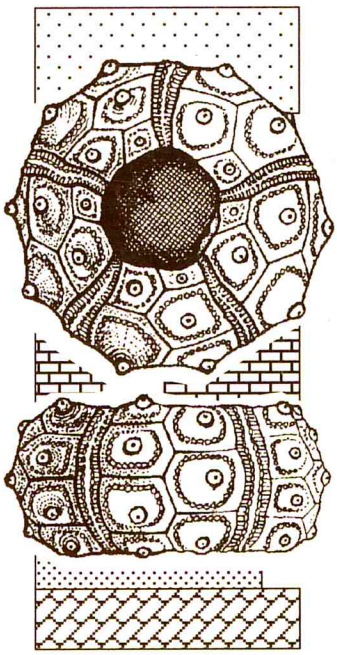
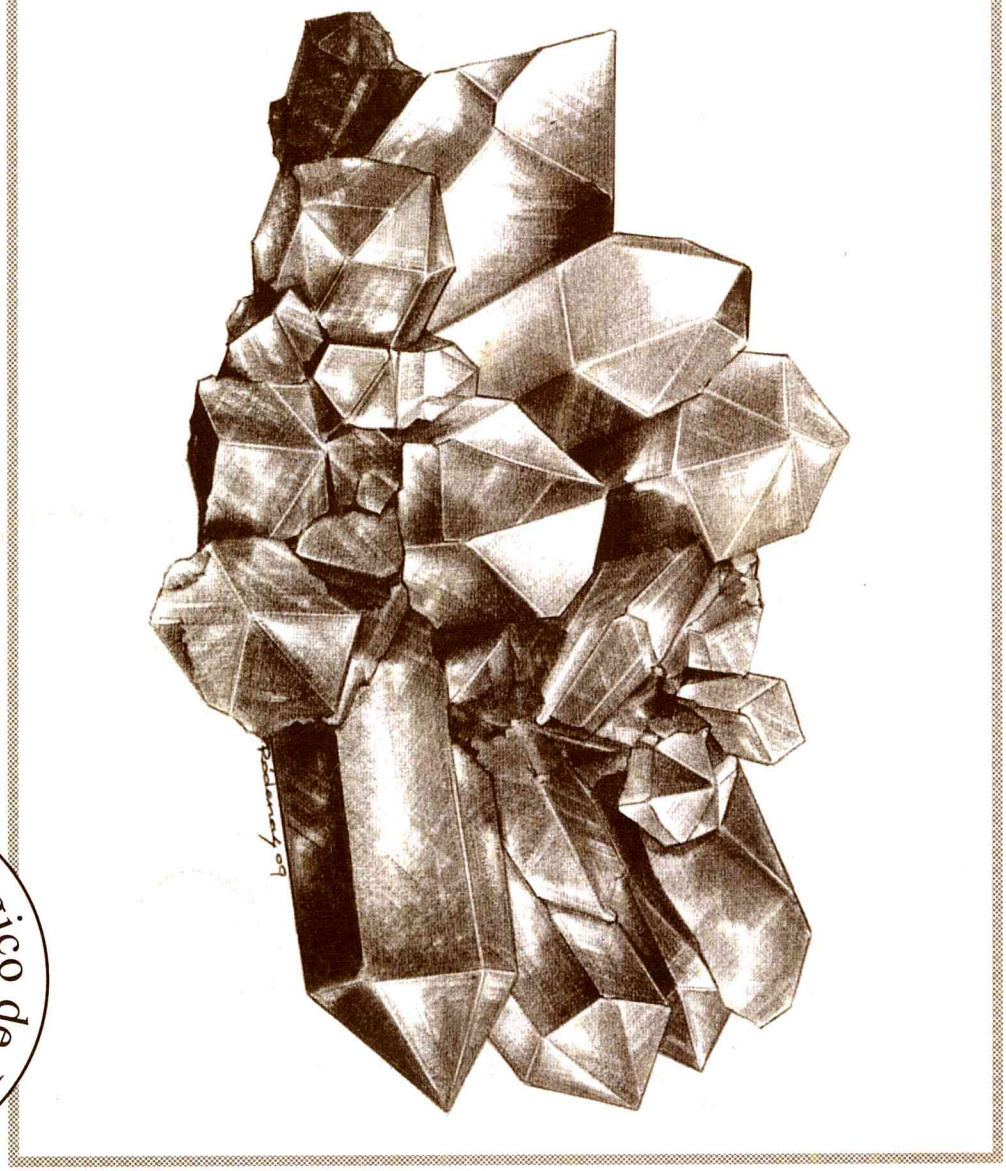


Cidaris

Revista Ilicitana de Paleontología y Mineralogía

Núm. 29
2009



GRUPO CULTURAL PALEONTOLÓGICO DE ELCHE

SUMARIO

	Página
Editorial	*3*
Réplicas ediacáricas en el Museo Paleontológico de Elche. F. Vives Boix e I. Fierro Bandera	*5*
Comatúlidos en el cretácico inferior de la Alcoraya (Alicante) Pedro Mora Morote	*17*
"From limbs to fins" La reconquista del medio marino. Verónica Díez Díaz	*23*
Notas sobre unos equinodermos del Jurásico de la subbética cordobesa Carlos García González	*29*
La colección mineralógica del Grupo Cultural Paleontológico de Elche. I. Fierro Bandera, J. F. Sáez Molina, E. J. Sánchez Ferris, J. M. Marín-Ferrer y F. Vives Boix	*39*
Noticias	*49*

DIRECCIÓN
José Manuel Marín Ferrer

•

SECRETARIO
Antonio Ródenas Maciá

•

DISEÑO y EDICIÓN
Francisco Vives Boix

•

COLABORADORES
V. Díez Díaz, I. Fierro Bandera, C. García González, J. M. Marín Ferrer, P. Mora Morote, J. F. Sáez Molina, E. J. Sánchez Ferris y F. Vives Boix

•

ASESORES Y CORRECTORES CIENTÍFICOS
Dr. D. Plinio Montoya Belló, Univ. de Valencia.
Dra. Dña. Ana Márquez Aliaga Univ. de Valencia.
Ldo. D. Esteban José Sánchez Ferris, Univ. de Valencia.
Dr. D. Enrique Peñalver Mollá, Univ. de Valencia.
Dr. D. José Luis Sánz, Univ. Autonoma de Madrid
Ldo. D. Ignacio Fierro Bandera, Museo Paleontológico de Elche
Dr. D. Jesús Soria Mingorance Univ. de Alicante.
Prof. D. Alfonso Yébenes, Univ. de Alicante.

•

MAQUETACIÓN
Eva Albaladejo Martínez

•

IMPRIME
Imprenta Segarra
Dep. Legal: A-738-1993
I. S. S. N.: 1134-5179
© Grupo Cultural Paleontológico de Elche

•

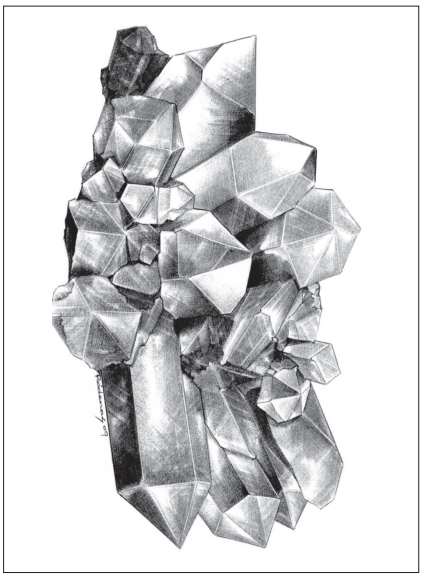
CORRESPONDENCIA
Cidaris
Grupo Cultural Paleontológico de Elche
Museo Paleontológico de Elche
Apdo. 450 • Elche (Alicante) España
www.cidarismpe.org
E-mail: info@cidarismpe.org

Cidaris

Revista Ilicitana de Paleontología y Mineralogía

Núm. 29
2009

Portada:
Dursa de Cuarzo. Dibujo de Antonio Ródenas.



NORMAS PARA LOS AUTORES

Cidaris *es una revista científica dedicada a la publicación de trabajos de Paleontología de Vertebrados e Invertebrados y Mineralogía.*
Los trabajos publicados en la revista ***Cidaris*** *serán responsabilidad de los autores, aunque exista un comité de redacción, que podrá proponer modificaciones o recomendar la no publicación de los artículos.*

TEXTO
Los trabajos no excederán de 20 páginas mecanografiadas a doble espacio en formato Din-A4, o bien mediante soporte magnético en discos de 3.5 pulgadas de Macintosh o MS-DOS, en los que se indicará el procesador de textos utilizado. Excepcionalmente y dependiendo del interés del artículo, el comité de redacción podrá decidir la publicación de artículos de mayor extensión.
Los artículos podrán estar escritos en valenciano, castellano, inglés o francés. En la primera página figurará: el título del trabajo, que será corto pero explícito; el nombre del autor o autores; al pie de la página figurarán la o las direcciones profesionales o particulares de los mismos.

ILUSTRACIONES
La ilustración que acompañe el texto deberá ser la mínima indispensable. El tamaño máximo de las ilustraciones será el del formato de una página de la revista dejando un margen total de 2 cm.
La copia para la publicación deberá ser de buena calidad y en blanco y negro. En el caso de dibujos a plumilla, los originales se podrán entregar sobre papel en blanco o vegetal, en ambos casos deberán llevar obligatoriamente una escala gráfica.
En el caso de fotografías, deberán agruparse en una única lámina. Cada figura deberá ir numerada y acompañada de un corto pie de figura que se presentará mecanografiado en una página aparte.

BIBLIOGRAFÍA
Las referencias bibliográficas serán las estrictamente necesarias. En el texto, las citas deberán contener el nombre del autor seguido del año de publicación. En caso de dos autores deberán figurar los dos; en caso de más autores, solo figurará el primero de ellos seguido de la expresión «et al» y el año de publicación.
En la lista de referencias bibliográficas al final del artículo se incluirán el nombre del autor, año, título del trabajo y publicación.
Cada autor recibirá, de forma gratuita, cinco ejemplares, del número que contiene su colaboración.

FORMA DE ADQUIRIR LA REVISTA
La revista de Paleontología y Mineralogía ***Cidaris****, es de régimen interno del Grupo Cultural Paleontológico de Elche, se podrá obtener por intercambio o por ser socio de la mencionada sociedad, no obstante los excedentes se pondrán a la venta si se cree oportuno.*

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Cidaris *is a scientific publication on vertebrate and invertebrate's paleontology and mineralogy.*
Authors will be responsible for their publications in ***Cidaris****, although there is an editorial commitee that can propose changes or recomend some articles not to be published.*

TEXTS
Publications will not be in excess of 20 pages, in A 4-size paper at double space or in a 3,5" Mackintosh or MS-DOS disc, where the type of processor used should be indicated. Exceptionally and depending on the interest of the article, the editorial commitee could decide on the publication of longer articles.
Articles can be in Valencian, Spanish, English or French. On the first page will be: name of the article, that should be short but explicit; name of author or authors; at the bottom of the page will be their profesional or home address.

ILUSTRATIONS
Ilustrations accompanying the text should be the minimum neccessary. The maximum size of the ilustrations will be that of a page of the magazine leaving a total margin of 2 cm.
The copie for publication must be of good quality in black and white. In case of photographs they should be grouped together in an only page. Each drawing should be numbered and accompanied by a short footnote that needs to be presented typed on a sepate page.

BIBLIOGRAPHY
Bibliographic references will be the strictly neccessary. In the text, quotations should have the name of the author followed by the year of publication. In case of two authors, both should be mentioned; if there were several authors only the first one is mentioned followed by the expression «et al» and the year of publication.
In the list of bibliographic references at the end of the article, the name of the author, year, title of the article and publication must be included.
Each author will receive, free of charge, five magazines of the issue in which his article has been published.

HOW TO GET THE MAGAZINE
The paleontology and mineralogy magazine ***Cidaris*** *is an internal publication of the Paleontology Cultural Group of Elche, it can be obtained by exchange or by being a member of the above mentioned group. However, excess numbers can be sold should it be considered convenient.*

Cidaris

Revista Ilicitana de Paleontología y Mineralogía

EDITORIAL

Amigos lectores:

Desde que apareció el primer número de la revista científica Cidaris, allá por 1992, nos vimos envueltos en multitud de circunstancias que obstaculizaron la publicación periódica de la misma.

Al principio, quizá por nuestra joven inexperiencia, propusimos una periodicidad semestral que pronto se vio truncada por diversos motivos, a veces económicos y a veces editoriales.

El primer intento de salvar la situación fue unir dos números en uno con lo que tácitamente Cidaris se convirtió en una publicación anual a pesar de que en la portada seguía apareciendo su periodicidad semestral. Se indicaban los dos números, los meses Enero-Julio, y el año que debía corresponder. Se hicieron grandes esfuerzos para recuperar el retraso que se iba acumulando, ya que en ocasiones aunque en su portada rezaba el año 2001, las Noticias pertenecían al año 2002 porque la revista salía a la calle en el 2003. En otras ocasiones se publicaron las Noticias referidas al año de la portada por lo que habían dejado de ser actuales.

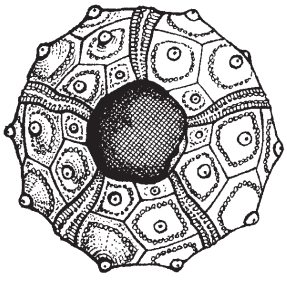
Este retraso conducía a otros problemas que nos comentaron los autores por ser ellos los más directamente afectados. Si la fecha de publicación no coincidía con la de la portada se daba el caso de no poder citar los artículos en su orden cronológico o simplemente se creaba una confusión al citar un artículo del año 2003 (año real de edición) si en la portada decía 2001.

La dirección de la revista se puso en contacto con la Agencia Española del I. S. S. N. con el fin de establecer otro tipo de periodicidad y en su caso obtener otro número de registro apropiado. Se ha decidido, para corregir estos problemas y evitar otros futuros, eliminar de la portada la duplicidad de números, los meses y el año consecutivo que nos obliga la periodicidad semestral o anual.
La revista Cidaris pasa a tener una periodicidad irregular, pero en la portada siempre aparecerá el año en el que se edita y el número de la revista que mantendrá su secuencia independientemente del año. Por lo tanto esta es la revista número 29 (se han publicado 28) y el año de publicación es el 2009.

En otro orden de cosas, tenemos cierta escasez de artículos para su publicación, recordamos a todos que tenéis las puertas abiertas para que extractéis vuestras investigaciones actuales y os animéis a publicar un avance en estas páginas.

Por otro lado, desde aquí animamos a todos los socios del Grupo Cultural Paleontológico de Elche para que se acerquen al MUPE, conozcan las actividades que se realizan en él de manera periódica y que participen activamente en ellas.

Francisco Vives Boix



Réplicas ediacáricas en el Museo Paleontológico de Elche

F. Vives Boix e I. Fierro Bandera

Museo Paleontológico de Elche, e-mail info@cidarismpe.org

RESUMEN

Se hace una breve descripción de la donación de las réplicas. Se explica brevemente la biota del Ediacarense distinguiendo los diversos conjuntos, estilos de preservación y planes corporales. Se describe la bioestratigrafía de Mistaken Point. Y por último, se hace la relación, identificación y descripción de las réplicas conservadas en el Museo Paleontológico de Elche (MUPE).

ABSTRACT

A brief description of the donation of casts is made. The Ediacaran biota is briefly explained distinguishing the various assemblages, styles of preservation and body plans. The biostratigraphy of Mistaken Point is described. And finally, the casts kept at the Museo Paleontológico de Elche (MUPE) are identificated and described.

INTRODUCCIÓN

Desde su inauguración, el MUPE, exhibe en una de sus vitrinas tres piezas que son réplicas de la biota ediacárica. Desde entonces han mantenido en sus etiquetas como denominación el término "indeterminado", esto ha estado motivado por la falta de estudios, la dificultad de los mismos y el consenso necesario entre los investigadores a la hora de asignar a algunos de estos fósiles un nombre científico válido.

Pero la situación ha cambiado en los últimos años. En poco tiempo el número de hallazgos ha aumentado de forma exponencial y en la actualidad se enumeran más de cuarenta yacimientos de la biota ediacárica en todo el mundo. La labor investigadora ha sufrido un acicate y los esfuerzos dedicados a su estudio e interpretación ya están dando sus frutos.

De entre los fósiles de la biota ediacárica existen ejemplares muy abundantes que desde hace casi medio siglo se le vienen denominando "fusiformes", sin embargo, en el año 2007 se les ha asignado un nombre científico válido según las normas de nomenclatura linneanas (Gehling y Narbonne, 2007).

Además de estas tres piezas que se exhiben al público, el MUPE custodia otras tres en sus almacenes, y hemos creído importante darlas a conocer mediante este artículo.

El hecho de ser réplicas y no originales nos mantuvo en algún momento recelosos, pero nos animó a ello la actitud de algunos visitantes del museo que nos decían que era lo más cerca que habían estado nunca de la biota de Ediacara. En la actualidad las características de conservación de algunos fósiles obliga a muchas instituciones a guardar en sus colecciones los originales y mostrar sus vitrinas las réplicas, en nuestro caso los originales todavía siguen en los estratos rocosos de Canadá y sus réplicas se exponen el todos los museos importantes.

DONACIÓN DE LAS PIEZAS

Los moldes de látex para la obtención de las réplicas fueron traídos a España desde Canadá en el año 1996 por el Dr. Miquel De Renzi, catedrático de Paleontología de la Universidad de Valencia. Con ellos se realizaron varias réplicas entre las que se encuentran las del Museo de Ciencias Naturales de Valencia y las de la propia Universidad de Valencia.

Nuestro amigo Manuel Iñiesta Alcolea, presidente de la Asociación Paleontológica de Novelda y socio del Grupo Cultural Paleontológico de Elche, hizo en 1998 la correspondiente petición de una copia de dichas piezas para la sección de Paleontología del Museo Histórico Municipal de Novelda que nunca llegó a realizarse.

Según comunicación personal de Manuel Iñiesta, las copias son realizadas por Ana García Forner de la Universidad de Valencia que utiliza unas cajas con arena en las que se mantiene el molde de látex para impedir que la sustancia líquida moldeante con su peso distorsione la forma de las copias.

Manuel Iñiesta recibe las piezas copiadas en un material blanco y consistente que dista de ser escayola, él mismo decide pintarlas con un aerógrafo utilizando dos tonos de óxidos para simular la roca.

En el año 2004 se realiza la donación de las réplicas por parte de la Asociación Paleontológica de Novelda al Museo Paleontológico de Elche, para su custodia y exposición.

Se decide colocar las tres piezas más representativas y de mejor calidad en la primera vitrina de la exposición mientras que las otras tres quedan en los almacenes.

LA BIOTA EDIACÁRICA

Los fósiles ediacáricos son quizá, las formas de vida pluricelular más antiguas que se han descubierto. Son un

grupo de animales del Proterozoico tardío que presentan una biología peculiar, algunos de ellos no están relacionados con ninguno de los animales que vivieron con posterioridad, y puede que algunos sean los precursores más antiguos de los seres con simetría radial y bilateral. Estos seres han sido interpretados de diversas formas, desde estructuras sedimentarias, a experimentos evolutivos sin éxito, y en la actualidad, la biota ediacárica se encuentra en pleno debate científico.

Los primeros ejemplares que fueron descritos a mediados del siglo XX por Sprigg (1947), eran fósiles de las Colinas de Ediacara, en Australia. Con posterioridad este nombre se aplicaría de forma extensiva a todos los fósiles similares encontrados en otras partes del mundo. Sin embargo, anteriormente se habían descubierto otros fósiles en Canadá y Namibia pero que en un principio fueron considerados del Cámbrico (542-488 Ma).

Glaessner (1959) reconoció que todos ellos eran parecidos y formaban parte de una biota extensa que caracterizaba el final del Proterozoico, y acuñó el término "Fauna de Ediacara".

Los fósiles son meras impresiones, huellas y marcas en relieve difíciles de estudiar, pero se pueden interpretar gracias a la calidad de los mismos. Se piensa que eran seres de cuerpo blando, acolchado o neumático, invertebrados sin concha ni caparazón, pluricelulares con tejidos diferenciados que daban en algún caso aspecto metamérico, algunos con formas medusoides, de crecimiento radial, otros con crecimiento bipolar e incluso espiral o fractal, unos presentan forma de fronde y otros son fusiformes o pectiniformes. De igual modo sorprende su tamaño que oscila de pocos centímetros a casi dos metros de longitud.

Se han encontrado diversos conjuntos de biotas ediacáricas entre hace 575 y 545 Ma. Recientemente, la creación del periodo Ediacarense puede ser usado como un descriptor del rango cronológico de estos fósiles. El periodo Ediacarense está limitado por abajo por la glaciación global Gaskiers y por arriba por la diversificación de la vida animal del Cámbrico. El comienzo exacto del periodo se determina estratigráficamente, pero cronométricamente no ha sido bien definido y está entre como mucho 635 Ma y como poco 599 Ma. El final del periodo está caracterizado por una brusca emisión de Carbono-13, que está relacionada con un cambio brusco en la temperatura.

Los conjuntos ediacáricos

En la actualidad se conocen fósiles de la biota ediacárica de unas cuarenta localidades de los cinco continentes. Sus primeros representantes surgen escasamente cinco millones de años después de la glaciación Gaskiers. De acuerdo con su forma y edad, y el ambiente sedimentario en el que se depositaron, Waggoner (2003) y Narbonne (2005) los agrupan en tres asociaciones o conjuntos:

- **El conjunto de Avalon** (575-560 Ma), está representado por los fósiles del Grupo Conception de Terranova y en las rocas equivalentes en Inglaterra, y está dominado por rangeomorfos y formas cosmopolitas, tales como *Charniodiscus*. Los organismos de Avalon vivían en un ambiente de aguas profundas después de la glaciación Gaskiers hace 580 Ma en un momento en que las profundidades del océano empezaron a estar ventiladas. Los fósiles de Avalon se conservan en las comunidades *in situ* que fueron enterrados debajo de las caídas episódicas de ceniza volcánica. No se conocen trazas fósiles del conjunto de Avalon.
- **El conjunto del Mar Blanco** (560-550 Ma), se ejemplifica en Fósiles de Ediacara de Flinders Ranges de Australia del Sur y de la costa del Mar Blanco de Rusia. Contiene la mayor diversidad taxonómica, son probablemente los primeros ejemplos de grupo troncal de los animales bilaterales y los primeros rastros inequívocos realizados por animales móviles. Los fósiles de Ediacara en el área de Flinders Ranges están en su mayoría restringidos a una única unidad estratigráfica (los Miembros de la Cuarcita Rawnsley de Ediacara) depositada en aguas poco profundas, mar adentro en la plataforma continental. Los fósiles de Ediacara mejor conservados y más diversos aparecen en la zona del Mar Blanco 558-555 Ma, en las rocas que se depositaron en aguas someras, en un medio ambiente marino dominado por encima de la base de las olas de tormenta. La preservación de los fósiles de Ediacara en Flinders Ranges y en el Mar Blanco estuvo favorecida por la presencia de vastas extensiones de tapices microbianos que cubrieron los fondos marinos ediacáricos, acelerando la fosilización y dando lugar a la réplica y moldeado de los organismos de Ediacara.
- **El conjunto de Nama** (550-541 Ma), más conocido en los subgrupos Kuibis y Schwarzrand de Namibia, incluye varios rangeomorfos y erniettomorfos. El conjunto de Nama incluye también los representantes más antiguos de animales biomineralizados como *Cloudina* y *Namacalathus*. Los fósiles de Nama están conservados en réplicas de tres dimensiones por tormentas de grano fino o de flujos masivos de eventos de fondo que fueron depositados en aguas someras en ambientes en los que predominaban las olas o las tormentas.

Estos conjuntos se interpretan como que representan a tres diferentes etapas evolutivas de la biota de Ediacara, hipótesis apoyada por el cambio taxonómico entre los conjuntos y por los datos geocronológicos. Sin embargo, también se especula con que estos conjuntos podrían representar diferentes asociaciones ecológicas controladas por factores ambientales.

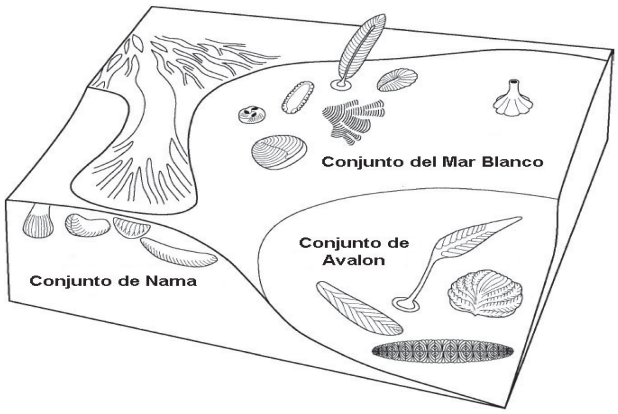


Figura 1. Los tres conjuntos ediacáricos en sus ambientes sedimentarios. Modificado de Narbonne (2005).

Los estilos de preservación

Los fósiles tipo Ediacara representan casi exclusivamente organismos de cuerpo blando, la mayoría comúnmente conservados como impresiones sobre las bases de lechos de piedra arenisca. Prácticamente todos los fósiles del tipo Ediacara se conservan como impresiones sobre la base de eventos de fondo, depósitos instantáneos de sedimentos o de ceniza volcánica en el fondo del mar. Los fósiles tipo Ediacara típicamente muestran alto relieve y la falta de carbonización o mineralización y, por tanto, difieren de forma significativa de los animales de cuerpo blando de los Lagerstätten Fanerozoicos (que normalmente están conservados en películas carbonizadas o mineralizadas bidimensionales). Esto fue interpretado por algunos autores como una indicación de que los organismos de Ediacara tenían cuerpos muy firmes o compuestos de lignina más que de material carnoso, y los modelos filogenéticos se basaron, pues, en estas interpretaciones. Sin embargo, muchos fósiles tipo Ediacara parecen haber sido flexibles con la evidencia de las arrugas, sobreplegado, y la rasgadura de delicados especímenes, lo que implica que eran principalmente criaturas de cuerpo blando.

Gehling (1999) sostuvo que la preservación en relieve de los hallazgos de Australia de la biota de Ediacara fue posible gracias al moldeo de los organismos y colonias no mineralizadas por filamentos microbianos que formaron una "máscara mortuoria", que mantenía la forma del ejemplar y aceleraba la litificación de la capa superior.

Estudios posteriores han ofrecido nuevas pruebas del papel microbiano en la preservación de fósiles de tipo Ediacara. El trabajo de Gehling (1999) explica claramente el importante papel de los tapices microbianos en la preservación de la biota de Ediacara y restaura la opinión de que los fósiles tipo Ediacara representan principalmente organismos y colonias de "cuerpo blando".

El análisis de los hallazgos y de los fósiles ediacáricos sugiere que se pueden reconocer cuatro estilos diferentes de conservación:

• **Estilo de preservación Flinders.** Su nombre hace referencia al los afloramientos de Flinders Ranges de Australia. El estilo de preservación Flinders es complejo y responde a un ambiente submarino de aguas someras, de ambiente luminoso que permitía el desarrollo de un tapiz microbiano y asociado a lechos de tormenta. La intervención en el proceso de todos estos factores hace que se conserven diferentes estructuras de diferentes maneras. No obstante, se destaca de nuevo el papel del tapiz microbiano que cubre un lecho y permite la formación de moldes y contramoldes a partir de la descomposición de los organismos. De este modo, se conservan impresiones positivas y negativas así como parte de organismos que se disponían parcialmente enterrados.

• **Estilo de preservación Fermeuse.** Sólo conserva normalmente trazas fósiles y las bases de rizoides. Es el modo característico de preservación de aquellos conjuntos formados en la plataforma y el talud exterior (Formación Fermeuse de Terranova, Supergrupo Windermere del NO de Canadá y Miembro Innerelv de Finnmark en el N de Noruega, además de los lechos de discos y madrigueras de Ediacara y Mar Blanco). En estos afloramientos se propone la hipótesis de que el tapiz microbiano estaba menos desarrollado que en la preservación de estilo Flinders o que se trataba de bacterias heterotróficas o sulfuroxidantes, que no producen la rápida mineralización, esencial para litificar una capa continua superior y conservar los organismos y las colonias epifaunales. Los rizoides y las madrigueras se conservaron bien porque fueron parcialmente enterrados en el sustrato y por lo tanto, no requieren de un revestimiento microbiano para la preservación.

• **Estilo de preservación Conception.** Conserva a los organismos bajo un lecho de ceniza volcánica para formar una "Pompeya Ediacárica". Es el principal modo de preservación en el Grupo Conception de Terranova y de la sucesión Charnwood en Inglaterra. La preservación comenzó cuando los organismos o colonias fueron cubiertas instantáneamente por cenizas volcánicas y se moldearon sus superficies superiores (Narbonne, 2005). La preservación de las partes superiores de los rizoides y los tallos en vez de sus bases implica que la litificación actuó más rápidamente en las cenizas volcánicas que en las areniscas de la preservación del estilo de Flinders, presumiblemente debido a la temprana diagénesis de minerales lábiles de la ceniza. Sin embargo, los materiales orgánicos menos resistentes, tales como los fusiformes aplastados fueron descompuestos casi de inmediato, y la ceniza depositada todavía sin litificar preservó sus impresiones sobre la cubierta microbiana de los profundos fondos marinos. Las cenizas volcánicas de Avalon se erosionaron hasta revelar espectaculares superficies de tamaño de pistas de tenis de lutitas silicificadas, cada una con las impresiones de los fósiles de la comunidad biológica original conservada *in situ* en su superficie superior (Fig. 2).

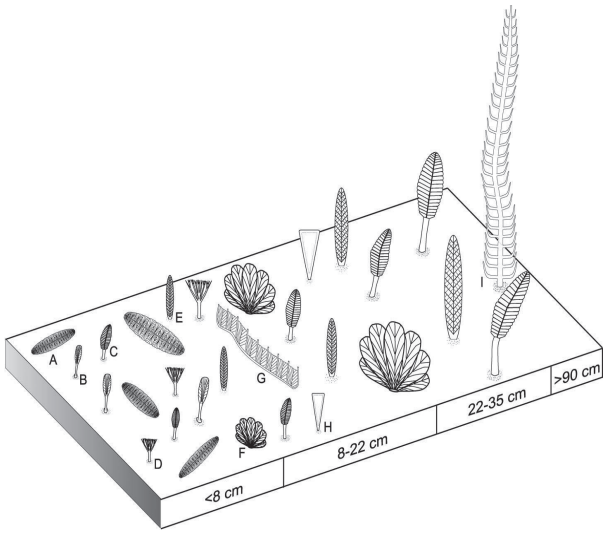


Figura 2. Comunidad de Mistaken Point. El estilo de preservación Conception ha permitido conocer la sucesión ecológica de la biota ediacárica en la península de Avalon. A: Fractofusus, *B: rangeomorfos distintos de* Charnia, *C:* Charniodiscus, *D:* Primocandelabrum, *E:* Charnia, *F:* Bradgatia, *G:* Pectinifrons, *H:* Thectardis, *I: "árbol de Navidad". Modificado de Clapham y Narbonne (2002).*

• **Estilo de preservación Nama.** Conserva fósiles como moldes y réplicas tridimensionales dentro de lechos de tormenta, o depósitos turbidíticos de arena, en lugar de en la base del evento de fondo como en el caso de los

otros tres modos de conservación. Los ejemplos más conocidos son los de los subgrupos Kuibis y Schwarzrand de Namibia en el sur de África, que soportan conjuntos monoespecíficos que constan de abundantes *Pteridinium*, *Rangea, Ernietta*, o *Swartpuntia*; conjuntos similares aparecen en niveles aislados en Australia, California o Nevada, el Mar Blanco y Terranova. Grazhdankin y Seilacher (2002) consideraron que estos conjuntos representan organismos infaunales tipo Ediacara, pero la frecuente orientación unimodal de los fósiles en muchas de estas implica que vivieron epifaunalmente y fueron rápidamente enterrados bajo la influencia de una corriente o en combinación de flujos de corrientes de oleaje. Todos los especímenes de estos depósitos se conservan en tres dimensiones en lechos de roca arenisca, con excelente preservación de estructuras multifoliadas no visibles en los fósiles conservados tipo Ediacara sobre lechos continuos. No hay evidencia de moldeado microbiano de los fósiles, y en algunos casos esto ha conducido a la degradación parcial del exterior de los organismos o colonias para revelar las estructuras orgánicas internas resistentes no vistas en los hallazgos normales de la biota de Ediacara. Como consecuencia de ello, la forma de estos fósiles puede tener poco parecido a la forma externa del organismo vivo original del cual proceden. La mayoría de los taxones de estilo de preservación Nama típico rara vez se citan en otras conservaciones "normales" de la biota de Ediacara, donde pueden estar enmascarados bajo diferentes nombres taxonómicos.

Los planes corporales

La construcción morfológica de la biota de Ediacara se compone de una gran gama de planes corporales (Xiao y Laflamme, 2008), incluyendo una serie de peculiares construcciones nunca repetidas después de la "explosión del Cámbrico". Estos planes corporales se describen a continuación.

- Los **rangeomorfos**, consisten en organismos de Ediacara acolchados, de crecimiento fractal, con hojuelas o pinnas dispuestas en una forma repetitiva. Las hojuelas se organizan para construir una amplia gama de morfologías de orden superior, incluida la forma de huso *Fractofusus, Bradgatia* en forma de repollo, en forma de peine *Pectinifrons* y las foliosas *Rangea* y *Charnia*. Los rangeomorfos es probable que sean un grupo monofilético y exclusivo de la biota de Ediacara. Eran probablemente epibentónicos osmótrofos.
- Los **erniettomorfos** tienen tubos acolchados en dos series que están dispuestos alternativamente a lo largo de una línea media. No tienen simetría bilateral. Los ejemplos incluyen *Ernietta* en forma de bolsa, acintado como *Phyllozoon, Pteridinium* con forma de bote y *Swartpuntia* con forma de fronda multifoliada. *Dickinsonia* podría pertenecer a de este grupo, pero su verdadera simetría bilateral, la capacidad de locomoción intermitente y la sutil diferenciación antero-posterior sugieren que podría estar más cerca de las formas bilaterales descritas más abajo.
- Las **formas bilaterales** se caracterizan por la diferenciación antero-posterior con una región diferenciada como "cabeza". Los ejemplos incluyen formas segmentadas como *Spriggina* y *Yorgia, Parvancorina* con forma de escudo y de moluscos, como *Kimberella*. La mayoría son simétricos bilateralmente, pero algunos (por ejemplo, *Vendia*) parecen tener simetría alterna. *Kimberella* está diferenciada dorso-ventralmente. *Kimberella* y *Yorgia* probablemente eran móviles.
- Las **formas discoidales** se caracterizan por sus rasgos concéntricos y, a veces, radiales. Es un grupo polifilético y están ampliamente distribuidos. Unos tienen estructuras de rizoides asociadas con las formas frondosas erectas, pero otros podrían representar a colonias microbianas.
- Los **paleopascicnidos** consisten en una serie de elementos ramificados rectos, sinuosos y en ocasiones de media luna, esféricos, elipsoidales o discoidales. Los ejemplos incluyen *Palaeopascichnus, Yelovichnus* y posiblemente *Funisia*. Interpretados tradicionalmente como trazas fósiles, es más probable que se trate de fósiles corpóreos.
- Las **formas trirradiales** se caracterizan por la simetría trirradial o por tener tres brazos en espiral. Los ejemplos incluyen *Albumares, Anfesta, Tribrachidium, Triforillonia* y posiblemente *Rugoconites*.
- Las **formas tetrarradiales** son raras e incluyen *Conomedusites* del Sur de Australia, que se caracteriza por sus cuatro ranuras radiantes que dividen su cuerpo discoidal en cuatro lóbulos. Podría estar relacionado con cnidarios conularidos del Cámbrico.
- Las **formas pentarradiales** están representadas por *Arkarua* de Australia del Sur, que se caracteriza por la presencia de cinco pliegues simétricos y es interpretada como miembro del grupo troncal de los equinodermos.
- Las **formas octorradiales** incluyen *Eoandromeda*, que consta de ocho brazos espirales firmemente envueltos en un disco.

Diferenciar convergencia de homología en la formas que no tienen homólogos modernos ha dado lugar a muchas controversias en la clasificación filogenética y la ubicación de los fósiles de Ediacara. Esta tarea sigue siendo el objetivo más importante de la paleontología Ediacárica.

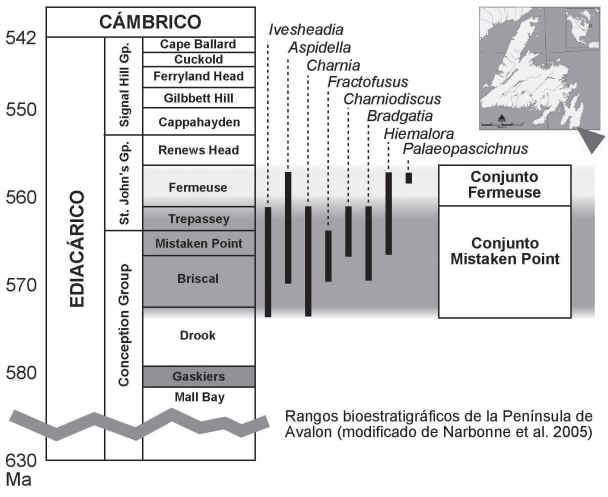


Figura 3. Bioestratigrafía del periodo Ediacarense en la península de Avalon en Terranova, Canadá.

MISTAKEN POINT

Mistaken Point está situado en la península de Avalon, al sureste de la isla de Terranova en Canadá. No se puede hablar de un único yacimiento ya que se trata de un vasto conjunto de afloramientos que incluye todo el sureste de la isla. Se encuadra en el Proterozoico final que incluye Conception Group, St. John's Group y Signal Hill Group. A su vez, Conception Group se divide en formaciones como Harbour Main, Mall Bay, Gaskiers, Drook, Briscal y Mistaken Point; St. John's Group se divide en las formaciones Trepassey, Fermeuse y Renews Head; y Signal Hill se divide en Cappahayden, Gibbett Hill, Ferryland Head, Cuckold y Cape Ballard. La mayoría de los fósiles se encuentran desde el final de la formación Drook (575 Ma) hasta el límite superior de la formación Fermeuse (560 Ma) (Fig. 3).

La Formación Mistaken Point está constituida por un conjunto de estratos turbidíticos cubiertos cada uno de ellos por una capa de ceniza volcánica. Los lechos de cenizas volcánicas que cubren directamente cada superficie de Mistaken Point pueden ser datados con precisión usando la radiometría de U-Pb en los zircones de la ceniza. El horizonte de mayor riqueza fosilífera de la Formación Mistaken Point ("lecho E") tiene una edad de 565±3 Ma.

Los estudios sedimentológicos de Mistaken Point, al contrario que en otras zonas ediacáricas, muestran que la mayoría de los seres ediacarenses vivían pegados al fondo marino, en zonas muy profundas, en ambientes oscuros bastante por debajo de la influencia del oleaje y de las tormentas. Las zonas fosilíferas de los grupos Conception y St. John's consisten en casi 5 km de potencia de turbiditas superpuestas, que presentan las características típicas de la sedimentación en aguas profundas. Además, en algunas zonas los fósiles muestran una marcada orientación provocada por la corriente de turbidez que los sepultó.

DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS

Las réplicas están realizadas en dos tipos de resinas, una de grano fino que permite mantener la fidelidad de los volúmenes y otra que le da consistencia a la pieza por la parte posterior. Tienen un acabado de color para simular el aspecto pétreo de los originales. Proceden de Mistaken Point, en el sureste de la Península de Avalon, de la isla de Terranova (Newfoundland), de Canadá.

En el MUPE hay seis réplicas ediacáricas con números de identificación desde el GCP CI-896 al GCP CI-901, de ellas, tres están expuestas en la colección museográfica y las otras tres se custodian en los almacenes. Se muestra una relación de estas piezas indicándose sus medidas mayor y menor, su situación y el número de fósiles que contiene.

Como en algunas piezas aparecen más de un fósil se han añadido letras a las siglas de los elementos en los que esto ocurre, intentando secuenciar la distribución de las mismas en función del tamaño del fósil. En total se pueden ver 18 fósiles. A continuación se muestran sus números identificadores, su medida principal, el nombre específico y su estado de conservación.

Relación de piezas

Nº de pieza	Medida mayor	Medida menor	Situación	Observaciones
GCP CI-896	12 cm	11 cm	Expuesto	*Charniodiscus procerus*
GCP CI-897	11 cm	10 cm	Almacén	*Charnia masoni*
GCP CI-898	30 cm	11 cm	Expuesto	2 *Fractofusus* *Blackbrookia oaksi*
GCP CI-899	29 cm	15 cm	Expuesto	6 *Fractofusus* *Ivesheadia lobata* (dudoso)
GCP CI-900	22 cm	15 cm	Almacén	3 *Fractofusus* *Charnia masoni*
GCP CI-901	27 cm	12 cm	Almacén	*Fractofusus* (dudoso)

Relación de fósiles

Nº de fósil	Medida	Especie	
GCP CI-896	11 cm	*Charniodiscus procerus*	
GCP CI-897	6 cm	*Charnia masoni*	
GCP CI-898a	15 cm	*Blackbrookia oaksi*	
GCP CI-898b	12 cm	*Fractofusus misrai*	
GCP CI-898c	4 cm	*Fractofusus misrai*	incompleto
GCP CI-899a	16 cm	*Fractofusus misrai*	
GCP CI-899b	9 cm	*Fractofusus misrai*	
GCP CI-899c	6 cm	*Fractofusus andersoni* (dudoso)	incompleto
GCP CI-899d	6 cm	*Fractofusus misrai*	incompleto
GCP CI-899e	6 cm	*Ivesheadia lobata* (dudoso)	mal conservado
GCP CI-899f	6 cm	*Fractofusus misrai*	
GCP CI-899g	5 cm	Fractofusus misrai	
GCP CI-900a	8 cm	*Charnia masoni*	incompleto
GCP CI-900b	9 cm	*Fractofusus misrai*	incompleto
GCP CI-900c	5 cm	*Fractofusus misrai*	incompleto
GCP CI-900d	5 cm	*Fractofusus misrai*	incompleto
GCP CI-900e	4 cm	*Fractofusus misrai*	
GCP CI-901	17 cm	*Fractofusus misrai* (dudoso)	incompleto

Los fósiles incluyen los géneros: *Charniodiscus, Charnia, Blackbrookia, Ivesheadia* y *Fractofusus*. Además se distinguen dos especies de *Fractofusus*, es decir, se pueden contabilizar 18 ejemplares pertenecientes a 6 especies, de 5 géneros, el más abundante es *Fractofusus* con 13 ejemplares, siendo 12 de *F. misrai* (uno dudoso) y 1 de *F. andersoni* (dudoso).

Género *Charniodiscus* Ford, 1958

Charniodiscus está representado con numerosos especímenes de frondas bifoliadas entre 10 y 20 o más pares de ramas alternantes primarias paralelas o segmentos divergentes en 45-90º desde un eje axial unido mediante un tallo cilíndrico con un disco basal. Los discos basales de fijación y los tallos están bien conservados, pero las partes laterales y más distales de las frondas tienden a estar progresivamente menos conservados. Tal diferencia de conservación se atribuye a la elevación de la hoja por encima del fondo del mar y a la llegada de cada vez más ceniza por debajo de la de hoja distal (Laflamme *et al.*, 2004). Según Laflamme

et al. (2004), los caracteres principales que permiten la diferenciación de al menos 5 especies de *Charniodiscus* son el número de ramas primarias, su anchura de la hoja, la proporción entre la longitud de hoja y la del tallo, y la presencia de una espina terminal.

Charniodiscus procerus Laflamme *et al.* 2004

ETIMOLOGÍA: De *Charnia* y del latín *discus*, en referencia al género parecido *Charnia* y al disco de su base. Del latín *procerus*, alto y delgado, se refiere al destacado y largo tallo.

DIAGNÓSTICO: *Charniodiscus* tiene menos de 15 ramas primarias. El tallo es prominente, bien definido y en ocasiones representa la mayor parte de la longitud. Hoja lanceolada y normalmente doblada a un lado del tallo.

DESCRIPCIÓN: Rizoide basal en forma de disco circular, de unos 35 mm de diámetro, sin ornamentación, y que consiste en una amplia región exterior que carece de anillos concéntricos y una prominencia central a la que se le une el tallo. La relación entre la longitud del fronde y el diámetro del disco es de 3. El tallo mide 30 mm de largo. El tallo es cilíndrico y tiene una región accesoria en forma de V en la base de la fronda. La fronda es lanceolada compleja y ornamentada, de 65 mm de largo (aunque parece que está incompleta en el extremo) y 45 mm de ancho, compuesta por dos estructuras idénticas en forma de media hoja foliar unidas a lo largo de tallo central. El tallo disminuye a lo largo del fronde hasta el final. Desde el tallo se extienden 9 ramas primarias subparalelas dirigidas lateralmente, situadas a lo largo de tallo y con divergencias de 60-90 grados. Las ramas primarias paralelas y subparalelas a cara son todas de aproximadamente la misma anchura en toda la hoja. El extremo distal de fronda está perdido por lo que desconocemos si tenía alguna ornamentación.

Género *Charnia* Ford, 1958

Dentro del grupo de rangeomorfos, *Charnia* es una fronda cuya simetría es alternante entre las ramificaciones primarias regulares, muy divergentes. A su vez, estas ramificaciones vuelven a subdividirse en otras secundarias transversales a las anteriores. El aspecto general del fronde es de una superficie romboidal, o de cierta asimetría y ramificaciones más irregulares con pocas o ninguna ramificación secundaria y la presencia de elementos rangeomorfos, lo que permite la diferenciación de al menos 3 morfotipos (Fig. 4).

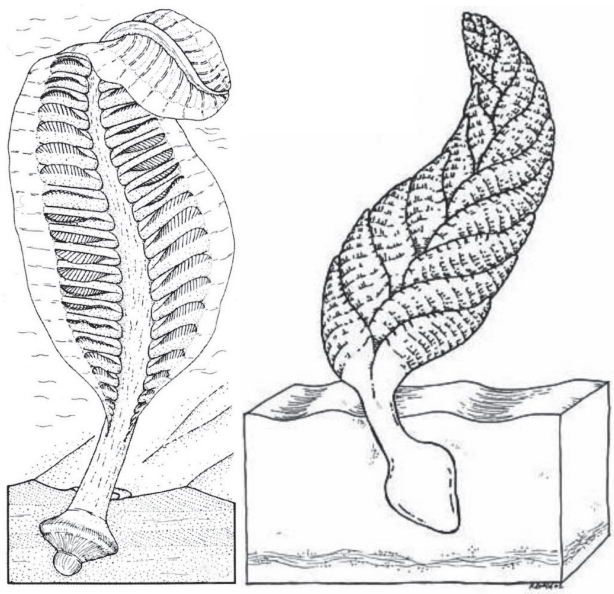


Figura 4. Reconstrucciones de Charniodiscus *por R. Jenkins (izquierda) y de* Charnia *(derecha).*

La apreciable diversidad morfológica presenta un dilema taxonómico, es decir, si se debe asignar las formas a diferentes especies, o si representan la variabilidad de factores tafonómicos o a diferentes orientaciones durante el enterramiento. En nuestro caso nos inclinamos por la especie *Charnia masoni*.

La afinidad biológica de estos fósiles son inciertas. *Charnia* ha sido diversamente interpretada como algas (Ford, 1958), un octocoral del extinto orden Rangeomorpha (Jenkins, 1985), un cnidario pennatulaceo (Fedonkin, 1992; Jenkins, 1992, 1996; Nedin y Jenkins, 1998), un vendobionte (Seilacher, 1989, 1992), o un hongo (Peterson *et al*. 2003).

Charnia masoni Ford, 1958

ETIMOLOGÍA: Del lugar que fue descubierta en primer lugar Charnwood Forest, y por Robert Mason, el escolar que lo descubrió y que llegó a ser profesor de petrología metamórfica en la Universidad de Wuhan en China.

DESCRIPCIÓN: Los restos están conservados en relieve de tamaño desde centimétrico a decimétrico, organizados en tres partes cuando están completos, que incluye un disco basal conectado a un tallo corto moderadamente largo, una fronda bifoliada esbozada por un patrón de estrechas venaciones similares a crestas y rodeadas por depresiones entre las venaciones, formando una estructura parecida a una hoja que constituye su rasgo más distintivo. La "hoja" está compuesta por dos series opuestas de 8 ramificaciones primarias contiguas, uniformes, paralelas entre sí y ligeramente oblicuas al eje sigmoidal, divergen en un ángulo uniforme de 40-50º. Se disponen de forma alternante a lo largo del eje zigzagueante de la fronda, con ramas opuestas compensadas por el ancho de media ramificación. Las ramas en contacto lateral o superpuestas, se dividen uniformemente en módulos secundarios con segmentos subrrectangulares transversales oblicuos generalmente de orientación uniforme, en tamaño y forma, y por lo general de entre 5 y 12. Con patrón de espaciado regular y al mismo tiempo distintos, con costillas paralelas que se entrecruzan oblicuamente con una segunda serie de costillas igualmente distintas para producir una forma romboidal.

Las medidas son: el disco basal es pequeño, 0,7 cm de diámetro; el tallo no puede ser medido en este caso; las fronda de 4,8 cm de largo y 3,1 cm de ancho.

AFLORAMIENTO: Formación Mistaken Point, y en la península de Avalon (Narbonne y cols., 2001); Formación Trepassey; Formación Fermeuse. La especie también se encuentra en Inglaterra (Ford, 1958), en la zona del Mar Blanco (Fedonkin, 1985), en el norte de Siberia (Fedonkin, 1985), y Australia del Sur (Nedin y Jenkins, 1998).

Esta especie es abundante en varias localidades, pero son raros los especímenes completos, lo que hace difícil obtener

datos morfométricos sobre el conjunto de las dimensiones y número de ramificaciones de los organismos. Sin embargo, la preservación parcial permite el reconocimiento de la sistemática, la característica ramificación uniforme y simétrica, y los módulos secundarios uniformes de *C. masoni*.

Género *Blackbrookia* Boynton y Ford, 1995
Blackbrookia oaksi Boynton y Ford, 1995

"fósil dudoso" probable medusoide (?) BOYNTON, 1978, p. 293, pl. 22, fig. 2.

Blackbrookia oaksi BOYNTON y Ford, 1995, p. 181, fig. 17.

ETIMOLOGÍA: Toma el nombre del grupo Blackbrook de la Formación Ives Head en Charnwood Forest, Inglaterra.

DESCRIPCIÓN: De tamaño decimétrico, es redondeado, subangular, y con relieves oblongos. Presenta patrones irregulares gruesos con un pequeño número de grandes depresiones centimétricas y más limitadas pero con importantes crestas lobuladas entre ellas. El tamaño y la forma son muy variables; en nuestro caso es marcadamente elíptica con dimensiones de 11,5 x 7,5 cm. La superficie de las depresiones secundarias son redondeadas. Es un individuo solitario en la superficie del lecho, y como es habitual aparece entre abundantes especímenes de *Fractofusus*.

AFLORAMIENTO: Formación Trepassey.

El taxón puede representar características biogénicas bentónicas con un espesor original limitado, tal vez el crecimiento localizado de tapices microbianos provocó que se colapsaran los cuerpos compartimentados como puede inferirse de *Ivesheadia lobata*. Posiblemente, la gruesa morfología y el relieve de las estructuras es, en parte, de origen mecánico, debido a cargas localizadas o por deformación durante la diagénesis. La anchura variable de las crestas lobuladas reflejan principalmente las variaciones en el nivel de erosión del afloramiento de la limolita subyacente. La peculiar superficie oscura reticulada de algunos especímenes es intrigante, y podría estar relacionada con un hábito de crecimiento pustular de haber un tapiz microbiano, o por moldeo durante la caída de ceniza que conserva la estructura. El patrón reticular también recuerda vagamente a los plasmodiocarpos de algunos hongos terrestres modernos.

La abundancia de *Blackbrookia* y *Fractofusus* en la misma superficie del lecho ha dado lugar a la superposición esporádica de especímenes de los dos taxones, aunque no en todas partes es evidente el orden de superposición en el momento del enterramiento.

Género *Ivesheadia* Boynton y Ford, 1996
Ivesheadia lobata (Boynton y Ford, 1995)

ETIMOLOGÍA: Boynton y Ford (1995) inicialmente llamaron a los fósiles *Ivesia*, que lamentablemente era un homónimo ocupado con anterioridad por *Ivesia* Torrey y A. Gray (en Newberry *et al.*, 1857), un miembro de la Familia Rosaceae. Otro homónimo más moderno es *Ivesia* Petrunkevitch 1925, una araña [= *Nesticus* Thorell, 1869]. Para rectificar la situación, Boynton y Ford (1996) renombraron el taxón con el nombre válido *Ivesheadia* por la localidad de Ives Head en Charnwood Forest.

DESCRIPCIÓN: Este ejemplar ofrece muchas dudas debido a su precario estado de conservación. En parte se encuentra erosionado y tan solo se puede adivinar su perfil redondeado. Se trata de un relieve discoidal de 6 cm de diámetro con margen definido bruscamente. Presenta prominentes y gruesas estructuras irregulares lobuladas esbozadas por una gruesa red de estrechas costillas que separan depresiones someras subcirculares o subangulares.

AFLORAMIENTO: Formaciones Mistaken Point, Trepassey y Fermeuse.

DISCUSIÓN: Las estructuras discoidales de *Ivesheadia* son impresiones en relieve posiblemente resultantes de la compactación de un cuerpo compartimentado tridimensional o con toscas estructuras repetitivas. Son indistinguibles de *Ivesheadia lobata* en la secuencia Charnia en Inglaterra, que fueron considerados como impresiones medusoides por Boynton y Ford (1995). Esta interpretación fue cuestionada por Narbonne *et al.* (2001, p. 30-31), trabajando con abundante material equivalente de la península de Avalon. Según este último, la falta de caracteres diagnósticos y la presencia de un tallo extendiéndose desde un disco sugirió que *Ivesheadia* representa más un órgano rizoide que un cuerpo flotante amarrado. No se observó que existiera asociación directa de pedúnculo y de discos en la península de Bonavista, aunque están presentes "cadenas" en las superficies que también preservan *Ivesheadia*. Posiblemente, la yuxtaposición en el ejemplo es una casualidad. Narbonne *et al.* (2001) reconocen 3 morfotipos de *Ivesheadia*, que etiquetan como "disco lobulado" (10-14 cm), "disco burbuja" (hasta 60 cm), y "disco de pizza" (con rango de tamaño no determinado). Según Peterson et al. (2003), *Ivesheadia* vivió en el sedimento, de 1 mm a 2 cm por debajo del lecho de ceniza.

Género *Fractofusus* Gehling y Narbonne 2007

ESPECIE TIPO: *Fractofusus misrai*

ETIMOLOGÍA: el nombre del género es un compuesto de las palabras latinas *Fractus* que significa "roto" o "fractura", del que deriva "fractal", y *fusus* que significa "huso".

DIAGNÓSTICO: Es de cuerpo plano, fusiforme, compuesto de al menos dos vanos unidos a lo largo de un eje con la comisura débilmente en zigzag; cada vano consta de una serie o conjunto de módulos que se extienden desde la parte oblonga de la comisura hasta el borde exterior del vano. Las superficies del anverso de cada uno de los vanos aparentemente son idénticas. Los módulos disminuyen de tamaño desde el centro hacia las puntas de los vanos, y normalmente no muestran ningún módulo que coincida coherentemente en el vano contiguo, sino que se enfrentan de forma alternativa. Los módulos constan de una o más pinnas, ramificaciones fractales radiales hacia el margen exterior, pero que se limitan y deforman cerca del contacto con los módulos vecinos. Las pinnas consisten en elementos presumiblemente en forma de cuerno, ampliando distalmente, aparentemente ciegos.

Fractofusus misrai Gehling y Narbonne 2007

DIAGNÓSTICO: *Fractofusus* con cuerpo alargado, de longitud superior a tres veces el ancho. Vanos construidos a partir de 15 o más módulos; lados adyacentes de cada

módulo cerca de bordes paralelos, y que incluyen una pinna principal central, de aovada a triangular, acompañada estrechamente a ambos lados por pinnas secundarias unidas a la comisura. Los extremos distales de los módulos son algo espatulados.

ETIMOLOGÍA: Por S. B. Misra que, como estudiante de posgrado, fue el primero en prestar atención a estos fósiles en Mistaken Point en 1967.

DIMENSIONES: El rango típico de los especímenes completos oscila de 3 a 22 cm de largo y de 1 a 8 cm de ancho; los especímenes varían de 15-25 módulos por vano. El único ejemplar descrito de la Formación Mistaken Point de la Península de Bonavista (O'Brien y King 2004, fig. 3 g y pl. 4 c) cae dentro de este rango (19,9 cm de largo, 4,7 cm de ancho, y con 20 módulos).

DESCRIPCIÓN: *Fractofusus misrai*, se describe principalmente de los moldes de la superficie inferior en contacto con el sustrato. Se muestran especímenes parcialmente plegados cuyos vanos de ambos lados son idénticos, y no se distinguen características evidentes entre las partes dorsal y ventral. Los vanos están construidos por varias unidades modulares oblongas bipolares, dispuestas en serie en cada vano, y disminuyendo en tamaño, desde el punto medio de cada vano hacia ambos extremos. Cada unidad modular se compone de un conjunto apretado y unido de ramificaciones de pinnas fractales que parecen surgir de la comisura. En cada pinna hay varios órdenes de elementos ramificados que se expanden y se dividen hacia el margen exterior del vano. Los elementos son aparentemente en forma de cuerno con extremos ciegos dirigidos hacia el interior. En cada pinna unas ramificaciones plumosas producen desplazamiento lateral y rotación de los elementos de ramificación sobre el plano del vano. En ambas lados del vano, cada módulo parece ser convexo, consistiendo en una central, la pinna principal flanqueada por pinnas secundarias. Las hojuelas secundarias aparecen asimétricas.

DISCUSIÓN: El origen o la yema de cada ramificación fractal de pinnas no suele conservarse en los moldes externos de cada lado de un vano. El origen de ramificación fractal es, por tanto, interpretada como que parte del interior de la superficie de la comisura que marca la unión de cada par de vanos a lo largo del eje del huso. La comisura es realmente una proyección del plano de la comisura en el molde natural. El crecimiento está aparentemente nucleado a diversos niveles dentro del plano de la comisura para producir ambas disposiciones de módulos opuestos y alternos a lo largo del eje del espécimen. Unos pocos ejemplares bien conservados muestran que el crecimiento del módulo se logra mediante la adición de pinnas secundarias acompañando a la pinna principal uniéndose en la comisura. En otras muestras, la compactación de los módulos contra la comisura parece ocultar detalles de la gemación.

La falta de un orden bien definido para la colocación de los módulos implica que su disposición es una función de crecimiento a partir del desarrollo de pinnas secundarias incipientes a ambos lados de una pinna principal. Ya que las pinnas secundarias se expanden por división fractal de lugares de gemación durante el crecimiento, hay como consecuencia una competencia por el espacio en el módulo. La pinnas secundarias llenan los espacios triangulares entre las pinnas principales vecinas en *F. misrai*. Los moldes externos de estas pinnas revelan que el plano de la ramificación fractal de las pinnas ha girado de tal manera que sólo una cara de la pinna se expone a los módulos secundarios. En la mayoría de los especímenes ampliados, las pinnas principales generalmente muestran ramificación simétrica. Sin embargo, en el holotipo, algunas de las pinnas principales se alternan con respecto al plano del vano, lo que sugiere que la morfología externa de la pinna es muy plástica.

La relación general entre el tamaño y el número de módulos en cada vano es difícil de determinar debido al número de especímenes que han tenido que ser excluidos, porque los pequeños módulos en cada extremo de la muestra eran demasiado débiles para realizar medidas consistentes en ambos vanos. Sin embargo, la relación entre el número de módulos y la longitud suele ser invariable, lo que implica que el número de módulos se estableció muy temprano en el crecimiento de un espécimen después del cual el aumento de tamaño produjo una expansión fractal isométrica de los mismos.

El molde externo de porciones sobreplegadas de especímenes muestran los mismos elementos ramificados y unidades modulares convexas. Dado que ambas partes muestran impresiones casi idénticas, es evidente que cada módulo es un grupo de elementos ramificados fractales, biconvexo y aovado desde un origen que estaba en el interior de cada lado cerca del plano de la comisura. Existe una considerable variación en la forma de módulos de las pinnas. Estas pueden presentar compactación lateral a lo largo del eje del husillo o simplemente diferentes grados de hinchazón de las pinnas en los módulos de un espécimen a otro. El holotipo es uno de los especímenes más fláccidos en que los módulos parecen estar compuestos por pinnas estrechas o contraídas donde los elementos ramificados de tercer orden no son tan visibles como en otros modelos comparables en tamaño y conservación. El módulo de la anchura (medida perpendicularmente a la comisura del husillo o eje largo), dividido por la longitud (medida paralela a la del eje de husillo) es mayor que en la mayoría de los especímenes.

Es evidente que las unidades modulares se construyen a partir de pinnas principales unidas a pinnas secundarias (órganos ramificados fractalmente), ya que los especímenes doblados en ángulo recto en el plano de los vanos muestran la separación en unidades modulares, en lugar de dividirse fragmentando un módulo. La ausencia de roturas de los módulos separados demuestran la unidad de cada módulo, y sugiere un espacio cerrado modular único por acolchado fractal en lugar de agrupación independiente de pinnas infladas.

Fractofusus andersoni Gehling y Narbonne 2007

DIAGNÓSTICO: *Fractofusus* con 13 o menos módulos en cada uno de los vanos; aovado, con longitud más pequeña a dos veces la anchura. El esquema de cada módulo se expande ligeramente desde la comisura hacia el margen distal del vano. Cada módulo muestra una sola pinna principal, sin evidencia de pinnas secundarias. Los módulos están inclinados <90° hacia la comisura a cada lado del módulo central; extremos distales rectos.

ETIMOLOGÍA: Por Michael Anderson, quien descubrió esta especie y documentó la mayoría de las localidades de

Fractofusus en la península de Avalon.

DIMENSIONES: Holotipo 2,7 cm × 4,4 cm. Las muestras varían de 1,5 a 13 cm de largo y 0,8 a 8 cm de ancho, después de la retrodeformación, y con 8-13 módulos por vano.

DESCRIPCIÓN: De *Fractofusus andersoni* se conoce un gran número de especímenes de 1-2 cm de largo, a partir de las superficies que han sido pulidas naturalmente, o fueron recubiertos en limonita, y a partir de unos cuantos especímenes en alto relieve. Este *Fractofusus* de forma oval se construye a partir de módulos que muestran unas pinnas principales con ramificación primaria que alterna a ambos lados de un elemento central. Los elementos de la ramas primarias se expanden progresivamente hacia el extremo distal de la pinna. Como resultado de ello, existe un ensanchamiento general de cada módulo distal desde la comisura del borde exterior del vano. No hay especímenes sobreplegados de *F. andersoni* que se sepa, presumiblemente debido a su pequeño tamaño y su forma oval ha impedido el mismo, sin embargo, se supone que esta especie, al igual que *F. misrai*, tienen idéntica morfología dorsal y ventral.

COMPARACIONES: Las dos especies *F. misrai* y *F. andersoni* son significativamente diferentes. La forma fusiforme ovoide de *F. andersoni* es un producto de la expansión de cada módulo hacia la periferia, y los módulos en cada vano se inclinan hacia los extremos del eje a ambos lados del módulo central. Por el contrario, la mayoría de los módulos en *F. misrai* son perpendiculares a la comisura y no se expanden significativamente hacia la periferia debido a la inserción de las pinnas secundarias a ambos lados de la pinna principal. Los módulos muestran un segundo orden de ramificación relativamente regular en cada una de las partes en *F. andersoni*. En *F. misrai*, el primer orden de la ramificación de las pinnas es plumulada, mientras que en *F. andersoni* la ramificación es pinnada. Las pinnas ramificadas de segundo orden son más alargadas en *F. misrai* que en *F. andersoni*. En consecuencia los módulos se amplían con la distancia de la comisura de *F. misrai*, dando lugar a lagunas triangulares entre los módulos cerca de la comisura que se llenan por las pinnas secundarias. Esas pinnas secundarias parecen estar ausentes en *F. andersoni*, resultando que en los lados del módulo se estrechan hacia la comisura.

En ambas especies de *Fractofusus*, el número de módulos en cada vano no muestra clara relación con la longitud, e incluso los más pequeños especímenes de *F. misrai* muestran más módulos que los grandes ejemplares de *F. andersoni.* Lo más probable es que el crecimiento inicial de *Fractofusus* ocurrió durante una fase de desarrollo embrionario no fosilizable. Esto sugiere que el número de módulos es específico de la especie y se determinó a principios de la ontogenia, con un crecimiento posterior, principalmente por inflado.

CONCLUSIONES

A pesar de las dificultades en la identificación se proponen nombres específicos para la mayoría de las réplicas ediacáricas del MUPE.

Se distinguen 18 ejemplares entre las seis piezas de la colección. Se citan 5 géneros distintos con 6 posibles especies.

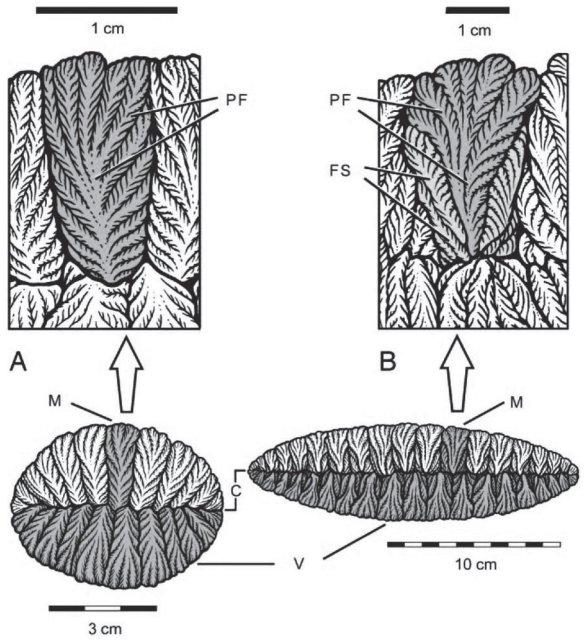


Figura 5. Reconstrucciones y diferenciación de los módulos en A) Fractofusus andersoni *y B)* Fractofusus misrai. *PF: pinna principal, FS: pinna secundaria, M: módulo, C: comisura, V: vano. Tomado de Gehling & Narbonne (2007).*

Se debe hacer notar que los fósiles han sufrido una deformación durante la fosilización y en los trabajos consultados se realiza una retrodeformación para intentar recuperar la forma original, nosotros no lo hemos hecho porque no trabajamos con datos morfométricos y nos hemos ceñido al aspecto que ofrecen las muestras.

Dos ejemplares son dudosos, uno por ser fragmentario y otro debido a su mala conservación.

BIBLIOGRAFÍA

Anderson, M. M. y S. B. Misra. 1968. Fossils found in the Precambrian Conception Group in southeastern Newfoundland. *Nature*, 220:680-681.

Boynton, H. E. 1978. Fossils from the Pre-Cambrian of Charnwood Forest, Leicestershire. *Mercian Geologist*, 6(4):291-296.

Boynton, H. E. y T. D. Ford. 1995. Ediacaran fossils from the Precambrian (Charnian Supergroup) of Charnwood Forest, Leicestershire, England. *Mercian Geologist*, 13(4):165-182.

Boynton, H. E. y T. D. Ford. 1996. Ediacaran fossils from the Precambrian (Charnian Supergroup) of Charnwood Forest, Leicestershire, England-revision of nomenclature. *Mercian Geologist*, 14(1):3.

Brasier, M. y J. Antcliffe. 2004. Decoding the Ediacaran enigma. *Science*, 305:1115-1117.

Clapham, M. E. y Narbonne, G. M. 2002. Ediacaran epifaunal tiering. *Geology*; July 2002; v. 30; nº. 7.

Fedonkin, M. A. 1985. Sistematicheskoye opisaniye vendskikh Metazoa, p. 70-106. In B. S. Sokolov and

A. B. Ivanovskiy (eds.), *Vendskaya sistema 1, istoriko-geologicheskoe i paleontologicheskoe obosnovanie paleontologiya*. Volume 1. Nauka, Moscow.

Fedonkin, M. A. 1992. Vendian faunas and the early evolution of Metazoa, p. 87-129. In J. H. Lipps and P. W. Signor (eds.), *Origin and Early Evolution of the Metazoa*. Plenum Press, New York.

Fedonkin, M. A., Gehling, J. G., Grey, K., Narbonne, G. M. y Vickers-Rich, P. 2007. *The Rise of Animals. Evolution and Diversification of the Kingdom Animalia*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.

Ford, T. D. 1958. Pre-Cambrian fossils from Charnwood Forest. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 31:211-217.

Gehling, J. G. y G. M. Narbonne. 2007. Spindle-shaped Ediacara fossils from the Mistaken Point assemblage, Avalon Zone, Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 44:367-387.

Glaessner, M. F. 1959. Precambrian Coelenterata from Australia. *Nature*, 183:1472-1473.

Narbonne, G. M., R. W. Dalrymple, y J. G. Gehling (Compilers). 2001. Neoproterozoic fossils and environments of the Avalon Peninsula, Newfoundland. *Geological Association of Canada-Mineralogical Association of Canada, Joint Annual Meeting*, Field Trip B5, 100 p.

Nedin, C. And R. J. F. Jenkins. 1998. First occurrence of the Ediacaran fossil Charnia from the southern hemisphere. *Alcheringa*, 22(3-4):315-316.

Newberry, J. S., J. Torrey, y A. Gray. 1857. No. 2. *General catalogue of the plants collected on the expedition; 1. Exogenous plants*. United States, War Department, Washington, 65-90 p.

O'brien, S. J. y A. F. King. 2004. Ediacaran fossils from the Bonavista Peninsula (Avalon Zone), *Newfoundland: Preliminary descriptions and implications for regional correlation. Newfoundland Department of Mines and Energy-Geological Survey*, Report 04-01:203-212.

O'brien, S. J., y A. F. King. 2005. Late Neoproterozoic (Ediacaran) stratigraphy of Avalon Zone sedimentary rocks, Bonavista Peninsula, Newfoundland. Current Research, Newfoundland and Labrador Department of Natural Resources, *Geological Report* 05-1:101-113.

Peterson, K. J., B. Waggoner, y J. W. Hagadorn. 2003. A fungal analog for Newfoundland Ediacaran fossils? *Integrative and Comparative Biology*, 43:127-136.

Pflug, H. D. 1972. Zur Fauna der Nama-Schichten in Südwest-Afrika. III Erniettomorpha, Bau und Systematik. *Palaeontographica*, Abteilung A, 139(4-6): 134-170.

Seilacher, A. 1989. Vendozoa: Organismic construction in the Proterozoic biosphere. *Lethaia*, 22:229-239.

Seilacher, A. 1992. Vendobionta and Psammocorallia: lost constructions of Precambrian evolution. *Journal of the Geological Society*, London 149:607-613.

Sprigg, R. C. 1947. Early Cambrian (?) jellyfishes from the Flinders Range, South Australia. Royal Society of South Australia, *Transactions*, 71:212-224.

Thorell, T. 1869. On European spiders, Pt. I, Review of the European genera of spiders, preceded by some observations on zoological nomenclature. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis*, (3) 7:1-108.

Waggoner, B. 1999. Biogeographic analyses of the Ediacara biota: A conflict with paleotectonic reconstructions. *Paleobiology*, 25:440-458.

Waggoner, B. 2003. The Ediacaran biotas in space and time. *Journal of Integrative and Comparative Biology*, 43:104-113.

Xiao, S. y Laflamme, M. 2008. On the eve of animal radiation: phylogeny, ecology and evolution of the Ediacara biota. *Trends in Ecology and Evolution*. 24(1): 31-40.

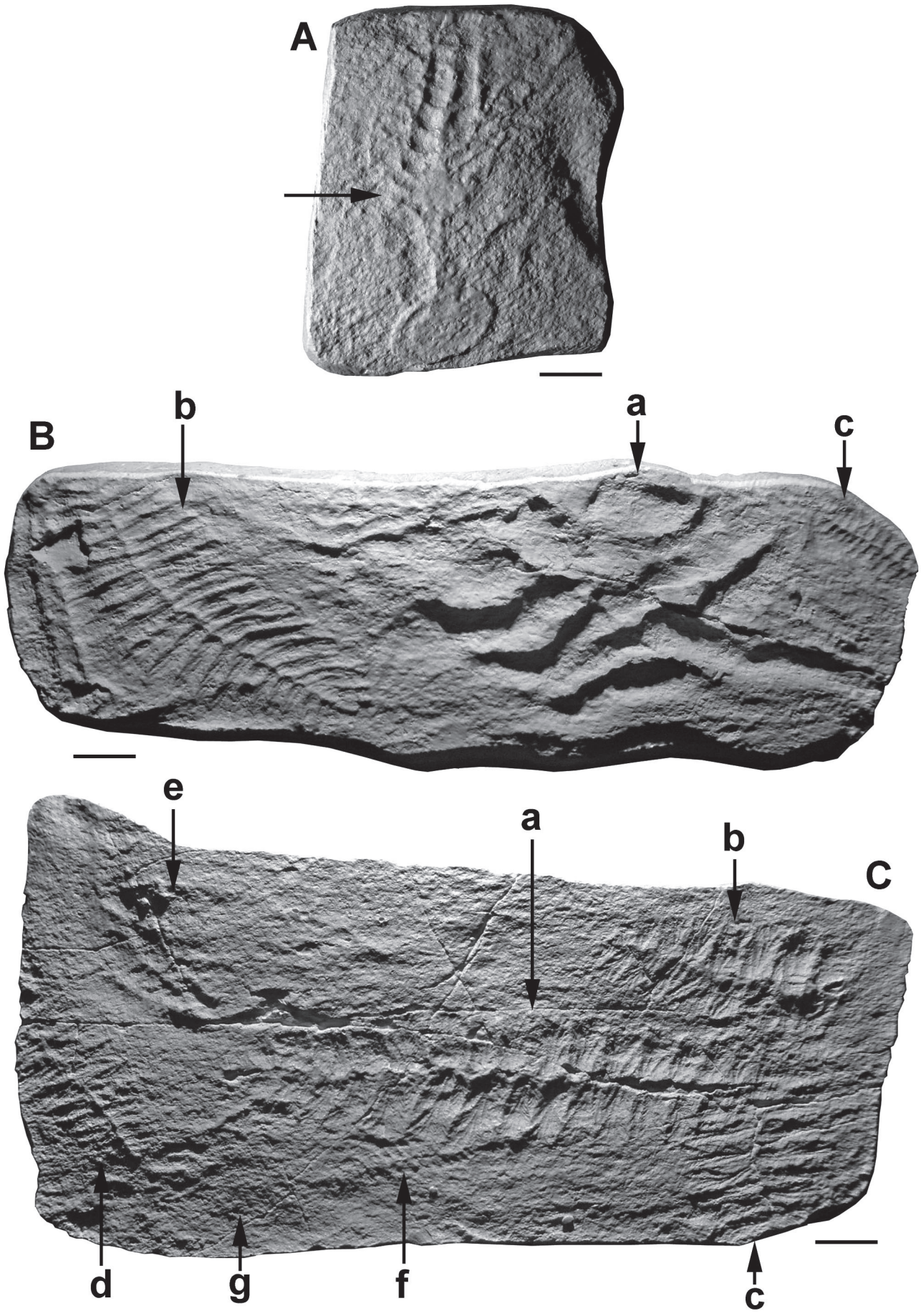


LÁMINA I: Réplicas expuestas en el MUPE.
A) GCP CI-896, Charniodiscus procerus*; B) GCP CI-898, a* Blackbrookia oaksi, *b y c* Fractofusus misrai; *C) GCP CI-899, a, b, d, f y g* Fractofusus misrai, *c* Fractofusus andersoni *(dudoso), e* Ivesheadia lobata *(dudoso). Las barras de escala indican 2 cm.*

Cidaris

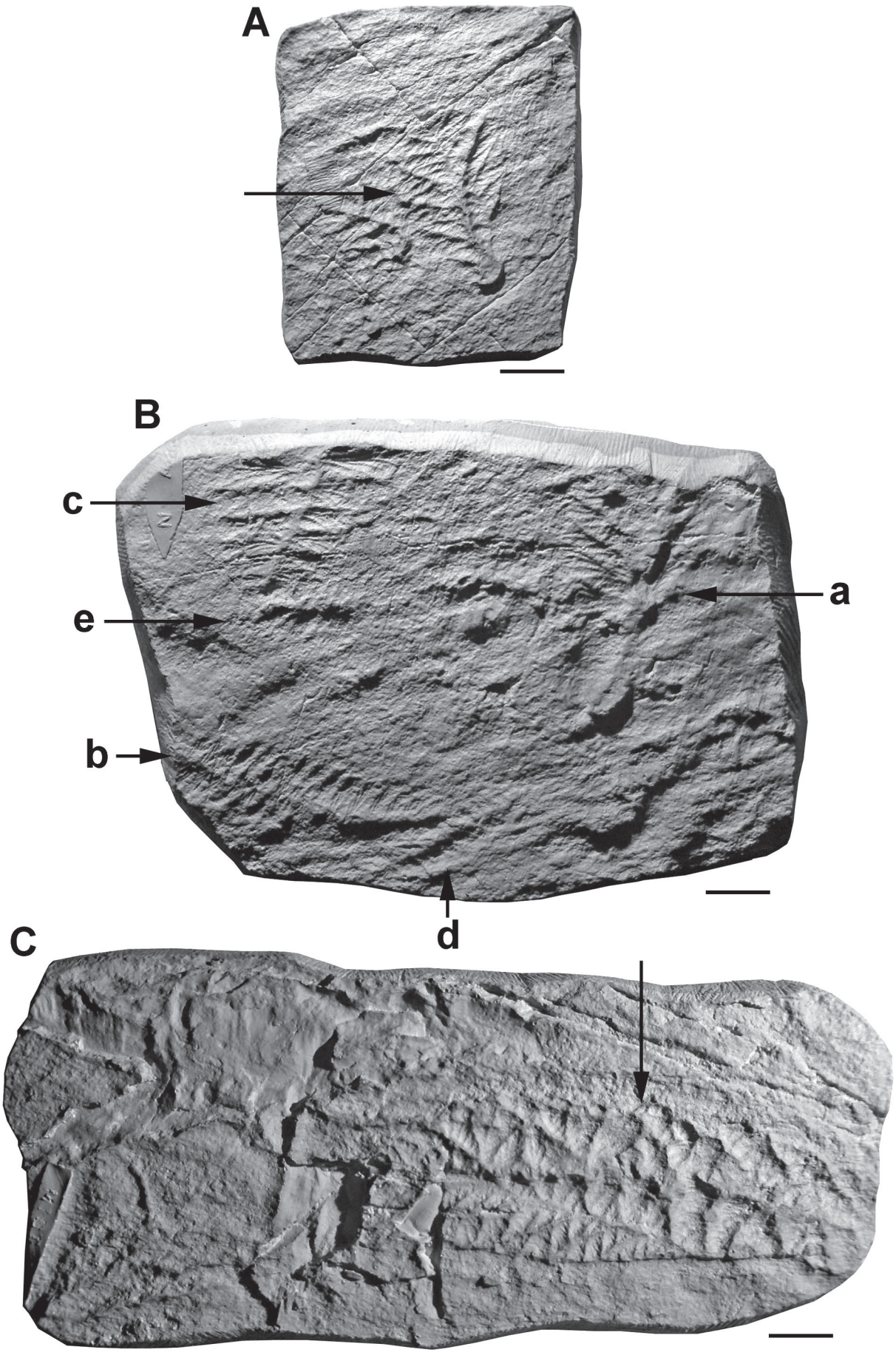


LÁMINA II: Réplicas almacenadas en el MUPE.
A) GCP CI-897, Charnia masoni*; B) GCP CI-900, a* Charnia masoni*; b, c, d y e* Fractofusus misrai*; C) GCP CI-901,* Fractofusus misrai *(dudoso). Las barras de escala indican 2 cm.*

Comatúlidos en el Cretácico Inferior de la Alcoraya (Alicante)

Pedro Mora Morote

C/ Oscar Esplá, 9-1º, 03660 Novelda (Alicante)

RESUMEN

Se describe y figura por primera vez en la Comunidad Valenciana *Solanocrinus estruchi* BATALLER, 1941 y *Solanocrinus (Antedon) almerai* DE LORIOL, 1900 además de *Solanocrinus (Actinometra) batalleri* ASTRE, 1925 procedentes del Aptiense de La Alcoraya (Alicante). Con la presencia de estas tres especies de Comatúlidos se amplía el conocimiento y la distribución geográfica en España.

ABSTRACT

For the first time is described from the Community of Valencia, *Solanocrinus estruchi* BATALLER, 1941 and *Solanocrinus (Antedon) almerai* DE LORIOL, 1900; besides *Solanocrinus (Actinometra) batalleri* ASTRE, 1925 collected in Aptien of La Alcoraya (Alicante). Three comatulids are studied and extend its distribution geographically of Spain.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La primera *Comátula* fósil recogida en España se debe al canónigo Dr. Almera en el Aptiense (Cretácico Inferior) de Marmellá (Tarragona) a principios de 1900.

D. Jaime Almera y Comas (1845-1919) fue doctor en Ciencias y Teología y profesor de Historia Natural y Geología en el Seminario Conciliar de Barcelona donde fundó una escuela paleontológica. Estudió los moluscos fósiles del Neógeno de los alrededores de Barcelona, al morir dejó una colección de siete mil fósiles clasificados.

La descripción de esta primera *Comátula* estuvo desconocida algún tiempo en la bibliografía de los centros españoles de investigación. La labor y gentileza del profesor Ed. Parejas, de la Universidad de Ginebra, dio a conocer la diagnosis y figuras del *Antedon almerai* recogida por el insigne naturalista y geólogo.

Astre, G. (1925) es el científico que describe y figura, por vez primera, un comatúlido en la Comunidad Valenciana con ejemplares procedentes del Aptiense de Benasal (Castellón), creando la especie *Actinometra batalleri.*

El Dr. Bataller (1941) describe y figura dos especies nuevas *Solanocrinus astrei* y *Solanocrinus estruchi* procedentes del Aptiense de Viladellops, cerca de Villafranca del Penedès (Barcelona). En 1947 describe y figura *Solanocrinus (Antedon) almerai* DE LORIOL, 1900 con el ejemplar procedente de Marmella (Tarragona).

ANTECEDENTES GEOLÓGICOS Y PALEONTOLÓGICOS

Desde el punto de vista tectoestratigráfico y de acuerdo con la terminología empleada por Azema *et al.* (1979) y Baena & Jerez (1982), el afloramiento alicantino de La Alcoraya se incluye en el Prebético interno.

El Cretácico inferior aflora extensamente en los alrededores de la Sierra Mediana. Los trabajos geológicos previos se deben, principalmente, a Jiménez de Cisneros (1906 y 1917), Lillo (1973), Pina (1975), Azema (1977) y Company (1987).

Las referencias paleontológicas más directas se deben a Jiménez de Cisneros, D. (1917). En las páginas 73 y 74, cita una importante fauna del Aptiense en la Loma de Guyón, pequeño crestón de areniscas verde amarillentas o pardas, situado en el centro del valle de la Alcoraya. Enumera la fauna que está compuesta por 117 especies repartidas en los siguientes grupos: Cefalópodos (8 especies); Gastrópodos (39); Escafópodos (2); Lamelibranquios (30); Gusanos (1); Braquiópodos (2); Equinodermos (8); Políperos (21); Espongiarios (1); Foraminíferos (2) e *Incertae sedis* (3). En la lista de especies relativa a los equinodermos cita *Pentacrinus neocomiensis* Desor y dice textualmente: "Artejos de varios tamaños y trozos del tallo. No abunda. Se ha encontrado también un cáliz de un crinoide no determinable".

Tanto Jiménez de Cisneros como Lillo citan de esta zona una abundante fauna del Barremiense y tránsito Barremiense-Aptiense con Cefalópodos, Gasterópodos, Lamelibranquios, Braquiópodos y Equinodermos.

En el Berriasense-Valanginiense inferior predominan las facies margosas y margocalizas, muy pobres en fauna, aunque con calpionéllidos y, ocasionalmente, algunos ammonites. En cuanto al Valanginiense superior la litología es de margas y margocalizas limosas grisáceas con fauna compuesta por ammonites, equínidos, lamelibranquios y braquiópodos (Company, 1987).

LOCALIZACIÓN DE LOS RESTOS

El afloramiento es una pequeña elevación de reducidas dimensiones, situada en La Alcoraya, pedanía de San Vicente del Raspeig, a una distancia de 300 m al NO de la Granja Escuela Lo Bolini, en las proximidades de la Sierra Mediana.

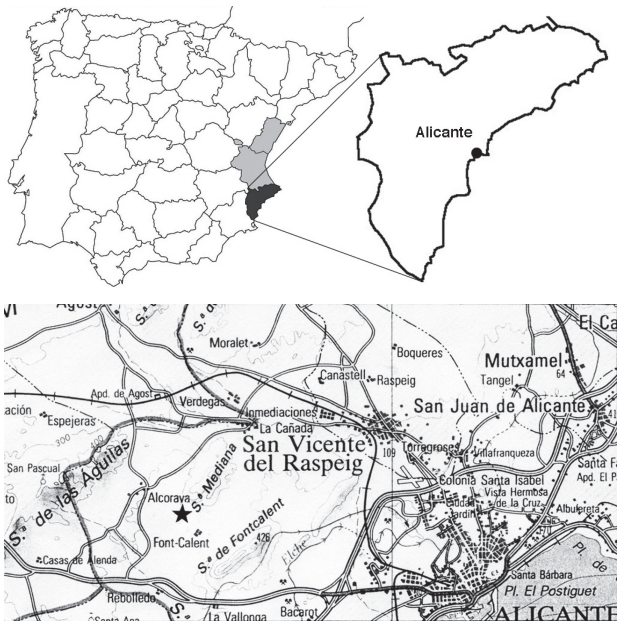


Figura 1. Mapas de situación. El afloramiento se señala con un asterisco al SW de San Vicente del Raspeig.

ESTRATIGRAFÍA

El afloramiento estudiado es uno de los muchos pero reducidos paquetes aptienses, a modo de lentejones, intercalados en la serie estratigráfica en la depresión Sierra Mediana-Fontcalent, constituida por afloramientos neocomiense-barremiense fundamentalmente.

De muro a techo se ha observado:

1.- La base del afloramiento está constituido por un paquete de margas grises arenosas micáceas, con una potencia aproximada de cinco metros.

2.- Nivel constituido por margo-calizas grises y areniscas, de escasa potencia. Este tramo termina en un "*hard ground*" más o menos desarrollado según los sectores.

3.- Sobre este nivel, aparece una serie rítmica de margo-calizas amarillentas, de una potencia estimada de ocho a diez metros. Este nivel ha proporcionado una abundante fauna compuesta por Ammonites, Corales, Bivalvos, Gasterópodos, Equinodermos y Vertebrados (dientes y otolitos de peces), además de las piezas de Comatúlidos descritas en el presente trabajo.

SISTEMÁTICA

Los ejemplares estudiados están depositados en el Museo Paleontológico de Elche-Grupo Cultural Paleontológico de Elche. Colección Invertebrados. (GCP-CI).

En la sistemática se sigue los criterios utilizados por los diferentes científicos que han descrito los comatúlidos, en particular, *Astre* y *Bataller*. Se ha indicado la principal sinonimia de las especies.

Abreviaturas: D.M. = diámetro máximo; d.m. = diámetro mínimo; H. = altura; D.M./H. = cociente entre el diámetro máximo y su altura. Todas las medidas están expresadas en milímetros.

Filum:	ECHINODERMATA
Subfilum:	CRINOZOA
Clase:	CRINOIDEA
Subclase:	ARTICULATA
Orden:	COMATULIDA
Superfamilia:	SOLANOCRINITACEA
Familia:	COMATULIDAE

La Clase Crinoidea adquiere gran desarrollo durante el Paleozoico, con grupos especiales que comprenden formas gigantes, de cáliz voluminoso y brazos profusamente ramificados. El nombre de Crinoideos alude precisamente al aspecto de lirio que tiene el animal.

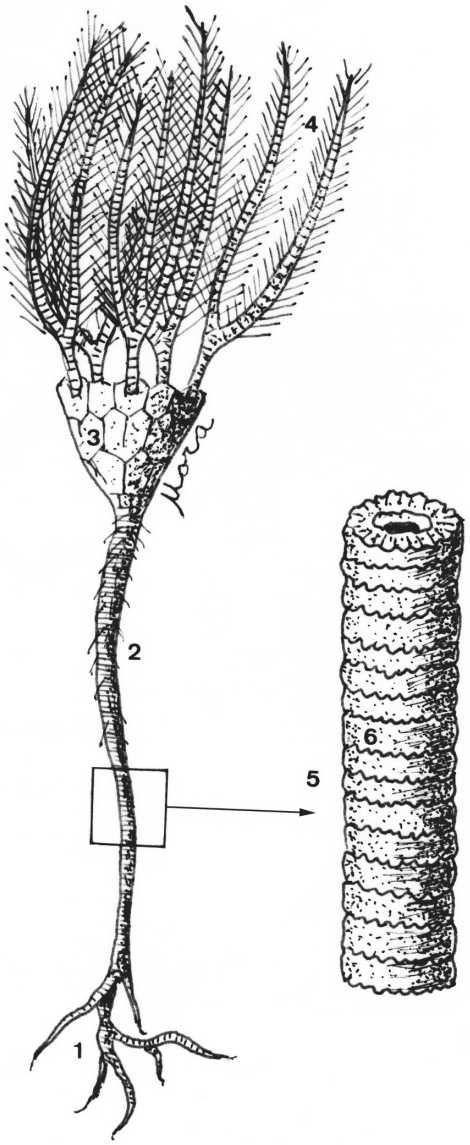


Figura 2. Esquema de la organización general de un Crinoideo típico, compuesto por la raíz (1), el tallo (2), el cáliz (3) y los brazos (4). El tallo visto en detalle (5) está compuesto por numerosos artejos (6). Dibujo del autor.

La raíz es el órgano de sujeción del animal al sustrato marino que se prolonga hacia el tallo o pedúnculo. El cáliz, que alberga los intestinos, está constituido por diferentes placas calcáreas recibiendo diferentes nombres según el lugar que ocupen (central, basal, radial, braquial). La movilidad de los brazos permite la captura de los alimentos; la disposición de los mismos es semejante al tallo, pero

ramificados. Los artejos de los crinoideos son de sección circular, pentagonal, cuadrangular o elíptica, sirviendo la forma y relieve de los mismos para su determinación específica.

Cuando el crinoideo muere su esqueleto se desintegra, acumulándose sus restos envueltos en un cemento calizo y constituyéndose así una caliza compacta.

Estos Crinozoos marinos han experimentado a lo largo del tiempo adaptaciones a diferentes modos de vida: bentónicos, nectónicos, epiplanctónicos (el tallo se fija a las algas flotantes) o claramente planctónicos, como las Comátulas actuales, donde se ha perdido el tallo.

Comatulida es el Orden de crinoideos de tipo de vida libre en estado adulto, tras un periodo pedunculado que, en las formas recientes, dura un máximo de dos años. Al pasar a la vida libre el animal sólo conserva la pieza centrodorsal, portadora de cirros. La locomoción es reptante o natatoria, pero siempre lenta. Brazos en número de veinte o más. Lógicamente, las partes del esqueleto son bastante más frecuentes que los fósiles enteros; estas piezas aisladas pasan fácilmente desapercibidas a causa de su reducido tamaño. Son abundantes en los fondos rocosos de los mares cálidos.

La palabra Comátula proviene de latín *comatus* que significa peludo, frondoso.

El siguiente dibujo de *Antedon bifida* muestra una comátula actual. Vive formando grupos en los fondos rocosos. Tiene la particularidad de perder las vísceras contenidas en el disco cuando se excita y las regenera a las tres o cuatro semanas.

Figura 3. Dibujo del Comatúlido Antedon bifida*. Dibujo del autor.*

Género: *SOLANOCRINUS*
Solanocrinus estruchi BATALLER, 1941
(Lámina 1, fig. GCP-CI 2717)

1941. *Solanocrinus Estruchi* Bataller.- Bataller, J. R.: Equinodermos fósiles nuevos o poco conocidos de España. *Las Ciencias*, Año VI, pág. 63. Fig. 4-12.

Material y medidas

Se ha recogido un ejemplar completo.

Las medidas efectuadas son las siguientes: Diámetro máximo = 12,9 mm; diámetro mínimo = 12,3 mm; altura = 7,3 mm; relación diámetro máximo y altura = 1,767. No se ha podido medir con total exactitud la distancia entre un vértice y su cara opuesta, fijándose en 9 mm, aproximadamente.

El ejemplar está siglado como GCP-CI nº 2717.

Descripción

La pieza centrodorsal es de forma subpentagonal, subhemisférica en la cara dorsal y subcóncava en la ventral.

La cara dorsal es casi hemisférica, contorno sensiblemente pentagonal; presenta una superficie finamente granulosa, limitada por las suaves aristas de las facetas articulares; la parte central está recubierta de material sedimentario.

La cara ventral no es muy cóncava, contorno pentagonal redondeado con dimensiones próximas a la cara dorsal. No es posible apreciar los detalles de su parte central por estar recubierta de sedimento cementado. Las aristas de la cara ventral son redondeadas o romas, no observándose ningún surco central en ninguna de sus cinco aristas.

Vista de perfil, la cara lateral está suavemente accidentada con pequeños abultamientos, correspondientes a cada una de las facetas de los cirros. El número de facetas es de diez (dos en cada arista) pero debido a la cementación del material no se puede determinar la forma y tamaño de las mismas.

El aspecto general del ejemplar alicantino y las medidas les hace coincidir con la especie descrita y figurada por Bataller (1941) procedente del Aptiense de Viladellops, cerca de Villafranca del Penedès (Barcelona).

Solanocrinus (*Antedon*) *almerai* DE LORIOL, 1900.
(Lámina 1, fig. GCP-CI 2718, GCP-CI 2719, GCP-CI 2720 y GCP-CI 2721)

1900. *Antedon almerai* P. de Loriol.- Loriol, P. de: Notes pour servir a l´étude des Echinodermes, pág. 74, pl. 8, fig. 5.
1921. *Antedon almerai* P. de Loriol.- Valette, A.: Note sur quelques Echinodermes cretaces de l´Yonne. *Bull. Soc. Hist. et Nat. de l'Yonne*, pàg. 5.
1924. *Antedon almerai* P. de Loriol. - Gislen T. *Echinoderm Studies. Zoologiska Bidrag*. Página 147.
1930. *Antedon almerai* P. de Loriol.- Bataller, J. R.: Els Comatulits fossils iberics. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* Vol. XXX, pág. 63.

Sin. *Decameros ricordeanus* ORBIGNY, 1850.

Material y medidas

El material está constituido por cuatro ejemplares: dos cálices completos y dos piezas centrodorsales. Los primeros, están perfectamente conservados y, por tanto, susceptibles de medición. Las dos piezas centrodorsales están fragmentadas por su cara ventral, desconociéndose su altura total.

Siglas	D.M.	d.m.	H.	D.M./H.
GCP-CI 2718/1	14,6	14,2	8,1	1,802
GCP-CI 2719/2	11,2	10,6	6,4	1,75
GCP-CI 2720/3	14,4	12,7	----	----
GCP-CI 2721/4	9	10,2	----	----
Media	12,3	11,925	7,25	1,776

Descripción

Como se deduce por las mediciones realizadas los ejemplares son de talla media; presentando una forma pentagonal, deprimido.

En la superficie de las paredes del ejemplar mejor conservado (GCP-CI 2718/1) se observan surcos y bordes irregulares. A pesar de la laboriosa tarea de limpieza del ejemplar, no se ha podido observar claramente la placa

central (c) de la figura z, debido a la fuerte cementación del sedimento depositado en la cavidad calicinal. El cáliz es monocíclico ya que sólo existe un ciclo con cinco placas basales (b). Las cinco placas radiales (r) aparecen divididas en dos por medio de un nítido surco (s) en su parte central, sobresaliendo en altura los extremos. Cada uno de los cinco ángulos presenta un surco que corresponde a la sutura de las primeras placas radiales, las cuales están cubiertas por una fina granulación.

La cara dorsal (figura d) es convexa, con una pequeña depresión central casi plana; contorno redondeado y festoneado por los salientes de las facetas articulares. Dichas facetas (f) están dispuestas alrededor del centro con gran regularidad. La cara ventral (figura z) es cóncava.

En vista lateral (figura 4), se aprecia mejor el surco medio y los extremos angulosos de las placas radiales. La superficie es muy rugosa dada la gran cantidad de facetas articulares. Las facetas de los cirros, en número aproximado de veinte (correspondientes tres a cada arista más alguna supernumeraria) son grandes, circulares y bastante profundas.

Las piezas centrodorsales tienen forma casi circular y poco elevadas.

Desconozco las medidas exactas del ejemplar recogido por el Dr. Almera pero los ejemplares alicantinos son coincidentes con las figuras y descripciones de *Solanocrinus* (*Antedon*) *almerai*.

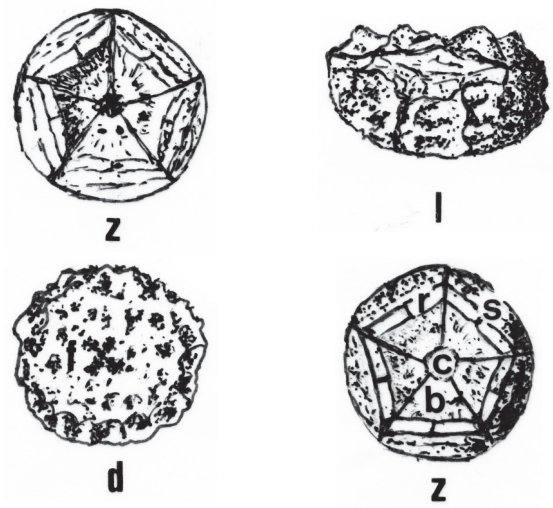


Figura 4. Anatomía de los artejos de Solanocrinus (Antedon) almerai. *z: cara ventral, l: vista lateral, d: cara dorsal, f: faceta articular, c: placa central, b: placa basal, r: placa radial y s: surco. Dibujo del autor.*

Solanocrinus (*Actinometra*) *batalleri* ASTRE, 1925
(Lámina 1, fig.GCP-CI 2710, GCP-CI 2711, GCP-CI 2712, GCP-CI 2713, GCP-CI 2714, GCP-CI 2715 y GCP-CI 2716)

1925. *Actinometra batalleri* Astre.- Astre, G. : Une Comatule aptiense de la province de Castellón. *Bull. Inst. Cat. Hist. Nat.* Tomo 25, pág. 176 con figura.
1936. *Actinometra batalleri* Astre.- Medall, P.: Notes geologiques sobre una part de la regió valenciana. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.* Tomo 36, pág. 103.

MATERIAL Y MEDIDAS

El material está constituido por siete piezas centrodorsales, cinco de las cuales son susceptibles de medida y dos fragmentadas diametralmente y por tanto, descartables a efectos de medición.

Siglas	D.M.	d.m.	H.	D.M./H.
GCP-CI 2716/1	13,8	12,4	3,4	4,058
GCP-CI 2715/2	14,1	12,5	3,5	4,028
GCP-CI 2712/3	13	12,6	3,2	4,062
GCP-CI 2711/4	11,6	11	3,8	3,052
GCP-CI 2710/5	10,9	10,3	3,4	3,205
GCP-CI 2713/6	11,6	----	3,2	3,625
GCP-CI 2714/7	13,2	----	3,8	3,473
Media	12,6	11,76	3,47	3,643

DESCRIPCIÓN

Individuos con la pieza centrodorsal redondeada, delgada y deprimida.

El lado dorsal es casi plano. Dicha cara tiene el borde festoneado por la existencia de catorce o quince facetas articulares dispuestas horizontalmente. En todos los ejemplares se observa una pequeña depresión central, sin poder determinar exactamente la forma de la misma.

La cara ventral algo más festoneada que la dorsal. Presenta un orificio central casi redondeado (visto con lupa binocular 20X) y en algún ejemplar existen cinco pequeñas zonas delimitadas por surcos que nacen radialmente desde el orificio central.

La cara articular lateral está inclinada sobre la dorsal formando un ángulo inferior a noventa grados.

Las mediciones efectuadas de los ejemplares alicantinos muestran una ligera reducción de tamaño en comparación con los ejemplares de Benasal (Castellón) que presentan las siguientes medidas (media): 14,6 mm de diámetro y 4,2 mm de altura, aunque en ambos casos las características son muy similares.

El estudio de la morfología de los ejemplares alicantinos induce a pensar en una variación con la edad pues como escribe Astre (1925), "la cara dorsal bastante convexa y la ventral muy cóncava corresponden a individuos más jóvenes".

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ESTRATIGRÁFICA

La especie ha sido citada en los siguientes países europeos: Alemania (Kelheim), Francia (Cerin), Suiza, la antigua Yugoslavia y España.

En España *Solanocrinus* ha sido citado en las localidades de Viladellops (Barcelona), Marmella (Tarragona), Rubielos de Mora (Teruel) y en Benasal, Salvatierra y Villahermosa del Río (Castellón). Todas las localidades citadas son de edad Aptiense.

El género comprende un nivel estratigráfico que abarca desde el Valanginiense hasta el Aptiense.

OBSERVACIONES

Ante las innumerables especies y subespecies creadas arbitrariamente por los diferentes autores con el escaso material fósil recogido, en la actualidad se considera más aceptable la opinión de asignar bajo el vocablo genérico de *Solanocrinus* a todos los representantes de

Comatúlidos fósiles.

Después de un siglo de la primera Comátula fósil recogida en Marmella (Tarragona) por el Dr. Almera aparece ahora un abundante y variado material alicantino.

El hallazgo de tres especies del género *Solanocrinus* en el Aptiense de La Alcoraya (Alicante), unido a la escasa representación tanto numérica como geográfica de los Comatúlidos en España, nos ha movido a estudiar y describir estas especies, por otro lado, poco conocidas.

El yacimiento corresponde al más meridional de todos los yacimientos conocidos con este tipo de fauna. En el mismo, llama poderosamente la atención la presencia conjunta de tres especies de Comatúlidos, así como la abundancia de material, en un afloramiento de tan reducidas dimensiones.

La fauna asociada en el afloramiento nos indicaría un dominio paleogeográfico marino de bastante profundidad próxima a la plataforma externa-borde de talud.

Por último destacar que las referencias de las especies *Solanocrinus estruchi* y *Solanocrinus* (*Antedon*) *almerai* son las primeras citas en la Comunidad Valenciana, ampliándose con ello la distribución geográfica en España.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración que me ha proporcionado el Grupo Cultural Paleontológico de Elche (del que formo parte como Socio Honorífico), por facilitarme algunas piezas para su correspondiente estudio. Un agradecimiento especial para su Presidente D. José Manuel Marín, por su estimable labor fotográfica.

Al Dr. Calzada del Museo de Geología del Seminario de Barcelona por el envío de material bibliográfico.

BIBLIOGRAFÍA

Astre, G. (1925): Une comatule aptienne de la province de Castellón. *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat*. Tomo 25, pág. 176. Barcelona.

Azema, J. (1977): Etude géologique des zones externes des Cordillères Bétiques aux confins des provinces d´Alicante et de Murcie (Espagne). Thèse Univ. París, 396 pp.

Baena, J. y Jerez, L. (1982): Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la Zona Bética (s.str.). *Inst. Geol. Min. España*, Informe, 1-256.

Bataller, J. (1930): Els comatulits fòssils ibèrics. Extracte del *Butll. Inst. Hist. Nat.* 2ª sèrie; Vol. X, núm. 4-5. Barcelona.

- (1941): Equinodermos fósiles nuevos o poco conocidos de España. *Las Ciencias*, tomo VI, núm. 1. Madrid.

- (1947): Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España. Memorias de la *Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. Vol. XXVIII, nº 12.

Company, M. (1987): Los Ammonites del Valanginiense del sector oriental de las Cordilleras Béticas. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 1987.

Chaumeton, H. Et Magnan, D. (1987): *Guía de los fósiles*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.

Gómez-Alba, J. A. S. (1988): *Guía de Campo de los Fósiles de España y de Europa*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 972 pp.

Jiménez de Cisneros, D. (1906): Nuevos datos para la geología del sudeste de España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 6, pp. 211-219.

- (1906): Excursión al Infracretácico de la Sierra Mediana y de la Alcoraya (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 6, pp 317-328.

- (1917): Geología y paleontología de Alicante. *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat., Ser. Geol.*, 21, pp. 1-140.

I.G.M.E. (1978): *Mapa Geológico de España. Escala 1: 50.000. Explicación de la Hoja 871, Elda.* 64 pp. Madrid.

Lillo Beviá, J. (1973): Contribución al conocimiento geológico de las sierras de Fontcalent y Mediana (Alicante). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 71, pp. 307-339.

López Martínez, N. (1986): *Guía de Campo de los Fósiles de España*. Ediciones Pirámide S.A. Madrid. 479 pp.

Mayr, H. (1987): *Guía práctica de fósiles*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.

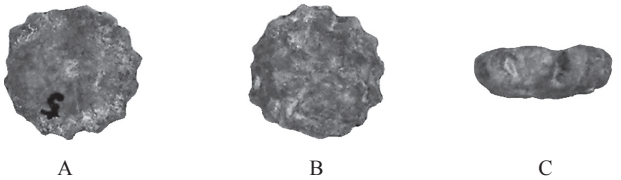
Melendez, B. (1977): *Paleontología* Tomo I. Editorial Paraninfo.

Mora Morote, P. (1999): Un recurso pedagógico en la didáctica y divulgación de la Historia Natural: Elaboración del fichero paleontológico escolar. VII Certamen de Investigación "Jorge Juan", Novelda. (Inédito).

Ritcher A. (1989): *Manual del coleccionista de fósiles*. Ediciones Omega S. A. Barcelona. 460 pp.

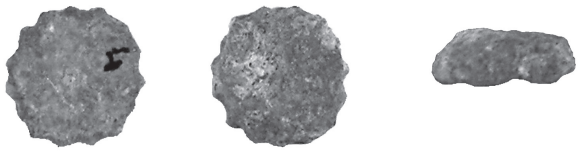
VV. AA. (1999): *Enciclopedia Interactiva de Consulta; Zoología 1,* Lectus Vergara. El Periódico.

5 cm



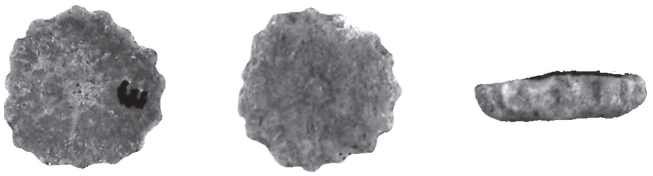
A B C

GCP-CI 2710 *Solanocrinus (Actinometra) batalleri*



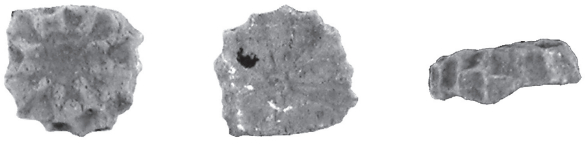
A B C

GCP-CI 2711 *Solanocrinus (Actinometra) batalleri*



A B C

GCP-CI 2712 *Solanocrinus (Actinometra) batalleri*

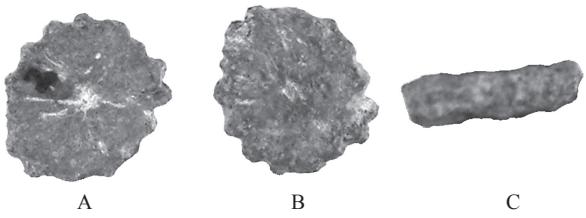


A B C

GCP-CI 2713 *Solanocrinus (Actinometra) batalleri*

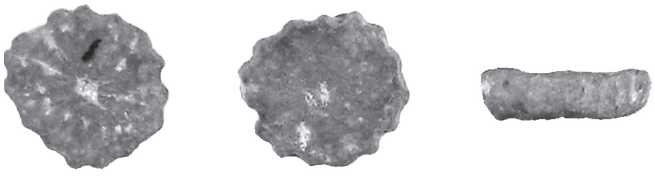
A B C

GCP-CI 2714 *Solanocrinus* (*Actinometra*) *batalleri*



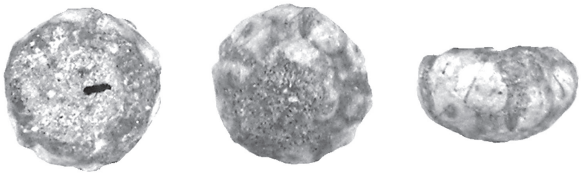
A B C

GCP-CI 2715 *Solanocrinus* (*Actinometra*) *batalleri*



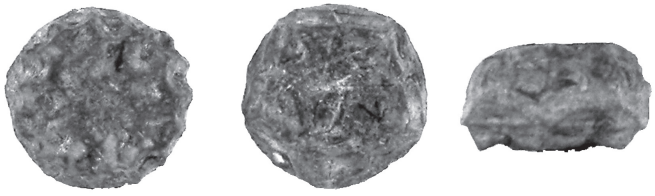
A B C

GCP-CI 2716 *Solanocrinus (Actinometra) batalleri*



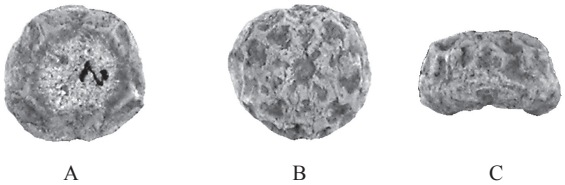
A B C

GCP-CI 2717 *Solanocrinus estruchi*



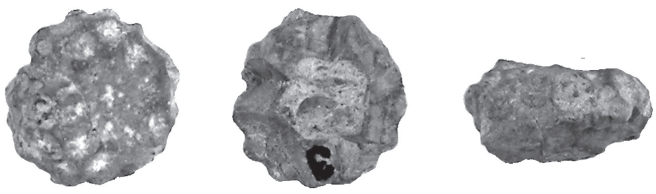
A B C

GCP-CI 2718 *Solanocrinus (Antedon) almerai*



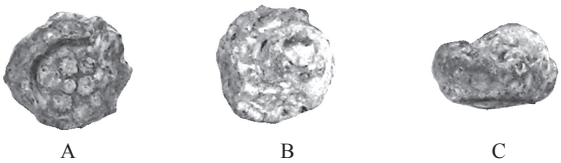
A B C

GCP-CI 2719 *Solanocrinus (Antedon) almerai*



A B C

GCP-CI 2720 *Solanocrinus (Antedon) almerai*



A B C

GCP-CI 2721 *Solanocrinus (Antedon) almerai*

Lámina I. Imágenes de los Comatúlidos estudiados en este trabajo. A: cara ventral, B: cara dorsal y C: vista lateral.

"From limbs to fins"
La reconquista del medio marino

Verónica Díez Díaz[1]

[1]*Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, Facultad de Ciencia y Tecnología, Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Apartado 644, 48080 Bilbao, España - e-mail: daniajinn@gmail.com*

RESUMEN

La transición tierra-agua se ha dado varias veces en la Historia de la Vida en diferentes linajes animales. Esta transición implica unos cambios fisiológicos y morfológicos de gran importancia, que pueden definir la supervivencia o extinción de las especies.
Muchos de estos cambios aparecen como convergencias, ya que son los que definen, a priori, la supervivencia en este medio.
Una de estas convergencias es la transformación de los quiridios terrestres en aletas. Pero, ¿qué implican estas aletas? ¿Todas tienen la misma función?
Se estudiarán estos cambios y sus implicaciones evolutivas en un clado de reptiles marinos del Cretácico Superior con gran éxito, los mosasaurios.

Palabras clave: *extremidades, aletas, medio marino, mosasaurios, natación.*

ABSTRACT

Earth-water transition occurred several times in the History of Life, and in different animal lineages. This transition implies physiological and morphological changes of great importance, which can define the survival or extinction of species.
Some of these changes appear as convergences, which define the surviving in this environment.
One of these convergences is the transformation of the limbs in fins. But, what do these fins imply? Have they all the same function?
Some of these changes and their evolutionary patterns and importance will be studied in a group of marine lizards of the Late Cretaceous, mosasaurs.

Key words: *limbs, fins, marine environment, mosasaurs, swimming.*

INTRODUCCIÓN

Los mosasaurios fueron los reptiles marinos con más éxito del final del Cretácico Superior. Fueron bastante abundantes y diversos en los últimos 25 millones de años del Cretácico, desde el Turoniense hasta el Maastrichtiense, desapareciendo a su término (Russell, 1967). Habitaron los mares cretácicos y sus restos están presentes en todos los continentes, incluida la Antártida (ver Ellis, 2003; Everhart, 2001, 2005).

Los primeros mosasauroideos volvieron al mar entre el Cenomaniense y el Turoniense, migrando por zonas costeras de aguas poco profundas y extendiéndose por todo el mundo rápidamente (Everhart, 2005).

Aunque alcanzaban altas velocidades, la forma de su cuerpo no les permitía mantenerlas durante largos periodos de tiempo, como los ictiosaurios. Probablemente se trataba de animales que atacaban por sorpresa (Massare, 1988).

Por contrapartida, su gran tamaño, cráneo flexible y su estilo de natación pudo haber sido una exitosa estrategia para la competencia por el medio marino.

En el Santoniense se diversificaron rápidamente (fig. 1), entrando en varios nichos que dejaron libres otros reptiles marinos como los ictiosaurios.

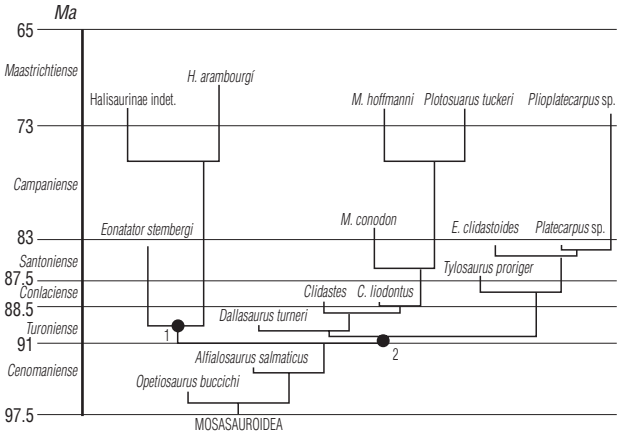


Figura 1. Resumen aproximado de la filogenia de los ejemplares del estudio, según varios autores (Bardet et al., 2005; Bell Jr. y Polcyn, 2005; Díez Díaz y Ortega, 2007). El nodo 1 incluye los miembros de Halisaurinae, más primitivos, y el nodo 2 los de Natantia, mosasaurios más derivados.

Pero, ¿de qué modo transcurrió la evolución de los mosasaurios? ¿Cómo fue la adaptación de los primeros mosasauroideos al medio marino?

Existen diferentes estudios al respecto, como el relativo al modo de natación de *Plioplatecarpus marshi* que realizó Lingham-Soliar (1992) o el de *Plotosaurus* de Lindgren *et al.* (2007). Éste último describió un modo axial de locomoción que se basa en movimientos ondulatorios, mientras que el primero estudió la morfología del húmero y cintura pectoral de *P. marshi*. Le adjudicó un tipo de locomoción denominado "vuelo subacuático", que utilizan los leones marinos, en el que las extremidades, o aletas, cumplen una función primordial en el impulso del animal en el agua, actuando como remos.

En otros linajes de animales que han pasado de la tierra al agua se han observado multitud de cambios morfológicos. El que engloba a todos es el cambio a un cuerpo más hidrodinámico, que ofrece menos resistencia al rozamiento con el agua y permite una locomoción más eficaz y rápida con un menor gasto de energía. Esta morfología suele ser fusiforme o con forma de torpedo.

Como cambios secundarios que van unidos a esta morfología hidrodinámica aparecen los relativos a las extremidades, entre otros, que pueden ser muy variables dependiendo de su función.

En este trabajo se pretende estudiar y valorar la importancia evolutiva que han tenido las extremidades en los mosasaurios. A su vez se intentará inferir qué tipo de evolución ha podido actuar en la filogenia de los mosasauroideos.

OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es estudiar los patrones evolutivos dentro del clado Mosasauroidea, centrándonos en el esqueleto apendicular y su adaptación al medio marino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han obtenido medidas, tanto de la longitud como de la anchura en el punto medio, de los elementos óseos de las extremidades (fig. 2): húmero, radio, ulna, fémur, tibia y fíbula. Con estas medidas se ha determinado la relación longitud/anchura (L/A) de cada uno de estos huesos con el fin de observar si se han producido cambios notables en su morfología en el transcurso de la filogenia y, por lo tanto, evolución dentro de Mosasauroidea.

No se han incluido en el estudio los carpos, tarsos y falanges, ya que son elementos que no suelen aparecer en todos los ejemplares, con buena conservación, o todos los elementos.

Los 15 ejemplares utilizados en este estudio se ha intentado que representen todas las edades geológicas, grupos y morfologías. Los mosasaurios primitivos estudiados son *Aigialosaurus dalmaticus* y *Opetiosaurus bucchichi* (Carroll y DeBraga, 1992; Caldwell *et. al*, 1995). Los especímenes de Halisaurinae utilizados en el estudio son *Eonatator sternbergi* (Bardet y Pereda Suberbiola, 2001), *Halisaurus arambourgi* (Bardet et. al, 2005) y un Halisaurinae indet. (Díez Díaz y Ortega, 2007). Mosasaurios

Figura 2. Representación gráfica del método de toma de medidas en un húmero derecho de Halisaurus arambourgi *(Bardet* et al.*, 2005). Abreviaturas: L, medida de la longitud máxima del hueso; A, medida de la anchura en el punto medio.*

dentro de Natantia son *Plioplatecarpus* sp. (Lingham-Soliar, 1992; Holmes *et. al*, 1999), *Platecarpus* sp., *Ectenosaurus clidastoides, Tylosaurus proriger, Clidastes* sp., *Clidastes liodontus, Mosasaurus conodon, Mosasaurus hoffmanni, Plotosaurus tuckeri* (Russell, 1967) y *Dallasaurus turneri* (Bell y Polcyn, 2005).

Las relaciones longitud/anchura obtenidas se detallan en la tabla 1.

	Húmero	Radio	Ulna	Fémur	Tibia	Fibula
Aigialosaurus dalmaticus	4,5	7	15	8,33	6,5	9
Opetiosaurus bucchichi	7	5,55	10	8	6	10
Eonatator sternbergi	3,13	1,41	5	5,02	3,81	2,01
Halisaurus arambourgi	2,35		2,75	3,69	3,22	3,33
Halisaurinae indet.	1,5			2,94	3,8	3,65
Plioplatecarpus sp.	1,45	1,25	1,5			
Platecarpus sp.	2,13	2,1	2,62	1,47	2,25	2,83
Ectenosaurus clidastoides	1,83	2	2,08			
Tylosaurus proriger	2,81	3,14	2,57	3,33	1,86	4
Dallasaurus turneri	7,32					
Clidastes sp.	1,76	2	2,66			
Clidastes liodontus	3,25	2,3	3,7			
Mosasaurus conodon	1,52	1,16	2	2,2	1,26	3,2
Mosasaurus hoffmanni	2,68					
Plotosaurus tuckeri	1,15	1,77	1,6			

Tabla 1. Relación entre la longitud y anchura de los elementos óseos apendiculares de diferentes especies de aigialosaurios y mosasaurios. La relación viene expresada de la forma nL/1A *donde* n *es el número expuesto en la tabla,* L *es la longitud del hueso, y* A *es la anchura en el punto medio del hueso.*

RESULTADOS

A continuación se presentan los gráficos en los que se observan las relaciones de la tabla 1 con respecto al tiempo geológico aproximado de existencia de cada una de las especies (figs. 3-8).

DISCUSIÓN

Se puede observar una clara tendencia a la disminución de las relaciones L/A en los mosasaurios más derivados, como *Plotosaurus tuckeri, Plioplatecarpus* sp. y *Mosasaurus conodon*. La interpretación más válida de este fenómeno es un progresivo "achatamiento" de los huesos de las extremidades a lo largo del tiempo; la condición primitiva son huesos largos, mientras que los ejemplares más modernos presentan huesos de morfología cada vez más cuadrada, la longitud se va acortando y la anchura aumenta (De Buffrénil y Mazin, 2001).

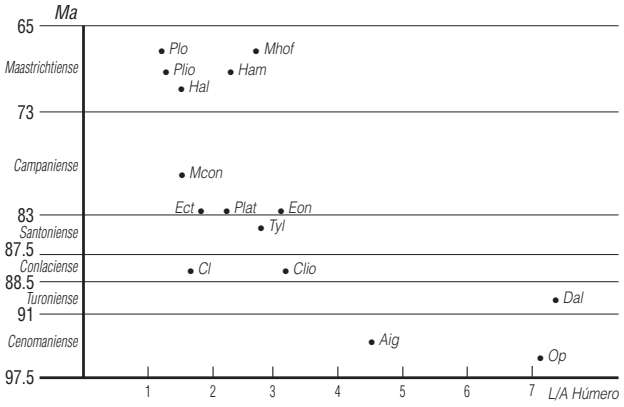


Figura 3. Variación de la relación entre la longitud/anchura del húmero de varias especies de mosasauroideos con respecto al tiempo geológico aproximado de cada especie. Abreviaturas: Op, Opetiosaurus bucchichi; *Aig,* Aigialosaurus dalmaticus*; Dal,* Dallasaurus turneri; *Cl,* Clidastes *sp.; Clio,* Clidastes liodontus*; Tyl,* Tylosaurus proriger*; Eon,* Eonatator sterbergii*; Ect,* Ectenosaurus clidastoides*; Plat,* Platecarpus *sp.; Mcon,* Mosasaurus conodon*; Hal, Halisaurinae indet.; Ham,* Halisaurus arambourgi*; Plio,* Plioplatecarpus *sp.; Mhof,* Mosasaurus hoffmanni*; Plo,* Plotosaurus tuckeri.

Este proceso es bastante más notable en los huesos de la extremidad anterior (figs. 3-5), mientras que en los de la extremidad posterior podemos observar dos tendencias según la dirección filogenética. Los ejemplares del nodo Halisaurinae presentan huesos de la extremidad posterior más largos que los miembros del nodo Natantia (figs. 6-8). ¿Podría ser esto indicativo de que la longitud y la anchura de los huesos de las extremidades en mosasaurios tienden a igualarse? Datos esclarecedores sobre ello son las diferencias entre los huesos largos de los mosasaurios primitivos y la variación de los mismos dentro de Mosasauroidea,

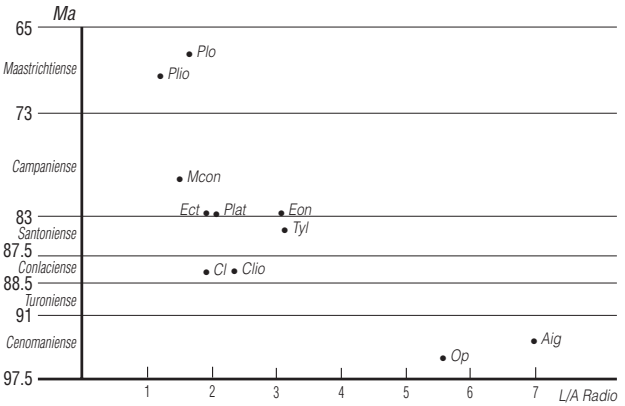


Figura 4. Variación de la relación entre la longitud/anchura del radio de varias especies de mosasauroideos con respecto al tiempo geológico aproximado de cada especie.

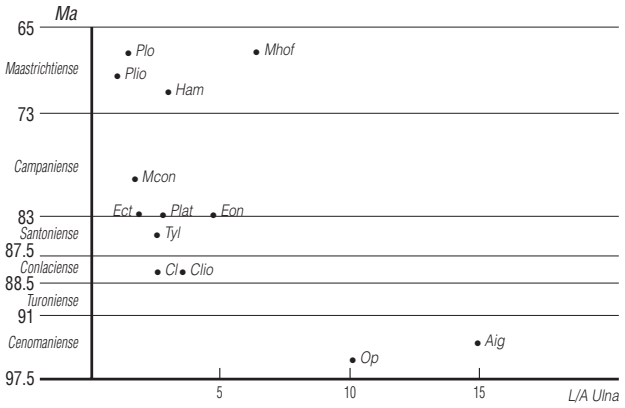


Figura 5. Variación de la relación entre la longitud/anchura de la ulna de varias especies de mosasauroideos con respecto al tiempo geológico aproximado de cada especie.

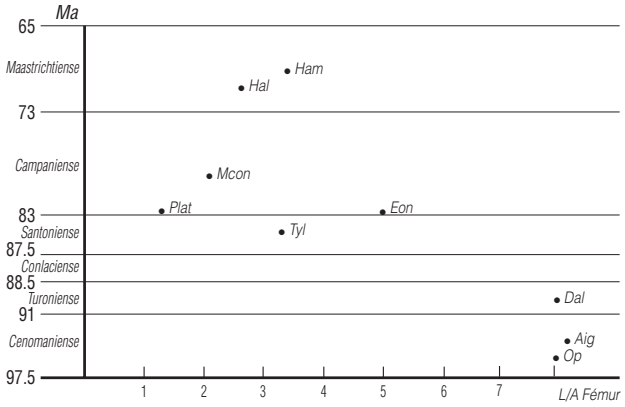


Figura 6. Variación de la relación entre la longitud/anchura del fémur de varias especies de mosasauroideos con respecto al tiempo geológico aproximado de cada especie.

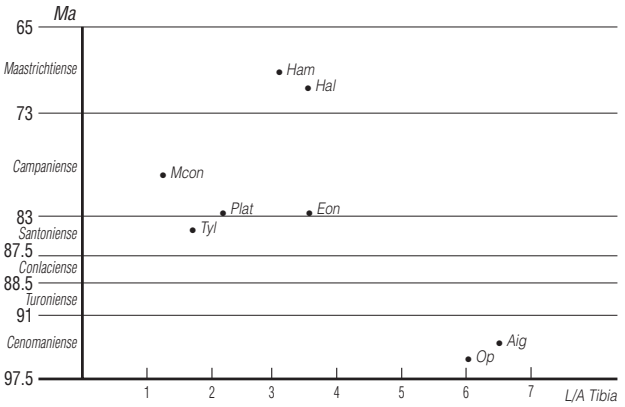


Figura 7. Variación de la relación entre la longitud/anchura de la tibia de varias especies de mosasauroideos con respecto al tiempo geológico aproximado de cada especie.

y el detalle de los huesos de la extremidad posterior más largos en Halisaurinae que en Natantia, estos últimos más derivados.

El estudio de la osteología de animales de vida acuática actuales es de gran ayuda en este caso para comprender los patrones evolutivos y tendencias que han seguido los mosasaurios en su adaptación al medio marino durante los últimos 25 millones de años del Cretácico.

De todas maneras se pueden observar muchas morfologías y funciones diferentes de extremidades, o aletas. La mayor parte de comparaciones que se han realizado han sido con reptiles y mamíferos marinos, y se encuentran

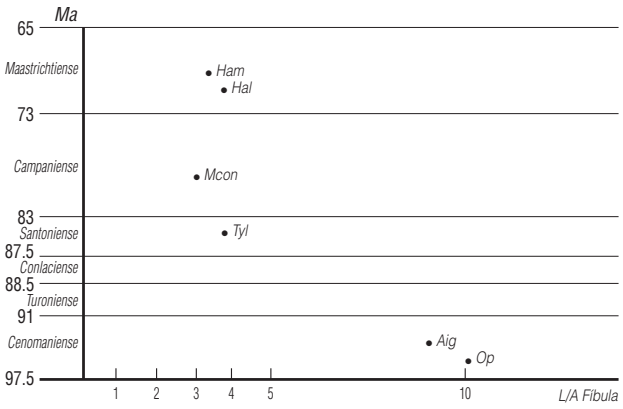


Figura 8. Variación de la relación entre la longitud/anchura de la fíbula de varias especies de mosasauroideos con respecto al tiempo geológico aproximado de cada especie.

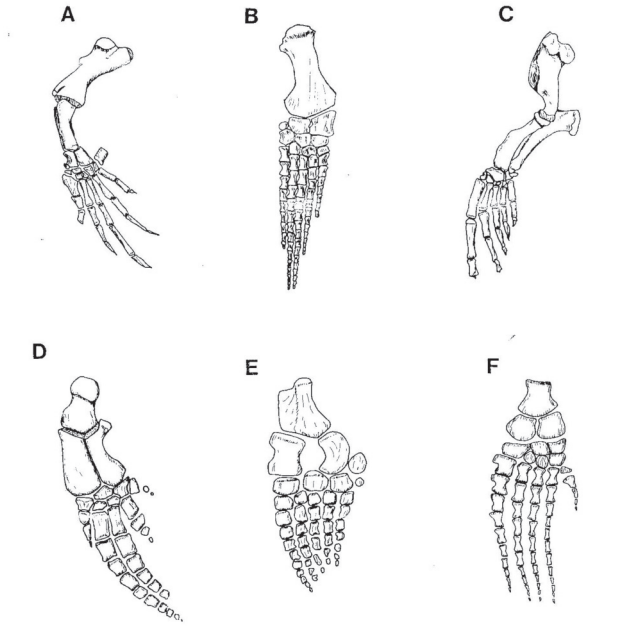


Figura 9. Tipos de aletas de tetrápodos marinos (según Nicholls y Godfrey, 1994): A, tortuga marina, Chelonia*; B, Plesiosaurio,* Muraenosaurus*; C, León marino,* Zalopus*; D, Delfín,* Lagenorhynchus*; E, Ictiosaurio,* Mixosaurus*; F, Mosasaurio,* Plioplatecarpus*.*

principalmente dos tipos de morfologías (Nicholls y Godfrey, 1994) (fig. 9):

- Huesos largos y estrechos, con hiperfalangia en bastantes ocasiones.

- Huesos cortos, fuertes y gruesos, la hiperfalangia es una condición que raras veces aparece.

El primer caso es típico en tortugas marinas, plesiosaurios y leones marinos. Estos animales utilizan las extremidades anteriores como paletas para impulsarse en lo que es conocido como "vuelo subacuático", moviéndolas como remos.

El segundo ejemplo aparece en delfines, ictiosaurios y en mosasaurios derivados, como hemos visto. Debido a la anatomía de la cintura escapular y el acortamiento del húmero no es probable que estos animales pudiesen extender las extremidades, limitando con ello la maniobrabilidad. Lo más probable es que estos animales se impulsasen con la cola, que era bastante musculosa, como los delfines y los ictiosaurios, o con ayuda de toda la columna vertebral, como las ballenas y los mosasaurios (Mulder, 2001).

Según los gráficos (figs. 3-5) en apenas 10 millones de años las relaciones entre la longitud y la anchura de los huesos de la extremidad anterior pasan de ser bastante altas (huesos largos, característicos de animales terrestres) a representar huesos apenas 2 veces y media más largos que anchos. Es una tendencia que durante el Cenomaniense y Coniaciense es bastante rápida, alcanzando durante los siguientes 15 millones de años un *plateau*, variando muy poco.

Se han utilizado especies muy concretas y no se han incluido más ejemplares que pudieron haber habitado en el Cenomaniense y Turoniense, pero lo que sí es cierto es que todos los mosasaurios primitivos conocidos hasta la actualidad poseen extremidades alargadas que no tienen forma de aleta.

El medio acuático ejerce una serie de presiones, que pueden afectar la morfología del animal, y cambios en sus sistemas de alimentación y reproducción, aparte de los fisiológicos que experimenta tanto en el sistema excretor y circulatorio debido a la presión.

En este caso se ha estudiado el cambio morfológico ocurrido en los quiridios de algunos mosasauroideos, y, como se ha visto en los gráficos, este cambio es más rápido en los mosasaurios primitivos y más gradual en el resto de los mosasauroideos.

Everhart (2005) afirma que los primeros mosasaurios tenían dedos separados, unidos por membranas de piel, mientras que los más derivados, como *Plioplatecarpus* y *Plotosaurus* los dedos estaban firmemente unidos formando una rígida aleta.

Como se ha visto, existen estudios que implican una natación activa por parte de las aletas (Lingham-Soliar, 1992), pero no son elementos que puedan actuar como remos. La función más probable de las aletas pudo haber sido como controladores del equilibrio, de la profundidad y de la dirección.

Estos animales ya no podían salir a tierra para realizar ninguna de sus funciones vitales como alimentarse o reproducirse, debido al peso total de su cuerpo y la incapacidad de las aletas para soportarlo fuera del entorno acuático.

De hecho Caldwell y Lee (2001) apuntan que el ovoviviparismo en estos animales debió aparecer en mosasaurios primitivos, antes de que se convirtieran en animales acuáticos completamente, gracias al estudio de embriones de agialosaurios del Cenomaniense-Turoniense. La liberación de la ovoposición de los huevos en la tierra convirtió a estos animales en completamente marinos al principio del Turoniense.

CONCLUSIÓN

La adaptación al medio marino tiene que ser rápida, ya que se trata de un medio que presenta muchos desafíos a los animales terrestres. Los principales cambios que sufren los animales son los relacionados con su fisiología para poder sobrevivir en un nicho tan diferente al terrestre, pero los morfológicos están más relacionados con la locomoción (y, a la postre, con otras características, como la depredación).

Los cambios fisiológicos permiten sobrevivir en el medio acuático, los morfológicos hacen más eficiente y permiten tener mayor éxito evolutivo.

Esto pudo haber pasado en el caso de los mosasaurios. Los primeros mosasaurios debieron sufrir rápidos

cambios fisiológicos importantes al volver al mar, y, más tarde, morfológicos que les fueron conviertiendo en los reptiles marinos más exitosos del final del Cretácico.

Hemos visto uno de estos cambios, la estructura de las extremidades. Al principio eran quiridios totalmente terrestres, como en el caso de los mosasaurios primitivos, que rápidamente fueron acortandose y variando su morfología en los más derivados tomando como base este acortamiento inicial, y convirtiéndose en palas o aletas.

Aún así los mosasaurios no usaban sus aletas activamente, sino que la fuerza propulsora provenía de la columna vertebral, y más concretamente de la cola. Nadaban gracias a movimientos ondulatorios y las extremidades las utilizaban para modificar la dirección y equilibrarse, ya que su estructura no les confería la suficiente maniobrabilidad como para usarlas como remos.

Lindgren *et al.* (2007) confirman gracias a su estudio de *Plotosaurus* que este mosasaurio alcanzó el máximo nivel de adaptación acuática, dentro de Mosasauroidea, mediante movimientos axiales y ondulatorios, y que se equilibraba gracias a unas grandes aletas pectorales, las más grandes, proporcionalmente con su cuerpo, conocidas en este clado.

Observaron que los mosasaurios tenían cuerpos hidrodinámicos, pero que retenían cuerpos aún un poco alargados exitosos para la depredación por sorpresa. Los plotosáuridos fueron evolucionando hacia formas más "atuniformes", que son formas más eficientes en la persecución de presas durante largas distancias, limitando los movimientos de propulsión sólo a la cola semilunar y no a toda la columna vertebral.

¿Cómo serían los mosasaurios si no se hubiesen extinguido? ¿Observaríamos dos morfologías diferentes dependiendo de si ocupaban nichos cercanos a zonas de costa o en las aguas abiertas del océano?

Hemos visto que las tendencias evolutivas son a tener cuerpos alargados en zonas de costa, donde abunda el alimento, siendo animales de caza por sorpresa. Sin embargo los mosasaurios de aguas abiertas van evolucionando a animales con cuerpos pisciformes capaces de nadar grandes distancias gracias a mecanismos de ahorro de energía y la musculatura caudal.

Pero la importancia de este trabajo radica en la observación de la evolución de las extremidades dentro de Mosasauroidea. Y se ha demostrado que estos animales pasan de ser terrestres, teniendo huesos alargados capaces de sostener el peso del animal en tierra, a totalmente acuáticos en apenas 10 millones de años, con huesos de morfología casi-cuadrada, que ayudan al mantenimiento del equilibrio y el cambio de dirección en la locomoción acuática.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece los comentarios y sugerencias realizados por los doctores Nathalie Bardet y Xabier Pereda Suberbiola.

REFERENCIAS

Bardet, N. y Pereda Suberbiola, X. (2001) The basal mosasaurid *Halisaurus sternbergii* from the Late Cretaceous of Kansas (North America): a review of the Uppsala type specimen. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences,* 332: 395-402.

Bardet, N., Pereda Suberbiola, X., Iarochène, M., Bouya, B. y Amaghzaz, M. (2005) A new species of *Halisaurus* from the Late Cretaceous phosphates of Morocco, and the phylogenetical relationships of the Halisaurinae (Squamata: Mosasauridae). *Zoological Journal of the Linnean Society,* 143: 447-472.

Bell, G.L. y Polcyn, M.J. (2005) *Dallasaurus turneri,* a new primitive mosasauroid from the Middle Turonian of Texas and comments on the phylogeny of Mosasauridae (Squamata). *Netherlands Journal of Geosciences,* 84(3): 177-194.

Buffrénil, V. de y Mazin, J.-M. (2001) What is an aquatic tetrapod? Some introductory remarks. En: *Secondary Adaptation of Tetrapods to Life in Water* (Eds. V. de Buffrénil y J.-M. Mazin). Pfeil Verlager, München, 91-94.

Caldwell, M.W., Carroll, R.L. y Kaiser, H. (1995) The pectoral girdle and forelimb of *Carsosaurus marchesetti* (Aigialosauridae), with a preliminary phylogenetic analysis of mosasauroids and varanoids. *Journal of Vertebrate Paleontology,* 15(3): 516-531.

Caldwell, M. W. y M. S. Y. Lee. 2001. Live birth in Cretaceous marine lizards (mosasauroids). *Proceedings: Biological Sciences,* 268(1484): 2397-2401.

Carroll, R.L. y DeBraga, M. (1992) Aigialosaurids: Mid-Cretaceous varanoid lizards. *Journal of Vertebrate Paleontology,* 12(1): 66-86.

Díez Díaz, V. y Ortega, F. (2007) Un nuevo ejemplar de mosasaurio halisaurino del Cretácico Superior (Maastrichtiense) de la cuenca de Khouribga (Marruecos). En: *Cantera Paleontológica* (Eds. O. Cambra-Moo, C. Martínez-Pérez, B. Chamero, F. Escaso, S. de Esteban Trivigno y J. Marugán-Lobón) Cuenca, Diputación Provincial de Cuenca, 143-155.

Ellis, R. (2003) *Sea Dragons: predators of the prehistoric oceans.* University Press of Kansas, 192-251.

Everhart, M.J. (2001) Revisions to the Biostratigraphy of the Mosasauridae (Squamata) in the Smoky Hill Chalk Member of the Niobrara Chalk (Late Cretaceous) of Kansas. *Transactions of the Kansas Academy of Science*, 104 (1-2): 59-78.

Everhart, M.J. (2005) Rapid evolution, diversification and distribution of mosasaurs (Reptilia; Squamata) prior to the K-T Boundary. In: *11th Annual Symposium in Paleontology and Geology*, Casper, WY, 16-27.

Holmes, R., Caldwell, M.W. y Cumbaa, S.L. (1999) A new specimen of Plioplatecarpus (Mosasauridae) from the lower Maastrichtian of Alberta: comments on allometry,

functional morphology, and paleoecology. *Can. J. Earth Sci.,* 36: 363-369.

Lindgren, J., Jagt, J.W.M. y Caldwell, M.W. (2007) A fishy mosasaur: the axial skeleton of *Plotosaurus* (Reptilia, Squamata) reassessed. *Lethaia*, 40: 153-160.

Lingham-Soliar, T. (1992) A new mode of locomotion in mosasaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology,* 12(4): 405-421.

Martin, L.D. y Stewart, J.D. (1977) The oldest (Turonian) mosasaurs from Kansas. *Journal of Paleontology*, 51(5), 973-975.

Massare, J. A. 1988. Swimming capabilities of Mesozoic marine reptiles: Implications for method of predation. *Paleobiology*, 14(2): 187-205.

Mulder, E.W.A. (2001) Co-ossified vertebrae of mosasaurs and cetaceans: implications for the mode of locomotion of extinct marine reptiles. *Paleobiology*, 27(4): 724-734.

Nicholls, E.L. y Godfrey, S.J. (1994) Subaqueous flight in mosasaurs – A discussion. Journal of *Vertebrate Paleontology,* 14(3): 450-452.

Russell, D.A. 1967. Systematics and morphology of American mosasaurs. *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History,* 23: pp. 240.

Notas sobre unos equinodermos del Jurásico de la subbética cordobesa

García González, Carlos - Madrid 2006

Correo electrónico: chindasvinto73@yahoo.es

RESUMEN

Se describen tres especies de equínidos hallados en la provincia de Córdoba (España), que se datan geológicamente en el Lías y que circulan entre muchos coleccionistas con una identificación incorrecta. Además se describe también la geología de la zona y la fauna asociada.

ABSTRACT

Three echinoids species are described from the province of Córdoba (Spain), with liassic datation and which are circulating among several collectors with incorrect identification. Associated fauna and geology of the area are described too.

INTRODUCCIÓN

Se trata en estas breves notas de unos equinoideos regulares hallados en una estrecha franja datada, según los mapas geológicos del I.G.M.E., en el Jurásico inferior de la provicia de Córdoba (España). Aunque de un tiempo a esta parte se han hecho conocidos estos equinoideos entre los coleccionistas, ya que parece ser que circulan especimenes de éste yacimiento por diversos países, no parece existir bibliografía alguna al respecto, por lo que, sin grandes pretensiones, trataré de aglutinar aquí los datos que he podido recopilar.

Se ha generalizado una clasificación de las especies de equínidos que aparecen en este lugar que resulta ser errónea. Una de ellas, la más habitual, es amplia y comunmente conocida como *Psephechinus pyramidalis*. Realmente esta especie no se encuentra registrada en ningún sitio, y aparenta tratarse de una corrupción de *Stomechinus pyramidatus* (Cotteau, 1857), que tiene como sinonimia *Psephechinus serratus* (Cotteau, 1857), según A. Vadet (1991). Ésta especie, la de Cotteau, se localiza en el Calloviense, por lo que es deducible que se ha utilizado la comparación de muestras para llegar a la errónea conclusión de que estos equínidos, en principio Toarcienses, o cuando menos del Lías, como veremos, son paralelos a la especie de Cotteau. También se había apuntado otra de las especies que aparece, más rara e infrecuente, como *Farquharsonia*, basándose igualmente en comparaciones con la fauna de equínidos existente en Sarthe (Francia), también datada en el Calloviense. Observando muestras de *Farquharsonia* de las tres especies que existen, según A. Vadet *et al.* (1996), se llega fácilmente a la conclusión de que estamos ante otra clasificación incorrecta. Veremos más adelante cómo éste segundo equínido cordobés, perteneciente realmente al género *Glyptodiadema* (Pomel, 1883), sirve para afianzar una datación liásica del yacimiento. Se tratará, pues, de aclarar los varios malentendidos que hay respecto a nomenclaturas y demás datos.

MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

Los afloramientos visitados, aunque tal vez sea posible que exista algún punto más en las zonas aledañas (Fig. 1), son de reducidas dimensiones y, tal vez, algo complicados de encontrar si no se tienen datos precisos. Están ubicados a media altura de unos cerros entre las localidades de Los Llanos de Don Juan y Zambra, por la carretera que lleva desde Lucena a Rute. Toda la zona se encuentra recubierta por plantaciones de olivos por las que deberemos internarnos para acceder a los cortes, muy poco visibles, pero sin pérdida si se ha visitado el lugar o se poseen ciertas indicaciones. Aparte de éste yacimiento de equinoideos, parece ser que existen afloramientos fosilíferos por los alrededores de la zona, del Cretácico inferior y del Jurásico medio, en los que se citan algunos ammonites.

El estrato portador lo componen margas más o menos compactas y margocalizas, entremezcladas con nódulos de roca, todo ello de color ocre, amarillento. Algunas veces los propios equínidos aparecen con incrustaciones de matriz caliza también ocre, de gran dureza y complicada de eliminar. Aplicando ácido clorhídrico (HCl) en disolución para eliminarla –el hidróxido potásico (KOH) no surte demasiado efecto y tarda muchísimo tiempo en estos fósiles–, se aprecia que contiene bioclastos. Esta misma tonalidad ocre es la que presentan los fósiles, sobre todo de equinodermos, braquiópodos, restos de ammonites paupérrimos y muy erosionados como *Nodicoeloceras (?)* sp. (Figs. 8 a, b y c), *Hildoceras* sp. (Figs. 9 a, b, c, d, e y f) y algunos otros que aparecen. La presencia de estos géneros de ammonites, con bastante seguridad al menos el

segundo, ha hecho que, desde un principio, haya existido una tendencia a datar el estrato en el Toarciense (Jurásico inferior), piso del que éstos ammonites son característicos (el presunto *Nodicoeloceras*, un dactiliocerátido, también es toarciense). La presencia de equínidos del género *Glyptodiadema*, que data el Domeriense, también asienta este estrato en el Jurásico inferior, aunque tal vez sería posible barajar la opción de una mezcla de faunas de los distintos pisos de la formación.

El mapa geológico de la zona nos remite igualmente a esta época, presentando en la hoja 989 (Lucena) la siguiente sucesión de materiales:

Una zona de base de materiales triásicos.

Una serie de calizas masivas del Lías medio e inferior.

Otra franja de terreno Jurásico que nos remite al superior, en facies ammonítico rosso.

El resto del terreno, ocupado por las plantaciones de olivos, pertenecería al Cretácico inferior, hacia el sur y al Cretácico superior y parte del Paleógeno, al norte.

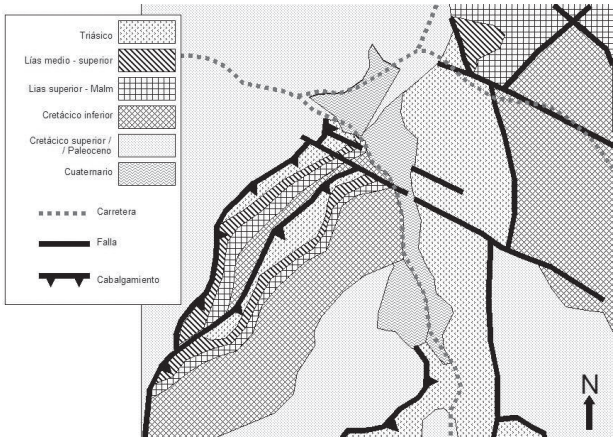


Figura 1. Extracto de la hoja 989 del Mapa Geológico de España.

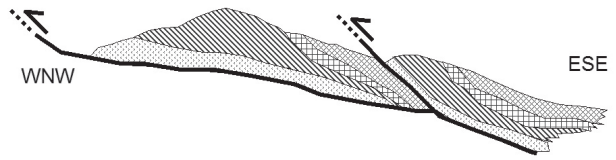


Figura 2. Corte geológico de la zona de orientación WNW – ESE.

Los cerros los conforman sendos mantos de cabalgamiento. La parte alta de los mismos la forman las calizas dolomíticas del Jurásico inferior, lugar donde se asientan las ruinas de un castillo, y, aunque el orden estratigráfico es el correcto, a vista *in situ* en la ladera del cerro estas calizas quedan por encima de los estratos cronológicamente posteriores, concretamente del de tonos ocres que nos ocupa, y éste a su vez por encima del posterior, del Jurásico superior, etc. (Figura 2). Sin embargo, la información que nos facilita el mapa resulta incompleta, ya que el estrato objeto de estas notas corresponde sin duda a una serie que no se muestra señalada: la formación de edad Domeriense - Toarciense - Aaleniense denominada *margas y margocalizas ocres*, que debería aparecer indicada entre la formación del Jurásico medio - superior y la del Jurásico inferior.

Hay quienes plantean la posibilidad de que este estrato pertenezca al Dogger superior, concretamente al Calloviense, suposición que se debió fraguar seguramente comparando la fauna, de forma errónea como se verá más adelante, con la que se encuentra en el sitio de Sarthe, en Francia, lo que explicaría la presencia de los presuntos "*Psephechinus pyramidalis*" (*Stomechinus pyramidatus*) y los erróneamente tomados como *Farquharsonia*, en realidad *Glyptodiadema*. La hipótesis del Calloviense no se sostiene por diversas razones; en primer lugar, el Calloviense y los pisos posteriores de toda esta zona, presentan una facies ammonítico rosso, con abundantes ammonites y color rojizo característico; los ammonites que aparecen en el estrato, son escasísimos y están reducidos a pequeños fragmentos, indican, como también se ha dicho ya, el Jurásico inferior. Aunque se ha comentado la aparición en otra zona cercana de uno o dos ejemplares de stomechínidos, fosilizados en tonos rojizos, junto con restos de ammonites dados como bajocienses por algunos coleccionistas, dada la diferente litología del estrato que nos ocupa, parece que podría tratarse simplemente de otros stomechínidos. Hay que recordar que los géneros *Stomechinus* y *Psephechinus*, los barajados, se dan desde el Lías hasta el Cretácico inferior. De todas formas es una información que se basa en rumores, ya que no he visto ninguna imagen de estos equínidos.

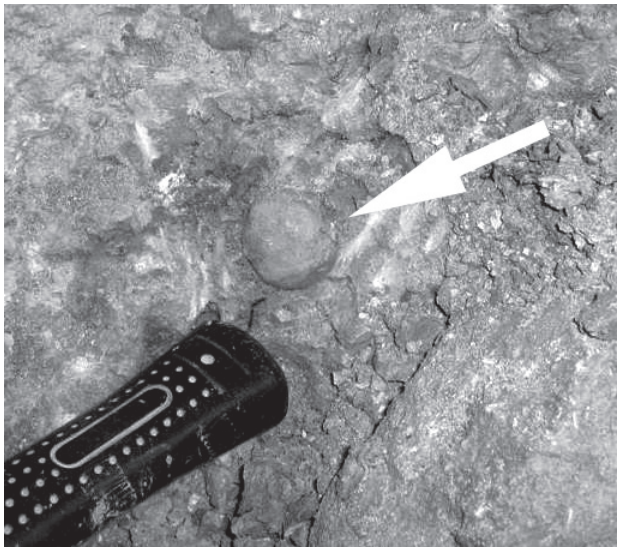


Figura 3. Hallazgo in situ de un ejemplar de Psephechinus *sp.*

Con todo, parece probable que ha existido algún tipo de removilización y/o exposición de los fósiles a lo largo de la etapa Domeriense - Aaleniense, de la que nos ocupamos. Resulta curioso el hecho de que se extraen del interior del estrato ejemplares bastante bien conservados (Figura 3), junto con otros que parecen haber estado sometidos a la intemperie en algún momento, erosionados y desgastados.

Lo que encontramos *in situ* en el yacimiento es únicamente el terreno de los olivares en pendiente, que parece recubrir al propio estrato liásico portador, excepto en los límites con la vegetación, donde aflora apenas bajo una banda de caliza masiva de gran dureza y de fractura blanca. Parece ser que los estratos sobre los que centramos la atención se encuentran ligeramente buzados. Anteriormente, según se comienza a ascender a los cerros, aparecen algunos afloramientos de roca que pudiesen pertenecer al triásico que muestra el mapa geológico.

Debido a la cercanía de otros yacimientos de diversas épocas y las repetidas visitas de aficionados al lugar, se da, afortunadamente en pequeña medida, un fenómeno de aloctonía respecto a algunos restos de ammonites encontrados entre los escombros. Afortunadamente son fácilmente reconocibles, al menos los que yo he hallado, por encontrarse siempre en superficie y por tratarse de restos de los típicos y conocidos ammonites del Cretácico, de color blanco, y del Jurásico superior, de color rojizo, de las zonas circundantes, desechados allí por los aficionados tras haber visitado otros yacimientos.

FAUNA PRESENTE

Además de los restos de ammonites ya citados, también se ha encontrado al menos un bivalvo (Fig. 4), atribuíble a *Pholadomya* sp., y algún resto atribuíble a la sección de un nautiloideo (Fig. 5). Estos restos, bastante deteriorados además, son muy escasos pero en cambio, con bastante frecuencia, aparecen pequeños braquiópodos articulados de los órdenes *Rhynchonellida* (Figs. 6a, 6b y 6c) y *Terebratulida* (Figs. 7a, 7b y 7c), que algunos aficionados han dado como *Stolmorhynchia bouchardi* y *Lobothyris subpunctata*. Su tamaño es siempre pequeño, oscilando entre un centímetro y centímetro y medio.

Figura 4. Bivalvo, posiblemente Pholadomya *sp. Escala en milímetros.*

Figura 5. Sección atribuible a un nautiloideo. Escala en milímetros.

Referente a los equínidos, los fósiles más representativos del lugar, no se han encontrado radiolas de ninguna de las especies.

Cidaris

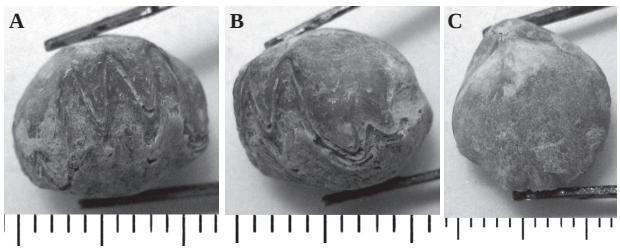


Figura 6. Braquiópodo articulado del orden Rhynchonellida, que algunos aficionados han dado como Stolmorhynchia bouchardi. *a: vista posterior, b: vista lateral y c: vista anterior. Escala en milímetros.*

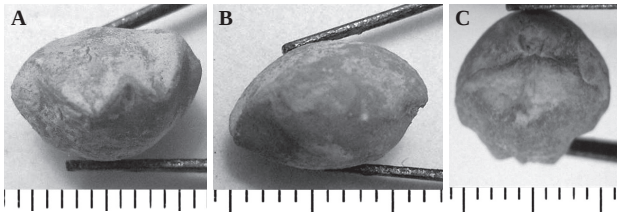


Figura 7. Braquiópodo articulado del orden Terebratulida, que algunos aficionados han dado como Lobothyris subpunctata. *a: vista posterior, b: vista lateral y c: vista anterior. Escala en milímetros.*

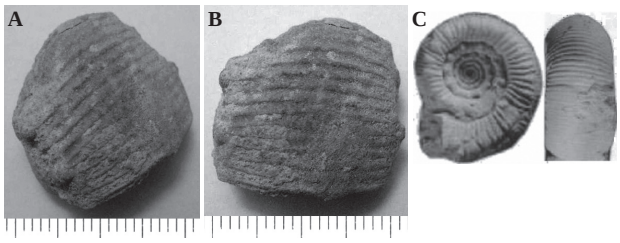


Figura 8. Nodicoeloceras *(?)* spinatum. *a y b: vista dorsal, c: vista general. Escala en milímetros.*

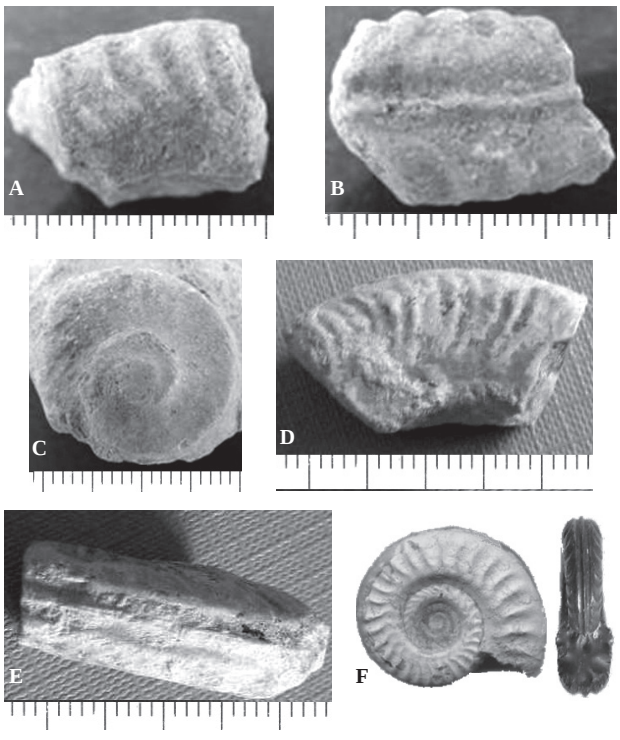


Figura 9. Hildoceras *(?)* sublevisoni. *a y d: vista lateral, b y e: vista dorsal, c: vista del ombligo y f: vista general. Escala en milímetros.*

Glyptodiadema aff. *cayluxense* (Cotteau, 1878)

Superorden Stirodonta Jackson, 1912
Orden Phymosomatoida Mortensen, 1904
Familia Glyphocyphidae Duncan, 1889
Género *Glyptodiadema* Pomel, 1883

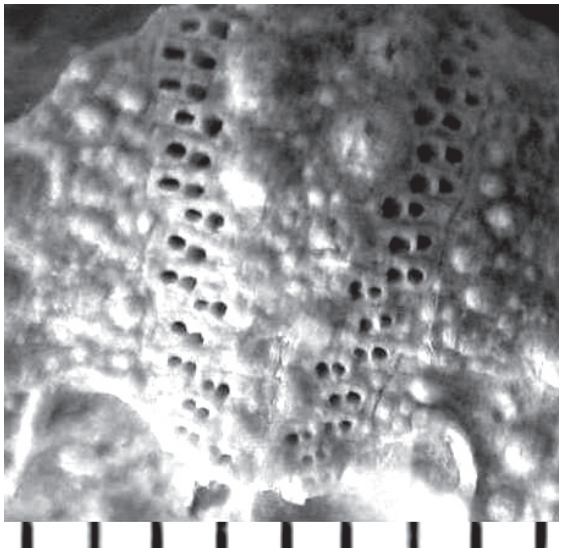


Figura 10. Detalle de la disposición de los poros ambulacrales de Glyptodiadema *aff.* cayluxense. *Escala en milímetros.*

Esta especie, rara y no demasiado abundante en éste yacimiento, ha presentado algunos problemas en su identificación, habiendo sido mencionada por algunos como *Stomechinus*, a todas luces errónea, y últimamente, aunque también de forma errónea como veremos, *Farquharsonia*. Señalar que en alguna ocasión se ha interpretado esta especie también como *Pedina sublaevis*, pero la nuestra presenta como diferencia, entre otras, un peristoma más grande, con surcos más marcados, además de la diferente disposición de los poros ambulacrales en la cara superior, donde *Pedina* sigue manteniendo las series de tres pares dispuestos en arcos. Aquí hay que recordar una de las características de *Glyptodiadema*, y es que los poros son uniseriados desde el ambitus hasta el ápice, pero entre el ambitus y el peristoma se disponen en arcos de tres (Figura 10).

Caso aparte es la clasificación que dan algunas fuentes: *Farquharsonia profil*. En ésta ocasión es evidente que se ha tomado como referencia alguna bibliografía o página web francesa en la que se mostraban imágenes del género. El desatino tiene lugar porque *profil*, la hipotética especie, que naturalmente no aparece registrada en ningún lado, significa en francés "*perfil*", evidentemente haciendo referencia a alguna vista de perfil de estos equínidos, con lo que la confusión resulta incluso humorística.

Para terminar de descartar el género *Farquharsonia*, tan sólo hay que fijarse en su peristoma, bastante más pequeño que el que presentan los especimenes cordobeses, como se muestra en las imágenes de las tres especies descritas para este género (Vadet y Nicolleau, comunicación personal) (Figuras 11, 12 y 13).

Como vemos, aparte de la distinta disposición de los poros en la zona adoral, el tamaño del peristoma difiere totalmente de nuestros ejemplares (Figuras 11, 12 y 13), por lo que se desecha el género *Farquharsonia*, aunque se ha comentado en algunos círculos que *Glyptodiadema* pudiese tal vez tratarse de un hipotético ancestro del mismo (Vadet y Nicolleau, comunicación personal).

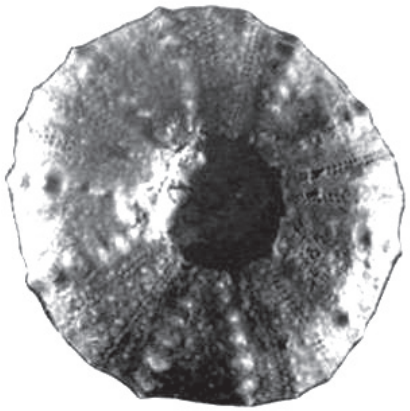


Figura 11. Peristoma de Farquharsonia pineaui, *según Vadet et al. (1998).*

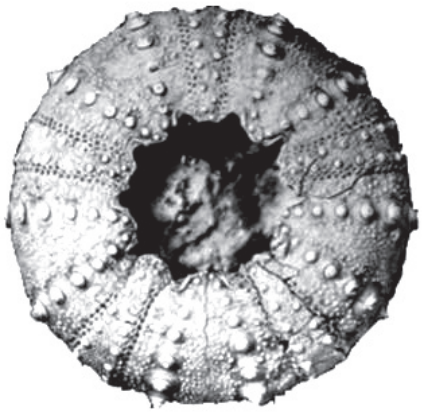


Figura 12. Peristoma de Farquharsonia crenulata, *según Vadet et al. (1998).*

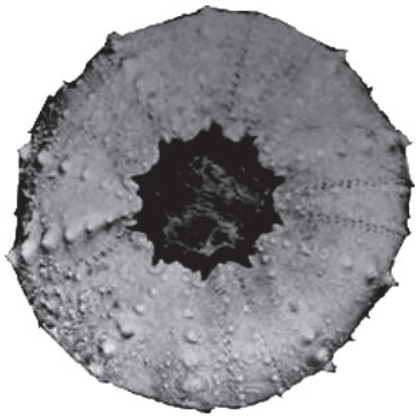


Figura 13. Peristoma de Farquharsonia somaliensis, *según Vadet et al. (1998).*

En las bibliografías consultadas se data a *Glyptodiadema* en el Lías medio, lo que encaja con los datos que nos ofrece el mapa geológico, que nos da este piso como un Lías medio -superior y quizás el primer piso del Dogger.

Morfológicamente *Glyptodiadema* tiende a presentar un cierto polimorfismo respecto al contorno de la teca, siendo éste subpentagonal en los ejemplares mayores y circular en los pequeños, juveniles. El peristoma es bastante amplio y muestra unos marcados surcos branquiales, que le hacen tomar la apariencia de una estrella de diez puntas.

El peristoma muestra tan sólo dos hileras de tubérculos grandes, con un área escrobicular amplia, en el área interambulacral, y otras dos series de tubérculos, más pequeños, en el ambulacral. En el espacio que hay entre medias tan sólo se encuentran pequeños tubérculos miliares, en apa-

riencia no mamelonados. En cada placa del caparazón se da un solo tubérculo principal. En algunos de los ejemplares encontrados, utilizando una gran ampliación, se puede llegar a distinguir que los mamelones son perforados y crenulados, como corresponde al género (Figs. 14a y 14b). Igualmente se llega a percibir que algunos de los tubérculos secundarios parecen estar mamelonados.

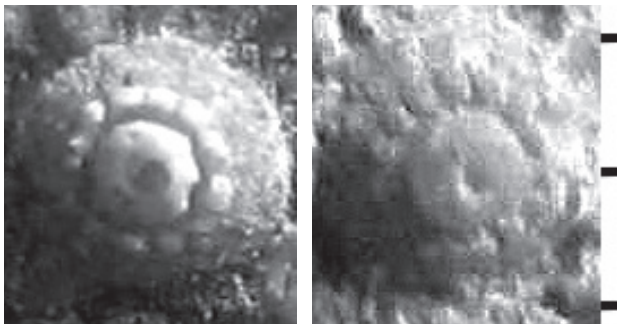


Figura 14. Detalle de los mamelones perforados y crenulados de Glyptodiadema*. Escala en milímetros.*

El aparato apical, aunque no se conserva demasiado bien en los ejemplares que poseo, permite reconocer una disposición de las placas en sistema hemicíclico (siete de las diez placas, incluídas dos de las ocelares, están en contacto con el orificio anal) (Figura 15).

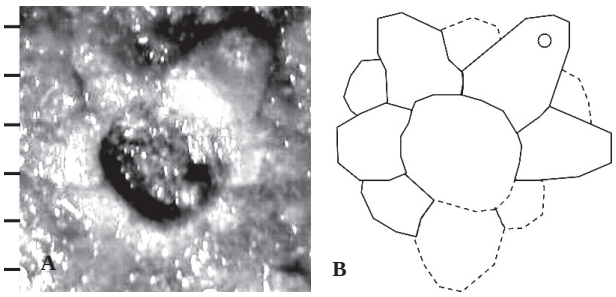


Figura 15. Aparato apical de Glyptodiadema*. a: detalle y b: esquema. Escala en milímetros.*

Respecto a los poros, como ya se dijo, están alineados por pares, aunque hay que hacer notar que, en vista adoral, entre el ambitus y el peristoma, se da una disposición en arcos de tres pares. Después pasan a constituir hiladas rectilíneas, que llegan de esta forma hasta el ápice. Las medidas de mis ejemplares de *Glyptodiadema* oscilan entre los 30 y los 19 mm de diámetro en la base y los 11 y 9 mm de altura (mayor y menor ejemplares).

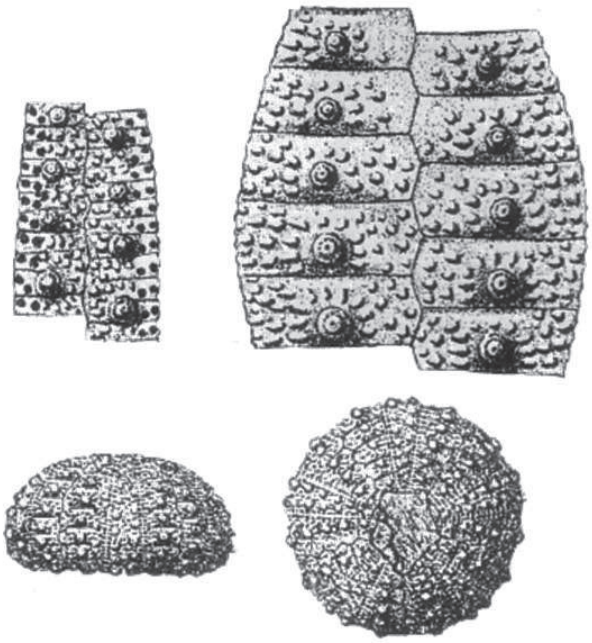


Figura 17. Glyptodiadema cayluxense *(Pliensbachiense), según Moore (U417 - Fig. 312 - 2a-d)*

Se incluye a continuación la descripción del género que figura en el *Treatise on Invertebrate Paleontology* (U416 – 417, Fig. 312, 2a-d) y en el *Classe des Echinides*, coincidentes:

Familia Glyptocyphidae Duncan, 1889.
Jurásico inferior - Eoceno.

Tubérculos perforados y crenulados; caparazón esculpido por crestas y depresiones; ambulacros trigeminados o poliporos con poros monoseriados, sin alargamiento peristomal.

Género *Glyptodiadema* Pomel, 1883
Jurásico inferior (Lías medio, Domeriense).

Ambulacros trigeminados; poros uniseriados, salvo cerca del peristoma donde se disponen en arcos de tres. Tubérculos primarios en las terceras placas, un poco grandes en el ambitus, perforados y finamente crenulados; tubérculos análogos en los interambulacros, y rodeados por un círculo de pequeños tubérculos. El resto del caparazón está cubierto de pequeños tubérculos salvo en el medio de los interambulacros y cerca del sistema apical. Única especie conocida: *G. cayluxense*.

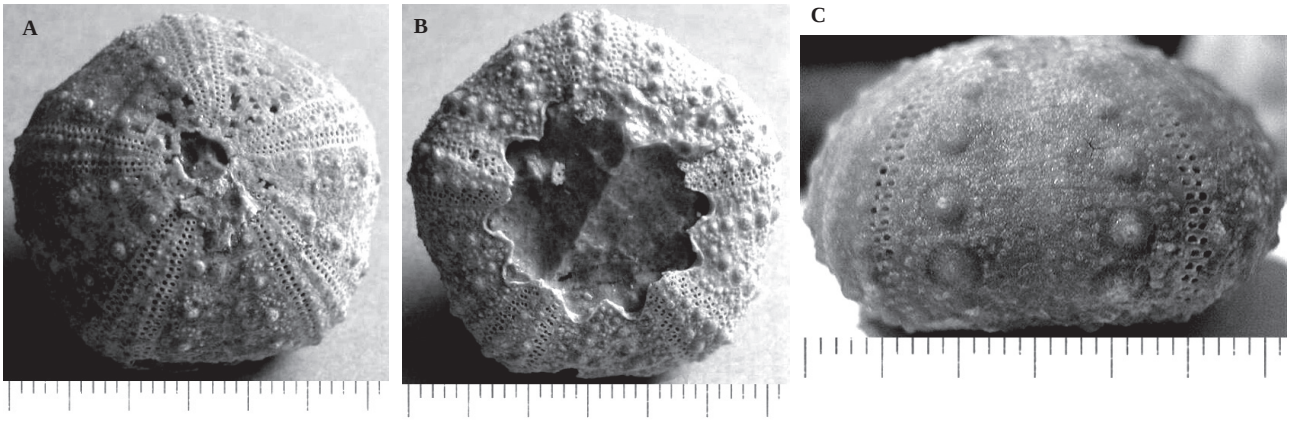


Figura 16. Glyptodiadema *aff.* cayluxense*. a: vista aboral, b: vista oral y c: vista lateral. Escala en milímetros.*

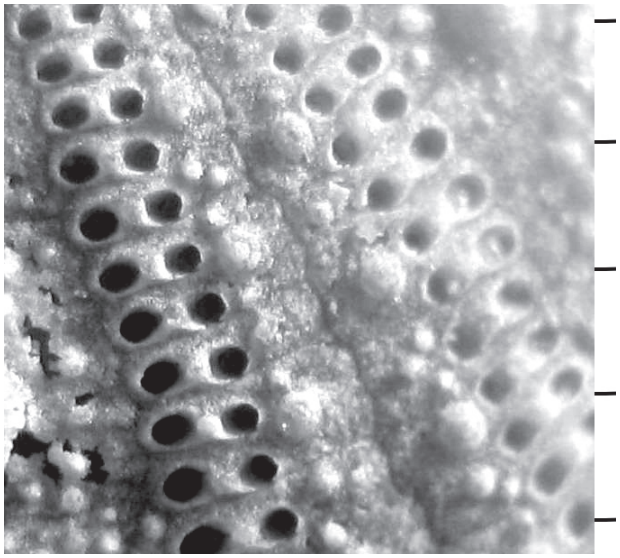


Figura 18. Detalle de los poros ambulacrales de Glyptodiadema *aff.* cayluxense. *Escala en milímetros.*

Psephechinus sp.

Superorden Stirodonta Jackson, 1912
Orden Arbacioida Gregory, 1900
Suborden Arbaciina Gregory, 1900
Familia Stomechinidae Pomel, 1883
Género *Psephechinus* Pomel, 1883

Innegablemente, estos equínidos, pertenecientes a la familia Stomechinidae, son los más frecuentes en el lugar. Al principio se explicó someramente la confusión que rodea a su clasificación, habiéndose utilizado la especie *P. pyramidatus* seguramente tratando de asociarla a la forma característica del perfil (piramidal, cónica) aunque, como se dijo, ésta pertenece al Calloviense (además Cotteau remarca que una de las características de *P. pyramidatus* es que muestra pocos tubérculos secundarios, mientras que en los especimenes cordobeses son numerosísimos).

Observando los especimenes figurados en los trabajos a los que he podido tener acceso, ninguno de ellos parece reunir las características de los que nos ocupan, siendo más achatados, presentando una disposición de los tubérculos distinta o perteneciendo a pisos diferentes. Además de esto, no he podido dar con información al respecto de las especies del Jurásico inferior, remontándose las más antiguas de las cuales tengo constancia únicamente hasta el Bajociense, son: *Stomechinus germinans, S. sulcatus, S. serratus* y *S. bigranularis*, que presentan distinta disposición de tubérculos y menor número de los mismos; *S. longuemari*, con un periprocto bastante menor; por último *S. gauthieri* y *S. laevis* parecen ser las que presentan mayores afinidades, lo cual no quiere decir nada ya que ninguna de ellas data del Lías. Igualmente dejamos definitivamente de lado a la sinonimia *Psephechinus serratus* - *Stomechinus pyramidatus* por tratarse de una especie calloviense.

Otra de las incógnitas que se plantean con los erizos de éste yacimiento viene dada por la aparición de especimenes que, aunque comparten características como número, tamaño, forma y distribución de tubérculos, ápice, peristoma, etc., difieren en la morfología del caparazón. Concretamente encontraremos muestras generalmente con un contorno subpentagonal y un perfil elevado, cónico, y otros con un contorno netamente circular y un perfil más bajo, más redondeado. Para explicar este hecho se han barajado varias explicaciones:

Aludiendo a estas diferencias, algunos clasifican aparte los equinodermos de contorno redondeado simplemente como *Stomechinus* sp., manteniendo los de contorno subpentagonal dentro del género *Psephechinus* sin dar más explicaciones. Otros indican que podrían tratarse todos ellos de ejemplares de la misma especie en diferentes etapas de crecimiento. Según esta última hipotesis los erizos más redondeados y aplanados serían los juveniles, sin desarrollar aún la forma piramidal presuntamente característica de los adultos, y por tanto se deduce que deberían ser siempre de tamaño más reducido, pero esta hipótesis cae por tierra al haber encontrado ejemplares de ambos tipos con idénticas medidas. Igualmente se encuentran *Psephechinus* de pequeño tamaño, con las características del contorno subpentagonal y la forma piramidal ya notorias, con lo que se descartaría que los juveniles tuviesen distintos caracteres morfológicos. Además aparecen equínidos con contorno pentagonal y perfil aplastado, e incluso unos con contorno suavemente pentagonal y otros con la forma pentagonal clarísima, aparte de los claramente circulares. Los estudios y mediciones realizados por A. Vadet y la posterior publicación (2005) de unas claves de géneros, permiten esclarecer, gracias a la relacción entre el número de tubérculos y la longitud de los ambulacros (entre 8 y 14 tubérculos en el ambitus), que nos encontramos ante el género *Psephechinus* tanto para los erizos de contorno pentagonal como de contorno circular, muy probablemente ambos pertenecientes a una misma especie, con polimorfismos dentro de la misma.

La morfología de ambos tipos se ve claramente en las series de figuras 19 y 20, en las que se muestran dos especimenes de igual diámetro.

Continuando con la descripción de estos equinoideos, el peristoma lo forma una abertura bastante amplia de forma pseudopentagonal, que muestra en cada uno de los

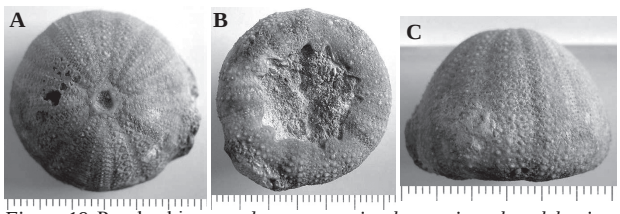


Figura 19. Psephechinus *sp. de contorno circular. a: vista aboral, b: vista oral y c: vista lateral. Escala en milímetros.*

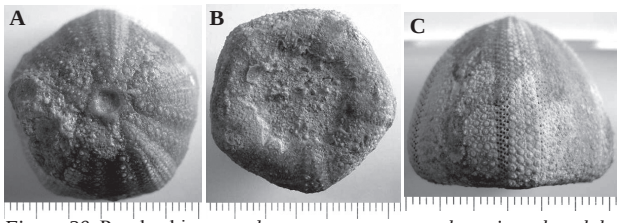


Figura 20. Psephechinus *sp. de contorno pentagonal. a: vista aboral, b: vista oral y c: vista lateral. Escala en milímetros.*

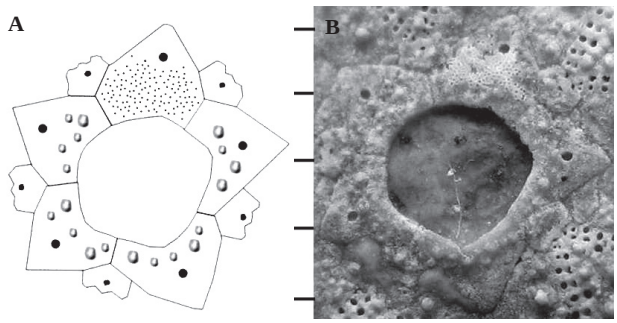


Figura 21. Aparato apical de Psephechinus *sp. a: esquema y b: detalle. Escala en milímetros.*

vértices dos muescas, los surcos branquiales, tal como se aprecia en las imágenes anteriores.

En el caso del aparato apical, se conserva bastante bien la mayoría de las veces y en la mayoría de los especimenes. Es de pequeño tamaño, unos pocos milímetros, y de tipo dicíclico, es decir, hay un anillo de cinco placas granulosas, las genitales, que están en contacto con el orificio anal, y otro anillo secundario de otras cinco placas, las oculares u ocelares, intercaladas en las anteriores, que no tocan el ano. Se distinguen sin problemas, utilizando fotografía de gran definición o lente de aumento, la placa madrepórica y los poros genitales, así como los poros ocelares.

Respecto a la ornamentación, las dos morfologías de *Psephechinus* presentan prácticamente la totalidad de la superficie recubierta de pequeños (menos de un milímetro de diámetro los mayores) y muy numerosos tubérculos, muy próximos unos a otros, y con un área escrobicular bien diferenciado pero pequeño, normalmente circular y prácticamente en contacto con el de los tubérculos adyacentes, tal es así que da la impresión de que unos y otros comparten los escrobículos limítrofes. En los tubérculos principales, ligeramente de mayor tamaño, la forma del área escrobicular tiende a ser hexagonal. Aun a pesar de su minúsculo tamaño, se aprecia que los mamelones no son ni crenulados ni perforados, característica de los stomechínidos (Fig. 22).

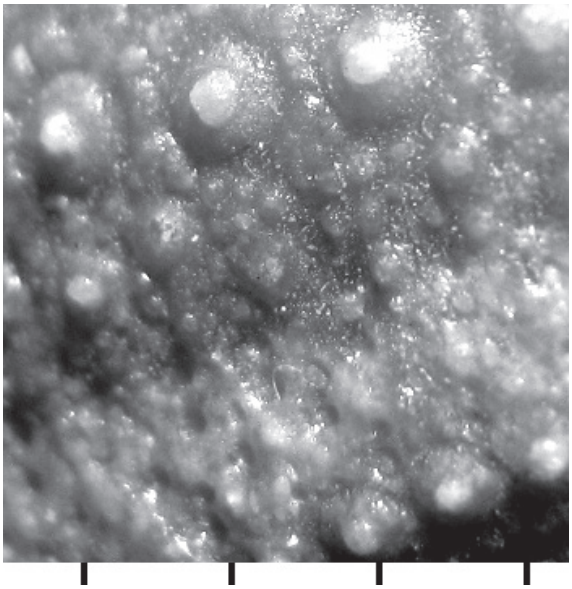


Figura 22. Detalle de los tubérculos de Psephechinus *sp. Escala en milímetros.*

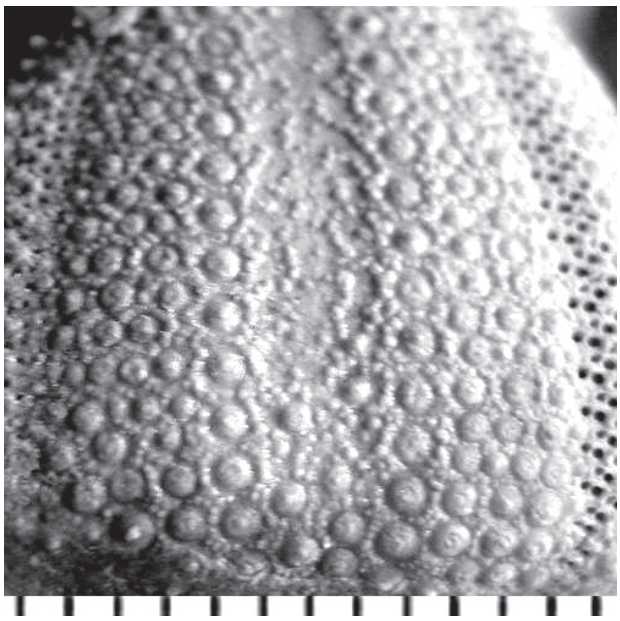


Figura 23. Área interambulacral de Psephechinus *sp. Escala en milímetros.*

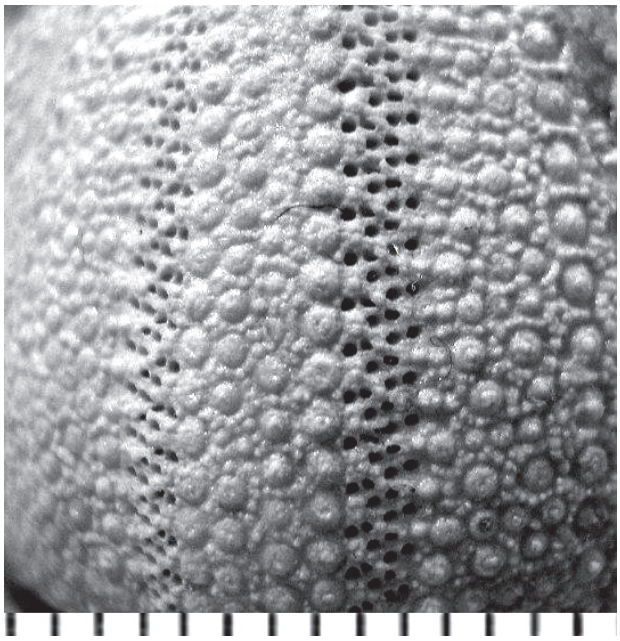


Figura 24. Área ambulacral de Psephechinus *sp. Escala en milímetros.*

Tanto en el espacio ambulacral como en el interambulacral, existen dos hileras de tubérculos principales ligeramente más gruesos que el resto, que recorren la totalidad del caparazón desde la zona adoral hasta la adapical. En el área interambulacral, a la altura del ambitus, se cuentan entre ocho y diez tubérculos, separados en dos grupos iguales por un surco intermedio sin apenas ornamentación a partir del ambitus, mientras que en área ambulacral se cuentan sólo cuatro hileras normalmente. Éste surco interambulacral se hace más evidente entre el ambitus y el ápice. Continuando en el área interambulacral, entre el ambitus y el peristoma los tubérculos secundarios alcanzan el mismo tamaño que los principales. Entre el ambitus y la zona adapical, las hileras de tubérculos secundarios van reduciéndose tanto en número como en tamaño, hasta quedar únicamente las dos hileras principales. Las áreas ambulacrales aparecen ligeramente convexas, abombadas, siendo por el contrario la

parte sin tubérculos que divide las zonas interambulacrales, algo deprimida.

Las hileras de tubérculos más gruesos son las más próximas a los poros, en el área ambulacral, y las más próximas al surco intermedio en el área interambulacral. Estas hileras de tubérculos más gruesos son las únicas que recorren el caparazón desde el peristoma hasta el aparato apical. En algunos ejemplares con el caparazón algo más desgastado, lo que permite distinguir las placas que lo conforman, se distingue que hay un solo poro principal por cada placa. Los poros de los ambulacros están dispuestos por pares, formando pequeños arcos de tres pares, notablemente oblicuos hacia dentro del área ambulacral. Convergen en la zona apical sobre las placas ocelares. El ambitus, dada la forma cónica de los caparazones, está evidentemente bajo.

Las medidas de mis ejemplares oscilan entre 36 mm y 23 mm de diámetro en la base y los 30 mm y 17 mm de altura (contorno pentagonal, mayor y menor ejemplares). Para los ejemplares con contorno circular, las medidas del mayor y menor ejemplar son de 30 mm y 19 mm de diámetro en la base y de 21 mm y 12 mm de altura.

Incluyo la descripción de los géneros *Psephechinus* y *Stomechinus* que figuran en el *Treatise on Invertebrate Paleontology* y en el *Classe des Echinides*, coincidentes:

Familia Stomechinidae (sinónimo de Stomopneustidae Mortensen, 1903)
Jurásico inferior - Actualidad.

Tubérculos primarios no perforados ni crenulados. Tubérculos ambulacrales normalmente tan grandes como los interambulacrales. Ambulacros compuestos de forma diadematoide, trigeminados o políporos; los ambulacros, diplópodos, pueden aparecer adapicalmente o por todas partes. El sistema apical es dicíclico o monocíclico, normalmente pequeño, raramente grande. Peristoma grande, normalmente con varios surcos. Espinas primarias sin collar.

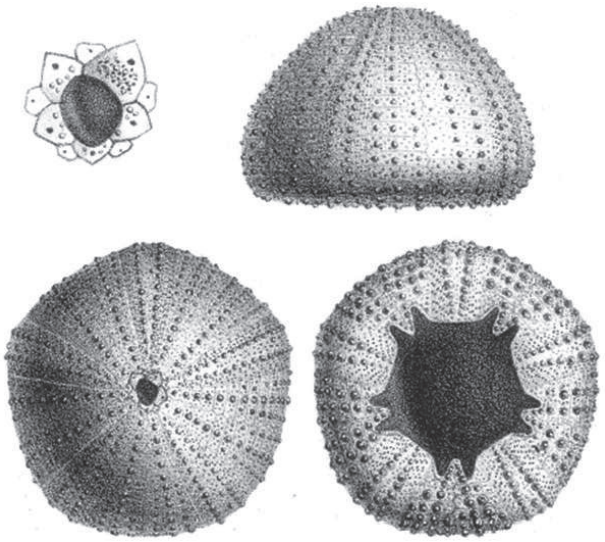


Figura 25. Stomechinus pyramidatus *(Calloviense), según Cotteau (Pl. XVII - Fig. 5-8) (sinonimia de* Psephechinus serratus*)*

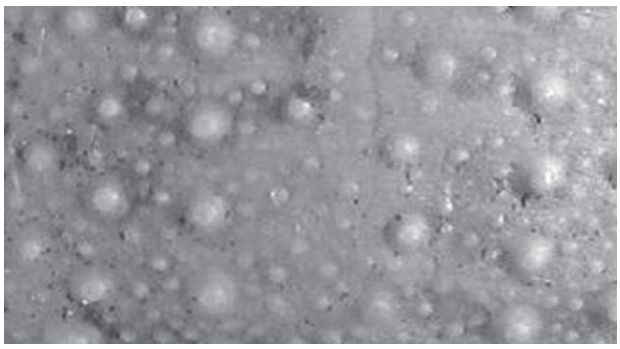


Figura 26. Detalle de los tubérculos de Psephechinus serratus *(Calloviense).*

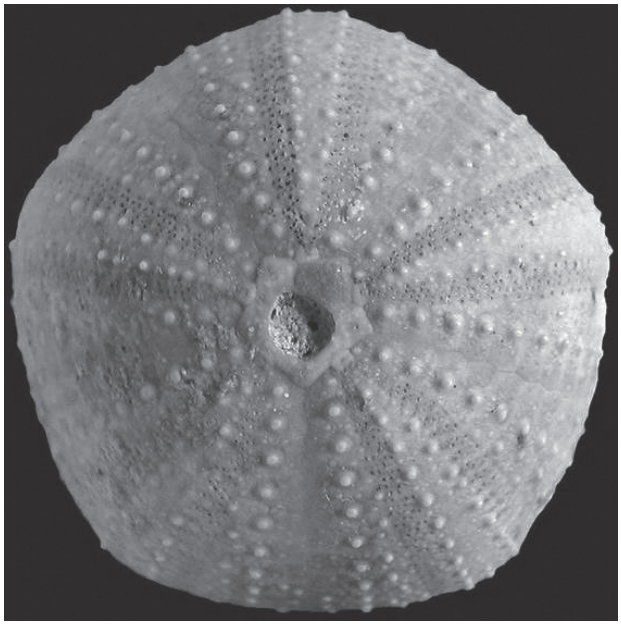


Figura 27. Vista aboral de Psephechinus serratus *(Calloviense).*

Figura 28. Vista oral de Psephechinus serratus *(Calloviense).*

Género *Psephechinus* Pomel, 1883.
Toarciense – Neocomiense.

Caparazón hemisférico. Ambulacros trigeminados, en los cuales los poros están dispuestos por arcos de tres; tubérculos primarios en número de uno sobre cada placa, distinguibles de los secundarios que son bastante numerosos.

Género *Stomechinus* Desor, 1856.
Pliensbachiense (Domeriense) – Neocomiense

Caparazón hemisférico o aplanado, de tamaño medio a grande (80 mm). Ambulacros trigeminados, poros en arcos de tres. Los tubérculos secundarios son numerosos y alcanzan el tamaño de los principales en la zona adoral. Algunas veces hay un espacio liso y deprimido en la parte media de cada interambulacro en las cercanías del aparato apical.

En las imágenes (Figura 26, 27 y 28) se muestra un ejemplar de *Psephechinus serratus* (Calloviense), especie con la cual se identificó inicialmente a los especímenes cordobeses; obsérvese la disposición de los tubérculos, menos numerosos, totalmente distinta.

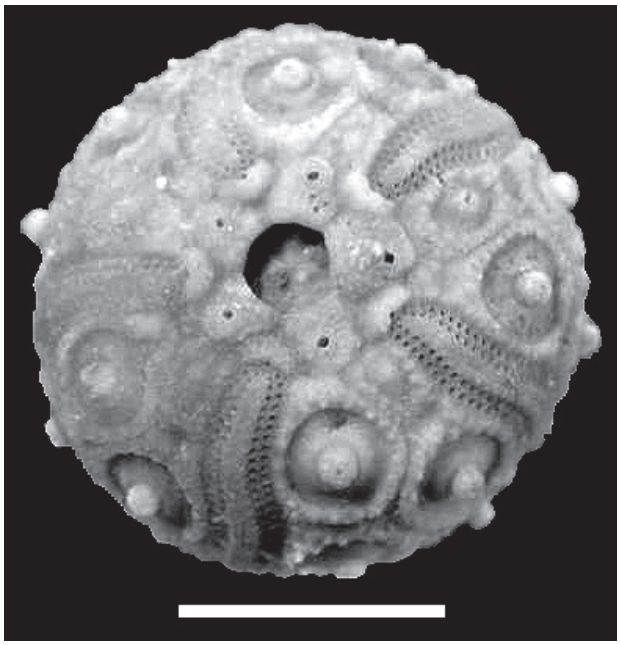


Figura 29. Vista aboral de Cidaris *sp. Escala 1 cm. Imagen cortesía de Pepe Colomer.*

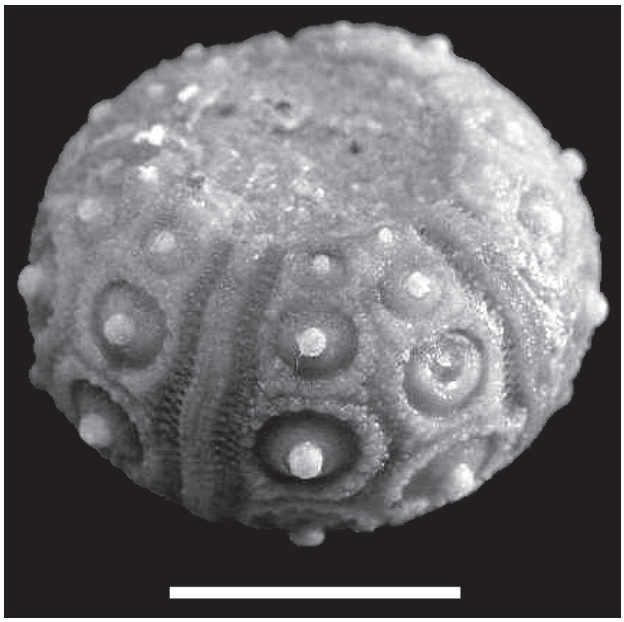


Figura 30. Vista oral de Cidaris *sp. Escala 1 cm. Imagen cortesía de Pepe Colomer.*

Cidaris

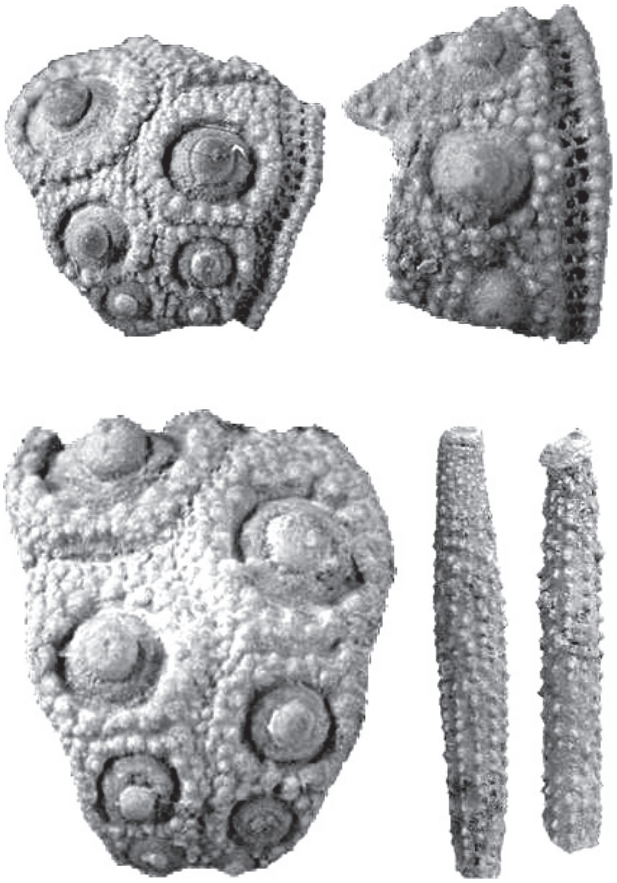


Figura 31. Fragmentos de Roseicidaris morieri *(Cotteau, 1875), según Vadet, A.*

Cidaris sp.

Orden Cidaroida Claus, 1880
? Familia Psychocidaridae IKEDA, 1936 (=Roseicidaridae Vadet, 1991)
? Género Roseicidaris Vadet, 1991

Al parecer se ha recogido en este yacimiento al menos dos ejemplares de cidaroideos completos excepcionales (Figuras 29 y 30), por lo inhabitual, así como también algunas placas sueltas. Al igual que las otras especies de equínidos, ésta presenta la particularidad de conservar el aparato apical, algo poco frecuente ya que es una parte de la anatomía del erizo muy frágil y que suele desprenderse fácilmente tras la muerte del organismo. De momento permanecen, indudablemente, como pertenecientes al orden Cidaroida, pero sin mayores precisiones ni siquiera en cuanto a género aunque, dada la datación que se ha manejado aquí, Jurásico inferior, algunos autores indican que tal vez se trate de una especie próxima a *Roseicidaris morieri* (Cotteau, 1875), del Toarciense, originariamente *Cidaris morieri*, aunque lo más probable es que se trate de una especie no descrita. Ésta última tiene la particularidad de ser una especie sólo conocida por fragmentos de caparazón (Figura 31) y de haberse calculado el diámetro completo en unos 18 mm. Las medidas que me han facilitado de los especímenes encontrados son las siguientes:

Diámetro = 23 mm.
Altura = 17 mm.
Diámetro del peristoma = 9 mm.
Número de tubérculos máx. por serie = 5.

REFERENCIAS

COTTEAU Y TRIGER, 1855-1869. Echinides du département de la Sarthe considérés au point de vue zoologique et stratigraphique. París. Libraires de l'Academie Impériale de Médecine.

BUSNARDO, R., ENAY, R. Y GEYSSANT, J. 1971. Le Jurassique de la Fuente de los Frailes (Cabra, Andalousie), Biostratigraphie sommaire. *Cuadernos de Geología Ibérica.* Vol. 2, 273 - 280.

COTTEAU, G. 1875 / 1880. *Paléontologie française. Terrains jurassiques. Tome10/1. Échinidés réguliers. Atlas* (pl. 143 à 262).

COTTEAU, G. 1875 / 1880. Paléontologie française. Terrains jurassiques. Tome10/1. Échinidés réguliers. Texte (p. 1 à 466).

COTTEAU, G. 1875 / 1880. *Paléontologie française. Terrains jurassiques. Tome10/2. Échinidés réguliers. Atlas* (pl. 263 à 520).

COTTEAU, G. 1875 / 1880. *Paléontologie française. Terrains jurassiques. Tome10/2. Échinidés réguliers. Texte* (p. 1 à 960).

GONZÁLEZ-DONOSO, J. M., LINARES, A., LÓPEZ-GARRIDO, A. C. Y VERA, J. A. 1971. Bosquejo estratigráfico del Jurásico de las cordilleras Béticas. *Cuadernos de Geología Ibérica,* Vol. 2, 55 - 90.

HENRI Y GENEVIÊVE TERMIER, Classe des échinides (*Echinoidea* ZITTEL, 1883).

I.G.M.E. 1988. Hoja 989 (Lucena). *1:50.000 - Mapa geológico de España.*

I.G.M.E. 1991. Hoja 989 (Lucena). *Memoria explicativa.*

LINARES, A., MOUTERDE, R. Y RIVAS, P., 1971. El Lías del sector central de la zona Subbética (Vista de conjunto) - *Cuadernos de Geología Ibérica*. Vol. 2, 227 - 236.

LINARES, A. Y RIVAS, P., 1971. Metacronía del ammonítico rosso liásico en la zona Subbética (sector central) - *Cuadernos de Geología Ibérica.* Vol. 2, 183 - 204.

MOORE, RAYMOND C. 1957. *Treatise On Invertebrate Paleontology - L - Mollusca 4 - Cephalopoda - Ammonoidea.*

MOORE, RAYMOND C. 1966. *Treatise On Invertebrate Paleontology - U - Echinodermata 3.*

MORET, LEON, 1958. *Manuel de Paléontologie animale. Masson* - Paris.

MORTENSEN, THEODOR, 1943. *A monograph of the Echinoidea*. Vol. 3 - 2. Copenhagen, C.A. Reitzel; London, H. Milford, Oxford University Press.

MOUTERDE, R., BUSNARDO, R. Y LINARES. A, 1971. Le Domerien superieur dans le Subbetique central (Donnés préliminaires) - *Cuadernos de Geología Ibérica*. Vol. 2, 237 - 254.

RULLEAU, L., 1995. *Ammonites du Toarcien inférieur et moyen de la région lyonnaise*. C.E. des ciments Lafarge.

SMITH A. B., 1993. *British cretaceous echinoids, Part III*. Monograph of the Palaeontographical Society. London.

VADET, A. 1991. Revision des "Cidaris" du Lias et du Dogger Europeens. *Memoires de la Societe academique du Boulonnais* 10, 1 - 176.

VADET, A., NICOLLEAU, P. Y PINEAU, J. P., (1996 et 1998). Echinides du Callovien de la Sarthe et de l'Orne. *Memoires de la Societe academique du Boulonnais* 19.

VERA, J. A. 1998. El Jurásico de la Cordillera Bética: Estado actual de conocimientos y problemas pendientes. *Cuadernos de Geología Ibérica*. Vol. 24, 17 - 42.

VERNIORY, RENE, 1970. *Atlas de Paléontologie des invertébrés*. Université de Genève.

La colección mineralógica del Grupo Cultural Paleontológico de Elche

I. Fierro Bandera, J. F. Sáez Molina, E. J. Sánchez Ferris, J. M. Marín-Ferrer y F. Vives Boix

Museo Paleontológico de Elche, e-mail: info@cidarismpe.org

RESUMEN

Por primera vez se hace referencia a la colección mineralógica del GCPE-MUPE. Se describe su origen, su contenido y su situación actual, haciendo referencia a sus posibilidades didácticas. Los aspectos normativos también son repasados.

ABSTRACT

Reference to the mineralogical collection of GCPE-MUPE is made for the first time. We described their origin, content and present situation, making reference to their didactic possibilities. The normative aspects are reviewed too.

INTRODUCCIÓN

Existe un sector creciente de nuestra población que siente atracción no sólo lúdica sino también científica hacia el mundo de los minerales y rocas. Esta atracción suele desembocar en la formación de colecciones mineralógicas, conseguidas gracias a la existencia de foros y ferias especializadas, aunque también internet está jugando un papel decisivo. Por último, el aficionado (en ocasiones semi-profesional) suele salir al campo para tratar de recuperar material. Es aquí cuando se retroalimenta de manera positiva la atracción por esta ciencia, momento en el que con un poco de suerte ya no se olvidará para nunca.

Tras varios años de andadura, parece razonable que el Grupo Cultural Paleontológico de Elche (GCPE) diera a conocer a través de su revista, los contenidos museográficos de la colección mineralógica que este colectivo alberga.

Desde que el 14 de marzo de 1992 se presentara *Cidaris* no se había publicado ningún artículo relacionado con la mineralogía, por lo que esperamos que este trabajo suponga el punto de inicio para que esta labor sea contemplada con interés por especialistas en el tema que consideren interesante este formato para compartir sus aportaciones.

Durante la planificación del actual museo, quisimos ofrecer la máxima relevancia a los restos fósiles que habían sido reconocidos como Colección Museográfica por parte de la Dirección General de Patrimonio Cultural. Además, la falta de espacio en las instalaciones ha sido, desde el primer día, una dificultad tanto para las colecciones de fósiles como para la de rocas y minerales.

En la actualidad esta situación está cambiando. Ya se han conseguido los primeros contratos para trabajar en la conservación y puesta en valor de los fondos de la sección de mineralogía y creemos que pronto podremos disfrutar de un espacio en exclusiva y permanente para la exposición de los mismos.

Siempre hemos considerado la mineralogía como una parte importante del patrimonio geológico de un territorio y, en este sentido, se decidió desde el principio la inclusión de esta sección dentro de las actividades del GCPE. En la actualidad, y tal y como se verá a lo largo del presente artículo, el MUPE dispone de un importante y variado patrimonio mineralógico mueble, así como del conocimiento de abundantes referencias respecto a lugares y sitios de interés en nuestra provincia.

A pesar de las dificultades, la actividad de los socios más dinámicos de la sección de mineralogía ha sido constante, y a lo largo del 2007 y principios del 2008 han podido destinarse ciertos fondos económicos a la catalogación e inventario de ejemplares y a la preparación de varias muestras itinerantes que esperamos que pronto puedan ponerse en funcionamiento.

Sin embargo, queda mucho por hacer. Conocedores del valor científico y del potencial divulgativo que tienen nuestros fondos mineralógicos trataremos de transmitir a la administración y a la sociedad en general las necesidades de una adecuada conservación y puesta en valor de cara al futuro. Mientras tanto, las colecciones irán creciendo y mejorando en su calidad y contenido de información, porque detrás de ellas existe un equipo de personas que realmente se entusiasman con lo que hacen.

LA SECCIÓN DE MINERALOGÍA DEL GCPE

Del grupo de aficionados a la Colección Museográfica

En el año 1985 tuvieron lugar las primeras reuniones de aficionados ilicitanos con el objetivo de configurar el esquema de la asociación paleontológica que con poste-

rioridad daría lugar al Grupo Cultural Paleontológico de Elche (GCPE). En aquel momento, algunos de los miembros fundadores creyeron conveniente incluir una sección de mineralogía en el grupo y así se hizo.

La primera exposición permanente de minerales (Fig. 1) llevada a cabo por el GCPE se inauguró el 22 Octubre 1994 en la sede que el Ayuntamiento de Elche había cedido al Grupo Cultural en la Avenida de las Cortes Valencianas nº 5 (MARÍN, 1994).

Bajo el título "FÓSILES Y MINERALES: *Una Visión Fascinante de la Vida del Pasado sobre la Tierra*" y gracias a la colaboración del Ayuntamiento de Elche y de la CAM, el público ilicitano y el visitante ocasional tenían por primera vez la posibilidad de deleitarse con una muestra permanente de minerales, rocas y fósiles seleccionados por sus características expositivas y didácticas. Por razones de espacio, las muestras minerales se encontraban en la misma sala que la exposición paleontológica y llamaban poderosamente la atención de aquellos que se acercaban a ver los restos fósiles.

Fig.1. Vitrinas de minerales en el local del grupo cultural. En aquel momento, la mineralogía ocupaba un espacio importante dentro de la parte expositiva de la asociación.

En aquel momento, la colección mineralógica y petrográfica expuesta ocupaba una vitrina con tres superficies y un total de 300 ejemplares de los cuales 250 eran especies minerales de diferentes localidades tanto alicantinas como nacionales y extranjeras. El argumento expositivo seguía una ordenación de los minerales según la sistemática de Strunz.

Esta exposición permaneció en funcionamiento hasta el traslado de los materiales al actual Museo Paleontológico (MUPE) situado en la Plaza de Sant Joan nº 3 de Elche.

La importancia científica y patrimonial de los fondos paleontológicos y mineralógicos del GCPE fue puesta de manifiesto en 1996 por la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Generalitat Valenciana que la reconoció como Colección Museográfica. De este modo quedó incorporada en la red de museos de la Comunidad Valenciana.

Este fue el requisito necesario para la creación, tras una larga historia de esfuerzos e ilusiones, del actual Museo Paleontológico de Elche (MUPE), inaugurado en diciembre de 2004.

Los fondos museográficos que constituyen las colecciones de mineralogía han ido creciendo desde el origen del grupo hasta ahora gracias a la actividad de algunos socios y a la presencia de una figura de coordinación dentro de la junta directiva (vocalía de la sección de mineralogía del GCPE), cargo que ha ostentado de manera permanente uno de los firmantes (José Francisco Sáez Molina).

Origen y crecimiento de la colección mineralógica

El grueso de la colección mineralógica actualmente depositada en las instalaciones del MUPE tiene su origen en las donaciones que hicieron varios socios fundadores a finales de la década 1980. Desde entonces hasta ahora, el número de ejemplares de las colecciones se ha incrementado de manera constante mediante diversos tipos de ingreso.

- Donaciones de los socios y amigos del museo

La incorporación inicial a los fondos del Grupo Cultural de varias colecciones mineralógicas fue el punto de partida para considerar relevante los mismos y así continuar con la labor iniciada. En la actualidad, el MUPE recibe de manera esporádica donaciones de especimenes por parte de aficionados que consideran que determinados elementos (de interés relevante) deben permanecer en el Museo (Fig 2(a)). A pesar de ello, las donaciones de colecciones o de ejemplares puntuales no son la fuente fundamental de ingreso de minerales o rocas en las colecciones.

Una de las donaciones más destacadas se produjo con motivo de la visita a la ciudad de Elche de la exposición itinerante de Iberdrola durante el mes de noviembre de 1996. Al término de la misma, D. Santiago Jiménez regaló al Grupo Cultural algunos ejemplares novedosos para nuestros fondos.

En abril de 2001 se devolvió la visita a Santiago Jiménez en el Museo de Arnedo (La Rioja) y se aprovechó la ocasión para regalar una pequeña colección mineralógica de Alicante.

La última donación mineralógica que hemos recibido en el MUPE fue realizada en junio de 2008 por parte de Juan

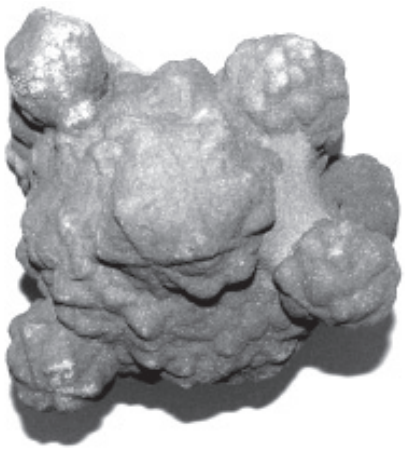


Fig. 2 (a). Muestra geológica de arenisca nodulizada procedente de Marruecos aportada por la Asociación paleontológica alcoyana "Isurus".

Antonio García Solera, un aficionado de Alicante que nos proporcionó nuevos ejemplares de minerales (Fig. 2(b)) y muestras geológicas de algunas localidades de las que no teníamos referencias.

Fig. 2 (b). Ejemplar de cuarzo ahumado procedente de Cerro Muriano (Córdoba) recientemente donado al MUPE.

- Recolección directa en el campo

La recolección de ejemplares y muestras mineralógicas y geológicas es quizás la fuente principal de ingreso de fondos a las colecciones del Museo. Esta labor se realiza de manera fundamental en explotaciones minerales (tales como canteras de áridos o rocas ornamentales) y en las remociones de terrenos ocasionadas por la ejecución de obras de ingeniería (ampliación de vías de comunicación, túneles...). En este sentido, la recogida de ejemplares puede considerarse como una labor de recuperación y conservación del patrimonio mineralógico y así pretendemos que sea entendido.

La parte más problemática y discutible de la recolección de ejemplares en el campo es cuando se realiza en aquellos espacios que no se encuentran afectados por remociones de terrenos y en las que no se dispone del permiso de los dueños de los mismos. Consideramos esta actuación como totalmente desaconsejable y existen casos manifiestos de destrucción de espacios con el objetivo de la extracción de muestras minerales (Fig. 3).

La recuperación de ejemplares es una labor llevada a cabo por socios del Museo de manera periódica y voluntaria. Para este objetivo y hasta la fecha no se ha dedicado ninguna ayuda económica por parte del museo. Sin embargo,

Fig. 3. La extracción incontrolada de material mineralógico puede, en ocasiones, generar un daño irreparable en el entorno más cercano, además de contribuir negativamente en la gestión de estos elementos, que deben considerarse de interés patrimonial.

Fig. 4. Existe un negocio importante con el comercio de minerales a nivel internacional. En las ferias más importantes pueden localizarse ejemplares de cualquier parte del mundo.

tras la recogida del material existe una detenida labor de limpieza, selección y clasificación de los ejemplares que pasarán a formar parte de las colecciones.

- Compra de ejemplares en ferias o muestras especializadas

Una pequeña parte de la colección mineralógica del Museo se incrementa gracias a la compra de minerales en ferias o muestras que, desde principios de los años noventa, se visitan de manera regular (Fig. 4). A nivel nacional cabe destacar la asistencia a foros tales como Naturalia (Santa Pola), la Escuela Técnica de Ingenieros Superiores de Minas (Madrid), la Feria de Minerales de La Unión (Murcia), Expominer (Barcelona) o Minerval (Valencia). El objetivo es aumentar nuestros fondos y conocer las novedades que aparecen en el mercado.

La totalidad de la inversión dedicada a esta labor se realiza con capital privado. Por su parte, muchos museos de ciencias naturales hacen crecer sus colecciones gracias a la disposición de fondos destinados para este fin. Esto amplía la calidad de las colecciones y permite ofrecer periódicos cambios en los elementos que se utilizan en las exposiciones.

- Intercambio de ejemplares repetidos

Tras la clasificación y selección de los ejemplares que entran a formar parte de las colecciones del Museo (sobre todo de aquella parte relacionada con la recolección de ejemplares en el campo) existe una cierta cantidad de los mismos que por su menor calidad o por encontrarse repetidos son utilizados para realizar intercambios o donaciones. La mayoría de estos intercambios se realizan con profesionales

de esta materia y permiten incorporar hallazgos recientes a la colección. Son precisamente las ferias y muestras especializadas comentadas con anterioridad las que sirven de medio de comunicación y encuentro para tal fin.

LA COLECCIÓN MINERALÓGICA DEL MUPE

MUPE: un museo también de mineralogía

El MUPE, desde su creación, alberga una importante colección mineralógica que puede igualarse en contenidos (número de ejemplares y calidad de los mismos) a la paleontológica. Sin embargo, no es nuestro Museo especialmente conocido por este motivo y esto es debido fundamentalmente a dos razones: la escasa difusión que hemos realizado de la misma y la imposibilidad de ofrecer un espacio expositivo permanente a los minerales.

Los ejemplares de los que se disponen permitirían abordar un espacio monográfico especializado sobre la mineralogía alicantina, sobre la sistemática general de los minerales o incluso plantear otras opciones más didácticas relacionadas con las aplicaciones industriales, los colores, la dureza o la aplicación de los mismos como piedras preciosas. Esperamos que en un futuro próximo este Museo pueda disponer del espacio adecuado para este fin y para garantizar la adecuada conservación y sistematización de los ejemplares.

Por su parte, el patrimonio minero también tiene una pequeña representación dentro de la colección con algunos elementos representativos de procesos ligados a la minería, herramientas y testigos de sondeos de investigación.

Fig. 5. Una parte importante de la colección mineralógica del GCPE-MUPE se encuentra, por falta de espacio, en las intalaciones de Matola. Sus condiciones de almacenamiento, empezando por el embalaje, dista mucho de ser la ideal.

Contenido y situación de las colecciones

Para la inauguración del MUPE se prepararon tres vitrinas sobre mineralogía que se ubicaron de manera transitoria en la sala de exposiciones temporales. Las dos urnas principales ofrecían algunos especimenes especialmente llamativos por su color o por el tamaño de los cristales. Desgraciadamente, no pudo ofrecerse al público durante mucho tiempo debido a la necesidad del uso de la sala para su destino inicial.

En la actualidad, el grueso de la colección de minerales y rocas se encuentra depositada en las instalaciones que el Museo dispone en la pedanía de Matola (Fig. 5). No existe un catálogo informático de los ejemplares y su almacenamiento dista mucho de ser el adecuado (la mayoría se encuentran en cajas reutilizadas y el material ha desbordado las vitrinas existentes). Por su parte, sí que disponemos de un registro manual de las fechas de entrada de los materiales en la

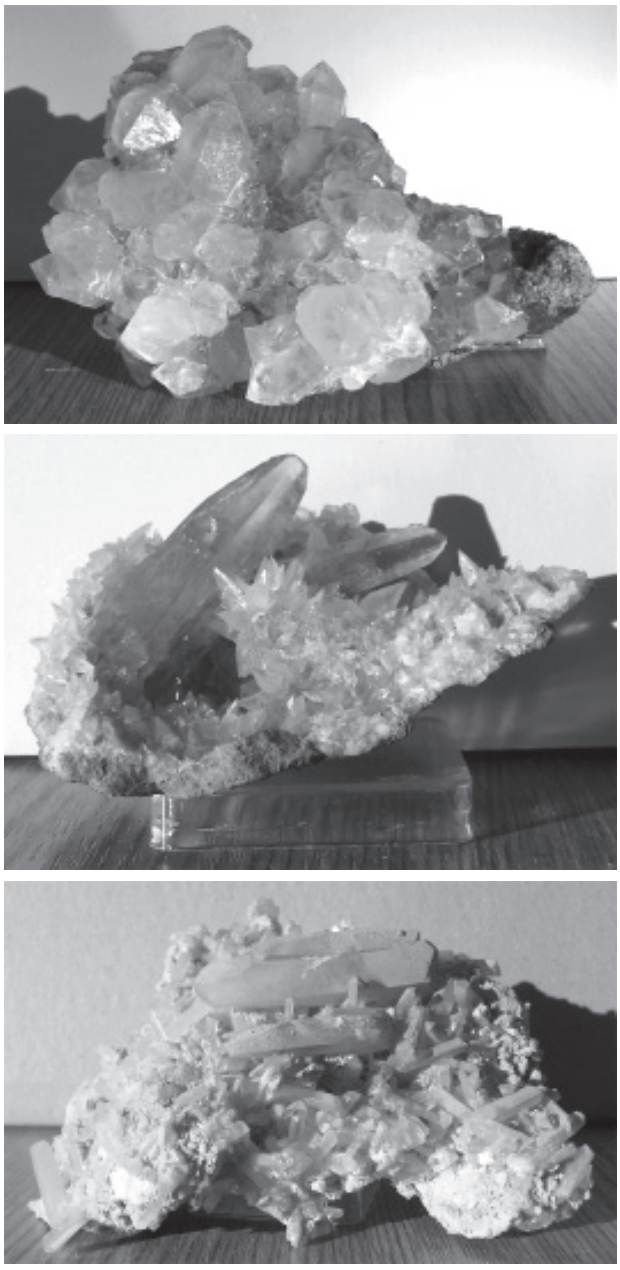


Fig. 6. Algunos ejemplares de la colección mineralógica del MUPE procedentes de la provincia de Alicante. a: Cuarzo hialino. b: Celestina azul sobre calcita "diente de perro". c: Agrupación de cristales de celestina blanca.

colección así como de la clasificación y de los datos más relevantes de los mismos.

Otra parte importante de las colecciones se encuentran en casas de particulares y no se incorporan al Museo también por razones de espacio y de falta de personal para poder atender adecuadamente los ejemplares. Esta es una situación especialmente delicada ya que la falta de espacio puede acarrear la pérdida definitiva de partes importantes de algunas de las colecciones que pueden encontrarse en manos privadas.

Aunque, como hemos dicho, no existe un inventario exhaustivo de los ejemplares de la colección, se ha estimado que el número de piezas que se almacenan puede ser de unas 7.700 entre minerales de la provincia de Alicante y el resto de colecciones nacionales y extranjeras. Todos estos ejemplares se encuentran repartidos en más de 640 cajas.

La colección de minerales de la Provincia de Alicante

La singularidad o excepcionalidad de la colección mineralógica albergada en el MUPE se basa en el contenido de ejemplares procedentes de yacimientos de la provincia de Alicante. Esta colección ha sido especialmente cuidada debido al seguimiento continuo que se tiene de los principales afloramientos que proporcionan muestras minerales de interés.

El territorio alicantino esconde algunas maravillas mineralógicas (FIERRO, 2005) que poco a poco van siendo bien conocidas a nivel internacional. Muchos de estos ejemplares no son especialmente llamativos por sus colores o formas pero constituyen auténticas rarezas que hacen las delicias de los especialistas en la materia. El potencial científico de algunos de los elementos es elevado debido a la escasez de publicaciones científicas realizadas sobre los mismos por lo que en el futuro podrá trabajarse en este sentido. Se estima que la cantidad de elementos de la provincia presentes en la colección representen un 39 % respecto a la colección total.

Otros elementos de procedencia nacional y extranjeros

Respecto a los ejemplares de procedencia nacional o extranjeros, existe una buena representación, siendo más significativa la de ejemplares nacionales (ya que por razones de cercanía resulta más sencillo poder acceder a los mismos). La mayoría de estos elementos son fruto del intercambio y de la compra en ferias. La diversidad de elementos adquiridos permite contar con unos fondos que son especialmente interesantes para poner en funcionamiento actividades de tipo divulgativo (exposiciones, talleres o jornadas de trabajo).

ESPECTATIVAS Y PROYECTOS

La colección mineralógica del GCPE-MUPE posee un gran valor científico y una alta potencialidad de uso, lo que la convierte en un bien patrimonial de primer orden. Para una adecuada gestión del mismo debemos contar con un inventario exhaustivo que permita tener controlados los ejemplares depositados en el museo, así como los yacimientos mineralógicos conocidos. Hacia este objetivo se orientan gran parte de nuestros esfuerzos para los próximos años. Como detallaremos más adelante, tampoco olvidamos los aspectos de comunicación (difusión y divulgación), cuya potenciación permitirán dar a conocer a la sociedad las peculiaridades de esta apasionante rama de la geología.

El inventario de los fondos mineralógicos del MUPE

El inventario de los fondos mineralógicos que se encuentran en el MUPE es una tarea que, desgraciadamente, no ha podido ser realizada de manera sistemática. En el año 1998, se trabajó en el diseño de una base de datos en formato FileMaker que recoge abundante información en forma de ficha (clasificación del elemento, génesis, origen y propiedades en más de 60 campos). Entre nuestros próximos proyectos se encuentra iniciar la introducción de la información de cada roca o mineral junto a alguna foto de la pieza. Se trata de un trabajo lento y que puede prolongarse durante un considerable intervalo de tiempo, pero que resulta necesario para conocer el verdadero valor de nuestras colecciones.

En estos momentos, tan sólo una pequeña parte de la información sobre la colección se encuentra informatizada, mientras que el resto está disponible en forma de anotaciones junto a los ejemplares en las propias cajas de almacenamiento. Por otro lado, también se ha comenzado con el siglado de los minerales y las rocas, una tarea fundamental para evitar la mezcla o pérdida de información.

Los ejemplares de la primera colección que estuvo expuesta en los locales del Grupo Cultural sirvieron de punto de inicio para ordenar la tarea de catalogación del material. Puede consultarse una relación detallada de los ejemplares que formaron parte de esta exposición en Marín (1994).

El inventario de los yacimientos o afloramientos de interés mineralógico: Proyecto FOPALI

FOPALI es un proyecto iniciado en el año 2006 por iniciativa del MUPE y que, entre sus objetivos, pretende elaborar un inventario que permita conocer mejor el patrimonio geológico y paleontológico de la provincia de Alicante. Como novedad respecto a otros inventarios, se incorpora una valoración patrimonial de cada uno de los sitios o zonas de interés, lo que permite comparar la importancia de cada uno de ellos. El objetivo final es conocer qué es lo que da importancia a cada yacimiento o afloramiento y qué es lo que debe hacerse para tratar de protegerlo física y legalmente, es decir, FOPALI es concebido como una herramienta de gestión patrimonial.

Siendo el patrimonio mineralógico una parte del geológico, concierne también al Proyecto FOPALI el inventario de aquellos puntos o zonas de interés mineralógico de la provincia que son conocidos o puedan descubrirse fruto de las campañas de prospección sistemáticas que se están llevando a cabo.

En la actualidad se está finalizando FOPALI Alicante, en el que por primera vez se han inventariado varios puntos con interés geológico y mineralógico. Entre ellos el conocido afloramiento de celestinas ($SrSO_4$) de La Serreta Larga, incluido en rocas del Cretácico Prebético. Durante el año 2009, abordaremos este proyecto para la zona del Pantano

de Elche y del término municipal de Tibi en donde existen puntos o zonas de interés mineralógico.

La exposición permanente de minerales

Es para el MUPE un objetivo a medio plazo el poder disponer de una exposición permanente de minerales. La mineralogía es una parte importante de las Ciencias de la Tierra, que llama poderosamente la atención del público en general y que atraería a un grupo considerable de aficionados que hasta la fecha no se ven identificados con nuestra institución.

Con el espacio actual disponible en las instalaciones del MUPE, el planteamiento de una exposición permanente para la colección mineralógica no tiene una solución sencilla. La posición más realista pasaría por trasladar la actual ubicación del Museo a un espacio más amplio y adaptado que permitiera además tener todas las colecciones no expuestas (fondos museográficos) en un mismo espacio.

La cantidad y calidad de ejemplares disponibles en las colecciones permite abordar un proyecto expositivo que tendría reconocido éxito al ser la más importante exposición permanente de minerales abierta al público de toda la provincia.

ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN RELACIONADAS CON LAS COLECCIONES MINERALÓGICAS

Las actividades de difusión son una labor esencial que deben de cumplir todos los museos con el objetivo de transmitir la importancia de conocer y proteger nuestro patrimonio, en este caso mineralógico. Una exposición permanente –comentada en el punto anterior– es, desde luego, necesaria y debería ponerse en funcionamiento a corto plazo. De manera complementaria se están abordando otros proyectos de comunicación para nuestras colecciones mineralógicas tales como las exposiciones itinerantes, temporales y los puntos de exhibición.

Exposiciones itinerantes

Una mayor cantidad y variedad de público puede beneficiarse de las exposiciones de minerales cuando éstas son itinerantes.

Hasta la fecha, el GCPE-MUPE no ha realizado ninguna exposición de este tipo, aunque sí que se ha comenzado a trabajar en su diseño. Durante una primera fase se ha procedido a la selección de los ejemplares, a su siglado y a su preparación para el transporte. La temática elegida hace referencia a los colores en los minerales y presentaría varias vitrinas mostrando grupos de minerales con diferentes colores así como una pequeña selección de minerales de la provincia de Alicante. Durante una segunda fase se pretende abordar la edición de los textos, el fotografiado de los minerales y el diseño y maquetación de los paneles expositivos.

Esperamos que toda esta labor quede finalizada durante el 2009 para que de este modo pueda empezar a ofertarse a la mayor brevedad posible.

Exposiciones temporales

Las exposiciones temporales también constituyen una herramienta muy útil para potenciar las actividades de difusión de la mineralogía. La posibilidad de ofrecer al público información mineralógica, que periódicamente es renovada, supone un atractivo indudable que crea afición.

Las exposiciones temporales pueden instalarse tanto en el propio espacio del Museo destinado para ello como en otras salas o centros, y también en colaboración con otras instituciones.

La experiencia del GCPE en exposiciones temporales relacionadas con la mineralogía comienza en agosto de 1991, con la participación en la muestra "Geoexpo" celebrada en la casa de cultura de Guardamar del Segura. En ella, como especialistas en el tema, se expuso al visitante una colección de minerales de la provincia de Alicante.

Otra exposición temporal tuvo lugar en octubre-noviembre de 1992 en el Ateneo Pablo Iglesias. Bajo el título "Los Fósiles, un juego de la naturaleza" se aprovechó la ocasión para dar a conocer parte de las colecciones mineralógicas del grupo y así exponer una colección sistemática con unos 120 ejemplares de diferentes localidades.

En mayo de 1995, los profesores Pedro Juan Planelles y Fernando Albert promovieron el desarrollo de una exposición temporal de ciencias naturales en el colegio Luis Vives. Se aprovechó la ocasión para mostrar una pequeña colección mineralógica y para ofrecer dos charlas sobre minerales.

Del 25 de Abril al 30 de Mayo de 1997, y en colaboración con el Museo Escolar Agrícola de Pusol, la Asociación Tafae y el Ayuntamiento de Elche se organizó la exposición temporal "Evolución de la vida a través del tiempo" que tuvo lugar en el Aula Magna del Instituto de Bachillerato La Asunción de Nuestra Señora de Elche. Para dicha actividad se dedicaron tres vitrinas a la mineralogía en las que se generaron tres superficies que permitieron la exposición de elementos desde un punto de vista sistemático.

Con los mismos contenidos mineralógicos dicha exposición fue montada en la Universidad Privada CEU San Pablo durante diciembre de 1997 a enero de 1998 para la que se eligió el nombre de "Vida y Tiempo, primera exposición interactiva".

Por último, con motivo de la celebración de la feria Alicante Natura en el recinto Institución Ferial Alicantina (IFA) en diciembre de 2005, se expuso una pequeña muestra de minerales con el objetivo de difundir la variedad de colores en los mismos. Se contó con una vitrina y un poster explicativo y se tituló "Un mundo de color". Con el interés de generar atracción por esta ciencia y en definitiva potenciar la protección del patrimonio mineralógico, seguimos y seguiremos convocando nuevas muestras temporales.

Puntos de exhibición

El proyecto de acercar los minerales al público de una forma diferente puede abordarse con la colaboración del

pequeño comercio ilicitano. Resulta interesante la incorporación de elementos mineralógicos entre los escaparates de algunas tiendas como una forma de reclamo hacia la misma y hacia el propio elemento. Pretendemos poner en funcionamiento esta experiencia en breve, y para ello se cuenta con un conjunto de minerales de mayor tamaño que el habitual que destacan por su atractivo. De manera indirecta puede publicitarse la existencia del Museo Paleontológico mediante una vía alternativa, dando a conocer algunos elementos relevantes de nuestro patrimonio que pueden estar distribuidos por diferentes puntos de toda la ciudad.

Resulta relativamente frecuente, sobre todo en comercios relacionados con la joyería, la incorporación de minerales vistosos que aunque no están en venta favorecen el atractivo del producto que sí lo está. En otros puntos de la península conocemos algunos ejemplos interesantes en comercios de textil o incluso de alimentación que han apostado por esta línea de escaparatismo.

ACTIVIDADES DIDÁCTICAS RELACIONADAS CON LA MINERALOGÍA

El Museo Paleontológico de Elche dispone de una variada oferta didáctica relacionada con la geología y paleontología que abarca talleres como MUPEando, la Dinoteca o Talleres de Verano. Otras actividades como la "Noche en el Museo" o "A pedales en la máquina del tiempo" se realizan de forma más esporádica pero también se encuentran englobadas en el marco del Proyecto didacPAL. Además, las visitas guiadas con la participación en una excavación paleontológica posterior suelen ser del agrado de nuestro público más pequeño.

Talleres de mineralogía

Entre los talleres relacionados con la geología, los de mineralogía suelen ser fáciles de preparar y muy atractivos. Como punto de partida se cuenta con abundante material de escaso valor científico o museístico y que, sin embargo, permite desarrollar conceptos relacionados con la clasificación e identificación de los minerales. La dureza, el color de la raya, la exfoliación y las formas cristalográficas, son algunos de los campos que pueden abordarse de manera didáctica y directamente en contacto con el material mineralógico.

Los talleres de mineralogía no se han puesto en funcionamiento hasta la fecha en el MUPE, sin embargo, sí hemos dedicado cierto tiempo a la selección del material necesario para la realización de los mismos. La experiencia nos dice que aquellos talleres en los que se permite interaccionar intensamente con los elementos de los que se pretende aprender suelen ser bastante exitosos. Por este motivo, y dada la escasez –cada vez mayor– con la que se abordan los contenidos geológicos en los estudios preuniversitarios creemos conveniente considerar nuestra oferta como atractiva para ponerla en funcionamiento –a modo prueba– a lo largo del 2009.

Sin embargo, no se trata sólo de una actividad para los más pequeños; también propondremos talleres más especializados de reconocimiento de minerales y rocas en muestra de mano para estudiantes o profesionales que necesiten este conocimiento o sientan interés o atracción por esta disciplina.

Colecciones mineralógicas para colegios e institutos

Una utilización didáctica diferente a la planteada con los talleres de mineralogía, se basa en la creación de herramientas que permitan su uso de forma autónoma en colegios e institutos. Los centros de enseñanza deben de disponer de colecciones mineralógicas y geológicas que puedan ser consultadas durante las clases teóricas o según el propio interés de los alumnos. Estas colecciones pueden ser tan reducidas como una simple caja compartimentada con una serie de elementos seleccionados por su interés o mucho más completas y llamativas en función del espacio disponible y del objetivo que deban cumplir.

En esta línea, en marzo de 1999 el GCPE puso en funcionamiento la idea de las colecciones mineralógicas didácticas en colaboración con la Regidoria de Educación del Ayuntamiento de Elche (Fig. 7). De este modo, los centros que visitaron la exposición del Grupo Cultural en su antigua sede, recibieron una colección básica con sus explicaciones en un estuche de madera.

En la actualidad, la creación de colecciones mineralógicas para prácticas en centros de estudio sigue formando parte de la oferta del MUPE. Nuestra tienda dispone de colecciones básicas de tamaño reducido aunque también podemos diseñar aquellas otras más especializadas en el caso que así sea solicitado.

Fig. 7. Detalle de una pequeña colección de paleontología y mineralogía destinada a los colegios que visitaban la antigua sede del GCPE.

Excursiones mineralógicas

Las salidas de campo son la forma más atractiva de aprender y disfrutar de la mineralogía. La provincia de Alicante cuenta con innumerables sitios de interés en los que podrían desarrollarse este tipo de actividades, que por otro lado son activamente demandadas por muchos de nuestros socios. Sin embargo, la complejidad administrativa y legal que supone mover a un grupo de personas por el campo nos ha llevado en numerosas ocasiones a desestimar esta idea. A pesar de ello, creemos que en el futuro esto será posible, regulando en cada caso el tipo de actividad.

A lo largo de la historia del Grupo Cultural son varias las excursiones que se han organizado desde un punto de vista exclusivamente mineralógico. En ellas primaba, por encima de la visita a los afloramientos y de las explicaciones técnicas, la posibilidad de recogida de ejemplares. Esto es lo que desean realmente los demandantes de esta actividad: el contacto con la roca y la posibilidad de extraer alguna muestra con sus propias herramientas.

A este respecto, puede diferenciarse entre las excursiones que se realizan a canteras en donde la recogida de material mineralógico pueda estar justificado por la labor de recuperación que se realiza con ello y las excursiones mineralógicas que tienen como destino lugares en los que los ejemplares aparecen en superficie por erosión natural del terreno.

Algunas de las excursiones organizadas por el GCPE-MUPE en las que se ha incluido un apartado dedicado a la mineralogía son la de noviembre de 1999, en la que se visitó el Museo Geológico y Minero en Madrid, o la de abril del 2001, en la que aprovechando la visita a varios yacimientos paleontológicos de La Rioja se incluyó en la ruta el yacimiento de piritas de Valdeperillo.

La poco clara situación legal respecto a la inclusión del patrimonio mineralógico dentro de la normativa existente ha condicionado la organización de nuevas excursiones mineralógicas por parte de nuestra institución. No obstante, en la actualidad, el permiso de los dueños debería ser suficiente para realizar visitas a ciertas canteras con fines didácticos.

Charlas divulgativas

El desarrollo informático en materia de comunicación ha evolucionado mucho en los últimos años. Hoy en día prácticamente todas las clases docentes a nivel universitario suelen ser ofrecidas en formato de presentaciones de ordenador. Las posibilidades de estas herramientas son infinitas y permiten obtener resultados muy atractivos si se cuenta con una base y un material fotográfico de calidad. En este sentido, las charlas relacionadas con la mineralogía son un motor importante para la comunicación del patrimonio mineralógico de la provincia de Alicante, y aquí puede jugar un papel muy importante el material que se encuentra depositado en el MUPE.

Entre las charlas organizadas por el MUPE deben resaltarse las conferencias sobre mineralogía que se han ofrecido en varios colegios ilicitanos, coincidiendo con la celebración de las Semanas Culturales así como aquellas otras que han servido de marco inaugural para exposiciones temporales.

Publicaciones divulgativas

La edición de publicaciones más accesibles a la sociedad en general (rigurosidad pero simplicidad en el lenguaje, ejemplares gratuitos), suponen una herramienta de comunicación más eficaz que las revistas científicas. Algunas instituciones españolas que trabajan con el patrimonio natural, disponen de formatos tipo periódico en el que presentan de forma vistosa aquellas noticias más importantes relacionadas con su actividad (p. ej. "Periódico del Museo Nacional de Ciencias Naturales" o "Diario de los dinosaurios" de la Fundación Dinosaurios de Castilla y León).

Con este mismo objetivo, el MUPE promovió en el año 2005 la revista de divulgación científica Paleonatura. En el ejemplar nº 1 se destacaron las principales novedades del proyecto PALDES y de las excavaciones de mamíferos de la localidad de Crevillente. Entre otros pequeños espacios, se incorporó una nota de atención en relación a la mineralogía alicantina con el artículo "Buscando Oro en Alicante".

En estos momentos, se prepara la edición de un nuevo número, aunque aún no se ha decidido si será impreso o se reconvertirá en publicación electrónica, accesible desde la página web del Museo (www.cidarismpe.org).

ASPECTOS PATRIMONIALES Y NORMATIVOS

Coleccionismo de minerales

El número de aficionados y coleccionistas de minerales y rocas en España ha crecido de manera importante en los últimos años. Esta es una situación que puede comprobarse por el incremento de visitantes en las ferias y foros así como por el aumento de las mismas y de las páginas web que se dedican a la comercialización de ejemplares.

Mirete (1992) define un coleccionista como aquel que sobrepasa las cien especies minerales y destina una buena parte de su presupuesto anual a la adquisición de nuevos ejemplares ya sea mediante salidas al campo o por compra a comerciantes o mineros.

Todo esto implica que la existencia de un grupo importante de personas que se interesan por una parte de nuestro patrimonio natural y que realizan salidas al campo de manera incontrolada pueden ocasionar, a la larga, problemas de deterioro y conservación de los afloramientos mineralógicos. Esto es especialmente importante en aquellos lugares no afectados por actividades antrópicas. En estos casos parece aconsejable regular el acceso para actividades de prospección mineralógica.

Todo lo contrario puede decirse de aquellos lugares en los que existen explotaciones mineras o importantes

remociones de terreno (tales como canteras y obras civiles). En estos puntos debería abogarse por una labor de recuperación de material mineralógico que de otra forma se perdería para siempre. Existen escasos antecedentes a nivel nacional en los que la propia empresa minera participe en la recuperación de ejemplares de colección; sin embargo, la dedicación de un mínimo esfuerzo podría llevar a la generación de importantes colecciones que proporcionarían prestigio a las empresas además de permitir un beneficio económico directo relacionado con la comercialización de los ejemplares.

Los minerales y el patrimonio

En escasas situaciones se ha abordado de manera monográfica los aspectos normativos que hacen referencia al coleccionismo y la recogida de minerales y rocas en el campo (véase como ejemplo, ALONSO COUCE, 2006).

Nuestra Ley de Patrimonio Cultural Valenciano (Ley 7/2004), no contempla de manera directa los minerales como bienes muebles con interés patrimonial.

En el artículo 1.2. se dice que: *El patrimonio cultural valenciano está constituido por los bienes muebles e inmuebles de valor histórico, artístico, arquitectónico, arqueológico, paleontológico, etnológico, documental, bibliográfico, científico, técnico, o de cualquier otra naturaleza cultural* (...), por lo que de manera indirecta el patrimonio mineralógico podría quedar reflejado, al menos en lo que su interés científico se refiere. Si bien es cierto que algunas muestras mineralógicas de nuestro entorno podrían considerarse como de interés científico, resulta difícil precisar los límites exactos de este concepto, tarea que por otra parte resulta necesaria. Dado el caso de demostrarse dicho valor, tales elementos deberían entrar a formar parte del patrimonio cultural valenciano.

Por lo que respecta al resto de la ley, se demuestra que está claramente enfocada a otro tipo de bienes. No obstante, esto parece hasta razonable, teniendo en cuenta que los elementos geológicos pueden estar más cerca del patrimonio natural que del cultural. Prueba de la escasa relación del patrimonio geológico con nuestra ley de patrimonio cultural es que de la información generada en los proyectos FOPALI, tan sólo entran a formar parte del inventario de Consellería aquellos puntos o zonas relacionadas con la paleontología.

Según lo contemplado en la normativa de patrimonio cultural, conociendo al dueño del terreno y aplicando la legalidad vigente, lo más lógico es pensar que si el primero nos da su permiso, no existirá ningún riesgo legal en la recuperación de material mineralógico.

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Entre sus principios contempla la protección de la geodiversidad incluyendo en este caso de manera específica las rocas y los minerales. A pesar de ello, no todo elemento mineralógico será considerado patrimonio ya que debería tener cierto valor científico, cultural y/o educativo para poder explicar procesos de la vida o de la Tierra en el pasado. Determinar qué elementos poseen ese valor para poder determinar qué es o no patrimonio puede ser ciertamente largo y complicado. No obstante el valor educativo podría aplicarse a la mayoría de los elementos minerales que existen en la naturaleza.

Es por ello que resulta importante esperar con cautela a ver qué dicen las leyes autonómicas de patrimonio natural y biodiversidad en relación a la regulación respecto a la recogida de elementos en el campo (ALONSO, 2006).

La información generada a partir del inventario del patrimonio mineralógico de la provincia (Proyecto FOPALI) debería pasar a manos de la administración y de aquellos organismos encargados de la gestión del territorio. Como quiera que hasta la fecha, todos los proyectos FOPALI realizados han sido encargados por administraciones locales (ayuntamientos), resulta previsible que la información pueda incorporarse dentro de sus respectivos Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU). Esto supondría un importante avance respecto a la protección de los mismos.

Por otro lado, la situación dentro de espacios naturales debería tener su regulación propia gracias a la existencia de los Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG). Como antecedente importante a este respecto se encuentra el PRUG del Parque Natural del Alto Tajo en el que se permite la prospección y recolección de rocas con carácter lúdico o coleccionismo siempre que se realicen con medios manuales (ALONSO, 2006). Esto no significa que esta norma debiera hacerse extensible a todos los espacios naturales ya que lo que resulta más importante es conocer primero qué es lo que se tiene para poder después marcar –en función de su valoración– la norma más apropiada para su gestión a largo plazo.

La opinión de algunos expertos en el tema de recuperación de ejemplares mineralógicos resulta un tanto desconcertante al proponer que la recolección no siempre es una actividad lesiva para el entorno y que no se debe limitar cuando se realiza de forma amateur y con fines lúdicos o científicos (GARCÍA *et al*., 2008). En cualquier caso, nuestra opinión es que los ejemplares recuperados podrían poseer valor patrimonial, en cuyo caso la declaración y gestión de los mismos debería estar regulada.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso Couce, F. (2006). *El coleccionismo de fósiles y minerales. Legislación y propuestas.* VI Curso sobre Patrimonio Geológico: Cultura, Turismo y Medio Ambiente. Universidad Internacional del Mar. Moratalla (Murcia).

Dogv. (2004). *Ley 7/2004, de 19 de octubre, de modificación de la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano.* Núm. 4867.

Fierro Bandera, I. (2005). Buscando oro en Alicante. Paleonatura. R*evista de paleontología, desarrollo, naturaleza y ocio.* Nº 0, Diciembre, Elche.

García, G., Sanchis, J. M. y Ramos, I. (2008). Protección del Patrimonio en Linares. *Bocamina*, Nº 22, 14-29 pp.

Jordá Lledó, R. (2008). El patrimonio geológico y paleontológico como integrantes del medio natural: marco legal. En NAVARRO PEDREÑO, J. (Ed.): *Paleontología y Medio Ambiente*. CEE Limencop, S. L. pp. 61- 83.

Marín Ferrer, J. M. (1994). Crónica de una exposición. *Cidaris. Revista ilicitana de paleontología y mineralogía*, Vol. 3, Núm. 6, Julio.

Mirete Mayo, S. (1992). Minería de capricho. *Tierra y tecnología,* Núm. 3, 20-27 pp.

Vives Boix, F. (2005) Un nou museu a la ciutat. El Museu Paleontològic d'Elx. Rev. *La Rella*, 18: 229-239.

BREVE RESEÑA DE JESÚS E. CARACUEL

El profesor Jesús Esteban Caracuel Martín nació en Córdoba el 26 de diciembre de 1966. Obtuvo la licenciatura de Geología por la Universidad de Granada en julio de 1991, habiendo ya iniciado sus trabajos de investigación al haber podido disfrutar de varias becas de colaboración durante los últimos años de carrera. En enero del 1992 obtuvo una beca FPI del Ministerio de Educación y Ciencia lo que le permitió realizar una estancia en el Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences de la Universidad de Miami en Estados Unidos. En febrero de 1996, leyó su tesis doctoral titulada: "Asociaciones de megainvertebrados, evolución ecosedimentaria e interpretaciones ecoestratigráficas en umbrales epioceánicos del Tethys Occidental (Jurásico Superior)", dirigida por el profesor Federico Olóriz, obteniendo el premio extraordinario de doctorado de la Universidad de Granada de ese año. Seguidamente realizó una estancia post-doctoral en la Universitat degli Studi Perugia en Italia, regresando a España a finales de dicho año, e incorporándose a la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén donde permaneció 4 años, hasta su llegada a la Universidad de Alicante a comienzos del curso 2000-2001. En el año 2002 obtuvo la plaza de Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, fue nombrado Vicedecano de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ciencias y elegido miembro del claustro de la Universidad de Alicante.

Además de su extraordinaria labor docente en las Universidades de Granada, Jaén y Alicante, donde dejó profunda huella y un grato recuerdo entre sus alumnos, fue miembro de 11 sociedades científicas y miembro fundador de la comisión de informática de la Sociedad Española de Paleontología. Dirigió una tesis doctoral, tres Tesis de Licenciatura-Diploma de Estudios Avanzados (DEAs) y 12 trabajos fin de carrera. Dirigía el grupo de investigación de la Universidad de Alicante de "Cambios Paleoambientales", y esta tarea investigadora, se vio reflejada en la publicación de alrededor de 100 artículos, capítulos de libro y ediciones de libros. Presentó cerca de 70 comunicaciones a congresos y era asiduo ponente de conferencias y cursos de Paleontología. Como vicedecano puso en funcionamiento el programa de promoción de titulaciones y el de prácticas de campo de la Facultad de Ciencias, que posteriormente sirvió de ejemplo para otras facultades y escuelas de la Universidad de Alicante. Sin embargo lo más importante era su amabilidad, sentido del humor, su compañerismo y su gran capacidad de trabajo, del día a día, en la organización docente y la gestión de la investigación, muy difícil de cuantificar.

Jesús E. Caracuel vino del sur, a ocupar el espacio académico de la paleontología alicantina, vacío desde Daniel Jiménez de Cisneros, y lo ocupó tanto, y con tanto entusiasmo que nos conquistó a todos a los compañeros de departamento y de la Facultad, a los colegas del Museo Paleontológico de Elche, al equipo decanal de la Facultad de Ciencias del que formaba parte, a aficionados y profesionales. Era tremendamente responsable en todo lo que emprendía y de carácter dialogante, ayudando a unir los grupos de trabajo, lo que le llevaba a pecar de humildad respecto a sus logros. Era un excelente negociador porque

sin aparentar una postura fuerte obtenía el mejor resultado.
Su criterio científico, sólo era superado por su extrema generosidad, ¡tan escasa hoy en día!
Pero se fue, se fue en plena juventud, cuando los dioses quieren que se vayan los que se merecen quedar para siempre en nuestra memoria.

Y VINO DEL SUR. JESUS ESTEBAN CARACUEL MARTÍN

…compañero del alma, compañero.
Nuestro común amigo José Tent ya ha descrito su trabajo, su personalidad y sus grandes virtudes.
Desde nuestra Asociación y Museo, no insisto en su trabajo profesional, pero sí quiero dejar patente la impronta, la huella, que nos ha dejado.
Aún recuerdo su llegada a Alicante, y esas primeras Fiestas de Agosto que pasó con nosotros, "moros y cristianos" fuego y pólvora, aunque su mujer tenía miedo a esa pólvora, fue el principio de una amistad que ni la ausencia hará que se rompa y se olvide.
No tuve valor ni para ir a despedirte, seguro que me entiendes, para ciertas cosas soy un cobarde, ya me ha pasado con otro muy buen amigo.
A qué poco sabe algo más que una década de amistad sincera, a qué poco sabe. Pero siempre hemos aprovechado nuestros ratos y trabajos juntos, y sin pedir nada a cambio, qué raro es verlo hoy en día, qué amistad más sana, casi pecaminosa, mira que no esperar nada a cambio salvo que nos salieran bien las cosas, ves que raro.
Aún recuerdo el día de la inauguración de nuestro MUPE que tantos dolores de cabeza nos dio, rebosabas de orgullo, y eso fue en 2004, escasamente cuatro años desde tu venida del sur.
Por suerte o por desgracia, nunca se sabe, no soy muy diestro en el arte de expresión gramatical, seguro que en tan pocas líneas he cometido terribles atrocidades, por eso te dedico una poesía del gran poeta del pueblo Miguel Hernández, que me identifica contigo. Hasta siempre querido amigo.

ELEGIA

(En Orihuela, su pueblo y el mío, se me ha muerto como del rayo Ramón Sijé, con quien tanto quería.)

[...]
Un manotazo duro, un golpe helado,
un hachazo invisible y homicida,
un empujón brutal te ha derribado.

No hay extensión más grande que mi herida,
lloro mi desventura y sus conjuntos
y siento más tu muerte que mi vida.
[...]
A las aladas almas de las rosas
del almendro de nata te requiero,
que tenemos que hablar de muchas cosas,
compañero del alma, compañero.

(10 de enero de 1936) Miguel Hernández

MEMORIA DE ACT IVIDADES DEL GCPE-MUPE Y FUNDACIÓN CIDARIS

INTRODUCCIÓN

Circunstancias varias, han creado un tiempo sin que nuestra Revista Cidaris viera la luz. Ha vuelto a llegar el momento en que se intente normalizar la publicación, y esta vez llenando el hueco de la sección de mineralogía.
No obstante, durante este periodo el GCPE-MUPE no ha parado de generar actividades de toda índole que se intentarán plasmar a continuación de una forma resumida, intentando atestiguar que la mayoría de ellas son del máximo interés como herramientas, tanto docentes, como de investigación y protección de patrimonio.
En esta misma línea el GCPE-MUPE creó la Fundación Cidaris, estamento que en el futuro gestionará las actividades de la Asociación más las propias que genere la Fundación, y de esta forma complementará las carencias que como Asociación se presentaron en el pasado.

LAS ACTIVIDADES DEL GCPE-MUPE: DEL 2006 AL 2009

NUEVOS ACUERDOS Y CONVENIOS DEL GCPE-MUPE

El 10 de abril de 2006, se firmó un Convenio de Cooperación entre la Universidad de Alicante y el GCPE-MUPE, para la realización de prácticas formativas en nuestra institución. Esta es una firma de convenio específico que deriva de la firma del acuerdo marco original.

El 15 de junio de 2006, la Agencia Española de Cooperación Internacional, resuelve inscribir al GCPE-MUPE, en el Registro de Organizaciones no Gubernamentales de Desarrollo, ONGD.

El reconocimiento por parte de la AECID de inscribir al GCPE-MUPE como Organización no Gubernamental de Desarrollo, implica varios aspectos, primero el reconocer nuestra labor privada de interés para el desarrollo en pueblos con carencias. De este modo, basándonos en la riqueza cultural de esos pueblos en desarrollo, podremos realizar una serie de actividades que sirvan en definitiva para colaborar en la supervivencia de los mismos. Esta labor ha permitido el funcionamiento de proyectos como PALDES, en la República de Níger.

El 15 de junio de 2006, se firmó un Convenio Marco de Colaboración entre el GCPE-MUPE y la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Dicho acuerdo genérico ya está dando sus frutos de colaboración entre profesores de la UMH y nuestra entidad, así como la adecuación de prácticas de empresas con alumnos en nuestras instalaciones.

Foto 2.- Reunión de trabajo en el IRSH, Niamey.

El 27 de noviembre de 2006, se resuelve por mediación de la Concejalía de Bienestar Social del Ayuntamiento de Elche, dar de alta en el Registro Municipal de Entidades de Participación Ciudadana al GCPE-MUPE, con el número: 337/06.

Incorporarse a las Entidades de Participación Ciudadana, conlleva una serie de ventajas a la hora de opinar, y de poder recibir apoyos económicos, y un reconocimiento institucional a nuestra labor.

El 1 de enero de 2007, se firmó un Convenio de Colaboración entre la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel – Dinópolis del Gobierno de Aragón y el Museo Paleontológico de Elche, en relación al Proyecto PALDES y su campaña en Aderbissinat en 2006/2007.

El 30 de enero de 2007, se firmó en Niamey (República de Níger), un acuerdo de Cooperación Científica y Técnica entre la Universidad Abdou Moumouni de Niamey y el Museo Paleontológico de Elche.

Este acuerdo ha generado un marco de trabajo para la consecución de objetivos científicos en relación al patrimonio paleontológico nigerino y a la puesta en funcionamiento de actividades docentes (conferencias, cursos, formación de personal).

El 1 de marzo de 2007, se firmó un Convenio Marco de Colaboración entre la Entidad GCPE-MUPE y la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Dicho acuerdo se enmarca dentro del Proyecto Paldes, puesto que uno de los directores científicos pertenece a esta universidad.

El 8 de marzo de 2007, se firmó un convenio de Coproducción Audiovisual entre el GCPE-MUPE y CEDECOM (Centro para el desarrollo de la comunicación y la imagen, S.L.), referente al Proyecto PALDES.

Esta firma permitirá desarrollar documentales y videos promocionales en relación a nuestro proyecto de desarrollo en Níger.

El 26 de marzo de 2007, se firma un Convenio Marco de Colaboración entre el GCPE-MUPE y la entidad Río Safari, S.L.

Dicho convenio consistió en unir el esfuerzo de estos dos estamentos en la oferta de un paquete de visitas conjunto para ambas instituciones.

El 27 de abril de 2007, se firmó un convenio de cooperación en materia educativa entre el GCPE-MUPE y la Escuela Internacional de Protocolo y Relaciones Institucionales para la realización de prácticas formativas, aplicándose

PROYECTO PALDES
PALEONTOLOGÍA + DESARROLLO

Foto 1.- Logo Paldes - PALeontología para el DESarrollo.

dicha formación entre el 22 de mayo y el 22 de agosto y entre el 17 de septiembre al 23 de noviembre, ambas en 2007.

El 5 de mayo de 2007 se firmó un convenio de colaboración entre el GCPE-MUPE y Naturexpo del Gela-Grupo Entomológico de Alicante.

Este convenio de colaboración ha sido firmado para trabajar conjuntamente en exposiciones itinerantes o de otras características, relacionadas con la entomología y la paleoentomología.

El 30 de mayo de 2007, se firmó un Convenio Específico para la producción de un documental

Foto 3.- El equipo de CEDECOM en pleno trabajo de tomas para la producción del futuro documental.

promocional del Museo Paleontológico de Elche, entre el GCPE-MUPE y La Bisagra S.L.U. La idea de desarrollar un formato diferente en el que quedaría plasmada la actividad del MUPE, tanto docente como científica, nos pareció atractiva aunque nunca se llevó a término.

El 13 de junio de 2007, se firmó un convenio entre l'Ajuntament d'Elx y el Grupo Cultural Paleontológico de Elche – Museo Paleontológico de Elche sobre la cesión de uso de inmueble. Este convenio permitió permutar nuestra antigua sede de Avda. Corts Valencianes, núm. 5 por dos aulas de propiedad municipal situadas en la Partida Llano de San José, Pol. 2 nº 239 (antiguas escuelas unitarias) y de aproximadamente 171 m^2 .

Foto 4.- Firma del convenio entre la Escuela Oficial de Protocolo y Relaciones Institucionales y el GCPE-MUPE.

Foto 5.- Firma del convenio entra el Grupo Entomológico de Alicante GELA, y el GCPE-MUPE.

Foto 6.- Firma del Convenio específico entre el GCPE-MUPE y La Bisagra S.L.U.

Estos locales son hoy día utilizados para almacenar, catalogar e investigar parte de los fondos paleontológicos y mineralógicos que posee el GCPE-MUPE, al igual que como laboratorio de preparación.

El 28 de junio de 2007, se firma un Convenio Marco de Colaboración entre la Universitat de Valencia. Estudi General y el GCPE-MUPE.

A partir de ese momento se han abierto diversas opciones de trabajos conjuntos de los que ya se han desarrollado actividades de prácticas de empresa y colaboraciones en proyectos científicos.

El 11 de diciembre de 2007, se firmó un acuerdo de colaboración basado en el Proyecto PALDES, entre el "Grupo Cultural Paleontológico de Elche – Museo Paleontológico de Elche y el Museo Braunschweig de Alemania".

Este acuerdo ha permitido la investigación conjunta de los restos

Foto 7.- Firma del Convenio Marco de Colaboración entre la Universidad de Valencia, Estudi General y el GCPE-MUPE.

de varios dinosaurios saurópodos del Jurásico Medio pertenecientes a la misma especie y que finalmente puede considerarse como un nuevo ejemplar para la ciencia: *Spinophorosaurus nigerensis*. Ejemplar cuyo holotipo se encuentra en el Museo Paleontológico de Elche desde verano de 2007.

El 24 de febrero de 2009, se volvió a firmar el Convenio de Colaboración entre L'Institut de Cultura de l'Ajuntament d'Elx y la Asociación GCPE-MUPE (convenio que se firma anualmente).

El 25 de mayo de 2009, se firmó un convenio de colaboración entre la Fundación Cajamurcia y el GCPE-MUPE. Acuerdo de colaboración para poder obtener fondos y adquirir materiales (en este caso gafas poralizadas para visualizar imágenes 3D) y de esta forma cumplir un servicio docente y social imprescindible dentro de las propias instalaciones del MUPE.

Foto. 8.- Firma del acuerdo de colaboración basado en el Proyecto PALDES, entre el GCPE-MUPE y el Museo Braunschweig de Alemania.

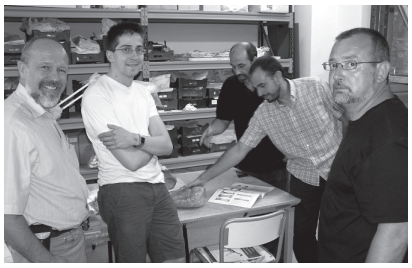


Foto 9.- Miembros de los equipos españoles y alemanes en los laboratorios del MUPE, revisando el material de dinosaurio de Azenak (Níger).

ACUERDOS Y CONVENIOS DE LA FUNDACIÓN CIDARIS

La Fundación Cidaris fue constituida con fecha 02/01/2007 mediante escritura pública número 1 de su protocolo, ante el notario del Ilustre Colegio de Valencia Don Francisco José Tornel López, constando su inscripción en el Registro de Fundaciones del Departamento por el Orden Ministerial de 31/05/2007 siendo el número 767 el asignado al índice cronológico para esta Fundación en el citado Registro.

La Fundación Cidaris, ha sido creada por el Grupo Cultural Paleontológico de Elche – Museo Paleontológico de Elche, con el fin de cubrir un espacio legal en la ley de mecenazgo, y para la gestión unitaria de la Asociación, en definitiva una herramienta de trabajo más ágil y con una mejor situación legislativa que la de asociaciones.

El 17 de diciembre de 2007, se firmó un Convenio Marco de Colaboración entre la Fundación Cidaris y la Fundación Creatia. Este acuerdo implica fundamentalmente una amplia oferta de actividades relativas al patrimonio geopaleontológico directamente relacionado con los municipios de la Provincia de Alicante y dentro del proyecto FOPALI (Fósiles y Patrimonio de Alicante) que se describe posteriormente.

PROYECTOS EMORGA

Durante los años 2006, 2007 y 2008, el Grupo Cultural Paleontológico de Elche – Museo Paleontológico de Elche y la Fundación Cidaris, han solicitado y recibido subvenciones del SERVEF (Servici Valencià d'Ocupació i Formació). Dichas subvenciones se encuadrarían dentro del Programa EMORGA para la realización de obras y servicios de interés general y social, en sus correspondientes números de expedientes.

Los Proyectos Emorga han sido de especial importancia en el marco de la gestión de nuestro museo ya que han permitido disponer del equipo necesario de personas que han realizado tareas de conservación, investigación y comunicación. En todos los años se han intervenido yacimientos paleontológicos de la provincia, se han preparado elementos de las colecciones y se han desarrollado importantes herramientas de valoración e inventariado de nuestro patrimonio geológico y paleontológico. Por lo que respecta a la comunicación también se ha creado un importante abanico de actividades didácticas para todo tipo de público.

I.- ACTIVIDADES CIENTÍFICAS - PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

- FOPALI

Entre las prioridades del Museo Paleontológico de Elche y de la Fundación Cidaris se encuentra la conservación del patrimonio geológico y paleontológico de nuestro entorno geográfico más próximo. Desde el inicio de sus actividades se han llevado a cabo numerosas intervenciones en este sentido: inventarios de yacimientos y colecciones, prospecciones y excavaciones, exposiciones temporales y permanentes, colaboraciones con instituciones públicas y privadas.

En 2006, ante la necesidad de coordinar todas estas actividades, dotarlas de un contenido teórico y desarrollar protocolos de actuación eficaces, se diseña **FOPALI (Fósiles y Patrimonio de Alicante)**, un proyecto amplio y ambicioso cuyo principal objetivo es la documentación, inventariado, valoración, protección, gestión y divulgación del patrimonio geológico y paleontológico de la provincia de Alicante.

A lo largo de los últimos dos años, se han llevado a cabo diversas actuaciones en el marco del Proyecto FOPALI que han sido muy útiles para la calibración y puesta a punto de la metodología de inventario y valoración.

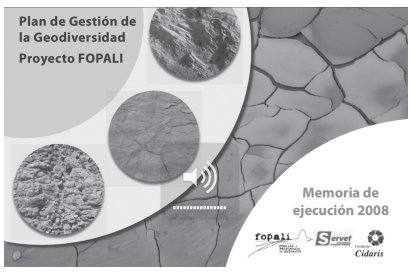


Foto 10.- Portada de la memoria.

Para continuar con el desarrollo del Proyecto FOPALI, la Fundación Cidaris en 2008 solicitó una subvención al Servicio Valenciano de Empleo y Formación (SERVEF) que fue aprobada denominándose **Plan de Gestión de la Geodiversidad: Proyecto FOPALI.**

El trabajo realizado puede clasificarse en tres grandes grupos:

Desarrollos teóricos . El Proyecto FOPALI posee una importante carga teórica, sobre todo en los aspectos relacionados con la información que se considera relevante a la hora de elaborar un inventario de puntos de interés, en la selección de criterios de valoración patrimonial, en su baremación, etc.

Proyectos . Cualquier intervención patrimonial requiere la realización de un proyecto técnico en el que se exponga con detalle el objeto de la intervención, la metodología y los objetivos que se persiguen. En el marco del proyecto FOPALI se han desarrollado diferentes proyectos técnicos para intervenir en varias zonas de la provincia.

Ejecución de proyectos. Hasta la fecha se ha realizado diferentes intervenciones de documentación, inventario y valoración del patrimonio de nuestra provincia, siempre en contacto directo con las administraciones públicas locales que han mostrado un enorme interés en este punto. En el término municipal de Elche, se ha trabajado en dos importantes zonas: el Paraje Natural Municipal del Clot de Galvany y el Pantano de Elche. También se ha realizado la documentación, inventario y valoración del patrimonio geopaleontológico del término municipal de Alicante y en este momento se está procediendo a la documentación del patrimonio del término municipal de Tibi para lo cual se cuenta con un permiso de prospección.

La estructura del Proyecto FOPALI. La gran envergadura del Proyecto FOPALI condiciona su desarrollo en forma de actuaciones concretas, circunscritas a una determinada área geográfica (términos municipales, parques naturales, parajes protegidos, etc). Sólo de esta manera se puede ir completando poco a poco, como en un gran mosaico, el conocimiento y la valoración del patrimonio alicantino.

Dentro de cada actuación, hemos distinguido tres programas, dedicado cada uno de ellos a uno de los objetivos generales del Proyecto FOPALI:

Programa infoGEOPAL, dedicado a la documentación e inventariado informatizado de yacimientos, zonas y sitios de interés tanto geológicos como paleontológicos.

Programa GEOPAL, dirigido a la valoración patrimonial de los lugares de interés recogidos en el inventario.

Programa GEOPALgest, destinado al desarrollo de propuestas de gestión y puesta en valor de los puntos seleccionados.

De este modo, cada actuación emprendida puede ser desarrollada independientemente, y la suma de actuaciones, con el tiempo, permitirán ir completando el Proyecto FOPALI.

- CR2

El GCPE-MUPE, codirige junto a la Universidad de Valencia las campañas de investigación de mamíferos y otros vertebrados en el yacimiento de Crevillente 2 desde el año 2005. Desde ese año hasta la actualidad, se ha realizado una campaña anual, consistente en excavación sistemática, tanto para macrovertebrados, como la del 2008 que se realizó alternando la de macro, con una de microvertebrados. Durante estas campañas, se ha recuperado gran número de elementos principalmente de mamíferos, pero nuestros esfuerzos se han enfocado en la recuperación de los restos de varios mastodontes. Los equipos de excavación a parte de los profesionales, se nutre y admite el voluntariado, que normalmente suelen ser socios del GCPE-MUPE y la Fundación Cidaris, pero también de otros estamentos, tanto públicos como privados, y aprovechando estas líneas, os invitamos a participar no solo en esta excavación, si no en otras similares y otras actividades que solemos realizar a lo largo del todo el año.

- PALDES

En enero de 2007 y dentro del Proyecto PALDES (Paleontología para el Desarrollo en Níger), se logró recuperar el esqueleto prácticamente completo de un dinosaurio saurópodo en el centro de Níger. Los restos de este ejemplar se empezaron a preparar gracias

Foto 11.- Campaña de microvertebrados.

Foto 12.- Campaña de macrovertebrados.

Foto 13.- Esqueleto de dinosaurio saurópodo que se consiguió extraer y de esta forma proteger contra el expolio que venía siendo sometido en Azenak (Agadez, República de Níger).

a la financiación del programa EMORGA del año 2007-2008 y también en parte por la ayuda recibida de la AECID (2008), pero la gran cantidad de elementos (13 cajas y más de 150 huesos de gran tamaño) todavía hacen necesaria hoy la continuación del trabajo en el laboratorio.

Durante estos años incluyendo el 2009 que ya no obtuvo subvención de continuidad por parte de ningún estamento público o privado, solo ha sido financiado en parte por la Fundación Cidaris.

Para los que no conozcan el PROYECTO PALDES (PALeontología y DESarrollo), se basa en una actuación de desarrollo en la República de Níger, más concretamente en la comuna rural de Aderbissinat en Agadez, este proyecto se inició a finales de 2003 y primeros días de 2004, hasta la última actuación que se realizó en noviembre de 2008.

Básicamente se estructura de la siguiente forma.

A partir de los yacimientos y como consecuencia de la riqueza paleontológica de la zona, proponemos un Proyecto de Turismo de Calidad, de Turismo Cultural, de Turismo sostenible, de Ecoturismo. La protección y gestión del patrimonio cultural y natural y su revalorización turística, son una palanca y un incentivo para el desarrollo sostenible y la lucha contra la pobreza, por lo que una vez finalizado el Proyecto PALDES y excluidas las empresas organizadoras, los principales actores del turismo serán los propios habitantes del desierto.

Uno de los objetivos principales ha sido el levantar una infraestructura museística (obra de un Museo de Paleontología financiado íntegramente por la Fundación Juan Perán Pikolinos), integrada en un conjunto de servicios en la zona de Tadibene (Dispensario, Escuela Nómada). Con un 80% de analfabetos, Níger es un desafío para la conciencia, siendo otra de nuestras propuestas la educación. Es sin duda la mejor inversión para el desarrollo, pero también entran en nuestra propuesta el "agua" y el "agropastoralismo", ya que el lento e inexorable avance del desierto hace que se tambalee su economía tradicional y se provoque un flujo migratorio. El abandono de la economía tradicional y el flujo migratorio facilitan el avance del desierto y sin el agua nada es posible, por eso en esta última fase el devolver actividad y vida a los pozos es indispensable, y crear el turismo de calidad con todo lo que ello conlleva, provocaría que el flujo migratorio cuanto menos disminuya, si no lo evita del todo.

Los participantes científicos que durante estos años han trabajado en el proyecto, son o han sido: Fundación Conjunto Paleontológica de Teruel – Dinópolis, Universidad de Alicante, Laboratorio de Historia Natural da Batalha, Universidad Autónoma de Madrid, Museo de Las Ciencias de Castilla-La Mancha, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Museu Mineralógico e Geológico de Lisboa, Natural History of Los Ángeles County y Universidad Miguel Hernández de Elche, todos ellos coordinados por el GCPE-MUPE y la Fundación Cidaris.

Foto 14.- El equipo completo en la campaña 2007.

Foto 15.- Becarios del IRSH adquiriendo experiencia con nuestros especialistas.

Foto 16.- En el yacimiento de Tadibene, escavando un terópodo.

Foto 17.- En el yacimiento que nosotros denominamos kilómetro 5, donde descubrimos parte de una cola de Jobaria entre otros elementos.

PROYECTO ICTIO y el Patrimonio Paleoictiológico Murciano

Las cuencas neógenas postorogénicas que se presentan en la Región de Murcia poseen un registro estratigráfico excepcional que ha proporcionado un conjunto de yacimientos paleontológicos de conservación excepcional. Durante los años 2007, 2008 y 2009 se han realizado estas campañas por encargo de la Consejería de Cultura y Turismo, Dirección General de Bellas Arte y Bienes Culturales de la Región de Murcia con el objetivo de documentar la importancia paleontológica y la extensión de diferentes yacimientos paleoicnológicos del territorio murciano.

Partiendo de la información existente sobre la presencia de restos de peces fósiles en las cuencas de Lorca, Fortuna y Cartagena, el Proyecto ICTIO se ha centrado en realizar un muestreo sistemático en las zonas conocidas con el objetivo de precisar la información estratigráfica relacionada con los niveles fosilíferos. Para cada afloramiento estudiado se ha proporcionado una columna estratigráfica de detalle en la que se precisa la posición en la que pueden encontrarse los restos y se ha recuperado abundante material paleontológico que formará parte de los fondos del Museo Paleontológico de Torrepacheco.

Una parte importante del trabajo desarrollado también ha estado relacionado con la delimitación geográfica de los afloramientos. Toda esta información permitirá avalar la declaración de los yacimientos paleontológicos como Bien de Interés Cultural (BIC).

Foto 18.- Muestreo en uno de los niveles laminíticos.

II.- PROYECTOS DE CONSERVACIÓN

Tal como se ha comentado con anterioridad, el Museo Paleontológico de Elche viene desarrollando campañas de investigación en uno de los yacimientos con restos de vertebrados miocenos más importantes de la provincia de Alicante (Crevillente 2) y en una de las zonas más interesantes con restos de dinosaurios de Níger (Tiguidit y Azenak). Resultados de estas actuaciones son la recuperación de numerosos fósiles con gran valor científico y divulgativo. El trabajo realizado por parte de los técnicos del museo en materia de excavación y preparación fósil pone de manifiesto la importante labor de conservación del patrimonio paleontológico que se está desarrollando. Parte de las piezas preparadas pasarán a formar parte de las colecciones museográficas del MUPE, siendo el punto de partida de futuras investigaciones y proyectos de divulgación.

A pesar de toda esta trayectoria, hay que resaltar que son realmente escasas las líneas de financiación con las que el MUPE ha contado y cuenta para realizar esta importante tarea: la conservación de las colecciones y del patrimonio cultural y natural más antiguo que se conoce de la provincia de Alicante.

Estas labores del laboratorio de preparación fósil y conservación incluyen la limpieza, consolidación, unión, reintegración volumétrica y cromática, protección final y seguimiento y control de los diferentes elementos, tanto de las campañas anteriormente mencionadas como de los propios fondos museísticos.

Foto 19.- Preparación, limpieza, consolidación, de un elemento fósil.

Foto 20.- Resultado final.

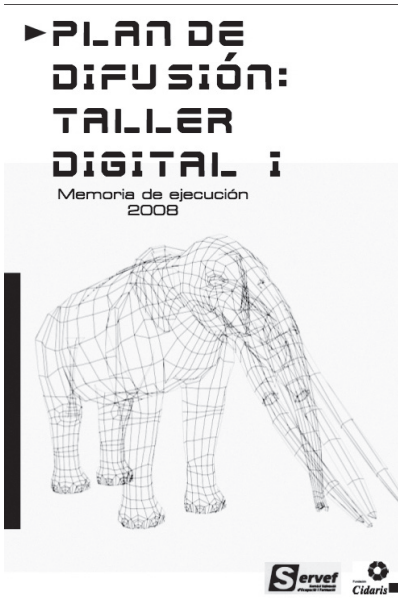
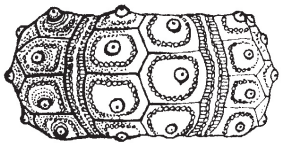


Foto 21.- Portada de la memoria.

III.- PROYECTOS DE COMUNICACIÓN

Taller Digital: Plan de difusión
Desde sus comienzos el Museo Paleontológico de Elche (MUPE) ha apostado por las nuevas tecnologías (existen memorias del anteproyecto de diseño del MUPE en las que se dotaba al museo de sistemas de alta tecnología como sensores, escanners, etc).
Gracias a la unión de estas tecnologías con los contenidos didácticos que se imparten desde el propio Museo, los escolares de diferentes niveles educativos pueden ver (literalmente) cómo eran los seres vivos del pasado, sus hábitats y sus comportamientos, con los evidentes beneficios pedagógicos que ello supone.
Actualmente se puede visitar en las instalaciones del MUPE, tres proyecciones 3D de realidad virtual.



PROYECTO DIDACPAL: ACTIVIDADES DE COMUNICACIÓN, Y DIFUSIÓN DEL PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE ALICANTE

El Proyecto didacPal extiende sus intereses en tres campos muy relacionados.
1.- Programa de diseño gráfico. Su propósito es dotar al Museo y todas sus actividades de una imagen pública atractiva en forma de logotipos, diseños de presentaciones, folletos y publicaciones.
2.- Programa docente. Destinado a la realización de cursos, talleres, visitas guiadas, etc. con escolares de diferentes niveles educativos.
3.- Programa didáctico. Su objetivo es el diseño de materiales curriculares en torno a la paleontología, así como de otros elementos de difusión como catálogos, folletos o guías.

TALLER DE VERANO DE PALEONTOLOGÍA

Dentro del Proyecto didacPAL y en continuidad con las actividades de difusión de la paleontología que desde hace varios veranos vienen desarrollándose en el MUPE, se siguen planteando las nuevas ediciones de los Talleres de Verano de Paleontología.
La experiencia de ediciones anteriores ha hecho que nuevas actividades fueran consolidándola y donde la participación directa de los niños se ha hecho todavía más patente gracias al desarrollo de talleres más interactivos.
Así, durante el mes de julio de varios años consecutivos se ha realizado el Taller de Verano. Esta actividad también ha sido "exportada" a otras localidades como Tibi donde se realizó durante julio de 2008.

ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES: LA DINOTECA

Durante el año 2007 y dentro del marco de trabajo del proyecto didacPAL, se desarrolló una propuesta didáctica específica para los centros escolares de primaria en forma de actividad extraescolar: "Dinoteca. Conociendo a los dinosaurios".
Con posterioridad se han revisado los contenidos y actividades de la Dinoteca para actualizar la información científica, mejorar los talleres y ofertarla para próximos cursos académicos.
El resultado final ha sido fruto del trabajo coordinado de un equipo multidisciplinar de técnicos en educación ambiental, paleontólogos y diseñadores, quienes durante todo el proceso de definición y diseño plantearon multitud de propuestas, todas ellas discutidas, matizadas y concretadas.

Foto 22.- Actividades con niños en el Taller de Verano.

LAS MANOS QUE VEN

Entre los objetivos e intereses del Proyecto didacPAL se encuentra la atención a la diversidad y a las personas con necesidades educativas especiales.
En este contexto, se ha desarrollado un taller dirigido a invidentes y personas con problemas de visión al que hemos denominado "Las manos que ven", y cuyo interés principal es facilitar el acceso a la cultura científica en general y a la geología y la paleontología en particular.

A PEDALES EN LA MÁQUINA DEL TIEMPO

El sábado 18 de Octubre de 2008 el MUPE organizó una excursión geológica en bicicleta por el tramo de la Vía Verde que tiene su origen en el apeadero de la estación de ferrocarril de Agost y su fin en las faldas del Maigmó con unos 22 km de recorrido. A esta actividad se le denominó "A pedales en la máquina del tiempo".

A la excursión asistieron 14 personas procedentes de Elche, Agost, Tibi y Gandía, la gran mayoría de las cuales tenían una amplia experiencia en rutas en bicicleta, perteneciendo, muchos de ellos, a grupos de ciclistas de Elche. Fue dirigida por dos monitoras con experiencia en didáctica de la paleontología y deportes al aire libre.
El itinerario transcurre por los términos de Petrer, Agost y Tibi, salvando un desnivel de unos 400 metros y atravesando seis túneles.
Al comienzo de la ruta, la monitora geóloga del MUPE impartió una breve charla sobre la historia de la Tierra y los procesos acaecidos en la provincia de Alicante, responsables del paisaje geológico que observamos hoy en día en esta zona.
A lo largo de la ruta se realizaron 8 paradas donde se comentaron diferentes aspectos de la geología y pudieron contemplarse diferentes materiales y estructuras geológicas.

Foto 23.- Actividades geológicas en bicicleta en las faldas del Maigmó.

MUPEMayores

El Proyecto didacPAL aspira a difundir conocimientos geológicos y paleontológicos a todo tipo de público. Uno de los colectivos a los que hemos dirigido nuestra atención en la presente actuación es el de las personas mayores.
Para ellos, y en colaboración con la Concejalía de Bienestar Social del Ayuntamiento de Elche, se desarrolló un programa de visitas guiadas: MUPEMayores.

Así, MUPEMayores ofertó un programa gratuito compuesto por una visita guiada a la exposición permanente del Museo y la proyección de un documental sobre la historia de la vida en la Tierra.

VISITAS GUIADAS PARA ESCOLARES

Como ocurre en muchos otros museos, los grupos escolares constituyen una parte muy importante del total de las visitas al MUPE.
Así, desde su inauguración han existido visitas guiadas por personal del Museo. Durante los últimos años se ha decidido organizar más eficazmente esta actividad, desarrollando un programa específico de visitas para escolares, dotado de contenidos propios y que fuera más allá de un recorrido comentado por las salas del Museo.
Además, se ofrece la posibilidad de complementar la visita con otras actividades:
Taller de marionetas. Elaboración de marionetas con forma de dinosaurio en el áula didáctica del MUPE.

Foto 24.- Taller de Marionetas, dentro de las actividades de las visitas guiadas en el MUPE.

Taller de excavación. Iniciación a la práctica de la paleontología, con una simulación de una excavación y reconocimiento de fósiles en el aula didáctica del MUPE.

Ecosistema virtual. Proyección 3D de una reconstrucción de un paleoambiente del pasado.

Las combinaciones son múltiples: se puede realizar únicamente la visita guiada, o bien la visita más alguna de las actividades o la visita más dos actividades cualesquiera.

MUPEando

Otra de las actividades desarrolladas en el marco del Proyecto didacPAL es la que hemos denominado "MUPEando".

Su objetivo es diseñar y desarrollar talleres y actividades la mañana de los sábados en las instalaciones del MUPE. Están dirigidos a escolares entre 6 y 12 años y su duración prevista abarca todo el curso académico.

En conjunto, son 15 sesiones, cinco por trimestre.

Cada sesión está planteada como una sucesión de juegos y talleres donde se combinan la diversión y el aprendizaje.

CATÁLOGO DE LA EXPOSICIÓN PERMANENTE

Desde 2006 el Museo Paleontológico de Elche tiene entre sus prioridades la elaboración de un catálogo-guía de la exposición permanente del Museo Paleontológico de Elche, en el que se proporcionará al visitante información sobre los contenidos de la exposición complementaria a la ya existente en sala, destacando aquellos elementos más representativos de cada edad geológica. A ellos se dedicará una parte importante del catálogo, ofreciendo una abundante documentación gráfica y científica sobre cada ejemplar.

CIPA Abanilla

El viernes 26 de junio a las 10:30 de la mañana se inauguró el Centro de Interpretación Paleontológico de Abanilla (CIPA) del Yacimiento de Quibas situado en el Auditorio Municipal. Al acto asistieron, entre otras personalidades, el Director General de Bellas Artes y Bienes Culturales de la Región de Murcia.

La iniciativa de crear el Centro de Interpretación del Yacimiento Paleontológico de la Sierra de Quibas surgió del Ayuntamiento de Abanilla ante la necesidad de divulgar el importante valor patrimonial que contiene dicho yacimiento. La Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales, organismo competente en materia de patrimonio paleonto-

Foto 25.- Inauguración del Centro de Interpretación del Yacimiento Paleontológico de la Sierra de Quibas (Abanilla).

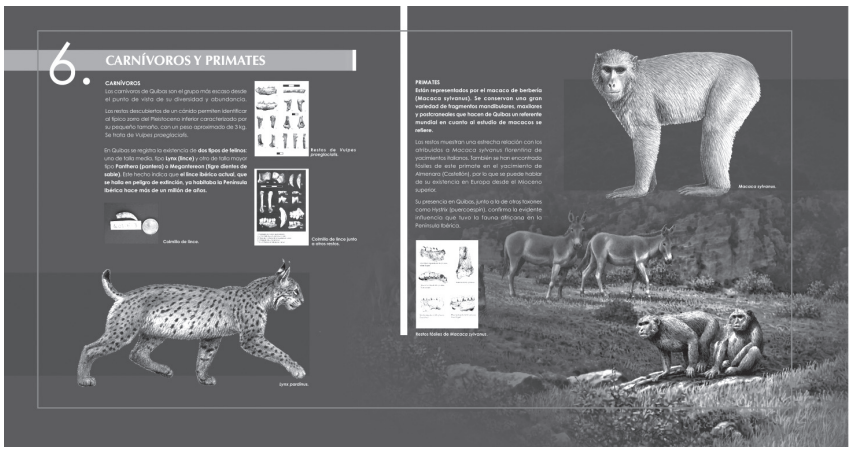


Foto 26.- Uno de los carteles del Centro.

lógico en la Región de Murcia, ha financiado prácticamente en su totalidad la creación de este centro orientado a divulgar las principales características del yacimiento y del material fósil descubierto hasta la fecha.

La Fundación Cidaris opto a presentar una memoria de anteproyecto y guión científico como oferta para el concurso público, siendo la empresa elegida para llevar acabo dichas infraestructuras.

El espacio dedicado al yacimiento se localiza en la antesala del propio Auditorio, siendo un lugar de paso obligado.

En cuanto a los contenidos, el centro cuenta con seis paneles explicativos con imágenes y textos de fácil lectura que facilitan la interpretación del yacimiento (situación, génesis, geología, metodología y equipo de trabajo, lista faunística, etc.). Así mismo, se han instalado un total de ocho vitrinas que albergan las réplicas de los fósiles más representativos recuperados durante las últimas seis campañas de excavación. Por último, un audiovisual recrea el entorno de la Sierra de Quibas de hace aproximadamente un millón de años, con la fauna y la flora presentes en la zona.

Sin entrar en detalles, lo mejor es ir a Abanilla, visitar el Centro personalmente y disfrutar de su contenido.

PUBLICACIONES

Durante los últimos años son varias las publicaciones científicas en las que el equipo del MUPE ha participado. Entre ellas destacan las relacionadas con el patrimonio geológico y paleontológico de nuestra provincia y la Región de Murcia así como sobre la difusión de nuestras actividades didácticas. Sin embargo, consideramos que después de dos años de trabajo de investigación la publicación de la nueva especie de dinosaurio asociada al proyecto PALDES es la noticia más relevante.

El nuevo dinosaurio descubierto en Níger es una de las evidencias más completas de saurópodos primitivos y la primera que se encuentra en África. Hasta el momento, la información sobre el origen de los saurópodos procedía fundamentalmente del registro chino, apoyada por algunos restos fragmentarios en América del Sur y la India. Pero, hasta el momento, no existían referencias en la costa norte de los continentes del Sur. *Spinophorosaurus nigerensis* ("el saurio portador de espinas de Níger"), como se ha bautizado a éste dinosaurio, es una forma sorprendentemente primitiva que aporta datos sobre la distribución de estos dinosaurios durante los primeros momentos de la fragmentación del supercontinente Pangea.

Los primeros restos de *Spinophorosaurus* fueron extraídos en 2006, durante las actividades de prospección del proyecto PALDES (Paleontología para el Desarrollo en Níger) en una zona al sur de Agadez (centro de Níger) en la Comunidad rural de Aderbissinat. Poco después, un grupo de trabajo del Museo de Historia Natural de Braunschweig, rescataba los restos de un segundo ejemplar. La relevancia de ambos ejemplares fue evidente desde los primeros momentos. Las características anatómicas de los ejemplares y el contexto geológico en el que se encontraban no eran las esperadas, combinándose la presencia de un dinosaurio muy primitivo con evidencias de que los niveles que lo contienen son mucho más antiguos de lo previsto. Las rocas que contienen los restos del nuevo dinosaurio podrían pertenecer al Jurásico Medio (hace unos 170 millones de años) y, hasta ese momento, no

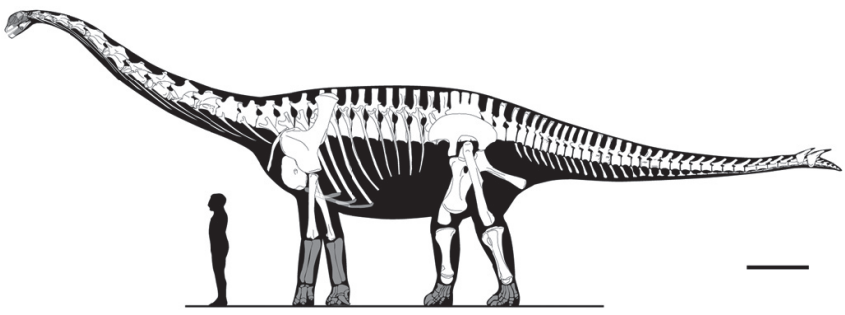


Foto 27.- Spinophorosaurus nigerensis*, reconstrucción del esqueleto.*

existían este tipo de saurópodos en esta parte del mundo.
Además, los restos de *Spinophorosaurus* estaban muy completos. Mientras se conocen centenares de ejemplares del grupo en el Jurásico Superior y el Cretácico de todo el mundo, son muy escasos los restos más antiguos. De forma excepcional, el ejemplar preparado en Elche representa un animal de tamaño medio (casi 13 metros de longitud) que conserva toda su columna vertebral, incluyendo buena parte del cráneo, y restos de las extremidades. Esto ha permitido proponer con mucha precisión las relaciones de parentesco del animal y reconocer también algunos de los caracteres que permiten identificarlo como una nueva especie. En este sentido, alguno de los más evidentes se localizan en su larga cola, dotada de una potente estructura ósea y probablemente asociada a las espinas dérmicas que le dan nombre.

Patrimonio y solidaridad. Pero además de su contenido científico, la descripción de *Spinophorosarus* es también importante para los objetivos de promoción del patrimonio paleontológico de Níger que persigue el Proyecto PALDES (Paleontología para el Desarrollo en Níger). Este proyecto agrupa desde 2003 a una serie de instituciones científicas y sociales que pretenden combinar la investigación y la gestión patrimonial de los yacimientos mesozoicos al sur de Agadez, con un programa de desarrollo regional. La riqueza del patrimonio paleontológico local queda subrayada por hallazgos como el de *Spinophorosaurus*, y proyectos como PALDES pretenden poner estos recursos al servicio de la población local.

En este sentido, los restos de *Spinophorosaurus* han sido preparados en los laboratorios que los equipos de investigación tienen en Elche y Braunschweig, pero serán devueltos en breve a Níger. PALDES prepara ya, con la ayuda de la Agencia Española de Cooperación Internacional, la adecuación de estos y otros restos, tanto en el Museo Nacional de Níger en Niamey, como en un pequeño museo, recientemente construido, próximo a los yacimientos en Tadibene. En ambos casos, se persigue la utilización de estos restos como un recurso cultural alrededor del que se puedan establecer otros proyectos de cooperación y la formación de personal local para la protección, gestión y divulgación de los mismos.
Por otra parte ya se están programando también las próximas actuaciones de investigación sobre la zona que sin duda, aportaran de nuevo información valiosa.

Referencia del trabajo: Remes K, Ortega F, Fierro I, Joger U, Kosma R, et al. (2009) A New Basal Sauropod Dinosaur from the Middle Jurassic of Niger and the Early Evolution of Sauropoda. *PLoS ONE* 4(9): e6924. doi:10.1371/journal.pone.0006924
Enlace:
http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0006924

Financiación: El proceso de investigación de *Spinophorosaurus* ha sido financiado fundamentalmente por las siguientes instituciones: Conselleria de Cultura Educacio i Esport de la Generalitat Valenciana, Ajuntament d'Elx, Agencia Española para la Cooperación Internacional (AECID, Ref. CAP07-CAP1-0102), Programa EMORGA (2008/260/03) y Volkswagen Bank.

MEMORIAS DEL MUPE
Volúmen 2

Equínidos Fósiles de la Provincia de Alicante
Segundo libro de la colección

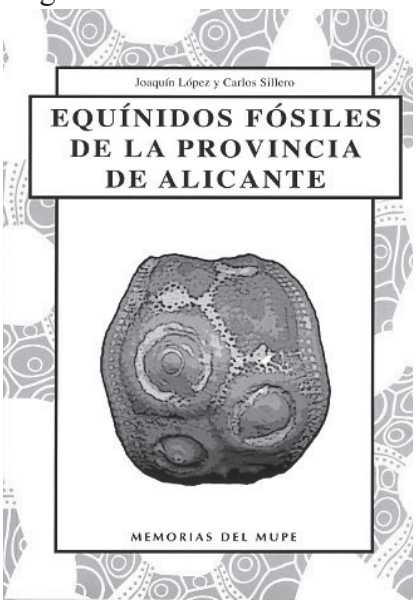


Foto 28.- Portada del Volumen II de Memorias del MUPE.

memorias del MUPE coeditada por la Universidad de Alicante, El Ayuntamiento de Elche y Caja del Mediterráneo con una tirada inicial de 700 ejemplares, sus autores Joaquín López y Carlos Sillero destacan que es fruto de muchos años de investigación, trabajo de campo y laboratorio. No hay un libro de estas características en España. Cabe destacar la aparición de 6 nuevas especies y un género poco conocido en la actualidad. Contiene 254 páginas y 266 figuras. Es presentado por el Doctor Jaume Gallemí Paulet conservador de Paleontología del museo de geología de Barcelona.

DISTINCIONES:

La Junta de Gobierno de la Escuela Internacional de Protocolo de Elche, en su reunión de 17 de enero, acordó conceder la Placa de Honor al Museo Paleontológico de Elche, por su extraordinaria colaboración a favor de los alumnos de la Escuela Internacional de Protocolo y su apoyo constante al ejercicio de la profesión.
Acto celebrado en el Paraninfo de la Universidad Miguel Hernández de Elche el 1 de marzo de 2008.

Foto 29.- Acto de entrega de la Placa de Honor de la Escuela Oficial de Protocolo y Relaciones Institucionales al GCPE-MUPE.

CONCLUSIONES

A lo largo de estos años se han creado una gran cantidad de proyectos y actividades siendo la mayoría de ellos puestos en funcionamiento.
Por otro lado, se han desarrollado una serie de herramientas patrimoniales que permitirán mantener una labor contínua de investigación, conservación y comunicación de los recursos geo-paleontológicos.

Debido a la legislación actual que regula el patrimonio paleontológico (Ley 5/2007, de 9 de febrero, de modificación de la Ley 4/1998, de 11 de junio de Patrimonio Cultural Valenciano), ciertas actividades que se realizaban desde la asociación se han visto paralizadas. Sin embargo, y entendiendo que las actividades que realicen los museos deben hacer participar al público en general (cuanto más a nuestro socios), debe entenderse que estamos buscando las fórmulas para compaginar este marco legal tan restrictivo con la supervivencia de la afición que nos ha creado. No es fácil

La profesionalización del Museo ha implicado algunas mermas con respecto al inicio de nuestra asociación, pero por el contrario ha tenido y tiene otras grandes ventajas que antes ni siquiera podíamos imaginar. Desde aquí quiero invitaros a que aprovechéis el resultado del esfuerzo de muchos compañeros que a lo largo de veinticinco años –como mínimo–, han dejado su ilusión para que un nuevo grupo de personas tomen el relevo y prosigan el trabajo iniciado.

En estos momentos las actividades de voluntariado pueden dirigirse hacia muchas facetas como son el inventariado de los fondos paleontológicos, la preparación de los fósiles y apertura de sus fichas en la base de datos, el inventariado de la biblioteca, la participación en organización de viajes culturales y todo aquello que se os pueda ocurrir y que como siempre deberéis exponernos para estudiar su vialidad.

CARTAS AL DIRECTOR