencia y la tecnología a los más pequeños. Entre las dinámicas que se utilizan se encuentra la experimentación en la propia piel de los alumnos de acciones propias del mundo científico.

Este taller es llevado a cabo por una científica del mundo de la arqueología y la paleontología, en el que explica con una breve introducción la formación de un yacimiento y la manera de excavarlo. Posteriormente, se desarrolla la parte principal de la actividad: la excavación. A partir de varios cajones de madera se han creado cuadrículas en las que se han introducido grava y piedras para representar una capa estratigráfica. Cada cuadrícula posee una letra y un número y cada participante trabaja en su propio

¹ Unidad de Cultura Científica e Innovación. Universidad de Burgos. C/ Don Juan de Austria, s/n. E-09001 Burgos. avneila@ubu.es

² Departamento de Didácticas Específicas. Universidad de Burgos. C/ Don Juan de Austria, s/n. E-09001 Burgos. maqueiruga@ubu.es, mdojeda@ubu.es

espacio de excavación. A través de la impresión 3D se han creado varios huesos de megafauna en escala reducida para incluir en el cajón de la excavación. También se han escondido rocas y minerales con el mismo fin. Con ayuda de una brocha y un recogedor el participante excavará, de manera lo más científica posible, para descubrir todos los restos de su espacio. Este trabajo se refleja en una ficha de excavación en la que las piezas son documentadas con sus coordenadas (X e Y), el tamaño, el material y otros aspectos paleontológicos. La actividad cuenta con un *dossier* con información sobre la excavación y pequeñas actividades para demostrar el conocimiento adquirido en el taller.

COMUNICACIONES DE TEMA LIBRE

IMPACTO DE EVENTOS RÁPIDOS DE CALENTAMIENTO EN LOS FONDOS OCEÁNICOS DURANTE EL PALEÓGENO

Gabriela J. ARREGUÍN RODRÍGUEZ¹ | Laia ALEGRET²

Durante el Paleógeno se produjeron una serie de eventos rápidos de perturbación del ciclo del carbono asociados a calentamiento global, y que se superponen a las tendencias climáticas graduales. La mayoría de estos eventos se registran durante la tendencia general de calentamiento desde el Paleoceno hasta el óptimo climático del Eoceno inicial, mientras que otros se superponen al enfriamiento gradual que se registra desde el Eoceno medio hasta el Oligoceno. En ambos escenarios, el calentamiento de las aguas superficiales y del fondo provocó alteraciones en los ecosistemas. El análisis estadístico de la diversidad de los foraminíferos bentónicos a través de dichos eventos contribuye a entender el impacto en los ecosistemas profundos. En los eventos de calentamiento que ocurrieron bajo condiciones de invernadero, se infiere la adaptación a condiciones de estrés (disminución de diversidad) o el incremento en la inestabilidad de los ecosistemas (coeficientes de variación altos), que dificultaron la adaptación de los organismos. No obstante, estos cambios solo son estadísticamente significativos en los eventos de mayor magnitud, tales como el máximo térmico del Paleoceno – Eoceno o el máximo térmico

¹ Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. 22860 Ensenada (México). arreguing@uabc.edu.mx

² Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. laia@unizar.es

del Eoceno-2. Por el contrario, no se observan cambios significativos en la diversidad de foraminíferos bentónicos durante los eventos de calentamiento que se superponen al enfriamiento gradual del Eoceno medio. Estas condiciones pudieron amortiguar el efecto del calentamiento en los fondos oceánicos.

BIOEROSIÓN DE INSECTOS DERMÉSTIDOS EN TEJIDO ÓSEO: NEOICNOLOGÍA VS. PALEOICNOLOGÍA

Zain BELAÚSTEGUI¹ | Iván NARVÁEZ² |
Francisco ORTEGA² | Jorge Ángel MARTÍN³ |
Daniel MARTÍN-VEGA³ | Jordi MARTINELL¹

El estudio de la bioerosión producida en el tejido óseo, tanto en ambientes marinos como continentales, siempre ha suscitado un especial interés en el ámbito de la icnología y, en particular, en el relacionado con el registro fósil. Esto se debe a que este tipo de estudios puede aportar información diversa, principalmente paleoecológica / paleoetológica (*e. g.* relaciones depredador – presa, hábitos de carroñeo, presencia de saprófagos, necrófagos e incluso osteófagos, ...), tafonómica (tanto de la fase necrobiótica como biostratinómica) e incluso paleoambiental (*e. g.* relacionada con las condiciones de humedad, temperatura y/o tasa de sedimentación).

Dado que, en la mayor parte de los casos, el productor no suele fosilizar junto a la traza que produce, los estudios neoicnológicos (centrados en la

¹ Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà. Facultat de Ciències de la Terra. Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio). Universitat de Barcelona. Carrer de Martí i Franquès, s/n. E-08028 Barcelona. zbelaustegui@ub.edu, jmartinell@ub.edu

² Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Paseo de la Senda del Rey, 9. E-28040 Madrid. i.narvaez.padilla@gmail.com, fortega@ccia.uned.es

³ Departamento de Ciencias de la Vida. Facultad de Ciencias. Universidad de Alcalá. E-28805 Alcalá de Henares (Madrid). ja12martin@hotmail.com, daniel.martinve@uah.es

observación de análogos actuales) son especialmente útiles. En este sentido, cuanto mayor sea nuestro conocimiento sobre los comportamientos bioerosivos (y sus respectivos resultados en forma de estructuras de bioerosión) que diferentes organismos (tanto marinos como continentales) pueden llevar a cabo en la actualidad, más herramientas tendremos para tratar de interpretar el registro paleoicnológico.

En los últimos años, la actividad bioerosiva de insectos derméstidos (*Coleoptera*) sobre restos de dinosaurios está siendo foco de muchos estudios. Tradicionalmente, las estructuras de bioerosión consistentes en cámaras elipsoides y cóncavas perforadas en la superficie de algunos fósiles de dinosaurios (atribuidas al icnogénero *Cubiculum*) han sido interpretadas como el resultado del establecimiento de cámaras pupales de derméstidos.

En esta contribución se presenta una comparación entre el registro de tipo *Cubiculum* asociado a restos de dinosaurios saurópodos titanosaurios del yacimiento campano-maastrichtiense de Lo Hueco (Cuenca, España) y la actividad bioerosiva desarrollada sobre tejido óseo de una colonia actual del escarabajo derméstido *Dermestes frischii*.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte de los objetivos CGL2015-68363-P y PID2019-111488RB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

EL PASADO ES LA CLAVE DEL FUTURO: ANÁLISIS DE REDES APLICADO A LA DINÁMICA FUNCIONAL DE LAS COMUNIDADES DE MAMÍFEROS IBÉRICOS EN LOS ÚLTIMOS 21 MILLONES DE AÑOS

Fernando BLANCO¹ | Joaquín CALATAYUD² |
David M. MARTÍN-PEREA^{3, 4, 5} | M.^a Soledad DOMINGO⁶ |
Iris MENÉNDEZ^{4, 7} | Johannes MÜLLER¹ |
Manuel HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ^{4, 7} | Juan L. CANTALAPIEDRA⁸

En el contexto de la profunda crisis biótica actual, los esfuerzos de conservación pueden dirigirse hacia preservar los procesos y las interacciones en los ecosistemas (*funcionamiento de los ecosistemas*), incluidos aquellos que

¹ Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung. Invalidenstrasse, 43. 10115 Berlín (Alemania). fblancosegovia@gmail.com, johannes.mueller@mfn.berlin

² Departamento de Biología, Geología, Física y Química Inorgánica. Universidad Rey Juan Carlos. C/ Tulipán, s/n. E-28933 Móstoles (Madrid). joaquin.calatayud@urjc.es

³ Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). C/ José Gutiérrez Abascal, 2. E-28006 Madrid. davidmam@ucm.es

⁴ Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología. Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. irismene@ucm.es, hdezfdz@ucm.es

⁵ Instituto de Evolución Humana en África IDEA. C/ Covarrubias, 26. E-28010 Madrid.

⁶ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Ciencias Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid. C/ Rector Royo Villanova, s/n. E-28040 Madrid. soldomingo@gmail.com

⁷ Departamento de Cambio Medioambiental. Instituto de Geociencias (UCM, CSIC). C/ Severo Ochoa, 7. E-28040 Madrid.

⁸ Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de Alcalá, GloCEE – Global Change Ecology and Evolution Research Group. Plaza de San Diego, s/n. E-28801 Alcalá de Henares (Madrid). jlopezcant@gmail.com

son (y pudieran ser) beneficiosos para la humanidad (*servicios ecosistémicos*). La convicción es que la preservación de una alta diversidad fenotípica (funcional) ayudará a estabilizar los ecosistemas ante futuras perturbaciones (*efecto de seguro*), incrementando la persistencia del funcionamiento de los ecosistemas. A través del uso del análisis de redes, aplicado al excepcional registro fósil de mamíferos de la península ibérica en los últimos 21 millones de años, estudiamos comparativamente si las comunidades definidas por las especies que contienen y las definidas en función de los roles ecológicos de sus especies (faunas funcionales) tenían mayor o menor persistencia en el tiempo. Para ello, la base de datos incluye información sobre tres caracteres funcionales: dieta, locomoción y peso, para 396 especies distribuidas en 167 yacimientos. Para estudiar la evolución funcional de estas comunidades agrupamos las especies en entidades funcionales (combinaciones únicas de caracteres funcionales). Hallamos que la estructura funcional de las comunidades de mamíferos pasó por largos periodos de estabilidad, a pesar de una alta volatilidad taxonómica debida a dispersión, especiación y extinción de especies, incluso persistiendo durante importantes eventos ambientales como la crisis messiniense (~6.5 Ma) o el inicio de las glaciaciones del Pliopleistoceno (~2.5 Ma). Una alta riqueza y diversidad funcional promovió una mayor persistencia de las faunas funcionales, aunque el riesgo de extinción de sus especies fuese indistinguible entre las diferentes faunas. Estos hallazgos, y el gran desacople entre las sucesiones taxonómicas y funcionales, indican que, aunque priorizar los esfuerzos de conservación sobre la diversidad funcional puede o no disminuir la pérdida de especies, ciertamente aumentará la persistencia del funcionamiento del ecosistema ante futuras perturbaciones.

INACCURACY ON THE DETERMINATION OF THE TEMPERATURE FROM SOME VALUES OF THE CONODONT COLOUR ALTERATION INDEX (CAI)

Silvia BLANCO-FERRERA¹ | Javier SANZ-LÓPEZ¹

Conodonts are phosphatic marine microfossils collected from Cambrian to Triassic rocks. They have become a widely used tool in tectonothermal and geological analyses because of their joint use as a precise biostratigraphic marker and as a thermal maturity indicator. The latter application is based on colour change of conodonts, a progressive and irreversible chemical transformation in response to increasing temperature with time. Epstein and cols. (1977) and Rejebian and cols. (1987) produced experimentally, under controlled temperature conditions, the same sequence of colour change seen in nature and used an Arrhenius plot to extrapolate their experimental data in accordance with the geological time. Extrapolation of experimental data to geological time applies chemical kinetics described by the Arrhenius equation: $k = A \exp(-E_a/RT)$, where k is the reaction rate, E_a is the activation energy, A the pre-exponential factor, T the absolute temperature and R the universal gas constant. The Arrhenius equation allowed to Epstein and cols. (1977) to represent a plot where temperature and time are related to eight CAI grades (Blanco-Ferrera, 2011, PhD). However, the

¹ Facultad de Geología. Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco, s/n. E-33005 Oviedo (Asturias). blancosilvia@uniovi.es, sanzjavier@uniovi.es

subdivision of the abscissa axis shows an incorrect location for the temperature values. Consequently, the representation of experimental data corresponding to the CAI values from 1 to 5, are laterally shifted and the slope of the straight lines, which separate the CAI grades, should be corrected. To solve this problem, a new Arrhenius plot based on the projection of the data published in Epstein and cols. (1977) and Rejebian and cols. (1987) shows a noticeable variation in the slopes of the lines confining the CAI grades of 1.5 and 2. The temperatures inferred from the new graph partly resolve the observed inconsistencies between the too low palaeotemperatures indicated by the CAI values and those obtained from other thermal indicators in several regional studies.

REVISIÓN DE LA HISTOLOGÍA FOLIAR DEL HELECHO MESOZOICO *WEICHSELIA RETICULATA* A PARTIR DE RESTOS QUEMADOS

Candela BLANCO-MORENO¹

El helecho *Weichselia reticulata* domina las asociaciones vegetales de yacimientos fluviales, lacustres y costeros del Cretácico inferior situados en el cinturón árido, y de forma excepcional en el cálido húmedo (latitudes entre 30°N y 30°S). Sus *pinnae* suelen encontrarse fragmentadas y quemadas, asociadas a incendios recurrentes. Este tipo de restos permiten un estudio histológico, pues preservan en detalle la morfología de las células del tejido vegetal. Además, al ser un material frágil, la lámina se fragmenta de forma heterogénea en el momento de la excavación del fósil y durante la preparación con ácido para separarlo de la matriz. Esto permite la observación de las distintas capas que la componen. Los análisis previos de la ultraestructura de la lámina de la pínula de este helecho con microscopía electrónica de barrido (MEB) en material del Weald inglés (Berriasiense – Aptiense de Reino Unido), proporcionaron información sobre rasgos xerofíticos. En este trabajo se ha estudiado material quemado de *Weichselia reticulata* procedente de dos yacimientos: Las Hoyas (Barremiense superior de Cuenca, España) y Bernissart (Barremiense – Aptiense de Mons, Bélgica). El estudio de trece ejemplares con MEB ha proporcionado una descripción más

¹ Centro para la Integración en Paleobiología (CIPb). Universidad Autónoma de Madrid. C/ Darwin, 2. Campus de Cantoblanco. E-28049 Madrid. candelablanmor@gmail.com

detallada de la lámina, del sistema vascular, así como una mejor observación de los estomas, que no tienen células subsidiarias como se pensaba hasta ahora. Los caracteres observados en la lámina de *Weichselia reticulata* sugieren una relación filogenética cercana con el orden Marattiales, y que este helecho vivió en zonas con fluctuaciones en la disponibilidad de agua. Las hojas de ambos yacimientos presentan células fusionadas en la epidermis y en los parénquimas, así como fragmentación del tejido vascular, características que se observan en plantas actuales quemadas. Los daños por fuego en los ejemplares de ambos yacimientos son equivalentes, lo que sugiere que la vegetación de Las Hoyas y Bernissart tenía características muy similares.

Agradecimientos

Este trabajo se ha podido realizar gracias a una Ayuda para Jóvenes Investigadores de la Sociedad Española de Paleontología (AJISEP2019). Agradezco al comité de estas ayudas su comprensión y la ampliación del plazo de entrega ante la situación por la COVID-19. También me gustaría agradecer al RBINS en Bruselas y al MUPA en Cuenca el acceso a los ejemplares para el estudio.

AUGE Y DECLIVE DE LOS PROBOSCÍDEOS

Juan L. CANTALAPIEDRA¹ | Óscar SANISIDRO¹ |
Hanwen ZHANG^{2,3} | M.^a Teresa ALBERDI⁴ |
José Luis PRADO⁵ | Fernando BLANCO⁶ | Juha SAARINEN⁷

Los proboscídeos son elementos emblemáticos de la megafauna y han sido especies clave en los ecosistemas terrestres del Cenozoico. Hace tres millones de años (Ma) había en nuestro planeta más de treinta especies de este linaje, de las cuales solo quedan tres. Analizando el rico registro fósil de las más de ciento ochenta especies de proboscídeos conocidas evaluamos por primera vez los procesos que determinaron su auge y su declive. Aunque su origen se encuentra en África y se remonta a hace entorno a 60 Ma,

¹ Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de Alcalá. GloCEE – Global Change Ecology and Evolution Research Group. E-28805 Alcalá de Henares (Madrid). juan.lopezcantalapie@uah.es, oscarsanisidro@gmail.com

² School of Earth Sciences. University of Bristol. 24 Tyndall Avenue. BS8 1TQ Bristol (Inglaterra, Reino Unido). hz1646@bristol.ac.uk

³ Department of Earth Sciences. Natural History Museum. Cromwell Road. Londres, SW7 5BD (Reino Unido).

⁴ Departamento de Paleobiología. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). C/ José Gutiérrez Abascal, 2. E-28006 Madrid. alberdi.maite@gmail.com

⁵ INCUAPA, CONICET-UNICEN. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. C/ Del Valle, 5737. B7400JWI Olavarría (Argentina). jprado@soc.unicen.edu.ar

⁶ Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung. Invalidenstr., 43. 10115 Berlín (Alemania). fblancosegovia@gmail.com

⁷ Department of Geosciences and Geography. University of Helsinki. FI-00014 Helsinki (Finlandia). juha.saarinen@helsinki.fi

su gran disparidad ecomorfológica no llegó hasta su dispersión fuera de este continente, hace en torno a 24 Ma. Este éxodo produjo una gran aceleración en sus tasas evolutivas, seguramente debido también a la mayor heterogeneidad de los ecosistemas y los nuevos contextos ecológicos, que a su vez impulsaron la especiación. Su diversidad ecológica fue máxima desde los 15 hasta los 7 Ma, cuando, debido a la expansión de las sabanas y a expensas de formas típicas de ambientes forestales más productivos, comienzan a florecer los linajes más aptos para la supervivencia en escenarios más áridos y un alimento menos nutritivo. Con el advenimiento de las glaciaciones, hace unos 3 Ma, comienza un periodo de incremento de la extinción en África y Eurasia. Es el final de grupos como los dinoterios y las formas con mandíbula de pala. La tasa de extinción sufre un gran incremento en Eurasia y América a partir de los 160 000 y 75 000 años, respectivamente. Estas fechas son anteriores a la expansión del *Homo sapiens* en estos continentes, y este evento no se da en África, donde *Homo sapiens* habitaba ya desde hace decenas de miles de años, lo que sugiere que el desencadenante de este último pulso fueron también los cambios ambientales. La actividad de los humanos apuntaló el declive del grupo en tiempos más recientes.

**PRIMERA EVIDENCIA DE ICNITAS DE TIPO
CARIRICNIUM EN LA FORMACIÓN EL CASTELLAR
(BARREMIENSE INFERIOR, TERUEL)**

Diego CASTANERA¹ | Beatriz BÁDENAS² | Marcos AURELL² |
José Ignacio CANUDO² | José Manuel GASCA²

Las formaciones geológicas del Jurásico superior y Cretácico inferior (Kimmeridgiense superior – Barremiense) en la subcuenca de Galve (cuenca del Maestrazgo) conservan numerosos yacimientos con icnitas de dinosaurios. Estas formaciones representan principalmente paleoambientes transicionales (formaciones Higueruelas, Cedrillas, Aguilar del Alfambra, Camarillas, Artoles) y aluviales (formación Galve). Sin embargo, es destacable la ausencia de icnitas en las calizas y margas de la formación El Castellar de origen lacustre-palustre (Hauteriviense superior – Barremiense inferior). En el término de Camarillas (provincia de Teruel), se ha encontrado el nuevo yacimiento denominado *San Benón*, con icnitas de dinosaurios con características poco comunes en cuanto a su conservación. Son contramolde localizados en la base de un estrato de caliza fangosa con ostrácodos y carofitas, siendo este tipo de conservación más típico en litologías siliciclásticas (areniscas). Además, presentan un alto grado de conservación

¹ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. Universitat Autònoma de Barcelona. Carrer de l'Escola Industrial, 23. E-08201 Sabadell (Barcelona). diego.castanera@icp.cat, dcastanera@hotmail.es

² Aragosaurus – IUCA. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. bbadenas@unizar.es, maurell@unizar.es, jicanudo@unizar.es, jmgaska@hotmail.com

morfológica del pie del productor. De este yacimiento destacan icnitas tri-dáctilas de más de 50 centímetros de longitud. La morfología es cuadripartita con una almohadilla en cada dedo y una gran almohadilla central. Estos caracteres son típicos de *Caririchnium* y la forma de la almohadilla plantar permite asignarlas a *Caririchnium magnificum*. Este icnotaxón estaría producido por un ornitópedo de gran tamaño. Estos nuevos datos tienen relevancia al: 1) representar el registro más antiguo de *Caririchnium* en la cuenca del Maestrazgo y es coherente con el registro paleoicnológico en otras áreas de la península ibérica; 2) rellenar un vacío paleontológico de icnitas de ornitópedo entre las unidades más antiguas (Titoniense – Valanginiense) y las más modernas del Barremiense de la subcuenca de Galve; y 3) aportar nuevos datos sobre la presencia de un ornitópedo de gran tamaño en la formación, coherente con el registro de iguanodontios conocido en esta formación o en sus equivalentes temporales en otras subcuencas de la cuenca del Maestrazgo.

Agradecimientos

A Pedro Cirugeda, por descubrir y mostrarnos el material objeto de estudio. La investigación de Diego Castanera ha sido financiada por el Programa Beatriu de Pinós (BP2017-00195) de AGAUR. Este trabajo forma parte del proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad – ERDF CGL2017-85038-P y del Grupo E18_20R Aragosaurus: recursos geológicos y paleoambientes, financiado por el Gobierno de Aragón – FEDER.

**NUEVA MANDÍBULA DE LINCE DEL PLEISTOCENO INFERIOR
DE LA PUEBLA DE VALVERDE (TERUEL):
APROXIMACIÓN TAXONÓMICA MULTIVARIANTE
DE FÉLIDOS ACTUALES Y PLEISTOCENOS DE TALLA MEDIANA**

Andrea CUCCU^{1,2} | Alberto VALENCIANO² |
Beatriz AZANZA² | Daniel DE MIGUEL^{2,3,4}

A pesar de que los lince se extendieron por el hemisferio norte durante el Plioceno y el Pleistoceno, su origen aún está lejos de comprenderse, pues existe cierta controversia sobre sus relaciones evolutivas. En este trabajo se describe una nueva hemimandíbula izquierda completa de un felino de tamaño mediano proveniente del yacimiento turolense de La Puebla de Valverde (Pleistoceno inferior, MN17, Villafranquiense medio, 2,05 millones de años). Este nuevo fósil se caracteriza por tener un cuerpo mandibular y una rama ascendente esbelta, ausencia de diastema entre los P3-P4,

¹ Dipartimento di Scienze della Terra. Università degli Studi di Firenze. Via Giorgio La Pira, 4. 50121 Firenze FI (Italia). cuccu91@gmail.com

² Departamento de Ciencias de la Tierra. Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. a.valenciano@unizar.es, azanza@unizar.es, demiguel@unizar.es

³ Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo (ARAID). Avda. de Ranzillas, 1-D. E-50018 Zaragoza.

⁴ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. Universitat Autònoma de Barcelona. Edifici ICTA-ICP. Carrer de les Columnes, s/n. Campus de la UAB. E-08193 Cerdanyola del Vallès (Barcelona).

caninos pequeños, así como un P4 y M1 alargados. Análisis multivariantes de la dentición inferior de una muestra de félidos extintos y actuales pertenecientes a los géneros *Lynx*, *Caracal* y *Leptailurus* permiten la discriminación a nivel genérico y específico entre grupos homogéneos del género *Lynx*. Esta hemimandíbula, que se atribuye a *Lynx* aff. *issiodorensis*, muestra algunas diferencias respecto a los especímenes de la localidad tipo y aporta nuevos datos sobre la variabilidad morfológica y de talla del lince de Isoire del Pliopleistoceno, reforzando la opinión de que debe atribuirse al género *Lynx* (en lugar de a *Caracal*). Estas diferencias en el espécimen de La Puebla de Valverde apuntan hacia una convergencia dietética con las poblaciones actuales del lince ibérico (*Lynx pardinus*) y el lince de Canadá (*Lynx canadensis*), ambos especializados en alimentarse de presas pequeñas o medianas, lo que encaja bien con el escenario ambiental de la época y los cambios evolutivos que sufrieron los lincees en el Pleistoceno inferior.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Gobierno de Aragón (Group ref. E33_20R), el proyecto PGC2018-094122-B-100 (AEI/ FEDER) de la Unión Europea y el programa Juan de la Cierva – formación (FJC2018-036669-I a Alberto Valenciano) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del Gobierno de España.

AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA MORFOLOGÍA DE LA COLA DEL SIRENIO BASAL *SOBRARBESIREN CARDIELI* (EOCENO MEDIO, HUESCA)

Ester DÍAZ-BERENGUER¹ | Ainara BADIOLA² | José Ignacio CANUDO¹

Pansirenia es un orden de mamíferos marinos afroterios cuyo registro fósil comienza en el Eoceno inferior. En su adaptación a la vida acuática han sufrido numerosas modificaciones corporales incluyendo el desarrollo de una aleta caudal horizontal, principal medio de propulsión en el agua de los sirenios actuales (*Trichechus* spp. y *Dugong dugon*). Aunque la cola de los primeros representantes de Pansirenia ya había comenzado a aplanarse, la aleta caudal no aparece hasta el Eoceno superior. *Sobrarbesiren cardieli* es un pansirenio basal cuadrúpedo del Eoceno medio (Luteciense) descubierto en el Geoparque de Sobrarbe (Huesca). Este taxón poseía una cola incipientemente aplanada; sin embargo, se desconoce su morfología completa. Un estudio en profundidad de las vértebras caudales inicialmente atribuidas a *Sobrarbesiren* y de nuevos especímenes obtenidos en el yacimiento tipo están permitiendo avanzar en su conocimiento. Las vértebras caudales de *Sobrarbesiren* se caracterizan por presentar: una espina neural dirigida anteriormente en las vértebras anteriores, indicativo de la

¹ Grupo Aragosaurus – IUCA. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. ester.berenguer@gmail.com, jicanudo@unizar.es

² Departamento de Geología. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea. E-48940 Leioa (Vizcaya). abadiola@unizar.es

existencia de una vértebra anticlinal y condición desconocida para el resto de pansirenios; centros inclinados anteriormente, que revelan una cola desviada ventralmente y diferente de las colas rectas de pansirenios más derivados, y forámenes vasculares en los procesos transversos de las vértebras posteriores, únicamente descritos en la serie caudal anterior del prorastómido *Pezosiren* (Eoceno medio, Jamaica) dentro de Pansirenia. Estos forámenes se han relacionado con mamíferos semiacuáticos con un plan corporal similar al de *Sobrarbesiren* como son la presencia de extremidades posteriores y un aumento de la musculatura de una cola implicada en la natación. La ausencia de una serie caudal más completa impide determinar si *Sobrarbesiren* ya poseía una aleta caudal. El conjunto de caracteres de las vértebras caudales de *Sobrarbesiren* indica un proceso más complejo en la evolución de la columna vertebral de los pansirenios de lo que había sido interpretado hasta el momento.

Agradecimientos

Ministerio de Economía y Competitividad (CGL2013-47521-P y CGL2017-85038-P, MINECO/ERDF, EU); Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (IICI-2016-30427), y grupos de investigación del Gobierno Vasco / Eusko Jaurlaritzza (IT834-13, IT1004-16 y IT418-19), la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (PPG17/04 y GIU18/163), el Geoparque de Sobrarbe, el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y el Gobierno de Aragón (DGA y Grupos de Referencia E18_17R).

INCIDENCIA DE LAS CORRIENTES DE FONDO PROFUNDAS SOBRE LAS COMUNIDADES MACROBENTÓNICAS BIOTURBADORAS: UN ESTUDIO ICNOLÓGICO DEL NOROESTE DEL MARGEN DE IBERIA

Javier DORADOR¹ | Francisco J. RODRÍGUEZ-TOVAR¹ |
Anxo MENA² | Guillermo FRANCÉS²

Las comunidades macrobentónicas bioturbadoras están controladas por determinados factores ecológicos y deposicionales como la oxigenación, la disponibilidad de materia orgánica o de energía hidrodinámica, entre otros. Esta relación ha determinado el interés del análisis icnológico en interpretaciones paleoambientales. Durante los últimos años, estudios de detalle han aportado información sobre el contenido icnológico en contornitas y las condiciones paleoambientales durante su depósito. Sin embargo, existen numerosas cuestiones sin resolver respecto a la información icnológica en contornitas, como la incidencia de la variación de intensidad de corrientes de fondo sobre la comunidad macrobentónica en ambientes profundos. Para abordar este aspecto se ha planteado el análisis icnológico, combinando imágenes de alta resolución y procesado de datos de tomografía computarizada, de cinco sondeos extraídos en la cuenca interior de Galicia (CIG). En concreto, se analiza el registro icnológico de contornitas y otros depósitos

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva. E-18002 Granada. javidr@ugr.es, fjrtovar@ugr.es

² Departamento de Xeociencias Mariñas e Ordenación do Territorio. Facultade de Ciencias do Mar. Universidade de Vigo. E-36310 Vigo. anxomena@uvigo.gal, gfrances@uvigo.es

marinos profundos (pelágicos, hemipelágicos, turbidíticos y depósitos de detritos transportados por icebergs) en la CIG durante los últimos 60 ka. Se ha identificado una asociación de trazas fósiles compuesta por 14 icnogéneros, asociados a la icnofacies de *Zoophycos*. Se han definido siete icnofábricas, cuya distribución se puede relacionar con las facies deposicionales descritas. La distribución de icnofábricas en los intervalos contorníticos no está directamente relacionada con la variación en la intensidad de las corrientes, siendo otros parámetros de mayor relevancia. En concreto, las alternancias entre icnofábricas de *Thalassinoides* e icnofábricas de *Palaeophycus* revelan cambios en la tasa de sedimentación, disponibilidad de nutrientes y consistencia del sustrato. Este hecho, además, sugiere depósitos intermitentes durante la sedimentación de contornitas, frente al proceso continuo que se consideraba tradicionalmente en el modelo de facies.

Agradecimientos

La investigación de Javier Dorador ha sido financiada a través del programa Juan de la Cierva – incorporación (IJC2019-038866-I) del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. Esta contribución ha sido posible gracias al apoyo de los proyectos CGL2015-66835-P y PID2019-104625RB-100 (Secretaría de Estado de I+D+i, España), B-RNM-072-UGR18 y P18-RT-4074 (Junta de Andalucía), y de la Unidad Científica de Excelencia UCE-2016-05 (UGR).

ELEMENTOS DEL BASICRÁNEO DE UN ORNITÓPODO DEL YACIMIENTO DEL CRETÁCICO SUPERIOR DE LO HUECO (FUENTES, CUENCA)

Fernando ESCASO¹ | Rodolfo A. CORIA² | Francisco ORTEGA¹

El yacimiento paleontológico de concentración (Konzentrat-Lagerstätten) de Lo Hueco (formación Villalba de la Sierra), descubierto en 2007 cerca de la localidad de Fuentes (Cuenca, España), ha proporcionado una representación excepcional de algunos grupos de tetrápodos continentales del final del Cretácico (Campaniense – Maastrichtiense). Concretamente, esta representación es especialmente importante en el caso de tortugas botremíidas, cocodrilos alodaposúquidos y saurópodos titanosaurios. Además de estos últimos, en el yacimiento se conocen en menor proporción elementos que han sido asignados tanto a distintos grupos de dinosaurios terópodos como al ornitópodo *Rhabdodon*.

Se propone una descripción y discusión de nuevos elementos craneales pertenecientes a la región del basicráneo (supraoccipital, proótico derecho y la práctica totalidad del complejo exoccipital-opistótico) de un nuevo individuo que presenta una combinación de caracteres compatible con la

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Avda. Esparta, s/n. E-28232 Las Rozas (Madrid). fescaso@ccia.uned.es, fortega@ccia.uned.es

² Museo Carmen Funes. Avda. Córdoba, 55 (8318), Plaza Huincul. Neuquén (Argentina). rcoria@unrn.edu.ar

descrita en basicráneos del ornitópodo rabdodóntido *Rhabdodon* procedentes del sur de Francia. Entre estos caracteres se encuentran la participación del supraoccipital en el borde dorsal del foramen mágnum o la presencia de una pequeña protuberancia a cada lado del proceso ascendente del supraoccipital que se sitúa sobre los bordes dorsales de ambos procesos paroccipitales y de procesos paroccipitales alargados y dirigidos en sentido posterolateral. La evidencia de este taxón está constituida por material muy fragmentario en el sur del dominio iberoarmoricano durante el Cretácico superior. Los restos de *Rhabdodon* en la formación Villalba de la Sierra, junto a las referencias en Chera (Valencia), constituyen los registros más meridionales del taxón y son un elemento importante para establecer las relaciones de estos dinosaurios en el archipiélago europeo a finales del Cretácico.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte de los objetivos de los proyectos CGL2015-68363-P y PID2019-111488RB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

ANÁLISIS ICNOLÓGICO Y OXIGENACIÓN: EL EVENTO ANÓXICO OCEÁNICO DEL TOARCIENSE (T-OAE) EN LA CUENCA ASTURIANA

Javier FERNÁNDEZ MARTÍNEZ¹ | Francisco J. RODRÍGUEZ-TOVAR¹ |
Francisca MARTÍNEZ RUIZ² | Laura PIÑUELA³ |
José Carlos GARCÍA RAMOS³

Se ha realizado un detallado estudio icnológico y sedimentológico, capa a capa, en dos afloramientos (Lastres y Rodiles) del Toarciense inferior (Jurásico inferior) de la cuenca asturiana. El estudio revela los efectos del Evento Anóxico Oceánico del Toarciense (T-OAE) sobre la macrofauna bentónica bioturbadora. El análisis icnológico ha permitido documentar una asociación de trazas abundante y diversa, compuesta por diez icnogéneros: *Arenicolites*, *Chondrites*, *Diplocraterion*, *Halimedides*, *Palaeophycus*, *Planolites*, *Rhizocorallium*, *Thalassinoides*, *Trichichnus* y *Zoophycos*. La asociación se corresponde con las icnofacies de *Zoophycos* y *Glossifungites* distal. Asimismo, se han diferenciado seis icnofábricas: ¿laminada?, *Diplocraterion* – *Thalassinoides*, *Chondrites* moteada, *Chondrites* – *Palaeophycus* –

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva. E-18002 Granada. javierfernandezm@ugr.es, fjrtovar@ugr.es

² Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR). Av. de las Palmeras, 4. E-18100 Armilla (Granada). fmruiz@ugr.es

³ Museo del Jurásico de Asturias (MUJA). Rasa de San Telmo, s/n. E-33328 Colunga (Asturias). jcgramos@geol.uniovi.es, lpinuela@geol.uniovi.es

Planolites, *Chondrites* – *Halimedides* – *Planolites* y *Chondrites* laminada. De acuerdo con los principales rasgos icnológicos (icnodiversidad, abundancia y distribución, relaciones de corte, tipo de relleno...) se caracteriza una comunidad endobentónica que bioturba en varios niveles del sustrato y cuya variación a lo largo del intervalo correspondiente al T-OAE está fundamentalmente relacionada con cambios en la oxigenación. Así, ambientes bien oxigenados previos al evento se relacionan con icnofábricas caracterizadas por una diversidad y una abundancia mayores (principalmente *Diplocraterion* – *Thalassinoides*). El cambio a condiciones anóxicas durante el inicio del T-OAE viene indicado por la desaparición aparente de bioturbación durante el depósito de pizarras oscuras laminadas (¿icnofábrica laminada?), seguida de una alternancia de margas con niveles bioturbados (claros, principalmente icnofábrica *Chondrites* moteada) y laminados (oscuros, ¿mayormente icnofábricas laminadas? o *Chondrites* laminada), lo que representa pequeñas fluctuaciones entre condiciones óxicas / disóxicas y subóxicas / anóxicas. El fin del T-OAE se registra en el nivel superior de pizarra oscura laminada, en el que progresivamente aumenta la bioturbación (¿sucesión de icnofábricas laminadas? a *Chondrites* laminada y finalmente *Diplocraterion* – *Thalassinoides*). Los niveles posteriores al T-OAE reflejan el final de las condiciones anóxicas y el aumento de la oxigenación, como evidencia el aumento de la diversidad y la abundancia de bioturbación, que alcanza valores similares a los previos al evento.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por los siguientes proyectos e instituciones: CGL2015-66835-P, PID2019-104625RB-100 y PID2019-104624RB-I00 (Secretaría de Estado de I+D+i), B-RNM-072-UGR18 (FEDER Andalucía), P18-RT-4074 y P18-RT-3804 (Junta de Andalucía), Unidad de Excelencia Científica UCE-2016-05 (Universidad de Granada) y la Sociedad Pública de Gestión y Promoción Turística y Cultural del Principado de Asturias.

CALCAREOUS NANNOFOSSILS AS A TOOL FOR DATING THE WEITENHAUSGRABEN CIRQUE SECTION (NORTHERN CALCAREOUS ALPS, AUSTRIA)

Ángela FRAGUAS¹ | Tim CIFER² | Špela GORIČAN²

Calcareous nannofossils are one of the main constituents of marly and carbonate lithologies, including common, recognizable, and widespread taxa. Therefore, they are one of the best biostratigraphic tools for dating rocks. This work gives new information about Lower Jurassic nannofossils from the Weitenhausgraben Cirque section (Austria), made up of a 95 meters thick alternation of marls, limestones and marly limestones, well-calibrated to radiolarian zones and stable carbon isotopes.

Semiquantitative analyses were performed on 30 samples for nannofossil biostratigraphic observations, using a Leica DMLP light microscope ($\times 1250$ magnification). More than 2000 fields of view were observed in each sample to identify the rare species. The abundance and preservation of nannofossil assemblages, and the relative abundance of the species identified were analyzed in each sample. The abundance and diversity of nannofossil assemblages considerably increase between samples R0454

¹ Departamento de Biología y Geología, Física y Química Inorgánica, ESCET. Universidad Rey Juan Carlos. C/ Tulipán. E-28933 Móstoles (Madrid). angela.fraguas@urjc.es

² Ivan Rakovec Institute of Palaeontology ZRC SAZU. SI-1000 Ljubljana. tim.cifer@zrc-sazu.si, spela.gorican@zrc-sazu.si

and Rö459, passing from bad-preserved and monospecific assemblages of *Schizosphaerella punctulata*, to assemblages moderately-preserved including more than 7 species.

Taking into account the first occurrences (FO) of index species, one nannobiohorizon has been identified in the sample Rö451, the FO of *Similiscutum cruciulus*, marking the boundary between the NJ3 *Crepidolithus crassus* / NJ4 *Similiscutum crucibles* calcareous nannofossil zones. This nannobiohorizon has been calibrated to the radiolarian zonation, the ammonite scheme of Northwestern Europe and stable carbon isotopes. Based on the radiolarian assemblages, the samples between Rö448 and Rö453 belong to the *Zartus mostleri* – *Pseudoristola megaglobosa* zone, which corresponds to the jamesoni ammonite zone. According to the nannobiostratigraphic schemes proposed for different European basins, the FO of *Similiscutum cruciulus* is probably a synchronous event, located in the jamesoni ammonite zone.

Considering the stable carbon isotopes, the Sinemurian / Pliensbachian boundary is placed between samples Rö443 and Rö446. It fits with the nannofossils identified but needs to be calibrated to other fossil groups and dated with strontium stable isotopes.

Acknowledgments

We want to thank for the support by the Spanish research projects CGL2015-66604-R and the Slovenian Research Agency, research core funding number P1-0008.

BRAQUIÓPODOS DEL GIVETIENSE TERMINAL – FRASNIENSE INFERIOR DE LA ZONA COSTERA DE ASTURIAS (NORTE DE ESPAÑA)

Jenaro L. GARCÍA-ALCALDE¹

Estudio de los braquiópodos espiriféridos de las formaciones Candás y Piñeres (transición Devónico Medio – Superior) de la costa asturiana, norte de España. Se reconocen y describen los siguientes taxones: *Adolfia* cf. *sauvagei*, *Tenticospirifer* aff. *plicatula*, *Rigauxia?* *sinuosa* n. sp., *R.?* cf. *acutosina*, *Eodmitria briceae* n. sp., *Apousiella dorlodoti peranensis* n. subsp., *A. mozarti* n. sp. y *A. belliloci aramaris* n. subsp. La fauna descrita, junto con datos de conodontos y otros grupos fósiles, permiten una estrecha correlación con la parte superior de la formación Blacourt e inferior de la formación Beaulieu del Boulonnais (Ferques, Francia), incluso entre asociaciones ecostratigráficas. La complicada estructura y evolución tectonoestratigráfica del área estudiada provocó en el pasado muchas interpretaciones erróneas, parte de las cuales prevalecen en la actualidad. Por ello, se realiza un análisis histórico de las formaciones asturianas, límites, edad y determinados conceptos de su desarrollo en los sinclinales de Antromero, cerca de Luanco, y Perlora, cerca de Candás. Se fija la situación de las localidades tipo de las formaciones Candás y Piñeres y de sus respectivos

¹ Catedrático jubilado del Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco, s/n. E-33009 Oviedo (Asturias). jalcalde@uniovi.es

miembros. Se reconoce la existencia de lagunas estratigráficas importantes relacionadas sobre todo con el bioevento Tagánico en la formación Candás y con la evolución Varisca general de la cuenca asturleonense en la formación Piñeres. Se rechaza la existencia del llamado *Surco de Luanco*, una especie de gran fosa sedimentaria, con tasa de subsidencia muy alta en la zona de Luanco, desarrollada a lo largo de la mitad superior del Devónico. Dicha idea deriva de correlaciones bioestratigráficas erróneas entre Luanco y Candás y a la presencia de estructuras tectónicas, inadvertidas hasta ahora, como el llamado *Anticlinal de Boletos*, que provocaron medidas disparatadas de las sucesiones equivalentes de ambas áreas.

LATE MIOCENE – EARLY PLIOCENE BIOGENIC BLOOM: A STORY OF PALEOPRODUCTIVITY IN THE TASMAN SEA

María Elena GASTALDELLO^{1,2} | Claudia AGNINI¹ |
Edoardo DALLANAVE³ | Thomas WESTERHOLD⁴ | Adriane R. LAM⁵ |
Michelle K. DRAKE⁶ | Gerald R. DICKENS⁷ |
Rupert SUTHERLAND⁸ | Laia ALEGRET²

We conducted a multidisciplinary study at Site U1506 of the Integrated Ocean Drilling Program (IODP) to investigate the presence of the Late Miocene – Early Pliocene biogenic bloom in the Tasman Sea and reconstruct paleoenvironmental changes across this event. We generated an age model on a bio-astrocyclostratigraphic tuning, a low-resolution carbon and

¹ Dipartimento di Geoscienze. Università degli studi di Padova. Via Giovanni Gradenigo, 6. 35131 Padua PD (Italia). mariaelena.gastaldello@phd.unipd.it, claudia.agnini@unipd.it

² Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. laia@unizar.es

³ Department of Geosciences. University of Bremen. Bibliothekstrasse, 1. 28359 Bremen (Alemania). dallanave@geophysik.uni-muenchen.de

⁴ MARUM – Center for Marine Environmental Sciences. University of Bremen. Bibliothekstrasse, 1. 28359 Bremen (Alemania). twesterhold@marum.de

⁵ Department of Geosciences. 627 North Pleasant Street. 233 Morrill Science Center. University of Massachusetts. Amherst, MA 01003-9297 (EE. UU.). alam@binghamton.edu

⁶ Ocean Sciences Department. University of California, Santa Cruz. 1156 High Street. Santa Cruz, CA 95064 (EE. UU.).

⁷ Rice University. 6100 Main St. Houston, TX 77005 (EE. UU.). jerry@rice.edu

⁸ Victoria University of Wellington. Kelburn, Wellington 6012 (Nueva Zelanda). rupert.sutherland@vuw.ac.nz

oxygen stable isotope records on both benthic and planktonic foraminifera (i. e. *Cibicidoides mundulus*, *Trilobatus trilobus* and *Trilobatus sacculifer*) and a quantitative micropaleontological record on benthic foraminifera across an interval spanning from the Tortonian (Late Miocene) to the Zanclean (Early Pliocene).

Benthic foraminiferal assemblages point to increased productivity and oxygen deficiency at the seafloor associated with the biogenic bloom. Paleocological analysis of the assemblages and calculations of benthic foraminiferal size and accumulation rates, however, indicate that conditions changed across the event. Some intervals are dominated by abundant (number of foraminifera per gram of bulk sediment), small, opportunistic phytodetritus exploiting taxa (PET), while the rest of the study interval is characterized by lower numbers of benthic foraminifera, regular-sized and suboxic species. These results indicate changes in seasonality or in primary producers across the biogenic bloom.

Acknowledgments

University of Padova DOR grant, CARIPARO Foundation PhD scholarship. Spanish Ministry of Economy and Competitiveness and FEDER (PID2019-105537RB-I00).

UN NUEVO YACIMIENTO DE VERTEBRADOS EN AMBIENTES TRANSICIONALES DE LA PARTE INFERIOR DE LA FORMACIÓN MIRAMBEL (BARREMIENSE, TERUEL)

Circe M.^a GÓMEZ-AGUAS¹ | M.^a Pilar ALFARO-IBÁNEZ¹ |
Talín ARBÁS-CASTELLÓ¹ | Martín LINARES¹ |
Chantal ARRUEGO | José Manuel GASCA¹

En este trabajo se describe la asociación fósil del nuevo yacimiento de vertebrados Tres Pinos, hallado en prospecciones paleontológicas recientes. Se localiza en el anticlinal de Ladruñán, en la parte inferior-media de la formación Mirambel (Barremiense, Cretácico inferior), en Castellote (Teruel, España). Este nuevo afloramiento consta de dos tramos lutíticos que difieren en su contenido fósil. El nivel inferior ha proporcionado vértebras de osteíctios, restos de ostreídos y esquirlas de hueso, además, en el estudio micropaleontológico existe un escaso contenido de carofitas y ostrácodos. El segundo nivel, de mayor riqueza fosilífera, presenta gran cantidad de coprolitos, dos vértebras caudales y un fragmento de vértebra con neumaticidad (Archosauria), una falange ungueal, dos dientes de crocodilomorfos, vértebras y escamas de osteíctios y ostreídos. Se observa una mayor abundancia de restos micropaleontológicos, con presencia de dientes

¹ Grupo Aragosaurus – IUCA. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. 680450@unizar.es, pilaralfaro158@hotmail.com, talinarbas@gmail.com, 739940@unizar.es, chantalarruego95@gmail.com, jmgaska@hotmail.com

de arcosaurios, osteodermos de crocodylomorfos, placas de tortugas, restos de osteíctios, huesos indeterminados e invertebrados, así como una escasa presencia de carofitas. Todos los restos tienen un bajo grado de abrasión y ausencia de marcas de depredación, que puede indicar un medio de baja energía y limitación en la exposición subaérea de los restos biogénicos.

El encontrar carofitas y ostrácodos dulceacuícolas indica condiciones de aguas someras en ambientes continentales. Mientras, los ostreídos indicarían un medio con cierta influencia marina. Todo esto, parece indicar que este yacimiento se habría formado en un medio transicional, a diferencia de otros yacimientos de macrovertebrados de la formación Mirambel de paleoambientes lacustres o aluviales. La asociación fósil de Tres Pinos representa una acumulación de restos de vertebrados de tamaño inferior a 10 centímetros, poco concentrados, en sedimentos de grano fino y con una diversidad de grupos taxonómicos moderada. Estos datos suponen una ampliación del registro paleontológico de la formación Mirambel, donde ya se conocían importantes yacimientos con huesos o icnitas de dinosaurios.

Agradecimientos

Agradecemos al grupo Aragosaurus, así como al Área de Paleontología del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza, el habernos prestado el material necesario para poder realizar este trabajo. También agradecemos a Juan Maíllo y a José Antonio Arz su ayuda con el descubrimiento, prospección y estudio del yacimiento.

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD SEXUAL EN EL CAPARAZÓN DE LA TORTUGA ESPAÑOLA DEL CRETÁCICO SUPERIOR *DORTOKA VASCONICA* (PAN-PLEURODIRA, DORTOKIDAE)

Andrea GUERRERO¹ | Adán PÉREZ-GARCÍA²

Dortoka vasconica, la especie de referencia del clado de tortugas de agua dulce Dortokidae, es una de las formas basales de Pan-Pleurodira mejor representadas a nivel global. Tras los primeros trabajos sobre *Dortoka vasconica*, realizados en la década de 1990, una reciente publicación basada en abundantes restos de su localidad tipo (Laño, Burgos) mejoró significativamente el conocimiento sobre su anatomía y paleoecología. Dicho estudio permitió reconocer, de forma preliminar, dos morfotipos para el lóbulo plastral anterior y también dos morfotipos para la región posterior del plastrón, estos últimos estando posiblemente ligados al dimorfismo sexual. No obstante, no se pudo establecer una correlación entre ambos conjuntos de morfotipos debido a la desarticulación de los especímenes y a la falta de estudios comparativos sobre la variación sexual tanto en pan-pleurodiras actuales como extintas.

En este contexto, se realiza aquí un análisis detallado de la variación morfológica de los potenciales caracteres sexuales de *Dortoka vasconica*

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Paseo Senda del Rey, 9. E-28040 Madrid. guerbach@gmail.com

² paleontologo@gmail.com

mediante una perspectiva cuantitativa, para evaluar el papel que juega el dimorfismo sexual en la variación morfológica observada del plastrón y tratar de reconocer qué morfotipos corresponden a cada sexo. Paralelamente, se incluye material de los principales grupos de pleurodiras extintas y actuales como marco comparativo. Los resultados obtenidos evidencian un notable dimorfismo sexual en la escotadura anal de *Dortoka vasconica*, similar al observado en otras pleurodiras. Asimismo, la comparación de especies actuales pertenecientes a varios clados de pleurodiras muestra un amplio rango de variabilidad con respecto a la dirección y magnitud del dimorfismo sexual. En consecuencia, se determina que no existe una única tendencia evolutiva para Pan-Pleurodira y, por lo tanto, no es posible confirmar las atribuciones anteriormente realizadas en la literatura sobre morfotipos correspondientes a dimorfos sexuales específicos para algunos taxones e incluso linajes extintos, incluidos los grupos basales, como es el caso de Dortokidae.

Agradecimientos

Agradecemos a la Sociedad Española de Paleontología (SEP) la concesión de una beca de investigación (AJISEP 2019) que hizo posible el presente estudio.

EVOLUTIONARY DYNAMICS OF THE NEOGENE AND QUATERNARY CHONDRICHTYANS IN THE MEDITERRANEAN SEA

José Luis HERRAIZ¹ | María Victoria PAREDES-ALIAGA¹ |
Humberto G. FERRÓN² | Héctor BOTELLA¹ | Carlos MARTÍNEZ-PÉREZ^{1,2}

The Mediterranean Sea is a hotspot of biodiversity. This is due to the paleoclimatic and paleogeographic events that have affected the basin, influencing the distribution and evolution of marine organisms. Among these events, the consequences of the Messinian Salinity Crisis, the subsequent Zanclean flooding, or the warm interglacial-cold glacial cycles during the Pleistocene, must be considered as important triggers.

In order to shed light into the effect that these and other events could have had on the fossil and current ecosystems of the Mediterranean Sea, we have focused our analysis in the evolutionary dynamics of the Mediterranean chondrichthyans during the last 20 My, one of the most taxonomical and ecological diverse group of vertebrates that inhabited this area. For this purpose, we have carried out a bibliographic search of taxa occurrences at the Mediterranean Sea from the Miocene until present together with trends in the reproductive strategies and ecology of the group.

¹ Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva. Universitat de València. C/ Catedrático José Beltrán Martínez, 2. E-46980 Paterna (Valencia). Jose.L.Herraiz@uv.es, Maria.V.Paredes@uv.es, Hector.Botella@uv.es, Carlos.Martinez-Perez@uv.es

² School of Earth Sciences. University of Bristol. 24 Tyndall Avenue. BS8 1TQ Bristol (Inglaterra, Reino Unido). humberto.ferron@bristol.ac.uk

Our results show more similarity between Pre and Post-Messinian Crisis assemblages, which are different from modern fauna. Whereas the fossil record suggests a predominance of matrotrophic species, the modern fauna shows a higher percentage of lecithotrophic representatives. Regarding the ecological groups, demersal and pelagic chondrichthyans show an abundance peak during the Zanclean. After that, it seems the diversity of both groups decreases through the Piacenzian and up to the latest Pleistocene, when it recovers. This data seemingly matches the analysis of taxa occurrences, which shows a high origination (colonisation) rate in the Zanclean, caused by the flooding and entry of Atlantic taxa. Also, in the Piacenzian the highest extinction rate is identified, which could be correlated to a global cooling event, followed by the Pleistocene warm interglacial-cold glacial cycles. In conclusion, this suggest that the evolutionary trends of the Mediterranean chondrichthyans have been strongly marked by climatological events.

**UN DIENTE DE HILÓQUERO (*HYLOCHOERUS MEINERTZHAGENI*)
DEL PLEISTOCENO SUPERIOR DE RUSINGA (KENIA)
Y LA PALEOECOLOGÍA DE LOS CERDOS
DEL PLIOPLEISTOCENO AFRICANO**

Ignacio A. LAZAGABASTER¹

A pesar del abundante registro fósil del Plio-Pleistoceno africano, se desconoce la historia evolutiva reciente de muchas especies africanas actuales. Un ejemplo evidente es la del hilóquero (*Hylochoerus meinertzhageni*), o cerdo gigante de bosque. Los hilóqueros son, junto a los facóqueros, el resultado de una radiación evolutiva que está bien documentada en el Plio-Pleistoceno del este de África. Sin embargo, a diferencia de los facóqueros y otras especies de suidos extintos, que desarrollaron adaptaciones para el consumo de vegetación abrasiva como respuesta a la expansión de las praderas, los hilóqueros se adaptaron a una dieta mixta en ambientes boscosos. El género *Hylochoerus* probablemente descende de *Kolpochoerus majus*, pero el registro fósil en la última parte del Pleistoceno superior es escaso. Los únicos fósiles de hilóquero datados con seguridad provienen de la formación Kibish, en Etiopía, con ~100 000 años. La redescipción de un fragmento de tercer molar inferior de la isla de Rusinga, en Kenia, datado entre 36 000 y 50 000 años, se suma a la escueta lista de fósiles del género

¹ Museum für Naturkunde. Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science. Invalidenstrasse, 43. 10115 Berlín (Alemania). ignacio.lazagabaster@mfn.berlin

Hylochoerus. Los pilares principales del diente son relativamente altos y mesiodistalmente comprimidos, una característica típica del linaje. Mediante el uso de microtomografía computerizada, se estima que la hipsodondia del diente se encuentra en el rango de las poblaciones de hilóquero actuales ($HI = 1,8-2,0$). Los análisis de isótopos estables de carbono sugieren que la dieta del hilóquero de Rusinga ($\delta^{13}C = -17,0\text{‰}$) también era parecida a la de los hilóqueros actuales ($\delta^{13}C$ media = $-17,6\text{‰}$; $n = 24$). Este valor tan negativo contrasta de manera llamativa con los valores de los demás mamíferos de talla grande en Rusinga, con un valor medio de $-0,7\text{‰}$ y sugiere que el paleoambiente era más heterogéneo de lo que se pensaba en un principio, con la presencia de áreas boscosas.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido posible gracias a una Humboldt Postdoctoral Fellowship, el Museum für Naturkunde en Berlín, el Natural History Museum of Utah, un National Science Foundation grant (#1740383), y el National Museums of Kenya. Los dos colaboradores principales son J. Tyler Faith y Thure E. Cerling.

LA SAGARRETA: UN NUEVO YACIMIENTO CON ICNITAS DE AVES Y MAMÍFEROS DEL OLIGOCENO DE LA FORMACIÓN PERALTA (CUENCA DEL EBRO, PERALTA DE LA SAL, HUESCA)

Martín LINARES MONTES¹ | Gloria CUENCA BESCÓS¹ |
María Aránzazu LUZÓN¹ | Diego CASTANERA^{1,2}

El registro de icnitas cenozoicas es escaso y discontinuo, ya que existe un reducido número de yacimientos en el Paleógeno a escala global. En este trabajo se presenta un nuevo yacimiento de icnitas de vertebrados del Oligoceno inferior, llamado *La Sagarreta*, en las cercanías de Peralta de la Sal. Se localiza en la formación Peralta, en el sector central del borde norte de la cuenca del Ebro. Esta formación consta de conglomerados, areniscas y lutitas, interpretados previamente como depositados en abanicos aluviales formados durante el Oligoceno inferior. La Sagarreta se encuentra en una serie con influencia lacustre, especialmente en su parte inferior. Las icnitas presentan variabilidad de conservación y las características del nivel en el que se encuentran, areniscas de grano muy fino con estructuras sedimentarias como *ripples*, gotas de lluvia y grietas de desecación, junto con la presencia de *wrinkle marks*, indican condiciones muy someras y un sustrato

¹ Grupo Aragosaurus – IUCA. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. martinlinmon@gmail.com, cuencag@unizar.es, aluzon@unizar.es, dcastanera@hotmail.es

² Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. Universitat Autònoma de Barcelona. Carrer de l'Escola Industrial, 23. E-08201 Sabadell (Barcelona).

semicohesivo que favorecieron la conservación de las icnitas. Se han encontrado seis morfotipos de icnitas atribuidas a vertebrados y el análisis de las mismas permite identificar los icnotaxones existentes. Entre las de los mamíferos se han identificado icnitas de perisodáctilo (asignadas a *Plagiolophustipus*), dos morfotipos de icnitas de artiodáctilo (*Megapecoripeda* y *Entelodontipus*) que se diferencian según su morfología y sus dimensiones, e icnitas de carnívoros (*Canipeda*) similares a las de los actuales caninos. Las icnitas de aves se han dividido en dos morfotipos atendiendo a la presencia o ausencia de hallux: las primeras se asocian a la morfofamilia *Gruipedidae*, mientras que las segundas se relacionan con la morfofamilia *Avipedidae*. Las aves limícolas serían los posibles productores. El estudio realizado permite interpretar que el yacimiento de La Sagarreta se localizaría en el área marginal de un gran lago salino al cual llegarían aportes aluviales, formando un delta donde los animales dejaron sus rastros.

Agradecimientos

A Jorge Franco, Raquel Rabal y Sergio Rasal, por la ayuda en la localización del yacimiento y el trabajo de campo en las campañas de colecta de las icnitas. Este trabajo forma parte del Grupo E18_20R Aragosaurus: recursos geológicos y paleoambientes, y del Grupo E32_17R Geotransfer, financiados ambos por Gobierno de Aragón – FEDER.

NEUROANATOMÍA Y RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL TRIDIMENSIONAL DEL CRÁNEO DE LA TORTUGA DEL EOCENO DE FRANCIA *TARTARUSCOLA TEODORII* (PLEURODIRA, *BOTHREMYDIDAE*)

Marcos MARTÍN-JIMÉNEZ¹ | Adán PÉREZ-GARCÍA¹

Bothremydidae fue uno de los linajes de tortugas pleurodiras más diversos, mostrando una amplia distribución paleobiogeográfica. Los botremídidos, conocidos desde el Cretácico inferior hasta el Eoceno, ocupaban varios nichos ecológicos, estando representados tanto por especies dulceacuícolas como costeras. A pesar del relativo elevado número de cráneos hallados para este linaje, la información sobre su neuroanatomía era extremadamente limitada. El primer estudio neuroanatómico detallado de un botremídido, basado en la reconstrucción tridimensional del cráneo y de las cavidades internas del holotipo y del paratipo de *Tartaruscola teodorii* (Eoceno inferior de Francia), se presenta aquí. La nueva información anatómica obtenida a partir de la reconstrucción tridimensional confirma su atribución a Foxemydina dentro de Bothremydini. Las características neuroanatómicas más destacables para la caracterización de *Bothremydidae* son: presencia de una cresta cartilaginosa prominente, ángulo inferior a 150° entre la región anterior y posterior de la cavidad craneal, y notable expansión lateral de los hemisferios cerebrales. Este último carácter es reconocido como exclusivo

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Avda. Esparta, s/n. E-28232 Las Rozas (Madrid). mmartinjimenez@gmail.com, paleontologo@gmail.com

para *Bothremydidae* dentro de Pleurodira. La presencia de una cresta dorsal prominente es únicamente compartida con algunos miembros de *Podocnemidoidea*, y el ángulo de la cavidad craneal medido para *Bothremydidae* es similar al analizado en otros pelomedusoides, siendo más agudo que en *Chelidae*. Dentro de *Bothremydidae*, la morfología de la fosa pituitaria observada en *Tartaruscola teodorii* es más parecida a la conocida en el clado basal Cearachelyini que a la de otros miembros de Bothremydini. El ángulo que forman los canales de las carótidas en esta especie muestra un valor intermedio entre el más agudo conocido para Cearachelyini y el más obtuso de Taphrosphyini. El primer estudio detallado del oído interno de un botremídido muestra la presencia de caracteres compartidos con formas adaptadas a medios acuáticos, como unos canales semicirculares elongados y un ángulo agudo entre los canales semicirculares anterior y posterior.

LUCAS MALLADA, 23: 189 a 190

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones de tema libre

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

MACROEVOLUCIÓN, HOMOLOGÍA Y PARALELISMOS EN LA MORFOLOGÍA DEL CRÁNEO AMNIOTA

Sergio MARTÍNEZ NEBREDA^{1,2} |

Guillermo NAVALÓN^{1,2,3} | Jesús MARUGÁN-LOBÓN^{1,2}

Los amniotas tienen su origen en el Carbonífero, hace alrededor de 331-319 Ma. Actualmente están representados por mamíferos, aves, cocodrilos, tortugas y lepidosaurios. Una de las grandes diferencias asociadas a los modelos craneofaciales de dichos grupos, más allá de la fenestración de la región temporal, es la cerebralización, es decir, el tamaño relativo del cerebro dentro del cráneo. Mientras que en un modelo “reptiliano” (adoptado por cocodrilos, tortugas y lepidosaurios) encontramos cerebros reducidos, aves y mamíferos, en cambio, muestran de manera independiente grandes cerebros, condicionando la morfología del cráneo. Con una muestra de entorno a cuatrocientos representantes amniotas, tanto actuales como fósiles (dinosaurios no avianos, arcosauromorfos basales, y sinápsidos y mamaliformes basales), y usando métodos filogenéticos comparativos de análisis de la forma en 3D, el objetivo del presente trabajo es trazar la historia macroevolutiva

¹ Unidad de Paleontología. Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 Cantoblanco (Madrid). sergio.martinezn@uam.es, gn315@cam.ac.uk, jesus.marugan@uam.es

² Centro para la Integración en Paleobiología. Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 Cantoblanco (Madrid).

³ Department of Earth Sciences. University of Cambridge. Downing Street. CB2 3EQ Cambridge (Inglaterra, Reino Unido).

del cráneo amniota en sus distintos linajes principales y localizar las diferencias (divergencias) y semejanzas (convergencias o paralelismos) morfológicas más relevantes. Para ello se ha desarrollado un esquema común de *landmarks* para todo amniota basado en homologías profundas estructurales y de desarrollo. Los resultados preliminares muestran dos claros modelos craneofaciales en los grupos corona amniotas: un modelo “reptiliano” más estático, poco cerebralizado, en el que se encuentran lepidosaurios y cocodrilos, y otro “aviano-mamaliano” en el que, salvando determinadas diferencias anatómicas propias de cada linaje, coinciden aves y mamíferos. En este último modelo se encuentran paralelismos y comunales en la morfología craneofacial y su variación, relacionados con la alometría, la cerebralización o la flexión craneal. Futuros análisis y diferentes aproximaciones servirán para conocer las tendencias de los grupos troncales que llevaron a los modelos craneofaciales de los grupos corona, además de situarlos en el morfoespacio comprendido por toda la historia macroevolutiva de los amniotas.

Agradecimientos

Agradecemos a los investigadores Roger Benson y Emily Rayfield la cesión de gran parte de los modelos 3D de cráneos actuales y fósiles. Agradecemos también a los gestores de las diferentes colecciones virtuales el acceso a algunos de los cráneos de especímenes fósiles y actuales (<<https://www.morphosource.org/>>, <<http://digimorph.org/>>, <<http://paleo.esrf.eu/>>, <<https://datadryad.org/>>). Sergio Martínez Nebreda está financiado a través de un contrato predoctoral FPI-UAM2019 de la Universidad Autónoma de Madrid. Sergio Martínez Nebreda, Jesús Marugán Lobón y Guillermo Navalón están financiados por el proyecto PID2019-105546GB-I00 del MICINN. Guillermo Navalón está financiado por el proyecto European Research Council (ERC) TEMPO (n.º 639791).

**PHYSICAL CHARACTERISATION OF THE CONODONT WHITE
MATTER STRUCTURE USING ELECTRON BACKSCATTER
DIFFRACTION AND X-RAY NANOTOMOGRAPHY**

Carlos MARTÍNEZ-PÉREZ^{1,2} | Ayse ATAKUL-ÖZDEMİR^{2,3} |
Xander WARREN⁴ | Peter G. MARTIN⁴ | Manuel GUIZAR-SICAİROS⁵ |
Mirko HOLLER⁵ | Federica MARONE⁵ | Philip C. J. DONOGHUE²

Conodont elements are microscopic tooth-like microfossil remains of extinct primitive vertebrates that thrived in marine environments from the Cambrian to the Triassic. Consequently, conodont elements are commonly exploited as mineral archives of ocean chemistry, yielding fundamental insights into the palaeotemperature and chemical composition, including historical analogues of modern global warming. Conodont elements are histologically differentiated, including a base and crown, the latter comprised of lamellar crown tissue and white matter which has been the focus of geochemical assays. However, the nature of the white matter has been

¹ Cavanilles Institute of Biodiversity and Evolutionary Biology. University of Valencia. C/ Catedrático José Beltrán Martínez, 2. E-46980 Paterna (Valencia). Carlos.Martinez-Perez@uv.es

² School of Earth Sciences. University of Bristol. Life Sciences Building. 24 Tyndall Avenue, Bristol, BS8 1TQ (Inglaterra, Reino Unido). Phil.Donoghue@bristol.ac.uk, ayseatakul@gmail.com

³ Department of Geophysics. Yüzüncü Yil University. 65080 Van (Turquía).

⁴ Interface Analysis Centre. School of Physics. University of Bristol. Beacon House. Queens Road, Bristol, BS8 1QU (Reino Unido). xander.warren@bristol.ac.uk, peter.martin@bristol.ac.uk

⁵ Swiss Light Source. Paul Scherrer Institut. Forschungsstrasse 111. 5232 Villigen PSI (Suiza). manuel.guizar-sicairos@psi.ch, mirko.holler@psi.ch, federica.marone@psi.ch

the subject of controversy, including claims that it is macrocrystalline, microcrystalline, or even non-crystalline, and that an inferred permeable structure may make it unsuitable as a geochemical archive. We attempted to discriminate among these competing interpretations using electron backscatter diffraction (EBSD), ptychographic X-ray computed tomography (PXCT) and pore network analysis. EBSD analysis prove that white matter is crystalline and comprised of a single crystal – typically tens of microns in dimension. PXCT and pore network analysis based on these data reveal that while white matter is extremely porous, the pores are unconnected. Combined with evidences that conodont elements grew episodically, these data suggest that white matter, which comprises the denticles of conodont elements, grew syntactically, indicating that individual crystals are time heterogeneous. Combining all these data provide support for the interpretation of conodont white matter as a closed geochemical system and, therefore, its utility as a historical archive of Palaeozoic and early Mesozoic ocean chemistry.

Acknowledgements

We acknowledge the Paul Scherrer Institut, Villigen, Switzerland, for the provision of synchrotron radiation beamtime at the TOMCAT and cSAXS beamline of the SLS, and Sarawuth Wantha (thermofisher) for his technical support to develop the pore network analysis. This work is a contribution to the project PID2020-117373GA-I00 of the Ministry of Science and Innovation of the Government of Spain.

HALLAZGO DE HUELLAS DE HOMÍNIDOS EN EL SUROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA: EL YACIMIENTO PLEISTOCENO DE MATALASCAÑAS (ALMONTE, HUELVA)

Eduardo MAYORAL^{1,2} | Jérémy DUVEAU³ | Ignacio DÍAZ-MARTÍNEZ^{4,5} | Ana SANTOS² | Antonio RODRÍGUEZ RAMÍREZ¹ | Juan A. MORALES¹ | Luis A. MORALES⁶ | Ricardo DÍAZ-DELGADO⁷

Los fuertes temporales de la primavera del año pasado sobre el litoral onubense de Matalascañas dejaron al descubierto una extensa plataforma de más de 6000 m² sobre la que aparecieron multitud de huellas fósiles, donde en principio solo se reconocieron pisadas atribuidas a *Artyodactyla*, *Elephantidae*, *Canidae* y aves acuáticas. Un estudio más detallado localizó

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva. E-21071 Huelva. mayoral@uhu.es, arodri@uhu.es, jmorales@uhu.es

² CCTH – Centro de Investigación Científico Tecnológico. Universidad de Huelva. E-21071 Huelva. asantos@dgyp.uhu.es

³ UMR 7194 Histoire naturelle de l’Homme préhistorique. Muséum national d’Histoire naturelle. Centre national de la recherche scientifique. Université de Perpignan Via Domitia. 52, avenue Paul Alduy. 66860 Perpignan (Francia). jeremy.duveau@mnhn.fr

⁴ Universidad Nacional de Río Negro (IIPG, CONICET-UNRN). Av. Roca 1242, General Roca, Río Negro (Argentina). inaportu@hotmail.com

⁵ Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología (IIPG, CONICET-UNRN). Av. Roca 1242, General Roca, Río Negro (Argentina).

⁶ AL Futuro Arquitectura. E-21001 Huelva.

⁷ Estación Biológica de Doñana – CSIC. Avda. Américo Vespucio, 26. E-41092 Sevilla. rdiaz@ebd.csic.es

posteriormente numerosas pisadas, que por sus características morfológicas se han atribuido sin duda, a homínidos, que, por la cronología conocida hasta el momento (pre 106 ± -19 ka), estarían relacionados con los neandertales. Este yacimiento está situado en la zona intermareal, por lo que la capa emergida en la marea baja se cartografió mediante el vuelo de un dron, obteniendo un ortomosaico donde posteriormente se localizaron con exactitud cada una de las pisadas. A partir del estudio de 360 fotogramas y varias campañas sobre el terreno, se identificaron 87 huellas, en su mayoría aisladas. De ellas, 31 se pueden considerar longitudinalmente completas, lo que ha servido para estimar el número de individuos que las dejaron y sus características biológicas (estatura y clase de edad). También se estimó el número mínimo de individuos a partir del conocimiento experimental de la dispersión morfométrica intraindividual de las huellas. De su estudio se concluye que fueron dejadas por un mínimo de 3 individuos: un niño (6-8 años de edad entre 104-115 centímetros de altura), un adolescente o un adulto pequeño (126-149 centímetros) y un adulto alto (154-188 centímetros). La distribución espacial y la orientación de las pisadas dirigiéndose hacia el rastro dejado por los grandes animales en lo que sería una amplia zona encharcada, implica un comportamiento de caza o incluso de pesca. Este hallazgo completa el registro icnológico neandertal, que era relativamente pobre (5 yacimientos en todo el mundo) y representa, hasta la fecha, el más antiguo para el Pleistoceno superior.

Agradecimientos

Agradecemos a M.^a Dolores Cobo García y a Ana Mateos Morillo, biólogas del Espacio Natural de Doñana, por el descubrimiento del yacimiento en junio de 2020, y a la Delegación Territorial en Huelva de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, por el permiso para realizar el trabajo de investigación. Este trabajo ha contado con el apoyo financiero del Ministerio de Ciencia e Innovación de España (subvención n.º PID2019-104625RB-100), de la Junta de Andalucía al Grupo de Investigación RNM276 y del Gobierno Vasco al Grupo de Investigación EJ IT1418-19.

PRIMER REGISTRO DE ICNITAS DE DINOSAURIO EN LA FORMACIÓN BLESA (CRETÁCICO INFERIOR, TERUEL)

Eduardo MEDRANO-AGUADO¹ | Diego CASTANERA^{1,2} |
Jara PARRILLA-BEL¹ | José Ignacio CANUDO¹

Las icnitas de dinosaurio son componentes habituales en las formaciones geológicas del Cretácico inferior de la península ibérica. En la provincia de Teruel se han reconocido varias unidades barremienses (por ejemplo, formaciones Mirambel, Alacón o Camarillas) con abundantes icnitas en diversas subcuencas de la cuenca del Maestrazgo. La formación Blesa (Barremiense) representa el inicio de la sedimentación del Cretácico en la subcuenca de Oliete. Dicha formación es rica en restos fósiles directos de vertebrados. Sin embargo, no se habían descrito, hasta ahora, yacimientos de icnitas. El nuevo yacimiento Río Cabra (Obón, Parque Cultural del Río Martín) representa el primero de icnitas de dinosaurio descubierto en la formación Blesa. Actualmente, el Parque Cultural esta desarrollando un proyecto para habilitar su visita.

El yacimiento se encuentra en los niveles calcáreos superiores de la secuencia inferior de depósito de la formación Blesa depositadas en un

¹ Grupo Aragosaurus – IUCA. Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. emedranoaguado@unizar.es, dcastanera@hotmail.es, jarapbel@gmail.com, jicanudo@unizar.es

² Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. Universitat Autònoma de Barcelona. Carrer de l'Escola Industrial, 23. E-08201 Sabadell (Barcelona).

ambiente palustre-lacustre. La superficie del yacimiento (unos 70 m²) se encuentra ampliamente “dinoturbada”, pudiendo identificarse varias decenas de icnitas de dinosaurio, algunas de las cuales organizadas en rastros. Al menos, se pueden identificar tres rastros, que presentan una dirección oeste-este. Las icnitas más abundantes pertenecen a saurópodos, de los que se han identificado icnitas del pie (forma ovalada) y de la mano (forma de media luna). Se han identificado también huellas tridáctilas más largas que anchas y con posibles marcas de las uñas asignables a terópodos. La tercera morfología es un rastro de icnitas muy deformadas de similar longitud y anchura posiblemente producidas por ornitópodos.

La presencia de grandes rebordes de barro y detalles anatómicos (por ejemplo, impresiones de uñas) en algunas de las icnitas indican que podrían tratarse de huellas verdaderas. La profundidad de las icnitas y la deformación observada en algunas de ellas son indicativas de la poca consistencia del substrato sobre el que caminaban los dinosaurios.

Agradecimientos

Eduardo Medrano-Aguado es beneficiario de un contrato predoctoral de formación de la DGA (Diputación General de Aragón). La investigación de Diego Castanera ha sido financiada por el programa Beatriu de Pinós (BP2017-00195) de AGAUR. Este trabajo forma parte del proyecto Ministerio de Economía y Competitividad – ERDF CGL2017-85038-P y del Grupo E18_20R Aragosaurus: recursos geológicos y paleoambientes, financiado por Gobierno de Aragón – FEDER.

ANÁLISIS NEOICNOLÓGICO EN EQUINOIDEOS Y DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES EN EL PASADO: DECODIFICANDO PATRONES DE BIOTURBACIÓN

Olmo MÍGUEZ-SALAS¹ | Michael F. VARDARO² |
Francisco J. RODRÍGUEZ-TOVAR¹ | Juan Antonio PÉREZ-CLAROS³ |
Christine L. HUFFARD⁴ | Kenneth L. SMITH, Jr.⁴

La actividad de los organismos bentónicos puede “imprimirse” sobre y dentro del sedimento, formando estructuras de bioturbación llamadas *Lebensspuren*. Estas trazas dejadas por organismos epibentónicos y endobentónicos, son reflejo de su actividad (alimentación, descanso, locomoción, entre otras) y en gran medida responden a las condiciones (deposicionales y ecológicas) del medio. En ocasiones, estas estructuras biogénicas se preservan en el registro geológico como trazas fósiles. La comparación entre *Lebensspuren* y trazas fósiles se revela como una fuente de información de gran utilidad para abordar investigaciones paleontológicas. El estudio realizado sobre las trazas dejadas por equinoideos en el

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva. E-18002 Granada. olmoms@ugr.es, fjrtovar@ugr.es

² School of Oceanography. University of Washington. 1503 NE Boat Street. Seattle, WA 98195 (EE. UU.). mvardaro@coas.oregonstate.edu

³ Departamento de Ecología y Geología. Universidad de Málaga. Campus de Teatinos, s/n. E-29071 Málaga. johnny@uma.es

⁴ Monterey Bay Aquarium Research Institute. 7700 Sandholdt Rd. Moss Landing, CA 95039 (EE. UU.). chuffard@mbari.org, ksmith@mbari.org

Pacífico nororiental (Estación M a 4000 metros de profundidad) revela que los movimientos de los erizos no son azarosos, sino que existen dos tipos de desplazamientos claramente diferenciados: I) el organismo recorre una gran distancia en poco tiempo produciendo un traza rectilínea, y II) el organismo ralentiza su movimiento en un área concreta aumentando la sinuosidad de la pista, dejando una estructura meandriforme. La caracterización detallada de ambos patrones se ha llevado a cabo a partir del análisis fractal de las estructuras, poniendo de manifiesto su relación con la distribución en parches de zonas ricas en materia orgánica. Las conclusiones obtenidas a partir del estudio neocnológico poseen importantes implicaciones paleontológicas. El análisis morfométrico de trazas fósiles asociadas a equinoideos (por ejemplo, *Bichordites*, *Scolicia*) puede informar no solo de la cantidad y calidad de nutrientes en el fondo marino pasado, sino también de la distribución de los mismos y su relación con las condiciones deposicionales en el medio por ejemplo, energía, corrientes de fondo...).

PENNICHNUS: TRAS EL RASTRO DE UN ANTIGUO MAESTRO DE LA EMBOSCADA

Olmo MÍGUEZ-SALAS¹ | Ludvig LÖWEMARK² |
Yu-Yen PAN² | Francisco J. RODRÍGUEZ-TOVAR¹

Los gusanos de tipo bobbit (*Eunice aphroditois*) son una especie de anélido poliquetos que viven en el fondo marino somero; allí se entierran y esperan pacientemente hasta que detectan a su presa. Cuando esta es detectada, sus potentes mandíbulas la capturan y engullen en cuestión de segundos; posteriormente se retraen a su madriguera para digerirla. Aunque estos poliquetos depredadores han existido desde el Paleozoico, el que sus cuerpos estén formados principalmente por tejido blando determina un registro fósil muy incompleto y poco conocido, donde sus madrigueras y comportamientos son un misterio. Desde el punto de vista icnológico, conductas de depredación similares a la mencionada están comúnmente asociadas a vertebrados, siendo muy escasas las relacionadas a invertebrados. En la costa noreste de Taiwán, en sedimentos marinos someros de edad miocena, se observaron madrigueras con forma de L, de hasta 2 metros de longitud y diámetros de entre 2 y 3 centímetros. El análisis geoquímico, morfológico y sedimentológico de estas misteriosas trazas fósiles permitió delimitar un nuevo icnogénero (*Pennichnus*). La configuración, geometría y estructura

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva. E-18002 Granada. olmoms@ugr.es, fjrtovar@ugr.es

² Department Geosciences. National Taiwan University. 106, Taipei City (Taiwán). ludvig@ntu.edu.tw

interna de las madrigueras descritas ha apoyado no solo la definición de este nuevo icnogénero, sino también la asignación a gusanos depredadores gigantes de tipo bobbit, como el análogo actual más probable. Las actividades interpretadas para el organismo generador de *Pennichnus* ofrecen nuevas perspectivas sobre este tipo de conducta (emboscada) en el registro fósil. Este estudio pone de manifiesto la utilidad de la icnología para interpretar comportamientos pasados y abordar aspectos de etología evolutiva.

THREE-DIMENSIONAL BRAINCASE OF A CRETACEOUS ENANTIORNITHINE CLARIFIES THE ORIGIN OF THE CROWN BIRD CRANIUM

Guillermo NAVALÓN^{1,2} | Luis M. CHIAPPE³ | William NAVA⁴ |
Agustín G. MARTINELLI⁵ | Daniel J. FIELD¹

Despite a wealth of discoveries of Mesozoic birds over the last several decades, very few preserve three-dimensional skulls that can provide detailed information about the evolution of the avian cranium. In recent years, an avian bonebed in the Upper Cretaceous Adamantina Formation (~80 mya; Bauru Group, Bauru Basin) of Southeastern Brazil (William's Quarry, Presidente Prudente, western São Paulo State) has yielded hundreds of enantiornithine bones including three-dimensionally preserved cranial material. Here, we describe a nearly undistorted braincase from this site. The specimen was found in association with a series of enantiornithine postcranial elements; this and the fact that all diagnosable material from this site can

¹ Department of Earth Sciences. University of Cambridge. Downing Street. CB2 3EQ Cambridge (Inglaterra, Reino Unido). gn315@cam.ac.uk, djf70@cam.ac.uk

² Unidad de Paleontología. Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid. E-28049 Madrid.

³ Dinosaur Institute. Natural History Museum of Los Angeles. 900 Exposition Boulevard. Los Angeles, CA 90007 (EE. UU.). Ichiappe@nhm.org

⁴ Museu de Paleontologia de Marília. Marília (São Paulo, Brasil). willnava@terra.com.br

⁵ Sección Paleontología de Vertebrados, CONICET – Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Buenos Aires (Argentina). agustin_martinelli@yahoo.com.ar

be identified as belonging to Enantiornithes support an enantiornithine affinity for the braincase. The braincase combines plesiomorphic features such as expanded, ventrolaterally-facing basipterygoid processes and a likely “diapsid” supratemporal fenestra with a remarkably crown bird-like vestibular apparatus (i.e., balance organ) and a flexed brain. Angular comparisons of a broad sample of crown and stem birds, and non-avian dinosaurs, reveal that the braincase exhibits a degree of ventralisation of the foramen magnum within the range of crown birds, significantly exceeding that of taxa stemward of Ornithothoraces. A ventrally positioned foramen magnum has been hypothesized to represent a crown bird synapomorphy related to key evolutionary transformations such as the expansion and flexion of the brain and enhanced aerial manoeuvrability. The presence of these features in an enantiornithine may therefore suggest a relatively early origin of some sensory-related crown bird morphologies and indicates that evolution of the avian skull and central nervous system was more complex than previously thought.

THE MATALASCAÑAS TRAMPLED SURFACE: A UNIQUE TRACKSITE FROM THE MIS 5 (EARLY LATE PLEISTOCENE) OF SOUTHWESTERN SPAIN

Carlos NETO DE CARVALHO^{1,2} | Fernando MUÑIZ GUINEA³ |
Zain BELAÚSTEGUI BARAHONA⁴ | José M.^a GALÁN MARTÍN⁵ |
Joaquín RODRÍGUEZ-VIDAL⁶ | Paula GÓMEZ DOMÍNGUEZ⁶ |
Antonio TOSCANO GRANDE⁶ | Francisco RUIZ MUÑOZ⁶ | João BELO⁷ |
Mário CACHÃO^{2,8} | Pedro PROENÇA CUNHA⁹ |
Luis Miguel CÁCERES PURO⁶ | Geraldine FINLAYSON¹⁰ |
Stewart FINLAYSON¹⁰ | Francisco GILES GUZMÁN¹⁰ | Clive FINLAYSON¹⁰

The Matalascañas Trampled Surface (MTS) is an exceptional Pleistocene tracksite with several hundred vertebrate tracks and trackways, invertebrate traces and rhizoliths exposed at the El Asperillo coastal cliff base (Matalascañas, Huelva, SW Spain). Its present-day intertidal sandy beach

¹ UNESCO Naturtejo Global Geopark. Geology Office of the Municipality of Idanha-a-Nova. 6060-101 Idanha-a-Nova (Portugal). carlos.praedichnia@gmail.com

² Instituto Dom Luiz. University of Lisbon. 1749-016 Lisboa (Portugal). mcachao@fc.ul.pt

³ Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Universidad de Sevilla. C/ Profesor García González, 1. E-41012 Sevilla. fmuniz@us.es

⁴ Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà. Facultat de Ciències de la Terra. Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio). Universitat de Barcelona. E-08007 Barcelona. zbelautegui@ub.edu

⁵ Centro Administrativo El Acebuche. Parque Nacional de Doñana. E-21760 Matalascañas (Huelva). juanecotono@gmail.com

⁶ Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Huelva. Campus de El Carmen. E-21007 Huelva. jvidal@uhu.es, antonio.toscano@dgyp.uhu.es, ruizmu@uhu.es, mcaceres@uhu.es

⁷ Geosciences Centre of the University of Coimbra. FlyGIS-UAV Surveys. 3030-790 Coimbra (Portugal).

location results in the alternation of depositional / erosive processes limiting the periods of exposure needed for a detailed study and data collection. During the storms of spring 2020, the paleosol level that composes the MTS was extensively exposed over hundreds of square meters just for a few weeks, allowing the first paleontological studies to be developed. During this period many trackways were mapped but several tracks were rapidly affected by the tidal dynamics, modifying and losing important morphological details or being completely eroded. Currently, the MTS is covered by ~1.5 m of beach sand. Based on a previous luminescence age of $\sim 106 \pm 19$ ky, from a sample collected immediately above the MTS, this one should be correlated to MIS 5; moreover, new data allows to place the paleosol development and trampling in the very beginning of the late Pleistocene. The papers already published by our multidisciplinary team and new observations made records an exceptional association of tracks and trackways of different terrestrial vertebrates: Hominins (*Homo neanderthalensis*), artiodactyls (the auroch *Bos primigenius*, the red deer *Cervus elaphus* and the wild boar *Sus scrofa*), elephantids (*Palaeoloxodon antiquus*), canids (*Canis lupus*) and waterbirds (geese, and waders) have been identified. The ichnoassociation is composed by the ichnogenera *Hominipes*, *Cervipeda*, *Bifidides* and *Suidichnus* nov. igen., *Probiscipeda*, *Canipeda*, *Presbyorniformipes* and other tetradactyl ichnogenera indet, respectively. This ichnoassociation is characteristic of the shorebird ichnofacies. MTS is interpreted as an extensive seasonal puddled area of shallow water in an interdune position. The original differences in track preservation and the abundance or interaction of some of the ichnogenera provide evidence for new behaviours never recorded in the fossil record.

Acknowledgments

Research was possible thanks to the Delegaciones Territoriales de Huelva, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible

⁸ Department of Geology. Faculty of Sciences. University of Lisbon. 1749-016 Lisboa (Portugal).

⁹ University of Coimbra. MARE – Marine and Environmental Sciences Centre. Department of Earth Sciences. University of Coimbra. 3030-790 Coimbra (Portugal). pcunha@dct.uc.pt

¹⁰ Gibraltar National Museum. 18-20 Bomb House Lane (Gibraltar). Geraldine.Finlayson@unigib.edu.gi, Stewart.finlayson@unigib.edu.gi, francisco.giles@gibmuseum.gi, clive.finlayson@unigib.edu.gi

and Consejería de Cultura (Junta de Andalucía), Servicio de Geodiversidad y Biodiversidad (Dirección General de Medio Natural, Biodiversidad y Espacios Protegidos), National Park of Doñana, Museo de Huelva, Research Groups RNM-293 and RNM-238, University of Huelva and Junta de Andalucía. This research is in the scope of the PhD thesis of Carlos Neto de Carvalho under supervision of Mario Cachão, Pedro Proença Cunha and Fernando Muñiz Guinea.

AVES GIGANTES EN EL CRETÁCICO SUPERIOR DE LO HUECO (FUENTES, CUENCA)

Francisco ORTEGA¹ | Fernando ESCASO¹ |
Elisabete MALAFAIA^{2,1} | Rodolfo A. CORIA³

El registro de dinosaurios terópodos de la parte final del Cretácico superior (Campaniense y Maastrichtiense) del contexto iberoarmórico (península ibérica y sur de Francia) está compuesto por abelisáuridos y una combinación no bien definida de miembros de Maniraptora principalmente asignada a *Dromaeosauridae* y, ocasionalmente, a aves. El registro de material no dentario es escaso y los taxones descritos (*Pyroraptor olympius*, *Variraptor mechinorum*, *Tamarro insperatus*) están basados en material muy limitado. En este sentido, el taxón mejor representado es el ave gigantesca *Gargantuavis philoinos*.

En el yacimiento campano-maastrichtiense de Lo Hueco (Fuentes, Cuenca) se han identificado al menos cuatro formas distintas de terópodos Maniraptora a partir del registro de dientes, entre los que se encuentran, al menos, un miembro de *Velociraptorinae* y otro de *Dromaeosaurinae*, además

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Avda. Esparta s/n. E-28232 Las Rozas (Madrid). fortega@ccia.uned.es, fescaso@ccia.uned.es

² Instituto Dom Luiz. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Campo Grande Edifício C1 Piso 1. 1749-016 Lisboa (Portugal). efmalafaia@fc.ul.pt

³ Museo Carmen Funes. Avda. Córdoba, 55 (8318). Plaza Huincul. Neuquén (Argentina). rcoria@unrn.edu.ar

de dientes de terópodos de atribución incierta como *Richardoestesia* y *Paronychodon*. El material poscraneal atribuible a Maniraptora en el yacimiento es relativamente abundante y representa elementos del esqueleto axial y apendicular. Este conjunto está representado por restos aislados, muchos de ellos atribuibles a miembros de *Dromaeosauridae*, pero en los que es difícil establecer la diversidad representada.

Se propone una discusión sobre algunas vértebras cervicales recogidas en el yacimiento que se atribuyen a un terópodo Maniraptora. Las vértebras comparten algunos caracteres con los miembros de *Troodontidae* y de aves, como cuerpos vertebrales ligeramente heterocélicos, procesos carótidos desarrollados y *torus dorsalis* sobre las poszigapófisis menos desarrollados que las epipófisis de los terópodos más primitivos. Por otro lado, la superficie articular posterior no presenta bien desarrollada la morfología en silla de montar típica de las aves, aunque comparte el aspecto general de las vértebras cervicales atribuidas a Onithuromorpha gigantes en el Cretácico superior iberoarmoricano.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte de los objetivos de los proyectos CGL2015-68363-P y PID2019-111488RB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

NUEVA ASOCIACIÓN DE TRILOBITES DEL BEROUNIENSE MEDIO (ORDOVÍCICO SUPERIOR) DE SIERRA MORENA ORIENTAL (ZONA CENTROIBÉRICA, ESPAÑA)

Sofía PEREIRA¹ | Isabel RÁBANO² | Juan Carlos GUTIÉRREZ-MARCO³

Durante décadas el Berouniense medio de Iberoarmórica (*Caradoc* en trabajos clásicos) fue considerado como de baja biodiversidad, sobre todo por comparación con la elevada diversidad registrada en el Ordovícico medio y el Berouniense superior – Kralodvoriense (*Caradoc superior* a *Ashgill* prehirnantense). Sin embargo, esto era consecuencia de una documentación general muy incompleta para los niveles de dicha edad, que ha ido mejorándose paulatinamente en la Zona Centroibérica (ZCI). En este trabajo presentamos la asociación de trilobites caracterizada en las Pizarras Cantera de dos localidades fosilíferas de Sierra Morena oriental: La Palomera (Viso del Marqués, Ciudad Real) y El Cantuesal (noroeste de La Carolina, Jaén). La asociación en su conjunto comprende *Cekovia loredeensis* (Thadeu), *Vysocania iberica* (Hammann), *Hispaniaspis* sp., *Selenopeltis* sp., *Dalmanitina* cf. *philippoti* Henry, *Dalmanitina* sp., *Eudolatites* sp.,

¹ Centro de Geociências. Universidade de Coimbra. Rua Sílvio Lima. 3030-790 Coimbra (Portugal). ardi_eu@hotmail.com

² Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC). C/ Ríos Rosas, 23. E-28040 Madrid. i.rabano@igme.es

³ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM) y Área de Paleontología GEODESPAL. Facultad de Ciencias Geológicas. C/ José Antonio Nováis, 12. E-28040 Madrid. jcgrapto@ucm.es

Phacopidina? armoricana (Pillet), *Actinopeltis tejoensis* Romano, *Actinopeltis* sp., *Eccoptochile* sp., *Prionocheilus* cf. *almelai* Hammann, *Colpocoryphe grandis* (Šnajdr), *Iberocoryphe* sp., *Niuchangella guyi* (Pereira et al.), *Nobiliasaphus* sp., *Deanaspis* cf. *seunesi* (Kerforne), *Deanaspis* cf. *goldfussi* (Barrande) y “*Panderia*” *beaumonti* (Rouault). De las diecinueve especies reconocidas, cuatro se registran por vez primera en España (*Actinopeltis tejoensis*, *Phacopidina? armoricana*, *Niuchangella guyi* y *Deanaspis* cf. *goldfussi*), además de los géneros *Iberocoryphe* y “*Panderia*”, previamente representados en afloramientos españoles del Ordovícico medio. Junto a ejemplares completos de trilobites, exuvios acumulados *in situ* y escleritos desarticulados, en los mismos niveles destaca una diversidad notable de braquiópodos, equinodermos y briozoos. Desde el punto de vista bioestratigráfico, la asociación de trilobites se enmarca en la biozona de *Crozonaspis dujardini* – *Deanaspis seunesi* del Berouniense medio, con una composición comparable a la registrada en el Miembro Queixopêrra de la formación Cabeço do Peão, del Berouniense medio de la ZCI portuguesa. Finalmente, la presencia de *Deanaspis* cf. *goldfussi* revela ciertas afinidades con el Berouniense de Bohemia (República Checa), perteneciente a sectores perigondwánicos más orientales.

Agradecimientos

A Julio Martín (Collado Mediano, Madrid), por su colaboración material en la realización del trabajo, que es una contribución a los proyectos CGL2017-87631-P del MICINN; UID/Multi00073/2019; UIDB/00073/2020 y UIDP/00073/2020 de la unidad de I&D del Centro de Geociências (CGEO), y 735 (Rocks 'n' ROL) del PICG (IUGS-UNESCO).

MEJORANDO EL CONOCIMIENTO SOBRE LA PROBLEMÁTICA TORTUGA PLEURODIRA DEL MIOCENO INFERIOR DE EGIPTO “*PODOCNEMIS*” *AEGYPTIACA*

Adán PÉREZ-GARCÍA¹

Podocnemis es un género de tortugas pleurodiras exclusivo del norte de Sudamérica, donde es conocido desde el Mioceno superior. Este género, definido durante la primera mitad del siglo XIX, fue empleado, durante décadas, como un cajón de sastre para la atribución de pleurodiras sudamericanas y de otros continentes, especialmente de África, correspondientes a varios linajes.

“*Podocnemis*” *aegyptiaca* es una pleurodira del Mioceno inferior (Burdigaliense) del norte de Egipto (oasis de Moghra), definida en el año 1900. Esta forma de Erymnochelyini no puede ser atribuida a ningún género conocido. A pesar de que la especie se considera generalmente como válida, tanto el caparazón mediante el cual fue definida como un segundo espécimen posteriormente referido y que podría compartir con el primero una morfología exclusiva de los escudos vertebrados, están en paradero desconocido. Ambos ejemplares fueron únicamente representados mediante dibujos esquemáticos. Por tanto, los detalles anatómicos empleados para su caracterización no han podido ser confirmados, y regiones del caparazón relevantes

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Paseo Senda del Rey, 9. E-28040 Madrid. paleontologo@gmail.com

para la comparación entre los miembros de Erymnochelyini, preservadas pero no figuradas en el espécimen usado para definir la especie, eran desconocidas.

Se notifica aquí el hallazgo de una réplica del caparazón del espécimen tipo de "*Podocnemis*" *aegyptiaca*, identificada en el Natural History Museum (Londres). Es definida como su holoplastotipo, siendo detalladamente descrito y figurado, y comparado con los caparazones de los otros miembros de Erymnochelyini, un linaje para el que la información sobre el caparazón ha mejorado notablemente en la última década, de manera que actualmente se conoce para todos sus representantes. La validez de la hasta ahora problemática "*Podocnemis*" *aegyptiaca* es confirmada. Su diagnosis es enmendada, incorporando información de caracteres previamente desconocidos para la especie, y redefiniendo otros gracias al estudio comparativo efectuado. Como consecuencia, se define un nuevo género, correspondiente al único de Erymnochelyini establecido para el Mioceno inferior.

**PROPUESTA DE UN NUEVO GÉNERO PARA LA TORTUGA
PLEURODIRA DEL OLIGOCENO DE EGIPTO
“*PODOCNEMIS*” *FAJUMENSIS***

Adán PÉREZ-GARCÍA¹

La tortuga pleurodira de Madagascar *Erymnochelys madagascariensis* es el único representante de Erymnochelyini (*Podocnemididae*) que forma parte de la biodiversidad actual. Aunque Erymnochelyini es identificado, en el registro fósil africano, desde el Cretácico superior, ningún resto proveniente de niveles anteriores al Mioceno superior de ese continente es reconocido a nivel genérico.

El representante africano de Erymnochelyini “*Podocnemis*” *fajumensis*, exclusivo del Oligoceno inferior (Rupeliense) del norte de Egipto (región de El Fayum), fue definido, hace más de un siglo, como un miembro de *Podocnemis*. Sin embargo, *Podocnemis* es actualmente reconocido como exclusivo del norte de Sudamérica. “*Podocnemis*” *fajumensis* no es atribuible a ningún género hasta ahora definido. A pesar de que restos del caparazón de varios individuos de la especie han sido referidos, ninguna fotografía fue publicada. En este sentido, el holotipo de la especie, correspondiente a un lóbulo plastral anterior, fue únicamente figurado mediante un dibujo esquemático. Ese espécimen es actualmente considerado como en paradero desconocido.

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Paseo Senda del Rey, 9. E-28040 Madrid. paleontologo@gmail.com

Restos del caparazón de trece individuos de "*Podocnemis*" *fajumensis*, la mayoría correspondientes a elementos articulados, entre los que destacan un caparazón y dos plastrones completos, han sido estudiados de primera mano para realizar el estudio que se presenta aquí. Cada uno de ellos es figurado en detalle, tanto mediante fotografías como mediante dibujos en los que los márgenes de las placas óseas y de cada escudo córneo son representados. Su análisis permite caracterizar la anatomía completa del caparazón de este taxón, y establecer un neotipo. La información sobre el caparazón, junto con aquella previamente publicada sobre su cráneo, permiten confirmar la validez de la especie, así como proponer una nueva diagnosis que incluye una combinación de caracteres exclusiva y autapomorfías. Como consecuencia, "*Podocnemis*" *fajumensis* es justificado como atribuible a un nuevo género de Erymnochelyini que corresponde al más antiguo para el registro africano.

ABRIENDO CAMINO EN LA ILUSTRACIÓN PALEONTOLÓGICA EN ESPAÑA: TERESA MADASÚ Y LA *SINOPSIS* DE LUCAS MALLADA

Isabel RÁBANO¹ | Juan PIMENTEL²

En la historia, como en la geología, hay estratos más profundos que otros, más difíciles de reconocer y visualizar. Es el caso de las mujeres en la historia de la geología y sin duda el de Teresa Madasú (1848-1917), la dibujante sepultada tras la Comisión del Mapa Geológico de España. Natural de Zaragoza, hija de un militar que trabajó en la Administración de Hacienda, la joven Teresa entró en contacto con la mineralogía y la paleontología a partir de 1865 cuando su padre fue destinado como pagador en las minas de Linares. Más que una *amateur*, en 1871 se matriculó en la Escuela de Artes y Oficios de Madrid, donde estudió dibujo de adorno y figura. En 1873 ingresó en la Escuela Especial de Pintura, Escultura y Grabado, siendo la primera mujer en hacerlo en toda España, la única entre 75 alumnos varones. Comenzó entonces su relación con la Comisión del Mapa Geológico de España y con los ingenieros de Minas, un cuerpo profesional exclusivamente masculino hasta bien entrado el siglo xx. Madasú dibujó y litografió en ocasiones los fósiles de 206 de las 250 láminas que compusieron la *Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España*, el *tour*

¹ Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC). C/ Ríos Rosas, 23. E-28003 Madrid. i.rabano@igme.es

² Instituto de Historia, CSIC. C/ Albasanz, 26-28. E-28037 Madrid. juan.pimentel@cchs.csic.es

de force interminable de Lucas Mallada, publicado por entregas en el *Boletín de la Comisión* entre 1875 y 1892. También realizó dibujos de fósiles para otros ingenieros de Minas entre 1874 y 1888. Pionera de la ilustración paleontológica, la biografía de Teresa Madasú bien puede ser un referente para los estudios de la ciencia y de género en España.

**CAMBIOS EN LAS ASOCIACIONES DE FORAMINÍFEROS
DURANTE LA CRISIS BIÓTICA DEL TOARCIENSE INFERIOR
EN LA CUENCA DE PORTLAND – ISLA DE WIGHT
(SONDEO KERR MCGEE 97/12-1, CANAL DE LA MANCHA)**

Matías REOLID¹ | Nigel Richard AINSWORTH²

Los sedimentos del Pliensbachiense superior – Toarciense del sondeo Kerr McGee 97/12-1 (canal de la Mancha) se depositaron en la cuenca de Portland – isla de Wight y consisten principalmente en lutitas, margas, arenas finas y calcarenitas. Además, el Toarciense inferior presenta lutitas negras ricas en materia orgánica. Este estudio analiza las asociaciones de foraminíferos del intervalo del sondeo entre 408 – 518 metros que comprende desde la zona margaritatus (Pliensbachiense superior) a la base de la zona pseudoradiosa (Toarciense superior). Las asociaciones de foraminíferos están dominadas por los subórdenes Lagenina y localmente Robertinina. Se han diferenciado tres intervalos ecoestratigráficos según los cambios en las asociaciones que ocurrieron antes, durante y tras la sedimentación de las lutitas negras (que se correlacionan con el Evento Anóxico Oceánico del Toarciense inferior, T-OAE).

El intervalo ecoestratigráfico I (Pliensbachiense superior) se caracteriza por una asociación diversa con especialistas, oportunistas y formas

¹ Departamento de Geología. Universidad de Jaén, España. mreolid@ujaen.es

² Cliff Bank. Sidmouth Road. Dorset, DT7 3EP. Reino Unido. nigel@palaeodate.co.uk

intermedias, dominado por *Lenticulina muensteri*. La abundancia de foraminíferos es relativamente baja. Esta asociación representa las condiciones estables previas a la crisis biótica del T-OAE.

El intervalo ecoestratigráfico II es coincidente con el depósito de las lutitas negras y muestra un abrupto incremento de oportunistas del género *Reinholdella* (91 %). La diversidad es muy baja, pero la abundancia de foraminíferos, especialmente *Reinholdella macfadyeni* y *Reinholdella dreheri*, es muy alta. El techo de las lutitas negras es un nivel prácticamente estéril para foraminíferos y otros microfósiles como los ostrácodos. Solo se han recuperado dos especímenes de *Trochammina eoparva*. Este segundo intervalo representa la fase de crisis biótica probablemente relacionada con una disminución en la oxigenación en el fondo marino.

El intervalo ecoestratigráfico III (desde la parte superior del Toarciense inferior hasta el Toarciense superior) se caracteriza por el incremento de la diversidad y abundancia de foraminíferos, así como la dominancia de *Lenticulina* (> 85 %). Otras formas infaunales son comunes como *Nodosaria*, *Marginulina*, *Eoguttulina* y *Palmula*. Esta asociación refleja un incremento de la oxigenación desde microhábitats infaunales profundos hasta epifaunales y el retorno a condiciones normales previas a la crisis biótica. Las variaciones ecoestratigráficas registradas por las asociaciones de foraminíferos durante el T-OAE son similares a aquellas de la cuenca de Cardigan (Gales), la cuenca lusitánica (Portugal) y la cuenca atlásica (norte de África).

AVANCE DE LA APLICACIÓN ICNOLÓGICA EN LA EXPLOTACIÓN DE RESERVORIOS: EL CASO DE *MACARONICHNUS*

Francisco J. RODRÍGUEZ-TOVAR¹ |
Olmo MÍGUEZ-SALAS¹ | Javier DORADOR¹

En los últimos años la investigación icnológica aplicada a la caracterización de reservorios ha despertado un significativo interés en relación con el impacto de la bioturbación sobre las propiedades petrofísicas de las rocas, especialmente porosidad y permeabilidad. Las trazas fósiles pueden alterar ambas propiedades tanto negativa como positivamente, con importantes consecuencias económicas. Numerosas características icnológicas son consideradas relevantes, incluyendo la densidad de las trazas, el tamaño, la orientación, el entramado o el material de relleno, determinando un impacto variable sobre las propiedades de las rocas y la calidad de los reservorios. Variaciones en la porosidad y permeabilidad se han evaluado con diferentes métodos, si bien recientemente se ha evidenciado la integración de diferentes técnicas como la estrategia con mejores resultados. En este sentido, la investigación del Ichnology and Palaeoenvironment Research Group (@IchnoUGR) de la Universidad de Granada combinando microtomografía computarizada, porosimetría de inyección de mercurio e impregnación con resina azul, ha revelado información de gran interés no alcanzada

¹ Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva. E-18002 Granada. fjrtovar@ugr.es, olmoms@ugr.es, javidr@ugr.es

hasta el momento, como es el caso de *Macaronichnus segregatis degiberti*. *Macaronichnus segregatis* es considerada una traza con gran impacto en las propiedades petrofísicas de las rocas, de relevancia para la industria de los hidrocarburos, especialmente por su alta densidad y el comportamiento del organismo generador. Una característica distintiva del icnogénero es la existencia de un halo que rodea al tubo central, especialmente destacable en la subespecie *Macaronichnus segregatis degiberti*. El análisis de alta resolución realizado por primera vez sobre esta traza revela la variación de la porosidad entre el tubo central y el halo, siendo incluso tres veces superior en este último. Los resultados obtenidos suponen un significativo avance, recomendándose la aplicación de diferentes técnicas de alta resolución para una precisa caracterización del impacto de la bioturbación sobre la porosidad de las rocas.

ESPLENDOR GONDWÁNICO Y EXTINCIÓN IBEROARMORICANA DEL TRILOBITES *NESEURETUS* (CALYMENINA, ORDOVÍCICO)

Sara ROMERO¹ | Isabel RÁBANO² |
Juan Carlos GUTIÉRREZ-MARCO^{1,3}

Neseuretus es un género de trilobites euritérmico cuya distribución paleogeográfica abarcó todas las plataformas someras circundantes al macrocontinente de Gondwana, desde las latitudes paleotropicales hasta las peripolares del hemisferio sur. Comprende algo menos de una treintena de especies, cuyo registro se inicia en el Floiense de Sudamérica (Argentina, Perú) y puntualmente en Gran Bretaña y el suroeste de China. Es un trilobites bastante común en aguas templadas a frías del Ordovícico medio en las mismas regiones, Europa oriental y meridional, Oriente Medio, Extremo Oriente y norte de África. En el área iberoarmoricana la especie *Neseuretus tristani* (Brongniart) se halla especialmente difundida en las facies lutíticas del Oretaniense y del Dobrotiviense (Darriwiliense 2-3), y su registro se prolonga en tres yacimientos armoricanos del Ordovícico superior basal, datados como Sandbiense por el graptolito *Oepikograptus bekkeri* (Öpik). En este trabajo se presentan los últimos representantes de *Neseuretus*

¹ Área de Paleontología GEODESPAL. Facultad de Ciencias Geológicas. E-28040 Madrid. jcgrapto@ucm.es

² Instituto Geológico y Minero de España (IGME, CSIC). C/ Ríos Rosas, 23. E-28003 Madrid. i.rabano@igme.es

³ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM). C/ Severo Ochoa, 7. E-28040 Madrid. jcgrapto@geo.ucm.es

conocidos en la península ibérica, que proceden del Dobrotiviense terminal / Sandbiense basal de la sierra de Aragoncillo (Guadalajara) y del sinclinal del Guadarranque (Alía, Cáceres), respectivamente, asociados en el primer caso con el graptolito antes mencionado (biozona de *Nemagraptus gracilis*). De un modo comparable con los yacimientos armoricanos, se trata del registro más moderno de *Neseuretus tristani*. Y también del género *Neseuretus*, dado que su hallazgo puntual en la formación Santa Gertrudis de la Cordillera Oriental argentina (*Neseuretus* sp.), asignado previamente al Sandbiense, en realidad corresponde al Dapingiense tal y como indican los conodontos asociados.

Agradecimientos

Contribución a los proyectos CGL2017-87631-P del MICINN y Rocks 'n' ROL (PICG 735, IUGS-UNESCO).

OOTAXONOMY OF THE UPPER CRETACEOUS DINOSAUR EGGS FROM POYOS (SACEDÓN, GUADALAJARA, SPAIN)

Fernando SANGUINO¹ | Francesc GASCÓ-LLUNA¹ |
Adán PÉREZ-GARCÍA¹ | Francisco ORTEGA¹

The Upper Cretaceous (Campanian-Maastrichtian) outcrops of the Margas, Arcillas y Yesos de Villalba de la Sierra Fm. have provided abundant fossils of fishes, amphibians, squamates, turtles, crocodylomorphs and dinosaurs. Among them, dinosaur eggshells found in Portilla (Cuenca) were preliminarily assigned to *Megaloolithus siruguei*.

In recent years, abundant eggshells and large, subspherical eggs, often grouped in clutches and distributed in different stratigraphic layers have been found in Poyos (Sacedón, Guadalajara). The studied material seems to represent a single ootaxon different from the one recognized at Portilla due to its different microstructure, larger size and lower shell thickness. A preliminary discussion on the parataxonomic attribution of the egg remains from Poyos and their potential dinosaurian producers is proposed.

These remains can be attributed to a dinosauroid-spherulitic type with almost completely fused eggshell units and very few pore channels, strongly undulating but uniform growth lines, a prolatospherulitic-like microstructure

¹ Grupo de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias. UNED. Avda. Esparta, s/n. E-28232 Las Rozas (Madrid). fernand1988sg@gmail.com, francisco.gasco@gmail.com, paleontologo@gmail.com, fortega@ccia.uned.es

and a dispersituberculate ornamentation. Although the prolatospherulitic microstructure is typical of Spheroolithidae (ornithopod eggs), ootaxa from this family present very smooth undulations on their growth lines and exterior margin, and a sagenotuberculate ornamentation. Conversely, some discretispherulitic (tubospherulitic) ootaxa from Megaloolithidae (usually attributed to titanosaur sauropods) also display heavily fused eggshell units that may resemble the prolatospherulitic configuration, and an undulation of their growth lines akin to that of the Poyos' specimens.

Additionally, the inferred palaeoecology and taphonomy of the eggs seem to favour a sauropod productor rather than an ornithopod, as the clutches from Poyos suggest that the eggs were laid in shallow grooves and then buried similar to other clutches attributed to titanosaur sauropods, a group with abundant skeletal remains in this Formation.

Agradecimientos

Esta investigación forma parte de los objetivos de los proyectos PID2019-111488RB-I00, del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España, y SBPLY/19/180801/000044 y SBPLY/21/180801/000045, del Gobierno de la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha.

LAS ALTAS TASAS EVOLUTIVAS DEL TAMAÑO EN BRONTOTERIOS (MAMMALIA, *BRONTOTHERIIDAE*) LOS EMPLAZAN COMO PIONEROS ENTRE LOS MEGAHERBÍVOROS

Óscar SANISIDRO¹ | Matthew C. MIHLBACHLER^{2,3} |
Juan L. CANTALAPIEDRA¹

Entre los mamíferos que surgieron tras el límite Cretácico – Paleógeno, los brontoterios (una familia de perisodáctilos) destacan por encontrarse entre los primeros en alcanzar tamaños que los sitúan en la zona adaptativa de los megaherbívoros. Los brontoterios florecieron a lo largo del Eoceno, siendo los megaherbívoros predominantes a lo largo de buena parte de su historia evolutiva. Los primeros representantes del grupo contaban con tamaños de alrededor de 20 kilogramos, muy por debajo de otros herbívoros coetáneos como pantodontes y dinoceratos. Para finales del Eoceno, más de diez especies de brontoterios superaban las dos toneladas, dominando el gremio de los grandes herbívoros. El presente trabajo examina los procesos subyacentes en la evolución del tamaño corporal del grupo combinando

¹ Department of Life Sciences. GloCEE Global Change Ecology and Evolution Research Group. Universidad de Alcalá. E-28805 Alcalá de Henares (Madrid). oscar.sanisidro@uah.es, jlopezcant@gmail.com

² Department of Anatomy. New York Institute of Technology. College of Osteopathic Medicine. Old Westbury, New York, NY 11568 (EE. UU.). mmihlbac@nyit.edu

³ Division of Paleontology. American Museum of Natural History. Central Park West at 79th Street, New York, NY 10024 (EE. UU.).

modelos filogenéticos y de diversificación. Para ello, se ha realizado una revisión exhaustiva de la sistemática del grupo, resultando en la inclusión de 57 especies bien definidas y su correspondiente lista de localidades. Los resultados demuestran que la ocupación de la zona adaptativa de los mega-herbívoros fue el resultado de una tendencia activa y descartan la difusión neutral de los linajes a través del espectro de tamaños corporales. Por último, proponemos que factores como la presión de predación o la competencia con otros grupos de herbívoros tuvieron un papel relevante en dicha especialización.

Agradecimientos

Óscar Sanisidro y Juan L. Cantalapiedra agradecen a Daniele Silvestro y Joelle Barrido-Sottani su ayuda técnica con la modelización evolutiva. Este trabajo está financiado por el Programa de Atracción de Talento de la Comunidad de Madrid y la Universidad de Alcalá (2017-T1/AMB5298).

LUCAS MALLADA, 23: 227 a 228

XXXVI Jornadas de la SEP: comunicaciones de tema libre

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.iea.es/index.php/LUMALL>

ESTUDIO MORFOMÉTRICO DE LA ARTICULACIÓN COSTOVERTEBRAL EN LA EVOLUCIÓN DE LOS HOMÍNIDOS

Carla SAN ROMÁN¹ | Markus BASTIR¹

Durante décadas ha existido un debate sobre la morfología de la caja torácica en homínidos, diferenciándose entre cajas torácicas profundas, inferiormente anchas y robustas (forma de embudo invertido), como la de *Pan troglodytes*, y cajas alargadas y estrechas (forma de barril), como la de *Homo sapiens*. Existen dos hipótesis sobre la aparición de esta última: la primera postula que tuvo su origen en el *Homo erectus*, y la segunda, un origen más moderno, ya en el *Homo sapiens*. La distinta morfología de las cajas torácicas implica distinta funcionalidad y, por tanto, su estudio resulta esencial para comprender el modo de vida de estas especies. Se analizó la articulación costovertebral por su implicación en movimientos clave relacionados con la movilidad torácica y la actividad pulmonar, de especial interés ante la ausencia de tejido blando en el registro fósil. Para capturar las diferencias en forma de la articulación costovertebral se empleó la morfometría geométrica 3D. La muestra está compuesta por costillas y vértebras de nivel superior y medio de la caja torácica en individuos de los géneros *Pan troglodytes* y *Homo sapiens*, así como dos fósiles atribuidos a *Homo erectus* y *Australopithecus sediba* ($n = 274$). Los resultados muestran que, mientras *Homo erectus* presenta una morfología de las facetas costovertebrales más

¹ Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). Departamento de Paleobiología. C/ José Gutiérrez Abascal, 2. E-28006 Madrid. csanromanc@gmail.com, mbastir@mncn.csic.es

parecida a *Homo sapiens*, *Australopithecus sediba* se posiciona más cerca de *Pan troglodytes*, lo que implicaría la presencia de patrones biomecánicos y respiratorios compartidos entre *Homo erectus* y *Homo sapiens* y entre *Australopithecus sediba* y *Pan troglodytes*. Además, la variación en forma y covariación de las facetas vertebrales y costales refleja una plasticidad morfofuncional mayor que la mostrada en estudios previos, exhibiéndose la potencia de la morfometría geométrica y la estadística multivariante en el estudio de morfologías uniformes y, a su vez, complejas, cuya implicación biomecánica puede ser clave para comprender la historia evolutiva de nuestro linaje.

Agradecimientos

Agradecemos la cesión de la muestra de estudio a Nicole Torres-Tamayo y Daniel García-Martínez. Este trabajo se incluye dentro del proyecto CGL2015-63648-P, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

UNA HISTORIA DE ROBINSON CRUSOE: INTERACCIONES PLANTA – INSECTO DE UNA ISLA EFÍMERA DEL JURÁSICO MEDIO (TERUEL, ESPAÑA)

Artai A. SANTOS¹ | Luis Miguel SENDER² | Torsten WAPPLER³ |
Michael S. ENGEL⁴ | Bienvenido DÍEZ¹

Presentamos el estudio de una asociación de interacciones planta – insecto en una flora del Jurásico medio de la formación El Pedregal (Teruel, Aragón). La flora consiste en una comunidad dominada por cicadófitas que durante el Aalenense colonizó una isla barrera formada de material volcánoclastico y ubicada a más de 150 kilómetros del continente más cercano. Como en la novela de Daniel Defoe, ciertos grupos de insectos “naufragaron” en esta isla y pronto encontraron alimento y protección entre las plantas “indígenas”. Para el estudio de las interacciones se analizaron un total de 428 restos de hojas identificando los diferentes Damage Types (DT) siguiendo el sistema de Labandeira y cols. (2007). Los DT fueron a su vez agrupados

¹ Departamento de Xeociencias Mariñas e Ordenación do Territorio. Facultade de Ciencias do Mar. Universidade de Vigo. E-36310 Vigo. asantos@uvigo.es, jbdiez@uvigo.es

² Área de Paleontología. Facultad de Ciencias. Edificio C. Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. luismisender@gmail.com

³ Department of Natural History. Hessisches Landesmuseum Darmstadt. Friedensplatz, 1. 64283 Darmstadt (Alemania). twappler@uni-bonn.de

⁴ Division of Entomology, Natural History Museum, and Department of Ecology and Evolutionary Biology. 1501, Crestline Drive – Suite 140. University of Kansas. Lawrence, KS 66045 (EE. UU.). msengel@ku.edu

en diferentes Functional Feeding Groups (FFG), el estudio se completó con cálculos de rarefacción utilizando R Project. Se encontraron un total de 11 DT diferentes pertenecientes a 6 FFG, incluyendo Hole Feeding, Margin Feeding, Surface Feeding, Piercing and Sucking, posible Mining y algunos casos de oviposición. La presencia de estas interacciones evidencia que diferentes órdenes de insectos consiguieron llegar y establecerse en la isla, los análisis de rarefacción muestran una baja diversidad de daño, comparado con otras asociaciones planta – insecto del Jurásico, lo cual podría deberse a la baja diversidad de la flora, a la gran distancia entre la isla y el continente y/o al pequeño tamaño de la isla. Discutimos también las diferentes estrategias de dispersión utilizadas por estos insectos para alcanzar ecosistemas aislados, entre los que podrían figurar la dispersión atmosférica, el uso de plantas o animales como vector, el vuelo activo y el *rafting and floating*.

Agradecimientos

Gracias al doctor Conrad Labandeira y a la doctora Denise Pons por sus consejos y su ayuda. Artai A. Santos agradece a la Xunta de Galicia y al Fondo Social Europeo su beca predoctoral (Galicia 2014-2020; ref: ED481A-2019/243). Este trabajo es una contribución a los proyectos PGC2018-094034-B-C22 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y al Strategic Priority Research Program (B) de la Academia China de Ciencias (Grant n.º XDB26000000).

CONODONTOS DEL FAMENIENSE DEL MACIZO DE ALDULES (NAVARRA)

Javier SANZ-LÓPEZ¹ |
Adrián BLANCO VALLINA¹ | Silvia BLANCO-FERRERA¹

El macizo de Aldudes es uno de los macizos con rocas paleozoicas que están rodeados por rocas más modernas en los Pirineos de Navarra. El Fameniense ha sido tradicionalmente correlacionado con la arenisca de Abartan según algunas determinaciones antiguas de braquiópodos y esporas que necesitan una revisión. Por encima, se encuentra la caliza de Sotallar (denominación local de la formación Barousse) que ha proporcionado conodontos del Fameniense medio y superior en el anticlinal de Asturreta y que también se encuentra en el sinclinal Okoro y el afloramiento de Belate. Por debajo de esta caliza y solo en las proximidades de la hospedería y convento de Belate se encuentran lutitas de color muy oscuro que contienen hacia techo capas de calizas bioclásticas con ammonoideos, braquiópodos y restos de peces (capas de Belate). Los conodontos estudiados corresponden a una biofacies de moderada diversidad dominada por *Icriodus* y *Mehlina*, que pasa a otras dominadas por *Polygnathus* y *Palmatolepis*. Esta tendencia sugiere una mayor profundidad y una menor agitación del agua medio de acuerdo con la ecología inferida para estos géneros. Las especies

¹ Facultad de Geología. Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco, s/n. E-33005 Oviedo (Asturias). sanzjavier@uniovi.es, uo259574@uniovi.es, blancosilvia@uniovi.es

de conodontos identificadas indican la zona de *Palmatolepis glabra pectinata* para las primeras capas de calizas, mientras que las capas más altas corresponden a la zona de *Palmatolepis gracilis* o ya a la zona de *Palmatolepis marginifera*. Conjuntos similares a las capas de Belate han sido descritas en los macizos de Medibeltza e Iguntze, en una posición más oriental que la del macizo de Aldudes. La alta cantidad de materia orgánica enterrada en lutitas y calizas de las capas de Belate puede compararse con la presente durante el Fameniense inferior en otras áreas del norte de la Península como la formación Fueyo y el tramo final de la formación Cardaño en la cordillera Cantábrica.

**ESTUDIO DE LA VARIACIÓN MORFOLÓGICA
DE LA CAVIDAD NASAL EN HOMININOS ACTUALES
PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE TEJIDO BLANDO EN FÓSILES
DE *AUSTRALOPITHECUS* Y *HOMO* TEMPRANO**

Daniel SANZ PRIETO^{1,2} |
Manuel Antonio BURGOS OLMOS² | Markus BASTIR¹

Los cambios morfológicos en el esqueleto craneofacial de nuestros ancestros homininos han sido ampliamente estudiados y caracterizados. En concreto, la proyección de los huesos nasales se ha relacionado con la reducción del prognatismo facial y la reorganización de la morfología craneal en el contexto de la integración anatómica y la evolución del cerebro.

Se hipotetiza que estos cambios están además relacionados con las adaptaciones funcionales que experimentaron las vías aéreas superiores en un paleoambiente cambiante junto con la transición evolutiva entre *Australopithecus* y los primeros representantes del género *Homo* de hábitats arbóreos húmedos hacia entornos secos de sabana.

Planteamos una prueba de concepto para la reconstrucción de las cavidades nasales fósiles de STS5 (*Australopithecus africanus*) y KNM-ER

¹ Paleoanthropology Group. Department of Paleobiology. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). C/ José Gutiérrez Abascal, 2. E-28006 Madrid. dasanz13@ucm.es, mbastir@mncn.csic.es

² Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos. Technical University of Cartagena. Plaza del Cronista Isidoro Valverde. Edificio La Milagrosa. E-30202 Cartagena. Manuel.Burgos@upct.es

3733 (*Homo erectus* s. l.). Las diferencias morfológicas en el tejido esquelético craneofacial y los tejidos blandos nasales de *Pan troglodytes* y *Homo sapiens* se han empleado como modelo para caracterizar la transición evolutiva entre *Australopithecus* y *Homo*.

Utilizamos la morfometría geométrica 3D para estudiar la variación morfológica de las cavidades nasales y cráneos de 10 *Pan troglodytes* y 10 *Homo sapiens*, así como su relación estadística con los fósiles mencionados. En humanos respecto a chimpancés, se ha observado una rotación levógira para los orificios nasales y el tracto funcional, y dextrógira en la nasofaringe. Analizando la covariación entre tejido blando nasal y esqueleto craneofacial mediante Partial Least Squares, detectamos un alargamiento de las vías aéreas en rostros prognatos y una mayor altura relativa en patrones ortognatos.

De acuerdo con estos resultados, se han reconstruido mediante métodos de estimación de datos perdidos basados en Thin Plate Spline los modelos 3D de las cavidades nasales fósiles para simular su flujo de aire mediante técnicas de Computational Fluid Dynamics. Esta aproximación preliminar revela similitudes morfofuncionales entre *Pan* y *Australopithecus* y entre *Homo* temprano y actual.

Agradecimientos

Esta investigación se engloba dentro de las actividades científicas de los proyectos PID2019-105097RB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación, Manuel Antonio Burgos), CGL2015-63648-P (MINECO) y PID2020-115854GN-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación, Markus Bastir).

LOS TRILOBITES DEL MARIANIENSE SUPERIOR (SERIE 2 DEL CÁMBRICO) EN EL PICO NOEZ (TOLEDO)

Alexandre SEPÚLVEDA¹ | Luis COLLANTES² |
Juan Bautista CHIRIVELLA MARTORELL¹ | Eduardo MAYORAL³ |
Eladio LIÑÁN⁴ | Rodolfo GOZALO¹

Entre las localidades toledanas de Totanes y Noez, en la zona centroibérica, se localiza el denominado *pico* o *sierra de Noez*. En él aflora la parte superior de la formación Soleras, en la que se ha estudiado una sucesión en la que se han encontrado cinco niveles con trilobites. En los cuatro primeros solo se han encontrado ejemplares del género *Serrodiscus*, el nivel más bajo corresponde al yacimiento clásico descrito por Aparicio y Gil Cid en 1972. El nivel más alto de la sucesión es el que presenta mayor diversidad de trilobites, con los géneros *Serrodiscus*, *Termierella*, *Andalusiana* y *Triangulaspis*, además de braquiópodos y SSF.

Desde el punto de vista bioestratigráfico la presencia de *Serrodiscus* es característica del Marianiense superior, al igual que *Triangulaspis*; mientras

¹ Departamento de Botánica y Geología. Universitat de València. C/ Dr. Moliner, 50. E-46100 Burjasot (Valencia). aseba@alumni.uv.es, juamar@iesorriols.com, rodolfo.gozalo@uv.es

² Centro de Geociências. Universidade de Coimbra. Rua Sílvio Lima. 3030-790 Coimbra (Portugal). luis.collantes_geo@gmail.com

³ Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias Experimentales. Campus de El Carmen. Universidad de Huelva. Avda. 3 de Marzo, s/n. E-21071 Huelva. mayoral@uhu.es

⁴ Departamento de Ciencias de la Tierra. Facultad de Ciencias – Instituto de Ciencias Ambientales (IUCA). Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. Linan@unizar.es

que *Termierella* y *Andalusiana* se registran tanto en el Marianiense medio como superior. A la hora de establecer correlaciones, estos dos últimos géneros se han encontrado también en las cadenas ibéricas y en Marruecos; *Triangulaspis* además de en la península ibérica se encuentra en Marruecos, Terranova oriental y Siberia, mientras que *Serrodiscus* presenta una amplia distribución a nivel global.

Uno de los principales esfuerzos de la ISCS es la caracterización de la serie 2 del Cámbrico y los pisos 3 y 4. Todavía no hay ningún nivel propuesto, pero uno de los primeros niveles que se discutieron para establecer la base del piso 4 del Cámbrico fue la presencia conjunta de los géneros *Serrodiscus*, *Triangulaspis* y *Hebediscus*. De acuerdo con esta propuesta podemos considerar como una primera hipótesis que los materiales del Marianiense superior encontrados en pico Noez podían considerarse *grosso modo*, de la base del piso 4 del Cámbrico.

Agradecimientos

Este trabajo constituye una contribución a los PICG 652 y 668 y representa una aportación del GIUV2017-395.

LA MARTA QUE NO ERA MARTA: NUEVO MUSTÉLIDO (MAMMALIA, CARNIVORA) DEL MIOCENO MEDIO DE ZARAGOZA Y SORIA

Alberto VALENCIANO¹ | Jorge MORALES² |
Beatriz AZANZA¹ | Daniel DE MIGUEL^{1,3,4}

Las martas son pequeños mamíferos carnívoros incluidos en el género *Martes* dentro de la familia *Mustelidae*, que en la actualidad se encuentran distribuidos en ambientes boscosos del hemisferio norte. El género *Martes* se considera de entre los más longevos del registro fósil de carnívoros, puesto que las primeras formas datan del Mioceno inferior de Europa central. No obstante, hallazgos recientes sugieren que muchas de las formas del Mioceno inferior y medio han sido erróneamente asignadas a este género, convirtiéndolo en un claro ejemplo de “cajón de sastre” taxonómico, con todos los problemas que ello implica. En el presente trabajo se describen restos mandibulares y maxilares de una forma de talla pequeña proveniente de los yacimientos de Toril 3A y Andurriales (provincia de Zaragoza) y de

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra e Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA). Universidad de Zaragoza. E-50009 Zaragoza. a.valenciano@unizar.es, azanza@unizar.es, demiguel@unizar.es

² Departamento de Paleobiología. Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). C/ José Gutiérrez Abascal, 2. E-28006 Madrid. jorge.morales@mncn.csic.es

³ Fundación ARAID. Avda. de Ranillas, 1-D, planta 2.ª, oficina B. E-50018 Zaragoza.

⁴ Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont. Universidad Autònoma de Barcelona. Campus de la UAB. E-08193 Cerdanyola del Vallès (Barcelona).

Escobosa de Calatañazor (provincia de Soria) (Mioceno medio, MN7/8, ca. 12,6 – 11,3 Ma). Esta nueva forma es morfológicamente diferente del resto de martas del Mioceno inferior de Europa (por ejemplo, *Martes laevidens* y *Martes sainjoni*) y de todas las formas conocidas del Mioceno medio (por ejemplo, *Martes sansaniensis*, *Martes munki*, *Martes delphinensis* o *Martes filholi*). Posee una dentición más grácil y sectorial que los anteriores, siendo próximo a los géneros euroasiáticos *Circamustela* (Vallesiense) y *Sinictis* (Turolense), lo cual sugiere una dieta más hipercarnívora —similar a la de los actuales miembros de la subfamilia *Mustelinae* (en donde, entre otros, se incluyen a comadreja y turones)—.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Gobierno de Aragón (Group ref. E33_20R), el proyecto PGC2018-094122-B-100 (AEI/ FEDER, UE), y el programa Juan de la Cierva – formación (FJC2018-036669-I a A. V.) del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

***OZARKODINA MALLADAI*, UN SPATOGNATODONTIDE (CONODONTA) DE POSICIÓN SISTEMÁTICA INCIERTA EN EL LOCHKOVIENSE (DEVÓNICO INFERIOR)**

José Ignacio VALENZUELA-RÍOS¹ | Jau-Chyn LIAO¹

El Lochkoviense (Devónico inferior) se subdivide en tres partes (inferior, medio y superior) cuyos límites y caracterización se basan en su contenido en conodontos.

EL Lochkoviense medio representó uno de los momentos de mayor diversidad dentro del Filo Conodonta, registrándose taxones de numerosos géneros. Entre ellos se encuentra *Ozarkodina malladai*. Inicialmente, este taxón fue asignado al género *Ozarkodina*, pero tras la revisión sistemática de la familia *Spathognathodontidae*, este género se restringe a las especies relacionadas morfológicamente con *Ozarkodina typica*.

El elemento Pa de *Ozarkodina typica* se caracteriza por un conjunto de denticulos en la región anterior claramente más altos que el resto y con un cambio brusco de denticulación. Los lóbulos laterales se sitúan en la mitad anterior.

Ozarkodina malladai presenta un patrón de denticulación diferente y los lóbulos son más grandes y situados en una posición central. La denticulación

¹ Departamento de Botánica y Geología. Universitat de València. C/ Dr. Moliner, 50. E-46100 Burjassot (Valencia). jose.i.valenzuela@uv.es, jau.liao@uv.es

en la lámina posterior está constituida por tres dentículos. Uno de ellos pegado a la cúspide de la misma altura o mayor; los otros dos son muy altos y gruesos y están separados por un diastema.

Por tanto, *Ozarkodina malladai* se alejaría claramente de la especie tipo y no pertenecería al género *Ozarkodina*. La escasez de dentículos en la región posterior sugeriría que este taxón estaría emparentado con *Cuspi-grandiosa*; sin embargo, en este género detrás de la cúspide no hay dentículo o es de talla muy pequeña. Además, algunos ejemplares pueden llegar a tener de 3 a 8 dentículos posteriores. Así, la posición sistemática de *Ozarkodina malladai* permanece incierta.

La distribución estratigráfica en los Pirineos se limita al Lochkoviense medio: se registra desde la zona *Transitans – Trigoniscus* hasta la parte inferior de la *Kutscheri – Pandora beta*. En las secciones alpinas alcanza un nivel ligeramente más alto, dentro de la parte inferior de la zona *Pandora beta-gilberti*, al comienzo del Lochkoviense superior.

Agradecimientos

Este trabajo constituye una contribución al PICG-652 Reading Geologic time in Paleozoic sedimentary rocks, y representa una contribución del GIUV2017-395.

**RELEVANCIA INTERNACIONAL DE LAS SECCIONES
ALTOARAGONESAS PARA LA REDEFINICIÓN Y ELECCIÓN
DEL ESTRATOTIPO MUNDIAL DE REFERENCIA (GSSP)
PARA LA BASE DEL EMSIENSE (DEVÓNICO INFERIOR)**

José Ignacio VALENZUELA-RÍOS¹ | Jau-Chyn LIAO¹

El estratotipo de referencia mundial (GSSP) de la base del Emsiense se estableció en 1998 en Uzbekistán mediante la entrada del conodonto *Polygnathus kitabicus* en secuencia con su antecesor *Polygnathus pireneae*. La sección Zinzilban muestra este evento en la base de la capa 5 del tramo 9, en los metros inferiores de la formación Khodzha-Kurgan.

Estudios en otros lugares, fundamentalmente en Europa, demostraron que este límite se situaría muy por debajo del límite tradicional del Emsiense y afectaría considerablemente a la extensión del Praguense.

Tras la moratoria de diez años, la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Devónico (SDS) propuso la redefinición de la base del Emsiense, eligiendo un nuevo taxón, *Polygnathus excavatus* 114, que es más joven que *Polygnathus kitabicus* y cuya posición estratigráfica está muy próxima al concepto tradicional alemán del Emsiense. A partir de 2008 y teniendo en cuenta este nuevo criterio la SDS relanzó una investigación mundial en

¹ Departamento de Botánica y Geología. Universitat de València. C/ Dr. Moliner, 50. E-46100 Burjassot (Valencia). jose.i.valenzuela@uv.es, jau.liao@uv.es

busca de secciones adecuadas para la redefinición del límite y el posicionamiento del nuevo GSSP.

En este contexto, hay dos secciones pirenaicas que contienen el taxón elegido dentro de una secuencia continua de registros paleontológicos. Esta secuencia, además, contiene los dos índices (el actual *Polygnathus kitabicus* y el nuevo *Polygnathus excavatus* 114), lo que facilita estudiar las relaciones entre ambos taxones y límites.

Las secciones se encuentran en las cabeceras de los valles del Isábena y del Baliera. Esta última fue visitada por expertos de la SDS en 2017 que certificaron el potencial de la misma en el contexto de redefinición mundial, avalando su inclusión en el listado de secciones referentes. La del Isábena todavía tiene un registro ligeramente mejor. Pero en ambos casos se necesita hacer estudios complementarios, tanto paleontológicos como sedimentológicos, geofísicos y geoquímicos para poder presentar la propuesta a la Comisión Internacional de Estratigrafía.

Agradecimientos

Este trabajo constituye una contribución al PICG-652 Reading Geologic time in Paleozoic sedimentary rocks, y representa una contribución del GIUV2017-395.

ÍNDICE DE AUTORES

- Acedo Peñato, Abel, 85
Agnini, Claudia, 175
Aguilar de Dios Liñán, José Eladio, 87
Aguilar Lazagabaster, Ignacio, 183
Ainsworth, Nigel Richard, 217
Alberdi, M.^a Teresa, 155
Alcalá Martínez, Luis, 129
Alcalde Fuentes, M.^a Rosario, 123
Alegret Badiola, Laia, 89, 147, 175
Alfaro Ibáñez, M.^a Pilar, 177
Alonso Chaves, Francisco Manuel, 133
Álvarez, M.^a Victoria, 131
Álvarez Sierra, M.^a Ángeles, 129
Arbás Castelló, Talín, 177
Armañanzas Alpuente, Cástor, 91
Arreguín Rodríguez, Gabriela J., 147
Arruego Garijo, Chantal, 177
Atakul Özdemir, Ayse, 191
Audijs Gil, Julia, 123
Aurell Cardona, Marcos, 159
Azanza Asensio, Beatriz, 161, 237
Bádenas Lago, Beatriz, 159
Badiola, Ainara, 163
Barrios De Pedro, Sandra, 99
Barroso Barcenilla, Fernando, 123
Bastir, Markus, 227, 233
Belaústegui Barahona, Zain, 149, 203
Belo, João, 203
Bendicho Rojo, Eva, 93
Berrocal Casero, Mélni, 123
Blanco Ferrera, Silvia, 153, 231
Blanco Moreno, Candela, 101, 111, 155
Blanco Segovia, Fernando, 151, 155
Blanco Vallina, Adrián, 231
Blasco Lázaro, María, 95
Botella Sevilla, Héctor, 181
Burgos Olmos, Manuel Antonio, 233
Cáceres Puro, Luis Miguel, 203
Cachão, Mário, 203
Calatayud, Joaquín, 151
Callapez Tonicher, Pedro Miguel, 123
Calonge García, M.^a Amelia, 97
Campina, Alejandro, 133
Canudo Sanagustín, José Ignacio, 159, 163, 195
Carrasquer, Beatriz, 131
Carrasquer, José, 131
Carro Rodríguez, Patricia M.^a, 103, 105
Castanera Andrés, Diego, 159, 185, 195
Castillo Ruiz, Carolina, 109
Celis, Ane de, 99
Chiappe, Luis M., 201
Chirivella Martorell, Juan Bautista, 235
Cifer, Tim, 171
Cita García, Lara de la, 101
Collantes, Luis, 235
Corbí Sevilla, Hugo Antonio, 113, 115
Coria, Rodolfo A., 167, 207

- Cruzado Caballero, Penélope, 109
 Cuccu, Andrea, 161
 Cuenca Bescós, Gloria, 185
 Cuesta, Elena, 99
 Dallanave, Edoardo, 175
 Delgado Buscalioni, Ángela, 101, 117
 Díaz Berenguer, Ester, 163
 Díaz Delgado, Ricardo, 193
 Díaz Martínez, Ignacio, 193
 Dickens, Gerald R., 175
 Dies Álvarez, María Eugenia, 18, 87, 137
 Díez, Bienvenido, 229
 Díez Ojeda, María, 139, 141, 143
 Domingo, Laura, 105, 111
 Domingo, M.^a Soledad, 105, 111, 151
 Donaire Romero, Teodosio, 133
 Donoghue, Philip C. J., 191
 Dorador Rodríguez, Javier, 165, 219
 Drake, Michelle K., 175
 Duveau, Jérémy, 193
 Engel, Michael S., 229
 Escaso Santos, Fernando, 167, 207
 Esteban, Elena, 131
 Ezquerro Ruiz, Lope, 61
 Faria dos Santos, Vanda, 123
 Fernández, Carlos, 133
 Fernández Caliani, Juan Carlos, 133
 Fernández Martínez, Javier, 169
 Ferrón Jiménez, Humberto Gracián, 181
 Fesharaki, Omid, 85, 103, 105
 Field, Daniel J., 201
 Finlayson, Clive, 203
 Finlayson, Geraldine, 203
 Finlayson, Stewart, 203
 Fraguas Herráez, Ángela Raquel, 171
 Francés, Guillermo, 165
 Galán Martín, José M.^a, 203
 Gamboa Jurado-Centurión, Sara, 103, 105
 Gámez Vintaned, José Antonio, 107
 García Alcalde, Jenaro L., 173
 García Fernández, Ignacio, 91, 119
 García Forner, Ana M.^a, 119
 García Ramos, José Carlos, 169
 García Sanz, Ignacio, 119
 García Tagua, Víctor, 109
 García Yelo, Blanca, 105, 111
 Gasca Pérez, José Manuel, 61, 159, 177
 Gascó Lluna, Francesc, 223
 Gastaldello, María Elena, 175
 Gil Bazán, Enrique, 51
 Giles Guzmán, Francisco, 203
 Gimeno, Jesús, 91, 119
 Giner Baixauli, Alicia, 113, 115
 Gómez Aguas, Circe M.^a, 177
 Gómez Cano, Ana Rosa, 105
 Gómez Domínguez, Paula, 203
 González Dionis, Javier, 109
 González García, Francisco, 125
 Goričan, Špela, 171
 Gozalo Gutiérrez, Rodolfo, 235
 Guerrero, Andrea, 99, 179
 Guerrero Campos, María, 109
 Guizar Sicairos, Manuel, 191
 Gutiérrez Marco, Juan Carlos, 209, 221
 Hernández Fernández, Manuel, 111, 129, 151
 Hernández Romero, Nieves, 97
 Herraiz Carrascosa, José Luis, 119, 181
 Holler, Mirko, 191
 Huffard, Christine L., 197
 Lam, Adriane R., 175
 Liao, Jau-Chyn, 239, 241
 Linares Montes, Martín, 177, 185
 Liñán Guijarro, Eladio, 87, 235
 López Cantalapiedra, Juan, 151, 155, 225
 López Carrillo, María Dolores, 85, 97
 Löwemark, Ludvig, 199
 Lozano Fernández, Rafael Pablo, 127

- Lucha López, Pedro, 25
Luzón Aguado, M.^a Aránzazu, 185
Malafaia, Elisabete, 207
Manzanares, Esther, 119
Marcos Fernández, Fátima, 99
Marone, Federica, 191
Martín, Jorge Ángel, 149
Martin, Peter G., 191
Martín Abad, Hugo, 101, 111, 117
Martín Jiménez, Marcos, 99, 187
Martín Perea, David Manuel, 105, 151
Martín Vega, Daniel, 149
Martinell, Jordi, 149
Martinelli, Agustín G., 201
Martínez Nebreda, Sergio, 101, 189
Martínez Pérez, Carlos, 91, 119, 181, 191
Martínez Raso, Miriam, 91
Martínez Ruiz, Francisca, 169
Marugán Lobón, Jesús, 117, 189
Mateos Carralafuente, Ricardo, 103
Mayoral Alfaro, Eduardo, 133, 193, 235
Mayoral García-Berlanga, Olga, 113, 115
Medrano Aguado, Eduardo, 195
Mena, Anxo, 165
Menéndez, Iris, 151
Miguel, Carlos de, 99
Miguel Cascán, Daniel de, 161, 237
Míguez Salas, Olmo, 197, 199, 219
Mihlbachler, Matthew C., 225
Millán Prior, Borja, 133
Molina Solís, Azucena, 119
Moñino Ramos, Susana, 101
Morales González, Juan Antonio, 193
Morales Mateo, Luis Alfonso, 193
Morales Romero, Jorge, 237
Morata Sanchis, Juan F., 121
Moreno Azanza, Miguel, 61
Müller, Johannes, 151
Muñiz Guinea, Fernando, 203
Narváez, Iván, 99, 149
Nava, William, 201
Navalón, Guillermo, 189, 201
Navarro Aponte, Mario, 109
Neto de Carvalho, Carlos, 203
Oliver, Adriana, 105
Onrubia, Marta, 99
Ortega Coloma, Francisco, 149, 167, 207, 223
Ozkaya de Juanas, Senay, 123
Palma Ruano, Belén, 119
Pan, Yu-Yen, 199
Páramo, Adrián, 99
Paredes Aliaga, María Victoria, 119, 181
Parrilla Bel, Jara, 195
Perales Gogenola, Leire, 99
Pereira, Sofía, 209
Pérez Claros, Juan Antonio, 197
Pérez Cruz, Álvaro, 91
Pérez García, Adán, 179, 187, 211, 213, 223
Pérez Pueyo, Manuel, 61
Pérez Valera, Juan Alberto, 123
Pimentel, Juan, 215
Piñuela, Laura, 169
Pla Pueyo, Sila, 125
Ponz, Adrián, 131
Prado, José Luis, 155
Proença Cunha, Pedro, 203
Queiruga Dios, Miguel Ángel, 139, 141, 143
Rábano, Isabel, 127, 209, 215, 221
Ramos García, Ana María, 125
Reolid Pérez, Matías, 217
Rodríguez Ramírez, Antonio, 193
Rodríguez Tovar, Francisco Javier, 18, 165, 169, 197, 199, 219
Rodríguez Vidal, Joaquín, 203
Romero, Sara, 221
Ros Franch, Sonia, 119
Royo Torres, Rafael, 129, 131

- Ruiz Muñoz, Francisco, 203
Saarinen, Juha, 155
San Román, Carla, 227
Sanguino, Fernando, 99, 223
Sanisidro Morant, Óscar, 91, 111, 119, 155,
225
Santos, Ana, 133, 193
Santos López, Artai Antón, 229
Sanz López, Javier, 153, 231
Sanz Pérez, Virginia, 85
Sanz Prieto, Daniel, 233
Segura, Manuel, 123
Sender Palomar, Luis Miguel, 229
Sepúlveda, Alexandre, 235
Smith Jr., Kenneth L., 197
Suárez, Aitziber, 99
Sutherland, Rupert, 175
Torralba Burrial, Antonio, 135
Torres Matilla, M.^a José, 127
Toscano Grande, Antonio, 203
Tricas Lapuerta, Blanca, 137
Valenciano, Alberto, 161, 237
Valenzuela Ríos, José Ignacio, 239, 241
Vardaro, Michael F., 197
Varela Neila, Ángela, 139, 141, 143
Villena, José Antonio, 119
Wappler, Torsten, 229
Warren, Xander, 191
Westerhold, Thomas, 175
Zhang, Hanwen, 155

NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA

Lucas Mallada publica artículos de investigación inéditos encuadrados en las distintas ramas de la ciencia, de acuerdo con las siguientes normas:

1. Los trabajos se enviarán en soporte digital a la redacción de la revista (IEA / Diputación Provincial de Huesca. Calle del Parque, 10. E-22002 Huesca. Teléfono: 974 294 120. Correo electrónico: lucasmallada@iea.es), incluyendo una versión en Word (existe una plantilla a disposición de los autores) y una versión completa (con ilustraciones y tablas, si las hubiera) en PDF. Por el momento no se aceptan originales en LaTeX.
2. No podrán sobrepasar las 20 páginas. Excepcionalmente, a juicio del consejo de redacción, se podrán aceptar textos de mayor longitud.
3. Los artículos constarán, en principio, de los apartados que a continuación se describen. En todo caso, siempre que el trabajo lo requiera, esta estructura podrá modificarse del modo que resulte más conveniente.

Título. El título será conciso pero suficientemente indicador de su contenido.

Nombre del autor o autores, con su dirección postal y su correo electrónico.

Resumen en castellano, y su correspondiente *abstract* en inglés, que no supere las doce líneas y que recoja lo esencial del trabajo.

Palabras clave en inglés, que orienten sobre el contenido del trabajo en orden de importancia, dejando en último lugar el área geográfica.

Introducción. Se ofrecerá en la introducción una idea de los antecedentes históricos del tema, así como del interés y la finalidad del trabajo.

Material y métodos. Incluirá la información pertinente de las especies estudiadas, aparatos utilizados, métodos de estudio y de análisis de los datos, y zona de estudio.

Resultados. En esta sección se presentarán únicamente los datos obtenidos (inéditos).

Discusión. Se discutirán los resultados y su comparación con trabajos relacionados. Las sugerencias de investigaciones futuras podrán aportarse al final de este apartado.

Conclusiones (optativo). Cuando las haya, deberán presentarse en forma de afirmaciones concretas y ordenadas.

Referencias bibliográficas. Cada trabajo deberá ir acompañado de las referencias bibliográficas correspondientes a las publicaciones citadas en el texto. Las referencias seguirán los modelos siguientes, según se trate de libros, artículos de revista o trabajos incluidos en una publicación colectiva:

KLIMCHOUK, A. B., D. C. FORD, A. N. PALMER y W. DREYBODT (eds.) (2000). *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*. National Speleological Society. Huntsville (Alabama). 527 pp.

WHITE, W. B. (2007). Cave sediments and paleoclimate. *Journal of Cave and Karst Studies*, 69 (1): 76-93.

PEÑA, J. L. (1995). Los Pirineos. En M. Gutiérrez (coord.), *Geomorfología de España*: 159-225. Rueda. Madrid.

4. El texto podrá redactarse en cualquiera de las lenguas en uso en la comunidad autónoma de Aragón, en francés o inglés.

Los caracteres en cursiva se utilizarán para los nombres científicos de géneros y de especies (entre paréntesis si siguen al nombre común) y para los neologismos intraducibles; las citas textuales, independientemente de la lengua, figurarán en letra redonda y entre comillas, y los nombres de autor que sigan a un taxón irán en redonda.

Los topónimos se escribirán en su forma original o bien en la lengua en que esté escrito el trabajo, siguiendo siempre el mismo criterio.

No se admitirán notas a pie de página.

5. Si hubiera tablas o ilustraciones (gráficos, mapas, esquemas, figuras o fotografías), el autor las ubicará en el sitio aproximado donde desee que figuren. Además del archivo completo del trabajo, las ilustraciones se enviarán en archivo específico aparte (formato TIFF, JPG...) para garantizar la máxima calidad en su reproducción.

Las ilustraciones se designarán con el nombre de *figura* y se numerarán 1, 2, 3... Las *tablas* se numerarán I, II, III... Todas ellas deberán estar reseñadas en el texto.

Los pies de tablas y figuras serán claros y concisos. En el caso de que las figuras presenten leyenda, esta se incluirá preferentemente en el pie.

6. La selección y aprobación de los trabajos es competencia del consejo de redacción de la revista. Todos los trabajos serán revisados previamente por un mínimo de dos expertos. Dichos *referees* serán seleccionados entre científicos del ámbito del CSIC, de la Universidad o de otras instituciones, o entre personas de reconocida valía en el tema de que se trate. Cuando el resultado de dicha revisión lo exija, el original con las pertinentes anotaciones será devuelto al autor, que deberá tenerlas en consideración.
7. El texto publicado será el resultante de la corrección de pruebas por el autor —sin añadidos que modifiquen la maquetación—, o ese mismo borrador si no se contesta en el plazo fijado.

XXXVI Jornadas de la SEP

La Enseñanza de la Paleontología: Didáctica, Historia y Futuro

PRESENTACIÓN

ARTÍCULOS

Breve reseña biográfica de Lucas Mallada en el centenario de su óbito, por Pedro LUCHA LÓPEZ

Consideraciones sobre el uso didáctico de los museos paleontológicos en Educación Secundaria,
por Enrique GIL BAZÁN

Huevos de dinosaurio en las Sierras Exteriores de Huesca, por Miguel MORENO-AZANZA y cols.

COMUNICACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA PALEONTOLOGÍA: DIDÁCTICA, HISTORIA Y FUTURO

COMUNICACIONES DE TEMA LIBRE

ÍNDICE DE AUTORES



IEA
Instituto
de Estudios
Altoaragoneses

**DIPUTACIÓN
DE HUESCA**