



ISURUS

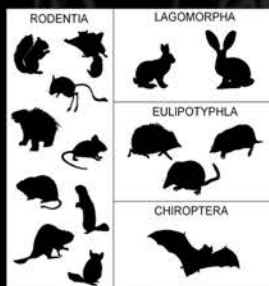
Revista de divulgación paleontológica
y de las ciencias asociadas



A.



B.



Año 15
Núm. 15
2023
P.V.P. 6 €

Asociación
Paleontológica
Alcoyana
ISURUS



Col·lecció Museogràfica Paleontològica i de les Ciències ISURUS



xarxa museus
i col·leccions paleontològica
de la C.V.

EDITORIAL

Un año más con todos vosotros, ya vamos por la revista nº 15, quince años divulgando la Paleontología, la Geología y todas las ciencias asociadas, dura tarea; pero con muchísimas ganas de seguir trabajando en esta revista por y para la Paleontología.

Como siempre repito y repito, quiero agradecer y mucho a todas las personas que de una manera u otra hacen posible que esta revista salga a la luz cada año. Por supuesto al Excelentísimo Ayuntamiento de Alcoy porque sin su colaboración sería imposible el publicarla.

Muchos de vosotros como ya lo habréis comprobado antes de leer esta editorial, se han puesto en abierto para todo el mundo todas las Revistas ISURUS, tan solo en un clic podréis descargarlos en Pdf cualquier revista hasta entonces publicada. Entrando en nuestra web

www.paleoisurus.com encontrareis el enlace y también a través de la web del Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante, <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/118086>

Angel Carbonell
Presidente Isurus

ISURUS es una publicación anual para la divulgación científica sobre paleontología y otras ciencias relacionadas.

ISURUS nº 15 año 15

Ángel Carbonell Zamora
Vicente Mañes Llorens

Presidente de la Asociación Paleontológica de Alcoi
Vicepresidente

Equipo editorial y de redacción: Francisco Javier Bellod Calabuig,
Ángel Carbonell Zamora.

Maquetación y composición: Francisco Javier Bellod Calabuig

Portada: Ángel Carbonell Zamora

www.paleoisurus.com

Edita: Asociación Paleontológica Alcoyana "ISURUS"

Imprime: Quinta impresión

ISSN: 1888-9441

Depósito legal: A-883-2008

Copyright © 2023 Asociación Paleontológica Alcoyana "ISURUS"

SUMARIO

INFERENCIAS PALEOCLIMÁTICAS CON MICROMAMÍFEROS FÓSILES: EL PLIOCENO DEL BARRANC DEL GORMAGET Y EL PLEISTOCENO DE EL SALT (ALCOY) de Laura SÁNCHEZ LÓPEZ, Ana FAGOAGA y Francisco Javier RUIZ SÁNCHEZ	4
EL COLLADO DEL MAIGMÓ-MAS DEL TEULARET (PENÀGUILA, ALICANTE): UN CANAL SUBMARINO DEL CRETÁCICO SUPERIOR de Francisco Javier MOLINA HERNÁNDEZ y Juan Carlos CARDENAL DOMENECH.....	16
LAS SETAS ENCAPSULADAS COMO RECURSO DIDÁCTICO Y MUSEÍSTICO PARA PONER EN VALOR LA BIODIVERSIDAD FÚNGICA DE LOS ESPACIOS NATURALES MEDITERRÁNEOS de Antonio BELDA ANTOLÍ y Sara FENOLLAR PAVÓN.....	38
MARY ANNING de Gabriel GARCÍA RIPOLL y Ángel CARBONELL ZAMORA.....	47
PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE AGOST (ALICANTE-ESPAÑA). SECCIONES DEL CRETÁCICO Y EL PALEÓGENO de Miguel ESCRIBANO IVARS, Ignacio GARCÍA SANZ.....	48
LOS CONCHOSTRACOS FÓSILES de Enrique GARCÍA FRANCÉS.....	60
LO QUE NOS HIZO HUMANOS: LA IMPORTANCIA DE LAS HABILIDADES SOCIALES Y EMOCIONALES de José Joaquín DÍAZ DOÑATE	70
MUSEO DE FOSILES Y MINERALES DE ELGOIBAR “MUFOMI “ de Javier VARGAS BRUNO.....	86
NOTICIARIO DE ACTIVIDADES 2021 - 2022 ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ALCOYANA “ISURUS” de Ángel CARBONELL ZAMORA.....	100

INFERENCIAS PALEOCLIMÁTICAS CON MICROMAMÍFEROS FÓSILES: EL PLIOCENO DEL BARRANC DEL GORMAGET Y EL PLEISTOCENO DE EL SALT (ALCOY)

Laura SÁNCHEZ LÓPEZ ¹

Ana FAGOAGA ^{1,2,3}

Francisco Javier RUIZ SÁNCHEZ ^{1,2}

¹ PVC-GIUV (Palaeontology of Cenozoic Vertebrates Research Group). Àrea de Palaeontologia, Universitat de València, Dr. Moliner 50, 46100 Valencia, España.

² Museu Valencià d'Història Natural, L'Hort de Feliu, P.O. Box 8460, 46018 Alginet, Valencia, España.

³ IPHES-CERCA, Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social, Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007, Tarragona, España.

Correo electrónico: sanlolau@alumni.uv.es (L. Sánchez López)

RESUMEN: Los micromamíferos fósiles han demostrado ser óptimos indicadores climáticos y ambientales para realizar reconstrucciones paleoclimáticas. Basándonos en su registro fósil podemos aplicar metodologías de reconstrucción cualitativas y cuantitativas, para describir o parametrizar las condiciones climáticas pasadas. Además, estudiando sus restos también podemos averiguar el depredador responsable de la acumulación, aportando más información sobre el ambiente en el momento de formación del yacimiento. Actualmente existen numerosos trabajos basados en micromamíferos. En esta contribución se presentan los estudios paleoclimáticos realizados en los yacimientos del Plioceno del Barranc del Gormaget y del Pleistoceno de El Salt en el entorno de Alcoy como ejemplos de inferencias paleoclimáticas basadas en micromamíferos fósiles.

RESUM: Els micromamífers fòssils han demostrat ser òptims indicadors climàtics i ambientals per a realitzar reconstruccions paleoclimàtiques. Basant-nos en el seu registre fòssil podem aplicar metodologies de reconstrucció qualitatives i quantitatives, per a descriure o parametritzar les condicions climàtiques passades. A més, estudiant les seues restes també podem esbrinar el depredador responsable de l'acumulació, aportant més informació sobre l'ambient en el moment de formació del jaciment. Actualment existeixen nombrosos treballs basats en micromamífers. En aquesta contribució es presenten els estudis paleoclimàtics realitzats en els jaciments del Pliocé del Barranc del Gormaget i del Plistocé de El Salt a l'entorn d'Alcoi com a exemples d'inferències paleoclimàtiques basades en micromamífers fòssils.

SUMMARY: Fossil micromammals have proven to be optimal climatic and environmental indicators for paleoclimatic reconstructions. Based on its fossil record, we can apply qualitative and quantitative reconstruction methodologies to describe or parameterize past climatic conditions. In addition, by studying its remains we can also find out the predator responsible for the accumulation, providing more information about the environment at the time the deposit was formed. Currently, there are numerous works based on micromammals. In this contribution, the paleoclimatic studies carried out in the Pliocene deposits of the Barranc del Gormaget and the Pleistocene of El Salt in the area of Alcoi are given as examples of paleoclimatic inferences based on fossil micromammals.

Palabras clave: paleoecología, pequeños mamíferos, cuenca de Alcoy.

Paraules clau: paleoecologia, mamífers xicotets, conca d'Alcoi.

Keywords: paleoecology, small mammals, Alcoi basin.

1. INTRODUCCIÓN

El clima varía de forma natural a distintas escalas temporales, desde variaciones interanuales a milenios o más. Los registros instrumentales solamente comprenden una pequeña fracción de la historia climática de la Tierra, por lo que a través de éstos no es posible comprender adecuadamente la variación climática en el pasado. Las reconstrucciones paleoclimáticas son una solución a este problema.

La paleoclimatología es el estudio de los climas del pasado, anteriores a la disponibilidad de registros instrumentales, basado en evidencias ambientales para comprender cómo era el clima pasado en la Tierra y su variación. Dichas evidencias ambientales son registros indirectos de los sistemas naturales dependientes del clima, también llamados *proxys*, a partir de los cuales es posible obtener datos climáticos. Éstos conservan características físicas del entorno que pueden ser compatibles con las mediciones directas.

Para realizar las reconstrucciones paleoclimáticas, es necesario que las mediciones realizadas sobre los *proxys* sean traducidas a parámetros ambientales medibles como, por ejemplo: la temperatura, la humedad, la precipitación, la composición química del aire, etc. Existen numerosos tipos de *proxys* que podemos clasificar en tres grupos (Bradley, 1999): (1) glaciológicos (p.ej. isótopos de oxígeno en testigos de hielo); (2) geológicos (p.ej. espeleotemas); (3) biológicos (p.ej. polen). Dentro del grupo de los *proxys* biológicos encontraríamos el estudio de los micromamíferos fósiles.

El término micromamífero se utiliza para hacer referencia a aquellos mamíferos de pequeño tamaño cuyo peso no excede los 500 g (Reed, 2005). Por lo general este término engloba a cuatro órdenes: Rodentia (roedores como los hámsteres y las ardillas), Lagomorpha (conejos, liebres y pikas), Chiroptera (murciélagos) y Eulipotyphla (insectívoros como las musarañas y los erizos) (fig. 1).

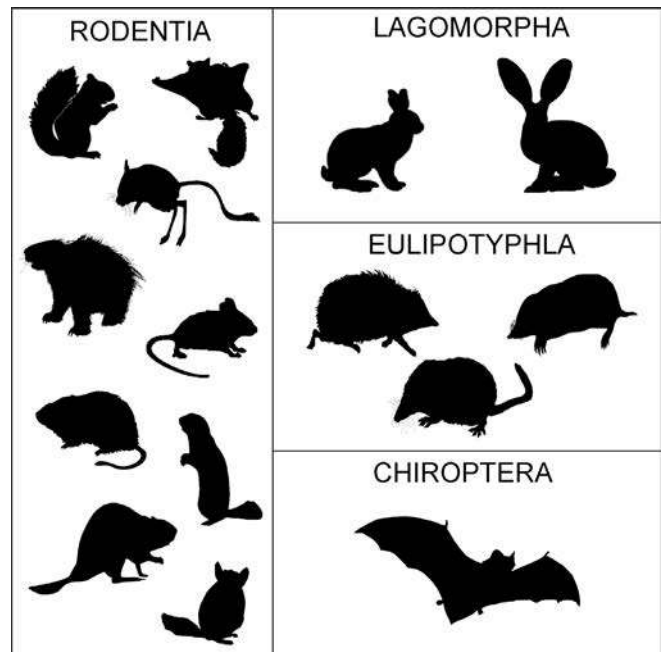


Figura 1. Esquema de los taxones agrupados en los cuatro órdenes de micromamíferos.

Los pequeños mamíferos se han utilizado ampliamente como indicadores paleoclimáticos y ambientales. De hecho, numerosos estudios han constatado su validez para proporcionar este tipo de información. Esto ha propiciado que actualmente haya una gran cantidad de estudios publicados basados en los pequeños mamíferos para reconstruir los ambientes de yacimientos desde el Neógeno hasta más actuales con presencia humana.

2. ¿POR QUÉ MICROMAMÍFEROS?

En medios continentales los animales más utilizados para la inferencia de los parámetros climáticos son los insectos (Baker, 1995), reptiles, anfibios (Blain et al., 2016; Lobo et al., 2016) y mamíferos. Respecto a los mamíferos, numerosos autores han demostrado su valor como indicadores climáticos (p. ej. Sesé, 1991); pero particularmente dentro de este grupo destacan los de pequeño tamaño, los micromamíferos.

Los micromamíferos están más especializados climáticamente que los macromamíferos y, por ello, tienen una mayor capacidad discriminante. Esto se debe a que la mayoría de especies de micromamíferos habitan espacios

geográficos limitados, ocupando un número reducido de biomas, es decir, suelen ser especies estenoicas y presentan nichos ecológicos estrechos (Chaline, 1977). Contrariamente, los mamíferos de mayor tamaño se distribuyen, generalmente, por un mayor número de biomas. Además, los mamíferos de pequeño tamaño presentan restricciones fisiológicas y energéticas que los fuerza a tener una dieta específica ligada a hábitats concretos (Brown & Nicoletto, 1991).

Otras razones por las que los micromamíferos se consideran indicadores fiables del cambio ambiental son la ausencia general de comportamiento migratorio y las altas tasas de reproducción que permiten cambios evolutivos rápidos.

A todas estas ventajas hay que añadir que el nivel de conocimiento sobre las faunas de pequeños mamíferos fósiles es muy elevado, sobre todo en lo referente al contexto europeo destacando España (Palomo et al., 2007).

Desde las últimas décadas del siglo pasado, el número de trabajos sobre micromamíferos fósiles se ha incrementado notablemente debido a diversos motivos: (1) sus restos son particularmente abundantes en las cuencas continentales cenozoicas; (2) su extracción es sencilla y suelen presentar un buen grado de preservación; (3) sus dientes presentan caracteres específicos que permiten su clasificación taxonómica; (4) la presencia de caracteres ecomorfológicos en sus dientes y requerimientos fisiológicos concretos los convierte en buenos indicadores para llevar a cabo reconstrucciones paleoambientales; (5) debido a sus rápidas tasas de evolución, su amplia distribución geográfica y su abundancia, se han utilizado ampliamente para desarrollar el marco bioestratigráfico en cuencas continentales cenozoicas.

3. METODOLOGÍAS DE RECONSTRUCCIÓN PALEOCLIMÁTICA Y AMBIENTAL CON MICROMAMÍFEROS

Las reconstrucciones pueden hacerse de forma cualitativa y/o cuantitativa; dependiendo de los objetivos del estudio, de los datos de los que se disponga y, en base a ellos, de las

metodologías que se puedan aplicar.

Por un lado, las reconstrucciones cualitativas suelen describir, a grandes rasgos, amplios rangos climáticos basados en las preferencias de temperatura y humedad de las especies fósiles (frío, cálido, húmedo, seco). Y también pueden describir el paleoambiente (desierto, bosque, pradera...).

Por otro lado, las reconstrucciones cuantitativas consisten en obtener valores absolutos de parámetros climáticos. Se suelen utilizar aquellos parámetros mejor relacionados con la fisiología de los seres vivos, llamados variables bioclimáticas (p.ej. temperatura media anual, precipitación media anual...).

Las diferentes metodologías existentes se han desarrollado en base a dos enfoques: (1) uso de listas faunísticas donde los taxones presentes se usan como indicadores de las condiciones ambientales y (2) análisis de abundancias relativas de los taxones en la paleocomunidad (Comay & Dayan, 2018).

Antes de aplicar cualquier metodología, es necesario disponer de un registro fosilífero abundante con elementos identificables que sea representativo de la comunidad. En el caso de aquellas metodologías basadas en abundancias relativas se recomienda disponer de 50-100 especímenes, es decir, dientes de micromamíferos asignados a un taxón concreto (Daams et al., 1999; Casanovas-Vilar & Agustí, 2007).

3.1 Ejemplo de metodologías cualitativas

Una metodología ampliamente empleada en yacimientos del Mioceno y del Plioceno de las cuencas de Granada y Guadix-Baza, es la desarrollada por Martín-Suárez (1998); que posteriormente ha sido refinada por Minwer-Barakat (2005) y García-Alix et al. (2008).

La aplicación de esta metodología requiere un mínimo de 100 especímenes de pequeños mamíferos fósiles a los que previamente se les han asignado una serie de categorías sobre las preferencias de hábitat: euritópicos (sin preferencias por un hábitat específico), cálido, frío, seco, húmedo, abierto/descubierto (con escasa vegetación), abierto/herbáceo, boscoso y (semi)acuático.

Para hacer estas distinciones ecológicas entre especies fósiles, se utilizan varios medios: (1) extrapolación de las preferencias ecológicas de especies actuales con relación filogenética; (2) análisis de la morfología funcional (p.ej. de los patrones dentales); (3) observación de la distribución paleogeográfica y correlación con yacimientos donde aparecen y en los que las condiciones climáticas se conocen por otros métodos; y (4) observación en la repetición especies en distintos yacimientos donde se comparan con las preferencias climáticas de taxones con los que aparecen asociados con frecuencia y que tienen requerimientos conocidos (Van der Meulen, 1992; Van Dam & Wel-tje, 1999; Minwer-Barakat, 2005). Una vez identificados los taxones y sus preferencias ecológicas, se reconstruye el clima y el ambiente de acuerdo a sus abundancias relativas. Si son más abundantes aquellos taxones con preferencias por climas secos y hábitats abiertos, entonces estas serían las condiciones prevalentes en el momento de formación del yacimiento.

3.2 Ejemplo de metodologías cuantitativas

El método del Rango Ecogeográfico Común (MER), desarrollado por Blain et al. (2016), consiste en identificar una región geográfica actual que exhiba una asociación de especies análoga a la fósil (fig. 2) y extrapolar la media de los parámetros climáticos de esa región para inferir el clima pasado. Este método no tiene en cuenta las abundancias relativas de las especies, sino su presencia o ausencia. Para incrementar la precisión de la reconstrucción paleoclimática derivada del método MER, Fagoaga et al. (2019) definieron la técnica de discriminación UDA-ODA. Este método se basa en la aplicación de un criterio ecológico para, dentro de la distribución de cada especie, discriminar las Áreas de Distribución de Ocupación (ODA), donde en teoría está presente la especie, de aquellas donde su presencia es altamente dudosa, el Área de Distribución Incierta (UDA) (fig. 3). Así, para localizar el rango común donde se solapan todas las especies en la actualidad, se utilizan las ODA de cada especie, esto es, áreas de

distribución más precisas, en lugar de utilizar la distribución al completo como se hace en el MER.

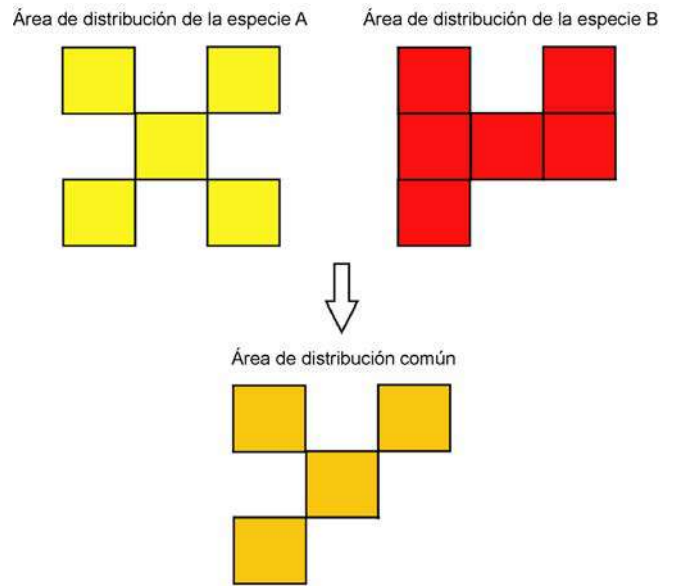


Figura 2. Esquema explicativo del método MER. (Modificado de Marquina-Blasco et al., 2022).

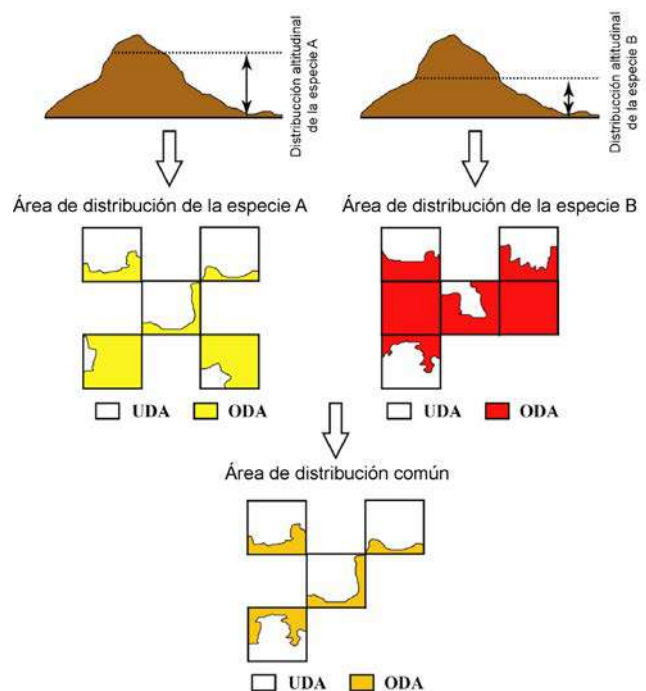


Figura 3. Esquema explicativo del método de discriminación UDA-ODA. (Modificado de Marquina-Blasco et al., 2022).

Ambos métodos, al igual que otros, asumen

que el nicho ecológico de las especies se preserva, es decir, los representantes fósiles de las especies modernas tienen las mismas tolerancias y preferencias climáticas que sus homólogos actuales.

Aplicando cualquier metodología, si se dispone de una secuencia temporal de yacimientos, se puede reconstruir la variación climática y ambiental de un área determinada a lo largo de un rango temporal.

4. PALEOECOLOGÍA Y TAFONOMÍA ¿QUIÉN SE COMIÓ AL RATÓN?

Antes de valorar si las paleocomunidades de pequeños mamíferos variaron con el tiempo debido a cambios ambientales, debemos considerar los efectos de los procesos tafonómicos, que podrían haber alterado la asociación fósil desde su momento de depósito respecto a la asociación faunística que viviría en el entorno del yacimiento.

Uno de los posibles sesgos de la asociación fósil respecto a la asociación original incluye a los depredadores responsables de la acumulación de los restos en un yacimiento. Todos los depredadores ejercen cierto nivel de selectividad sobre sus presas, que afecta a los parámetros de presencia-ausencia, diversidad de especies (p. ej., riqueza) e incluso abundancia relativa. Así, por ejemplo, dos de los acumuladores más comunes de conjuntos fósiles de micromamíferos, la lechuza común (*Tyto alba*) y el búho real (*Bubo bubo*), crean acumulaciones que corresponden fielmente con las abundancias de la comunidad viva (Andrews, 1990).

En el caso contrario, encontraríamos por ejemplo al cárabo común (*Strix aluco*). Esta rapaz nocturna es bastante selectiva con sus presas y consume una mayor proporción de topillos de campo (*Microtus* spp.) respecto a otros taxones que están presentes en el mismo hábitat (Andrews, 1990). Las acumulaciones fósiles creadas por depredadores selectivos estarán sesgadas y, en consecuencia, la composición taxonómica, los índices de diversidad y las medidas de abundancia de las acumulaciones fósiles presentarán un nivel

bajo de fidelidad respecto a la biocenosis de la que se derivan.

Por los motivos anteriormente expuestos, antes de realizar cualquier análisis paleoecológico, es necesario identificar los depredadores responsables de la acumulación fósil observada. Pero, ¿cómo podemos reconocer qué depredador se comió a los micromamíferos de un yacimiento?

Andrews (1990) y Fernandez-Jalvo et al. (2016), proporcionan una serie de herramientas para identificar a los depredadores examinando tres aspectos:

(1) Representación esquelética: las proporciones con las que los diferentes elementos del esqueleto de las presas están representados en una asociación de un depredador.

(2) Nivel de digestión: según el esmalte que presentan los dientes. A mayor digestión menor cantidad de esmalte restante.

(3) Fractura: proporción de huesos fragmentados respecto a enteros.

Examinando estas características se pueden distinguir 3 tipos de depredadores: rapaces nocturnas, rapaces diurnas y mamíferos carnívoros (tabla 2).

	Rapaces nocturnas	Rapaces diurnas	Mamíferos carnívoros
Representación esquelética	Elevada	Moderada	Baja
Digestión	Baja	Moderada	Elevada
Fractura	Baja	Moderada	Elevada

Tabla 2. Identificación de los depredadores según las tres características de los restos fósiles.

La identificación de los depredadores ayuda a determinar con mayor precisión el origen del conjunto fosilífero y, además, proporciona información valiosa para la interpretación precisa del paleoambiente.

5. EJEMPLOS DE ESTUDIOS PALEOCLIMÁTICOS EN EL ENTORNO DE ALCOY

El entorno de Alcoy posee un magnífico patrimonio paleontológico que alberga numerosos yacimientos comprendidos entre el Neógeno y

el Pleistoceno. Entre ellos, vamos a destacar aquí los yacimientos pliocenos del Barranc del Gormaget y el yacimiento del Pleistoceno de El Salt, en los cuales se ha encontrado un rico y diverso registro de micromamíferos que ha permitido realizar inferencias paleoclimáticas y paleoambientales.

5.1 El Barranc del Gormaget

Las localidades del Barranc del Gormaget, se ubican en la cuenca de Alcoy (SE de España), la cual pertenece al Prebético interior de la cadena Bética, y está rodeada por las sierras de Menejador, Mariola y Benicadell. En total, hasta el presente, se han descrito 20 localidades

con registro de micromamíferos que varían en edad desde el Mioceno Superior hasta el Plioceno Medio (López-Martínez 1989, Montoya et al. 2006, Mansino et al. 2009 y 2017) (fig. 4).

Siguiendo la metodología de García-Alix et al. (2008) (ver punto 3.1), Mansino et al. 2014 y 2015 utilizaron las faunas de micromamíferos registradas en los yacimientos de Alcoi 2, 2C y 2D y Alcoi Cristian 0 (tablas 3 y 4) para realizar inferencias paleoecológicas. Su objetivo era interpretar la evolución climática y ambiental de la cuenca de Alcoy a lo largo del Plioceno Inferior, aproximadamente entre los 4,6-4,2 Ma.

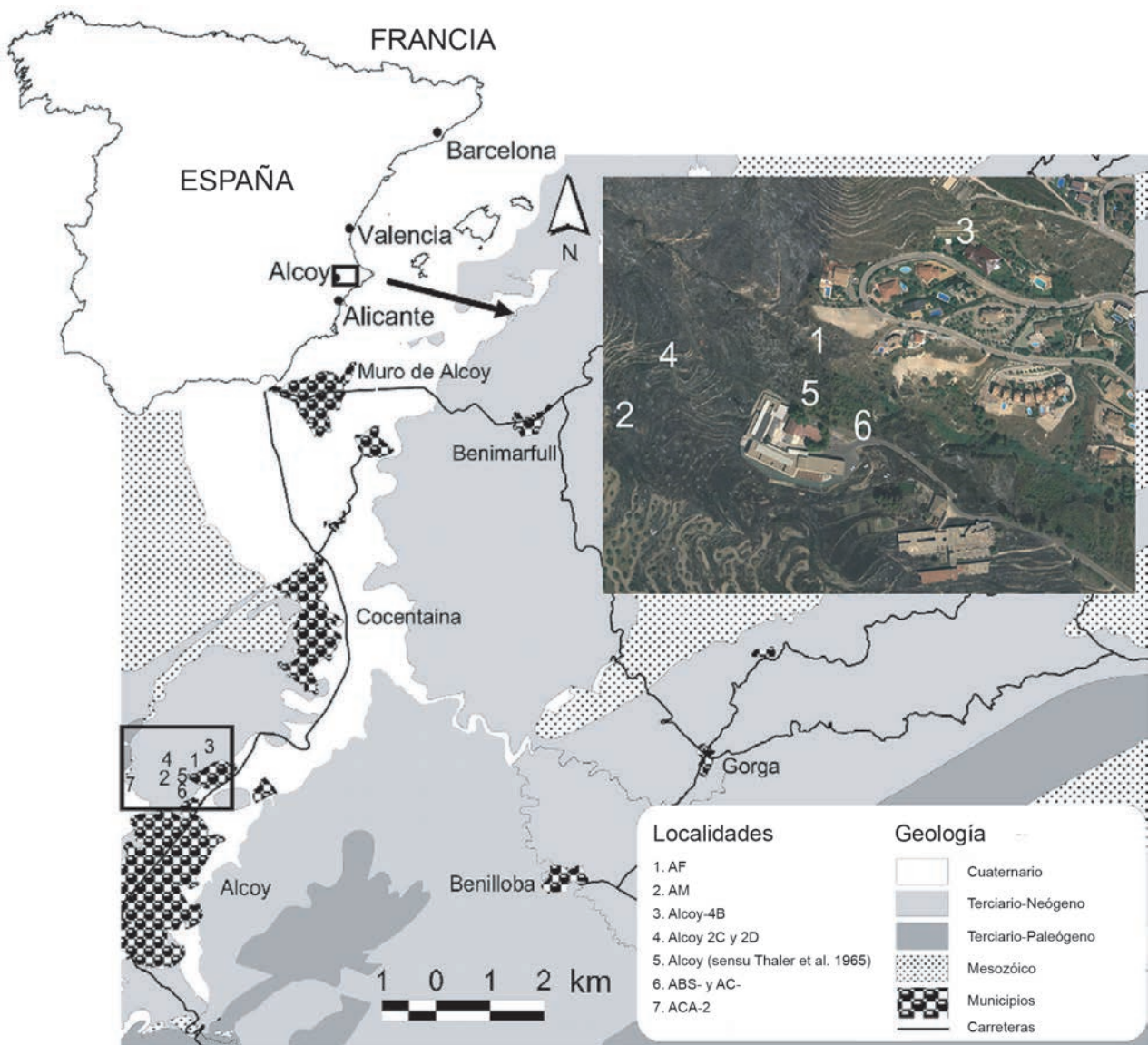


Figura 4. Entorno geográfico y geológico de las localidades del Barranc del Gormaget. AF = Alcoy Forn, AM = Alcoy Mina, ABS = Alcoy Barranc Sud, AC = Alcoy Cristian, ACA = Alcoy Cotes Altas. Modificado de Mansino et al. (2017)

ÉPOCA	MN	Biozonas de Alcoy	Yacimiento	Lista faunística
PLIOCENO	15			
	14	Trilophomys	Alcoi-2	<i>Apodemus dominans</i> , <i>Apodemus gorafensis</i> , <i>Castillomys crusafonti gracilis</i> , <i>Paraethomys meini</i> , <i>Paraethomys jaegeri</i> , <i>Stephanomys medius</i> , <i>Ruscinomys aff. europaeus</i> , <i>Blancomys neglectus</i> , <i>Trilophomys castroi</i>
			AL2D	<i>Apodemus atavus</i> , <i>Apodemus gorafensis</i> , <i>Castillomys gracilis</i> , <i>Paraethomys meini</i> , <i>Paraethomys baeticus</i> , <i>Occitanomys brailloni</i> , <i>Stephanomys cordii</i> , <i>Apocricetus cf. angustidens</i> , <i>Ruscinomys cf. lasallei</i> , <i>Ruscinomys sp.</i> , <i>Blancomys sp.</i> , <i>Trilophomys cf. castroi</i> , <i>Eliomys intermedius</i> , <i>Glis sp.</i> , <i>Pliopetaurista sp.</i>
			AL2C	<i>Apodemus atavus</i> , <i>Apodemus gorafensis</i> , <i>Paraethomys meini</i> , <i>Paraethomys baeticus</i> , <i>Stephanomys cordii</i> , <i>Apocricetus cf. angustidens</i> , <i>Ruscinomys cf. lasallei</i> , <i>Blancomys sp.</i> , <i>Trilophomys cf. castroi</i> , <i>Eliomys intermedius</i>
	<i>Paraethomys baeticus</i>	AC-0	<i>Apodemus gorafensis</i> , <i>Paraethomys meini</i> , <i>Paraethomys baeticus</i> , <i>Occitanomys alcalai</i> , <i>Stephanomys aff. cordii</i> , <i>Ruscinomys cf. lasallei</i> , <i>Eliomys intermedius</i> , <i>Muscardinus sp.</i> , <i>Asoriculus gibberodon</i> , <i>Erinaceidae indet.</i> , <i>Soricidae indet.</i>	

Tabla 3. Registro de micromamíferos y ordenación temporal de los yacimientos del Barranc del Gormaget. MN = Unidad de Mamíferos del Neógeno de Europa. Datos extraídos de: Mansino et al. (2014, 2015) y Piñero et al. (2020).

Taxón	Preferencias climáticas				Hábitat		Euritópico		
	Cálido	Frio	Seco	Húmedo	Abierto	Boscoso	Temperatura	Humedad	Hábitat
<i>Apodemus gorafensis</i>	X			X					X
<i>Apodemus atavus</i>	X			X		X			
<i>Castillomys</i>							X	X	X
<i>Occitanomys alcalai</i>	X			X					X
<i>Paraethomys meini</i>	X		X						X
<i>Stephanomys</i>							X	X	X
<i>Apocricetus</i>	X				X			X	
<i>Blancomys</i>					X		X	X	
<i>Ruscinomys</i>		X	X		X				
<i>Eliomys</i>						X	X	X	
<i>Muscardinus</i>				X		X	X		
<i>Glis</i>				X		X	X		
<i>Pliopetaurista</i>				X		X	X		
<i>Trilophomys</i>		X			X			X	
<i>Asoriculus gibberodon</i>	X			X		X			
<i>Soricidae indet.</i>	X						X		X

Tabla 4. Resumen de las preferencias climáticas y de hábitat de los taxones registrados cuyos requisitos ecológicos se conocen. Datos extraídos de: Mansino et al. (2014, 2015).

Estos yacimientos se contextualizan temporalmente tras el fin de la Crisis de Salinidad del Messiniense (CSM). Este evento tuvo lugar entre los 5,96-5,33 Ma y, de acuerdo a algunas hipótesis, provocó un gran descenso del nivel del mar Mediterráneo (Hsü et al., 1973). Como consecuencia se establecieron puentes terrestres entre África y la península ibérica dando lugar a un intercambio faunístico (Gibert et al., 2013). La gran densidad de localidades del Plioceno inferior en Alcoi es crucial para interpretar la evolución ambiental

subsiguiente a la CSM.

El contexto paleoecológico de los yacimientos estudiados muestra, de abajo hacia arriba en la secuencia estratigráfica, un paleoambiente cambiante. Los taxones presentes en AC-0 indican condiciones cálidas y relativamente secas (fig. 5). Junto con los datos de las asociaciones de otros depósitos inferiores se ha deducido un proceso de aridificación progresivo a lo largo de la parte baja del Plioceno Inferior en la cuenca de Alcoi. Esta tendencia estaría también apoyada por la presencia de

taxones de la subfamilia Gerbillinae (*Debrui-
nimys* sp.) en los yacimientos coetáneos de
Alcoi-4B y Alcoi-N (López-Martínez, 1989;
Agustí & Casanovas Villar, 2003). Los gerbi-
linos migraron desde África durante la CSM.
Específicamente, los miembros actuales de
esta subfamilia habitan zonas desérticas y
subdesérticas de África y el suroeste asiático.
Posiblemente, al comienzo del Plioceno Infe-
rior el clima era más seco que en la actualidad
en Alcoi.

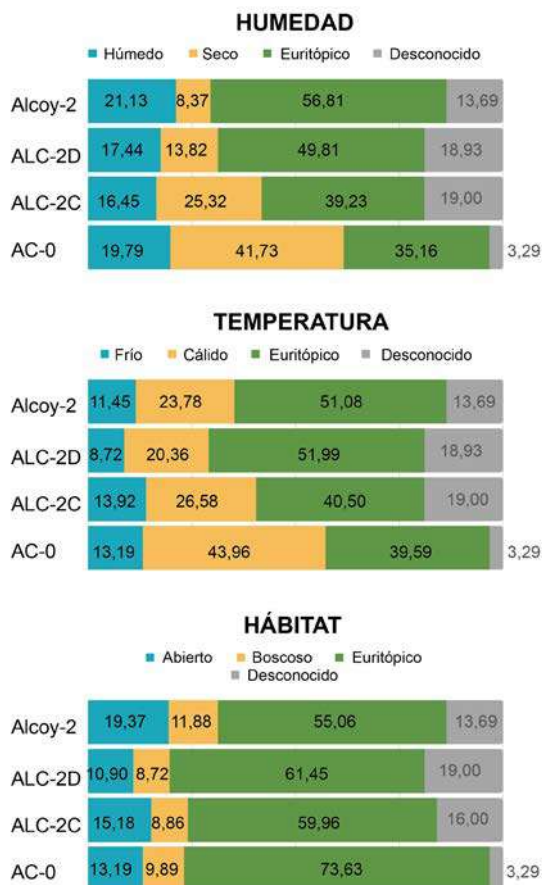


Figura 5. Abundancias relativas de los taxones respecto a sus preferencias de humedad, temperatura y hábitat. Datos extraídos de: Mansino et al. (2014, 2015).

En cambio, en los yacimientos más modernos se observa una tendencia hacia un clima húmedo y templado. Mientras que AL2C todavía muestra una mayor abundancia de taxones con afinidades ecológicas secas, las agrupaciones de micromamíferos AL2D y Alcoy-2

sugieren un ambiente relativamente húmedo. En cuanto a la temperatura, la mezcla de especies con afinidad por climas cálidos y fríos podría indicar la prevalencia de un clima templado para estos tres yacimientos (fig. 5). Respecto al hábitat, para los yacimientos estudiados, hay una gran proporción de taxones euríticos. Pero la mezcla de taxones de hábitats abiertos, como *Apocricetus*, *Blancomys*, *Ruscinomys* y *Trilophomys*, junto con otros de ambientes boscosos como *Apodemus atavus* y *Muscardinus*, es consistente con un escenario de bosque mosaico (fig. 5).

5.2 El Salt

El Salt es un yacimiento del Pleistoceno Superior (correspondiéndose con la división cultural del Paleolítico medio) situado en el municipio de Alcoi a 680 m sobre el nivel del mar (fig. 6). Se trata de un lugar clave para estudiar la desaparición de los neandertales en la región (Fagoaga et al., 2019). Su alto valor radica en que registra diferentes fases de ocupación humana, en las que se ha identificado una disminución progresiva del impacto antrópico a través de la transición de ocupaciones recurrentes a otras más esporádicas y, finalmente un abandono del lugar (Galván et al. 2014). Desde 1986, ha sido estudiado sistemáticamente desde una perspectiva interdisciplinar, centrándose en estudios de alta resolución para analizar al comportamiento de los neandertales.

Este yacimiento consiste en un depósito de 6,3 m de espesor que descansa sobre un muro de roca caliza del Paleoceno de 38 m de altura, formado en una falla de cabalgamiento y cubierto con toba y travertinos (fig. 6).

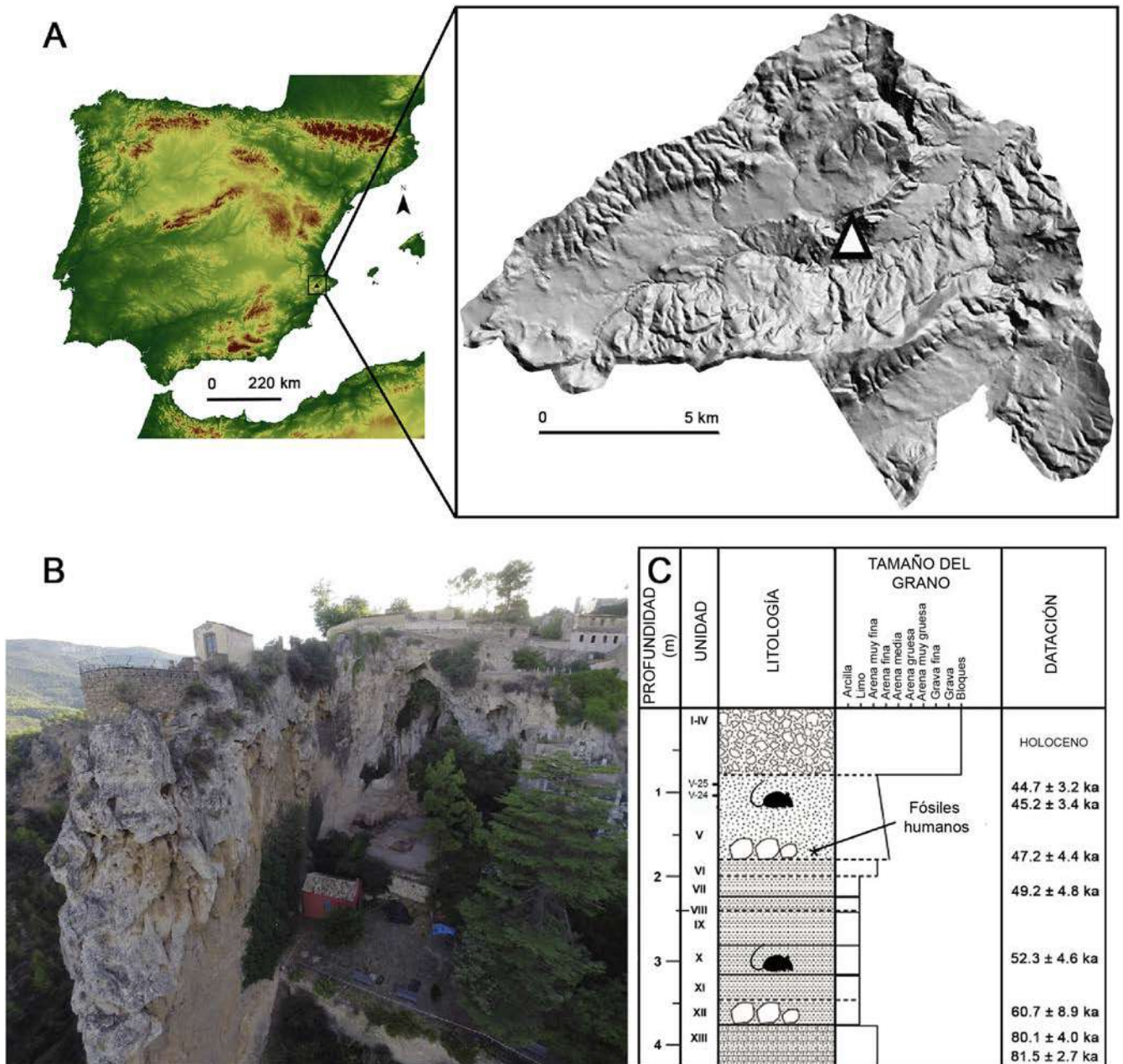


Figura 6. A) Situación geográfica de El Salt. B) Vista de dron del yacimiento. C) Registro estratigráfico y posición de los pequeños mamíferos. Modificado de: Fagoaga et al. (2019).

El conjunto de micromamíferos de este yacimiento está compuesto por: 8 roedores (*Microtus arvalis*, *M. agrestis*, *M. duodecimcostatus*, *M. cabreræ*, *Arvicola sapidus*, *Eliomys quercinus*, *Sciurus vulgaris* y *Apodemus sylvaticus*), 5 insectívoros (*Erinaceus europæus*, *Crocidura* sp., *Sorex* sp. y *Talpidae* indet. y *Talpa occidentalis*) y 1 lagomorfo (*Oryctolagus cuniculus*).

El estudio tafonómico de los restos de estos pequeños mamíferos indica que el principal agente responsable de la acumulación fue *Bubo bubo* (búho real), una rapaz nocturna con capacidad de digestión ligera y hábitos

tróficos generalistas, cuyo espectro de alimentación refleja la relativa abundancia de sus presas en la zona.

La reconstrucción paleoclimática más reciente para El Salt fue llevada a cabo por Fagoaga et al. (2019) utilizando la metodología de discriminación UDA-ODA (ver punto 3.2). Los resultados de este trabajo indican que el contexto paleoclimático donde se desarrollaron los neandertales en El Salt, entre hace aproximadamente 52.300 y 44.700 años, se caracterizó por presentar un clima más frío y más húmedo que en el presente (tabla 5).

Unidad	MAT (°C)	MTC (°C)	MTW (°C)	MAP (mm)
Xb 11	9,82	-1,31	25,19	670,90
V 24	10,02	-1,21	25,52	618,66
V 25	10,08	-1,32	25,87	629,55
Actual	13,64	1,69	28,49	543,46

Tabla 5. Valores de temperatura (°C) y precipitación (mm) de El Salt. MAT, temperatura media anual; MTC, temperatura mínima del mes más frío; MTW, temperatura máxima del mes más cálido; MAP, precipitación media anual.

6. REFERENCIAS

AGUSTÍ, J., & CASANOVAS-VILAR, I. (2003). Neogene gerbils from Europe. *Deinsea*, 10(12), 13–21.

ANDREWS, P. (1990). *Owls, Caves and Fossils*. Natural History Museum, Londres.

BAKER, R. G. (1995). Quaternary Insects and Their Environments. *Science*, 267(5200), 1043-1045.

BLAIN, H.A., LÓZANO-FERNÁNDEZ, I., AGUSTÍ, J., et al. (2016). Redefining upon the climatic background of the early Pleistocene hominid settlement in western Europe: barranco león and fuente Nueva-3 (Guadix-Baza basin, SE Spain). *Quaternary Science Reviews*, 144, 132-144.

BRADLEY (1999). *Paleoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary*. Universidad de Massachussets. Eselvier. 5pp.

BROWN, J.H. & NICOLETTO, P.F. (1991). Spatial scaling of species composition: body masses of North American land mammals. *The American Naturalist*, 138(6): 1478-1512.

CASANOVAS-VILAR, I., & AGUSTÍ, J. (2007). Ecogeographical stability and climate forcing in the Late Miocene (Vallesian) rodent record of Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 248, 169–189.

CHALINE, J. (1977). Rodents, evolution, and prehistory. *Endeavour*, 1(2), 44-51.

COMAY, O. & DAYAN, T. (2018). From micro-

mammals to paleoenvironments. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10, 2159-2171.

DAAMS, R., VAN DER MEULEN, A.J., PELÁEZ-CAMPOMANES, et al. (1999). Trends in rodent assemblages from the Aragonian (early–middle Miocene) of the Calatayud-Daroca Basin, Aragón, Spain. En: Agustí, J., Rook, L., Andrews, P. (Eds.), *Hominoid evolution and climatic change in Europe. The evolution of Terrestrial Ecosystems in Europe*, vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 127–139.

FAGOAGA, A., BLAIN, A. H., MARQUINA-BLASCO, R., et al. (2019). Improving the accuracy of small vertebrate-based palaeoclimatic reconstructions derived from the Mutual Ecogeographic Range. A case study using geographic information systems and UDA-ODA discrimination methodology. *Quaternary Science Review*, 233.

FERNÁNDEZ-JALVO, Y., ANDREWS, P., DENYS, C., et al. (2016). Taphonomy for taxonomists: Implications of predation in small mammal studies. *Quaternary Science Reviews*, 139, 138-157.

GALVÁN, B., HERNÁNDEZ, C.M., MALLOL, C., et al. (2014). New evidence of early Neanderthal disappearance in the Iberian Peninsula. *Journal of Human Evolution*, 75, 16–27.

GARCÍA-ALIX, A., MINWER-BARAKAT, R., MARTÍN-SUÁREZ, E., et al. (2008). Late Miocene-Early Pliocene climatic evolution of the Granada Basin (southern Spain) deduced from the paleoecology of the micromammal associations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 265(3-4), 214-225.

GIBERT, L., SCOTT, G. R., MONTOYA, P., RUIZ-SÁNCHEZ, F. J., et al. (2013). Evidence for an African-Iberian mammal dispersal during the pre-evaporitic Messinian. *Geology*, 41(6), 691–694.

- HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, M. H. (2001). Análisis paleoecológico y paleoclimático de las sucesiones de mamíferos del Plio-Pleistoceno ibérico. Tesis, Universidad Complutense de Madrid (España).
- HSÜ, K. J., RYAN, W. B. F., & CITA, M. B. (1973). Late miocene desiccation of the mediterranean. *Nature*, 242(5395), 240–244.
- LOBO, J.M., MARTÍNEZ-SOLANO, I., & SANCHEZ, B. (2016). A review of paleoclimatic inference potential of Iberian Quaternary fossil batrachians. *Paleodiversity Paleoenvironment*, 96, 125-148.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N. (1989). Revisión sistemática y biostratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España. *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, 3 (3), 1-350.
- MANSINO, S., FIERRO, I., MONTOYA, P., & RUIZ-SÁNCHEZ, F. J. (2015). Micromammal faunas from the Mio-Pliocene boundary in the Alcoy Basin (SE Spain): Biostratigraphical and palaeoecological inferences. *Bulletin of Geosciences*, 90(3), 555–576.
- MANSINO, S., FIERRO, I., RUIZ-SÁNCHEZ, F. J., & MONTOYA, P. (2014). The fossil rodent faunas of the localities Alcoy 2C and 2D (Alcoy Basin, Spain). Implications for dating the classical locality of Alcoy-Mina. *Journal of Iberian Geology*, 39(2), 261–284.
- MANSINO, S., FIERRO, I., TOSAL, A., et al. (2017). Micromammal biostratigraphy of the Alcoy Basin (eastern Spain): Remarks on the Pliocene record of the Iberian Peninsula. *Geologica Acta*, 15(2), 121–134.
- MANSINO, S., RUIZ SÁNCHEZ, F.J., MONTOYA, P. (2009). Estudio preliminar de las faunas pliocenas de roedores del yacimiento Alcoy Cotes Altes 2 (ACA-2, Alicante, España). *Paleolusitana*, 1, 251-256.
- MARQUINA-BLASCO, R., FAGOAGA, A., CRESPO, V.D., et al. (2022). Applying the UDA-ODA discrimination technique to a herpetological association: the case of the Middle Palaeolithic site of El Salt (Alcoi, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14, 139-164.
- MINWER-BARAKAT, R. (2005). Roedores e Insectívoros Del Turolense Superior y el Plioceno del sector central de la Cuenca de Guadix. Tesis, Universidad de Granada (España).
- MONTOYA, P., GINSBURG, L., ALBERDI, M. T., et al. (2006). Fossil large mammals from the early Pliocene locality of Alcoy (Spain) and their importance in biostratigraphy. *Geodiversitas*, 28(1), 137–173.
- PALOMO, L. J., GISBERT, J., & BLANCO, J. C. (Eds.). (2007). Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España. Madrid, España: Organismo Autónomo de Parques Nacionales.
- PIÑERO, P., & VERZI, D. H. (2020). A new early Pliocene murine rodent from the Iberian Peninsula and its biostratigraphic implications. *Acta Palaeontologica Polonica*, 65(4), 719–731.
- REED, D. N. (2005). Taphonomic implications of roosting behavior and trophic habits in two species of African owl. *Journal of Archaeological Science*, 32(11), 1669-1676.
- SESÉ, C. (1991). Interpretación paleoclimática de las faunas de micromamíferos del Mioceno, Plioceno y Pleistoceno de la cuenca de Guadix-Baza (Granada, España). *Estudios geológicos*, 47(1-2), 73-83.
- VAN DAM, J. A., & WELTJE, G. J. (1999). Reconstruction of the Late Miocene climate of Spain using rodent palaeocommunity successions: An application of end-member modelling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 151(4), 267–305.



BAUTISTA SANZ
D O M E N E C H

montajes y automatizaciones eléctricas

MONTAJES ELÉCTRICOS, AUTOMATIZACIONES Y
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO INDUSTRIAL

“Proyectos llave en mano, soluciones específicas para cada cliente, adaptándonos a sus horarios y necesidades”



EL COLLADO DEL MAIGMÓ-MAS DEL TEULARET (PENÀGUILA, ALICANTE): UN CANAL SUBMARINO DEL CRETÁCICO SUPERIOR

Francisco Javier MOLINA HERNÁNDEZ¹
Juan Carlos CARDENAL DOMENECH²

¹Doctor en Geoarqueología, colaborador honorífico de la Universidad de Alicante, Departamento de Prehistoria, Historia Antigua, Arqueología, Filología Griega y Filología Latina; email: jammonite@gmail.com

²Licenciado en Bellas Artes, Universidad de Valencia. Carlojua45@gmail.com

RESUMEN: en el presente trabajo se realiza el análisis descriptivo de la secuencia geológica del Cretácico superior del Collado del Maigmó-Mas del Teularet (Penàguila).

La documentación de hiatus sedimentarios (*hardgrounds*) y la macrofauna fósil, ha sido la base para actualizar la secuencia sedimentaria, permitiendo separar las formaciones Jaén, Aspe y Raspay. Estas manifiestan variabilidad de facies sedimentarias, relacionado con un fondo marino compuesto por bloques a diferentes profundidades. La interpretación final revela la existencia de un canal submarino.

RESUM: en aquest treball es realitza l'anàlisi descriptiva de la seqüència geològica del Cretaci superior del Collado del Maigmó-Mas del Teularet (Penàguila).

La documentació de hiats sedimentaris (*hardgrounds*) i la macrofauna fòssil, ha estat la base per actualitzar la seqüència, permetent separar les formacions Jaén, Aspe i Raspay. Aquestes manifesten variabilitat de fàcies sedimentàries, relacionat amb un fons marí compost per blocs a diferents profunditats. La interpretació final revela l'existència d'un canal submarí.

ABSTRACT: in the present work, the descriptive analysis of the Upper Cretaceous geological sequence of Collado del Maigmó-Mas del Teularet (Penàguila) is carried out.

The documentation of sedimentary hiatuses (*hardgrounds*) and the fossil macrofauna have been the basis for updating the sedimentary, allowing the separation of the Jaén, Aspe and Raspay formations. These manifest variability of sedimentary facies, related to a seabed composed of blocks at different depths. The final interpretation reveals the existence of an underwater channel.

Palabras clave: Cretácico superior. Collado del Maigmó-Mas del Teularet (Penàguila). Canal submarino.

Paraules clau: cretaci superior. Coll del Maigmó-Mas del Teularet (Penàguila). Canal submarí.

Keywords: Upper Cretaceous. Collado del Maigmó-Mas del Teularet (Penàguila). Underwater channel.

1. INTRODUCCIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

El Collado del Maigmó se localiza en el extremo SW del municipio de Penàguila, próximo al curso alto del Barranc de Rafal, tributario del río de la Torre de les Maçanes, en el N de la provincia de Alicante. El área de estudio comprende toda la cabecera del mencionado barranco, tanto la margen izquierda donde se localiza el Collado del Maigmó, como la derecha, donde se ubica el Mas del Teularet¹ (fig. 1).

La zona pertenece al denominado Sector Prebético Interno (o Prebético de Alicante) de la Cordillera Bética, que correspondió a un área proximal de los ambientes marinos relativamente profundos de la margen continental meridional de Iberia durante el Mesozoico.

El Collado del Maigmó fue una de las primeras localidades en la provincia donde se identificó, en el primer cuarto del siglo XX, el Cretácico superior, a partir de la presencia del equinodermo *Stegaster altus* (Visedo, 1922). Sobre los sedimentos de este periodo y en discordancia se describieron las margas verdes y calizas del Eoceno (Montoya y Sánchez, 2000: 250; Molina y Molina, 2021: 32). Estas investigaciones fueron retomadas décadas después por Bartolomé Darder Pericas, quien a través de C. Visedo visitó la zona del Collado del Maigmó e incorporó el Cretácico en el mapa geológico de la provincia de Alicante (Darder, 1945).

Si bien existen estudios desde inicios del siglo XX, las últimas investigaciones se han centrado en zonas periféricas como, por ejemplo, en la Torre de les Maçanes, Busot, la serra de Aitana o Alcoi, permitiendo una subdivisión estratigráfica de mayor detalle en determinadas formaciones geológicas del Cretácico superior de ámbito regional o suprarregional (e.g. Company, 1982; Leret *et al.*, 1982; Martínez del Olmo *et al.*, 1982; Rodríguez Estrella,

1982; Vilas *et al.*, 1998; Martín-Chivelet, 1994; Vera, 2001, 2004; Chacón, 2002; Chacón y Martín-Chivelet, 2001 a y b, 2003, 2005; Martín-Chivelet y Chacón, 2007). Esta subdivisión ha sido posible a partir de la identificación de discontinuidades sedimentarias y *hard-grounds*² que permiten establecer cambios importantes en la configuración de la cuenca marina y, por tanto, ordenar la secuencia sedimentaria bajo criterios uniformes.

En síntesis, la evolución regional del Cretácico superior se caracterizó por la elevada inestabilidad del fondo marino durante este periodo, debido a la reactivación de fallas lístricas que ocasionaron el levantamiento y hundimiento de determinados bloques, dando lugar a una sedimentación heterogénea tanto en los espesores como en la composición litológica. En efecto, la zona del Norte de Alicante manifiesta gran variabilidad de facies sedimentarias, sucediéndose áreas submarinas elevadas en las que las secuencias sedimentarias, generalmente calizas, están incompletas o condensadas, junto a otras zonas hundidas en las que se depositaron espesores considerables de margas y margocalizas.

En el presente trabajo se realiza una primera descripción geológica de la secuencia del Cretácico superior de la zona del Collado del Maigmó-Mas del Teularet, donde puede estudiarse las características y el tránsito entre un bloque hundido y otros situados a mayor altitud. Estos bloques forman parte de una estructura geológica cretácica mucho más amplia que se extiende hacia el Port de Benifallim y la Torre de les Maçanes, enlazando con el corte clásico del Barranc del Pinar (Chacón, 2007).

1 El estudio de campo fue realizado con los correspondientes permisos de la Conselleria de Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana, nº de exps. 2007/0379 A y 2010/0221-A (SS.TT: A-2004-209).

2 Son suelos endurecidos que se desarrollan en periodos de no sedimentación, produciéndose la precipitación de determinados minerales férricos o fosfáticos, y otros procesos como puede ser el desarrollo de estromatolitos.

2. SECUENCIA GEOLÓGICA DEL COLLADO DEL MAIGMÓ-MAS DEL TEULARET

Con el objetivo de poder comparar las características y espesores de las facies sedimentarias de cada bloque se ha efectuado un corte geológico subdividiéndolo en tres secciones con diferentes orientaciones. Abarca algo más de 1 km, desde los sedimentos más antiguos que afloran en el Barranc del Rafal y

que corresponden al Cretácico inferior Aptiense-Albiense, hasta el terciario en el Collado del Maigmó y Teularet (fig. 1).

2.1. El Aptiense-Albiense

Litología: Constituido por margocalizas y margas de color ocre-verdoso de aspecto nodular, con intercalaciones de calizas en bancos decimétricos especialmente en el techo de la serie. Corresponde a la facies E (facies de margas) definida por J. M. Castro (1994:

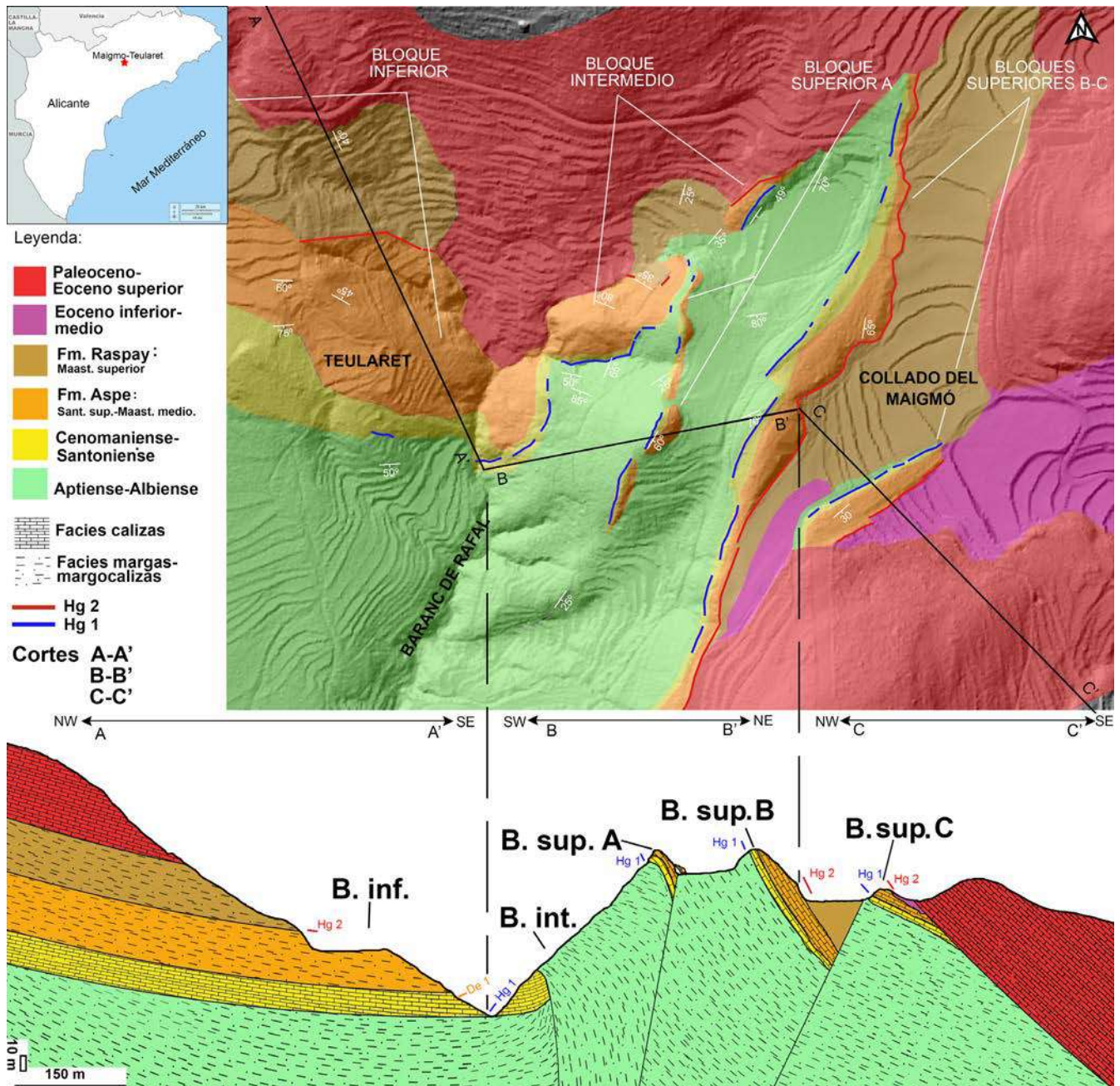


Figura 1: Mapa geológico Collado del Maigmó-Mas del Teularet (Penàguila). Se señala en el corte la posición de las fallas documentadas y su desarrollo hipotético. El bloque intermedio no es cortado en esta sección, aunque se indica su posición con respecto al resto.

19), desarrollada en un medio sedimentario próximo al talud marino. El espesor total de la serie no se puede estimar pues no aflora la base de la misma, pudiéndose medir espesores en torno al Mas del Baló que superan los 140 m. En el Collado del Maigmó y tramo superior de Barranc de Rafal aflora el Albiense superior, caracterizándose por una sucesión de margocalizas y calizas en bancos decimétricos que a techo se hacen más finos y con abundancia de nódulos de limonita, dando paso a margocalizas arenosas de color grisáceo o beige (posiblemente el Vraconiense). Sobre estas se desarrollan las capas de calizas compactas cenomanienses que generan un salto topográfico. Esta transición se interpreta a escala regional como el final del Cretácico inferior.

Orientación: En torno a 30° NE, con buzamientos hacia el SE variables (entre 70° a 25°). En el Barranc de Rafal el techo está afectado por *slumps* y fallas. En cambio en el Collado del Maigmó la estratificación no está deformada.

Hiatos y tectónica: No se han observado hiatos sedimentarios bien definidos. A techo de la serie hay abundantes nódulos de pirita, algunos de ellos de origen biogénico, así como laminaciones de óxidos. Estos, junto a los bancos calizos, pueden estar relacionados con las primeras evidencias de la regresión que marcó el final del periodo. El contacto Albiense-Cenomaniense se produce mediante cabalgamiento en el Barranc de Rafal, en concordancia en el Collado de Maigmó o en discordancia con el Maastrichtiense en los bloques superiores A y C.

Fósiles: Los fósiles son abundantes en algunas capas y se suelen conservar en buen estado. Se documentan equinodermos irregulares del género *Toxaster* sp. y, en menor medida, *Holaster* sp. (fig. 2). La asociación de ammonites en el Mas del Baló (La Torre de les Maçanes) y el Collado del Maigmó, entre los que abundan los géneros *Mortoniceras* y *Eutrephoceras* (fig. 2), representa el Albiense

superior³. Hacia el tránsito Aptiense-Albiense se hay un nivel de margas verdosas u ocres con grandes braquiópodos en buen estado de conservación, en el que están representados principalmente *Rynchonella* sp. y *Ciclotiris* sp.



Figura 2: Fósiles del Aptiense-Albiense del Mas del Baló-Collado del Maigmó: 1.- *Anisoceras* sp.; 2.- *Beudanticeras beudanti*; 3.- *Mortoniceras* cf. *inflatum* sp.; 4.- *Eutrephoceras* sp. 5- *Puzosia* sp.; 6 y 7.- *Mortoniceras* sp.; 8.- *Stolizkaia?* sp.; 9.- *Toxaster* sp.; 10.- *Holaster* sp.; 11.- *Rynchonella* sp.; 12.- *Ciclotiris* sp.; 13.- *Chlamys* sp. 14.- Bivalvo indeterminado. Escala 1 cm.

2.2. Cretácico Superior

La secuencia del Cretácico superior se ha dividido en cinco zonas denominadas bloque inferior, bloque intermedio y bloques superiores A, B y C. Estas divisiones se han realizado a partir de la geografía, las litologías, la tectónica y los hiatos sedimentarios documentados (fig. 3).

3 Agradecemos a Miguel Company, del departamento de Estratigrafía y Paleontología de la UGR, la revisión de la clasificación de los ammonites.

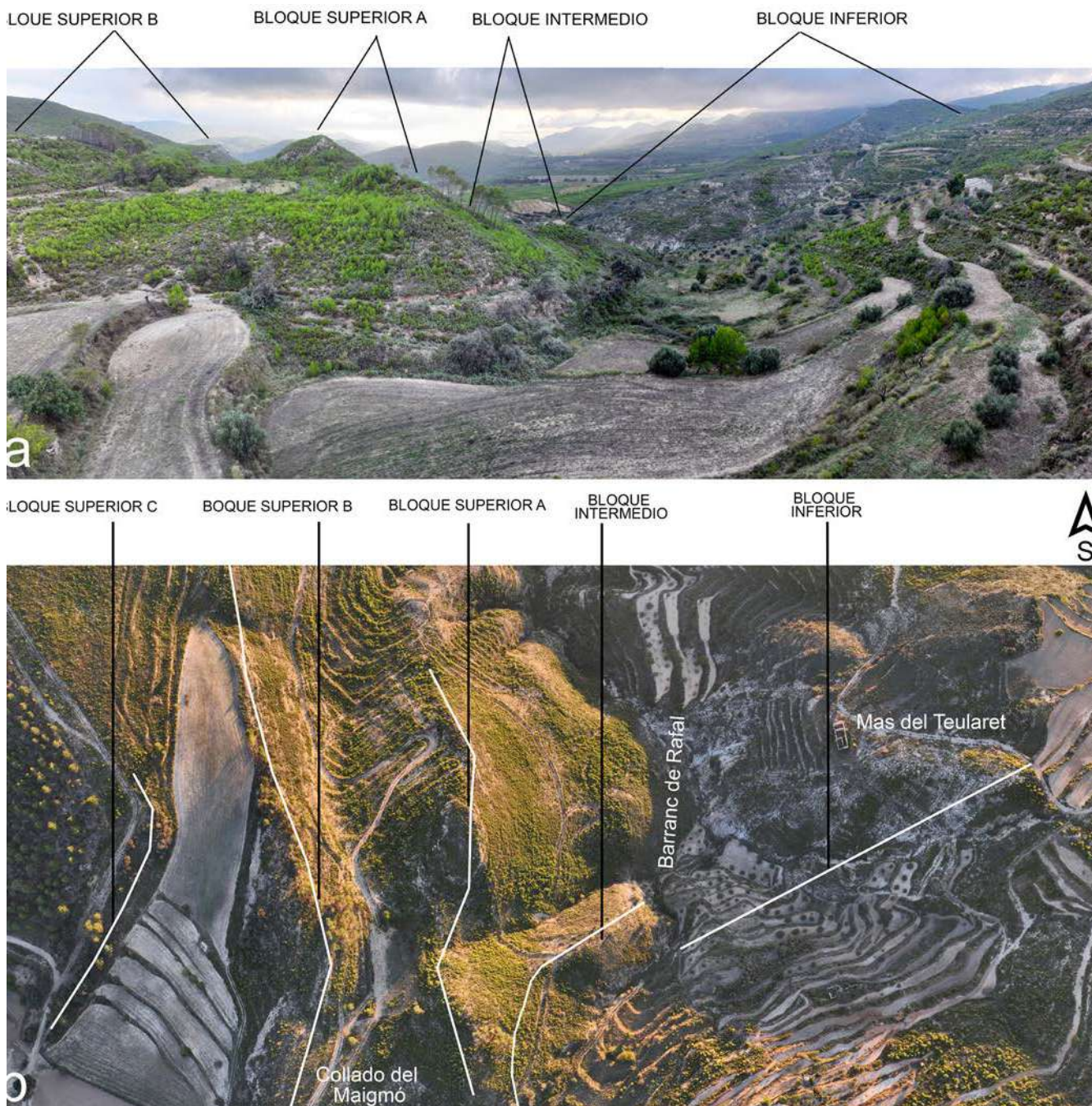


Figura 3: Collado del Maigmo-Mas del Teularet. Identificación de los bloques establecidos en el presente trabajo: a.- Vista desde la cabecera del barranc de Rafal; b.- Vista aérea a 400 metros de altura.

2.2.1: Bloque inferior.

Formado por el Barranc del Rafal y Mas del Teularet (figs. 1 y 3). Comprende toda la secuencia del Cretácico superior, compuesta por el la Formación (Fm.) Calizas de Jaén del Cenomaniense-Coniaciense medio, la Fm. Na-

veta del Coniaciense-Santoniense medio, Fm. Aspe del Santoniense superior-Maastrichtiense medio y Fm. Raspay del Maastrichtiense final. Estas formaciones se presentan en facies de calizas, margas y margocalizas hemipelágicas (ritmitas), con un espesor total de 9 m.

Figura 14: Interpretación sintética de la evolución tectosedimentaria en la zona de estudio.

PISO	POTENCIA	LITOLOGÍA
Cenomaniense-Coniaciense medio: comprende Fm. Calizas de Jaén.	15	Caliza biomicrítica nodulosa y de radiolarios bien estratificada en bancos.
Coniaciense superior-inicio Santoniense. Fm. Naveta.	10	Margocalizas tableadas de color beige a salmón de espesor decimétrico-centimétrico de aspecto lajoso. Entre las margocalizas se intercalan finos niveles de margas y margocalizas beige-gris de espesor decimétrico-centimétrico, afectadas por bioturbación moderada de finos tubos con diferentes orientaciones.
Santoniense superior - Maastrichtiense medio: Fm. Aspe.	30	Margocalizas y calizas blancas; alternancia de calizas y margas rojas.
Maastrichtiense superior: Fm. Raspay.	35	Margas y margocalizas verdes-marrones rojas y grises.



Figura 4: Cauce del Barranc de Rafal (Penàguila): a.- Contacto Albiense-Cenomaniense e hiato sedimentario Hg 1 (hardgrounds a-g); b.- Posible discontinuidad estratigráfica intraconiaciense que marca el fin del evento tectónico (De 1); c.- *Slump* en las margocalizas del Turoniense-Coniaciense; d.- *Slump* en las calizas del Cenomaniense-Turonense.

Litologías: La composición del Cenomaniense-Coniaciense medio corresponde a caliza biomicrítica de radiolarios, con un espesor en torno a 15 m. Equivale a la Fm. Calizas de Jaén y se formó por aportes hemipelágicos, es decir en un dominio marino abierto y profundo que se instaló tras el periodo regresivo del final del Albiense (fig. 4, a).

Por encima de la mencionada serie se disponen margocalizas grises del Coniaciense superior-Santonense. La parte inferior sigue

estando afectada por deslizamientos y se manifiesta mal estratificada. Sobre estas se disponen calizas tableadas de espesor decimétrico no afectadas por deslizamientos y que podría relacionarse con el final del evento tectónico señalado, dando paso al inicio de la Fm. Naveta (fig. 4, b). Esta formación se caracteriza regionalmente por calizas margosas tableadas de color beige a salmón de espesor decimétrico-centimétrico de aspecto lajoso (Chacón, 2002: 176), con una potencia esti-

mada de 10 m.

Por encima se dispone la Fm. Aspe con un espesor total de 30 m, constituida por margocalizas-calizas de color blanco y alternancia de margocalizas de color salmón y gris (ritmitas). El cauce del barranco se encaja en un pliegue que afecta a esta formación, observándose en la margen derecha una serie continua no tectonizada, mientras que en la izquierda se aprecia intensamente plegada (fig. 5).



Figura 5: Fm. Aspe en el Barranc de Rafal (Penàguila): a.- Margen derecha donde las capas se muestran sin alteraciones tectónicas; b.- Margen izquierda donde las capas están afectadas por *slumps* y fallas.

Sobre el techo de la Fm. Aspe se dispone la Fm. Raspay, que representa el Maastrichtiense superior-final. Esta formación se inicia con capas de margocalizas grises, alternándose, sobre estas, capas de margas verdes-beige-rojas y margocalizas, culminando con un nivel de margas verdes muy característico. En algunas secciones se constata el tránsito hacia el terciario, manifestado bien mediante un hiato sedimentario que perdura hasta el Eoceno, bien por un depósito de margas arenosas de tono ocre que, a los pocos metros, dan paso a

margas y margocalizas ocre terciarias.

Hiatos y tectónica: El contacto entre el Albiense y el Cenomaniense se produce por medio de un cabalgamiento. En las proximidades del contacto son frecuentes las brechas y estrías de falla tanto en las calizas cenomanienses como en las margocalizas del Albiense.

Se documentan dos hiatos sedimentarios y una posible discontinuidad estratigráfica (denominadas en este trabajo como Hg 1, Hg 2 y De 1). El primero se produjo en el Cenomaniense medio y se localiza muy próximo al contacto con el Albiense, identificándose hasta 7 capas sucesivas con precipitaciones de minerales (fig. 4, a). Se caracterizan por tener color anaranjado con abundantes intraclastos de glauconita y envolturas férricas, así como estructuras estromatolíticas (fig. 6, a). En la primera capa se documentan fragmentos de corales, otros organismos colonizadores y galerías silicificadas, así como fragmentos de equinodermos y dientes de seláceos.

Por otro lado, unos cuantos metros curso arriba, se documenta una discontinuidad estratigráfica en el mismo cauce del barranco (De 1). Esta podría corresponder al hiato sedimentario relacionado con el final de la actividad tectónica que perduró desde el Cenomaniense medio hasta el Coniaciense inferior (fig. 4, b).

Por último, por encima del Mas del Teularet, se localiza el hiato sedimentario intramaastrichtiense Hg 2, formado por un *hardground* de unos 20 cm de tono amarillento y con glauconita, en cuya parte superior se identifican estructuras estromatolíticas y perforaciones (fig. 6, b-c).

Orientación: Predominantemente 90° E, con buzamiento 60° S en la parte elevada de la margen derecha del Barranc de Rafal. La inclinación se suaviza en el cauce y se produce el cambio de orientación de forma paulatina a N-NE en la margen izquierda. La Fm. Aspe se presenta afectada por varios pliegues en el cauce y en la ladera izquierda.

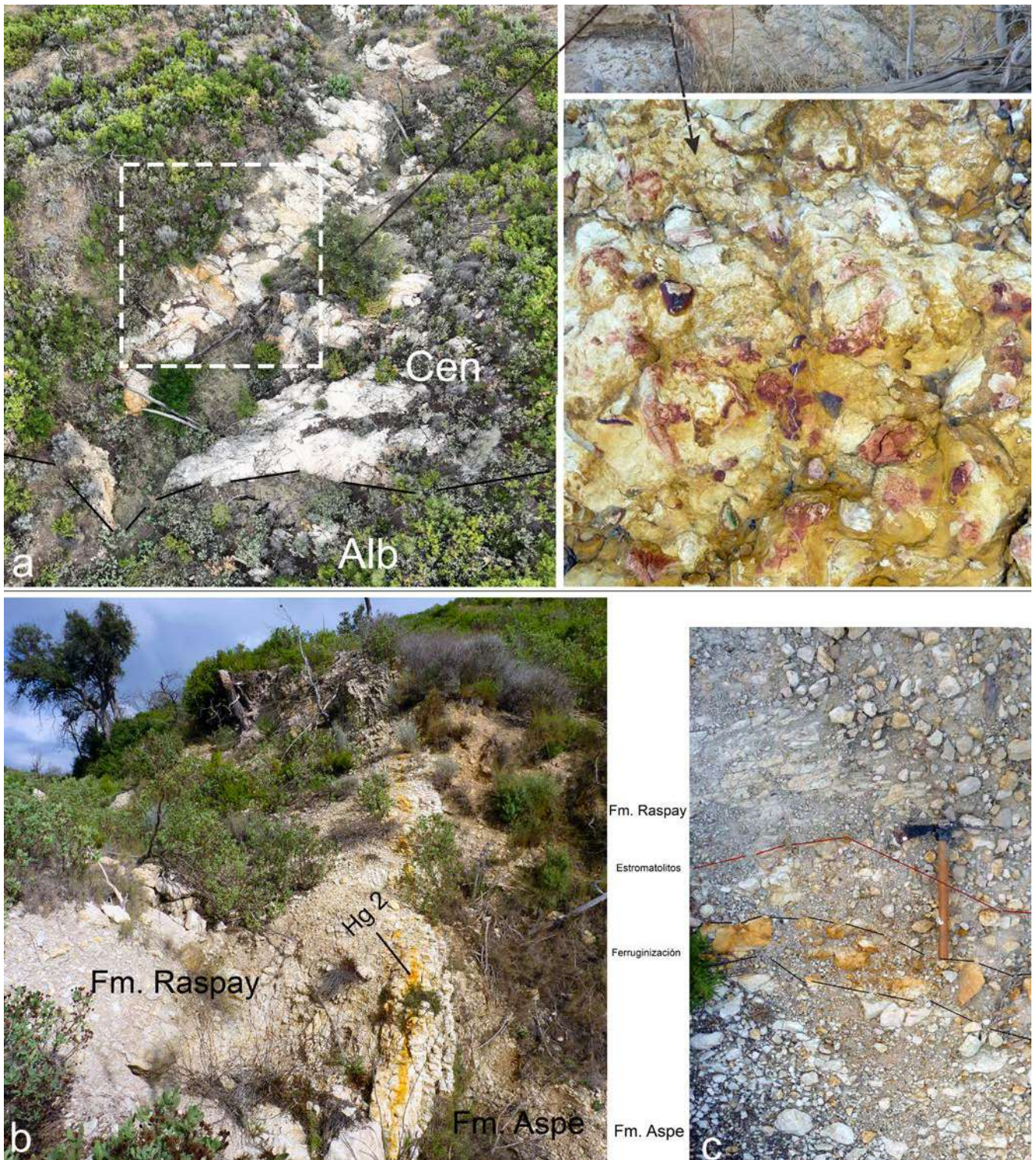


Figura 6: *Hardgrounds* en el bloque inferior: a.- Serie de *Hardgrounds* intracenomanienes (Hg 1); b-c: *Hardground* del Maastrichtiense medio (Hg 2).

Fósiles: En el *hardground* Hg 1 hay estromatolitos, dientes de seláceos, bioturbaciones y corales (fig. 7, 5 y 6); en Hg 2 estromatolitos y dientes de peces (fig. 7, 4). En la Fm. Aspe hay equinodermos *Stegaster altus* y *Stegaster*

sp. bien conservados (fig. 7, 1-3). Por último, en Fm. Raspay hay *inoceramus* y, especialmente, dientes de seláceos y microdientes de peces.

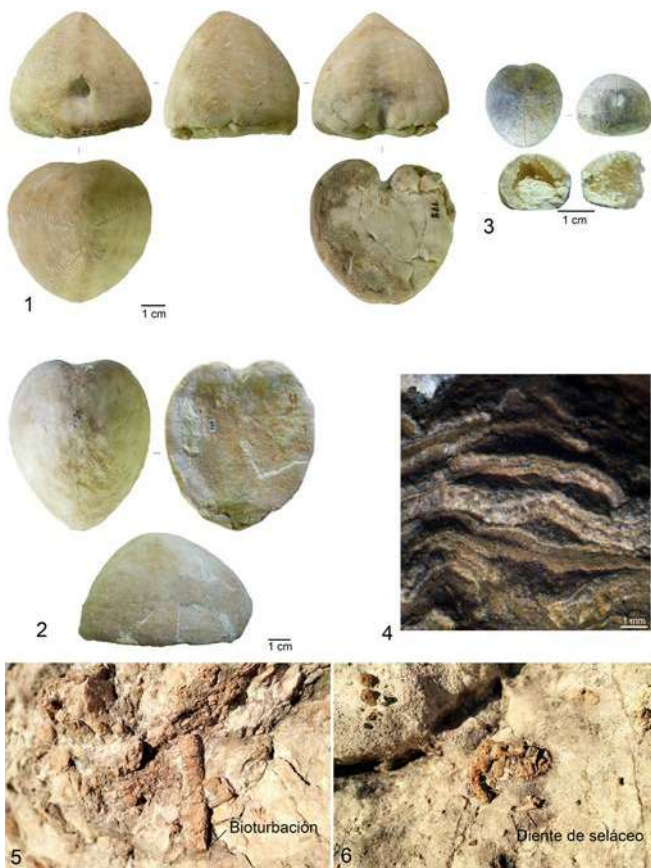


Figura 7: Cretácico superior, bloque inferior: 1.- *Stegaster altus* de la Fm. Aspe; 2-3.- *Stegaster* sp. de la Fm. Aspe; 4.- Estructura estromatolítica, Maastrichtiense medio (Hg 2); 5.- Bioturbación Hg 1, Cenomaniense medio; 6.- Diente de seláceo Hg 1, Cenomaniense medio.

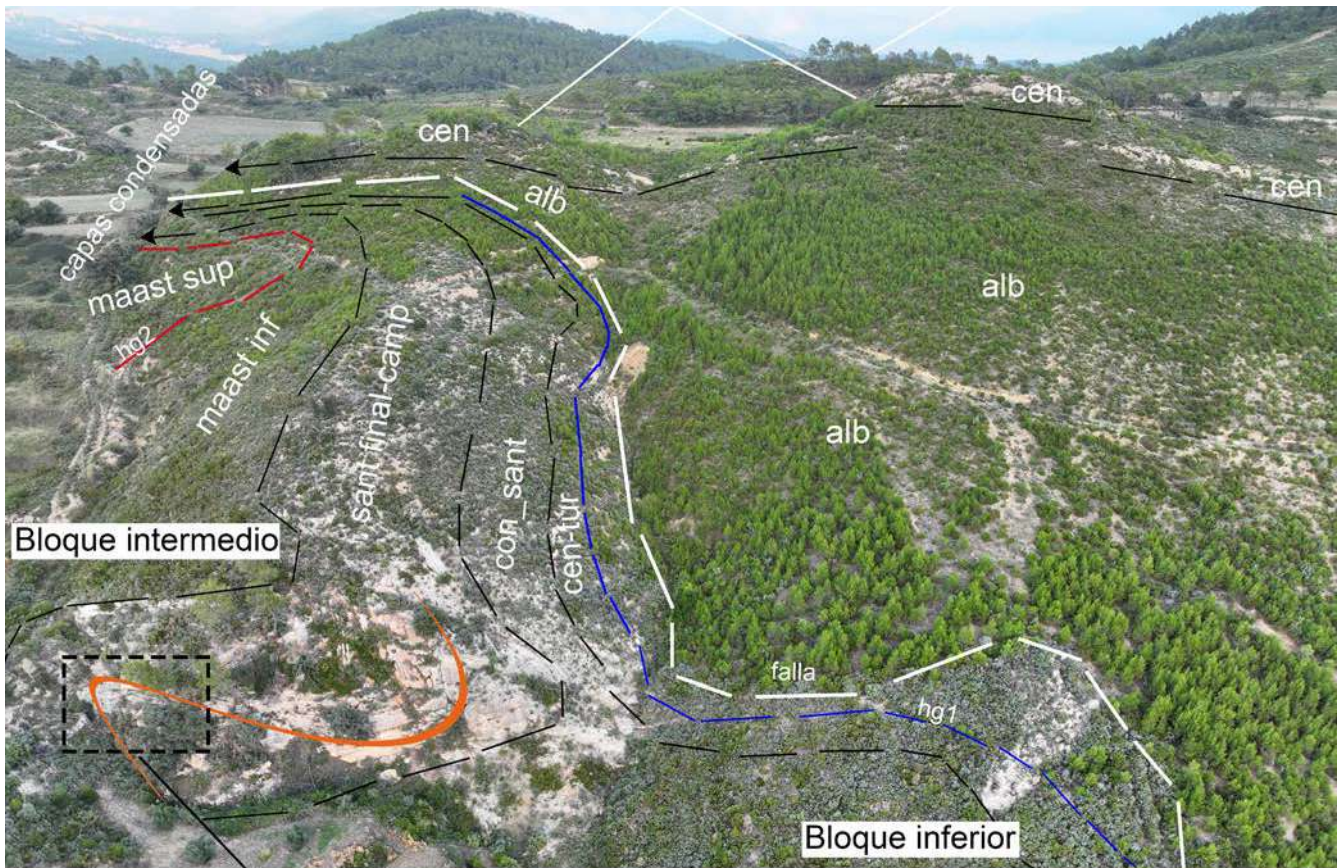
2.2.2: Bloque intermedio

Litología: Este bloque se localiza en la vertiente izquierda del Barranc del Teular, con unos 280 m de largo, más un afloramiento aislado en la zona del Teularet de unos 80 m de largo (figs. 1 y 3). En realidad se trata de la prolongación hacia el NE del bloque inferior, manteniendo continuidad entre ambos en la margen izquierda de Barranc de Rafal. Las primeras capas son semejantes al bloque inferior, aunque estas se manifiestan con menor potencia. Se inicia con calizas con sucesivos *hardgrounds* que marcan el evento tectónico del Cenomaniense medio (Hg 1). Por encima del último *hardground* se disponen calizas lajosas mal estratificadas que podrían corresponder al Coniaciense-Santoniense y dan paso a la Fm. Aspe (Campaniense-Maastrichtiense medio).

Esta se caracteriza por calizas nodulares bien estratificadas en bancos decimétricos de color gris y rojo con abundantes condensaciones, calculándose un espesor de aproximadamente 10 m. En la vertiente NE la parte superior de la Fm. Aspe está mucho más condensada, con un espesor en torno a 4 m, caracterizada por calizas lajosas y calizas bien estratificadas con juntas margosas que dan paso a margas rojas y grises. Adosadas a estas, aflora puntualmente la base de la formación Raspay.

Hiatos y tectónica: Este bloque mantiene contactos con el Albiense por medio de fallas. Estas solo parecen mantener concordancia en la vertiente sur, donde el Albiense cabalga sobre el Cenomaniense, mientras que en el resto las fallas ocasionan contactos discordantes entre la Fm. Aspe-Raspay con el Albiense. En la vertiente Este se observa un frente de falla y un pliegue tumbado el cual afecta esencialmente a la Fm. Aspe (fig. 8).

Se reconoce el hiato Cenomaniense compuesto por al menos 3 *hardgrounds* sucesivos (fig. 9, c-d). Este es semejante al descrito en el bloque inferior, aunque de menor espesor, caracterizado por precipitaciones férricas, desarrollo de estromatolitos, oncolitos ferruginosos y glauconita. En la zona de transición entre el bloque inferior y medio se han observado varias capas con corales y braquiópodos. También se ha identificado el hiato del Maastrichtiense medio que es semejante al descrito en el bloque inferior, aunque evoluciona hacia la parte elevada del bloque, donde las capas están muy condensadas, a un nivel margoso amarillento. En el bloque aislado ubicado a mayor cota las formaciones están todavía más condensadas y se mantienen invertidas con respecto al resto de los bloques, por lo que se interpreta como la parte más elevada del bloque intermedio.








-  Pliegue
- Hardgrounds:**
-  Hg 1: Intracenomaniense
-  Hg 2: Maastrichtiense medio
-  Falla Albiense-Cenomaniense
-  Dirección de la condensación

Figura 8: Lectura geológica de la vertiente S del bloque intermedio afectado por pliegues tumbados. Representa la transición desde las margocalizas y margas (ritmitas) del bloque inferior, a las series de calizas condensadas que caracterizan a los bloques superiores.

Orientación: Representa el cambio de orientación de las capas entre el bloque inferior y los superiores, pasando de NW a NE. En la vertiente meridional del bloque intermedio las capas presentan orientación 195° NW y buzamiento de 50° hacia el SW, que pasa en la parte situada más al Norte a orientación 30° NE, buzamiento 49° SE (fig. 1).

Fósiles: Estromatolitos en Hg 1 con ocasionales corales, braquiópodos, dientes de seláceos y dientes de peces (fig. 9, c, d, e-g). En la Fm. Aspe hay *Stegaster altus*, *Stegaster* sp. e *Inoceramus* sp. (fig. 9, a-b, e). Abundantes dientes de seláceos y peces en las margocalizas iniciales de la Fm. Raspay (fig. 9, g, h).

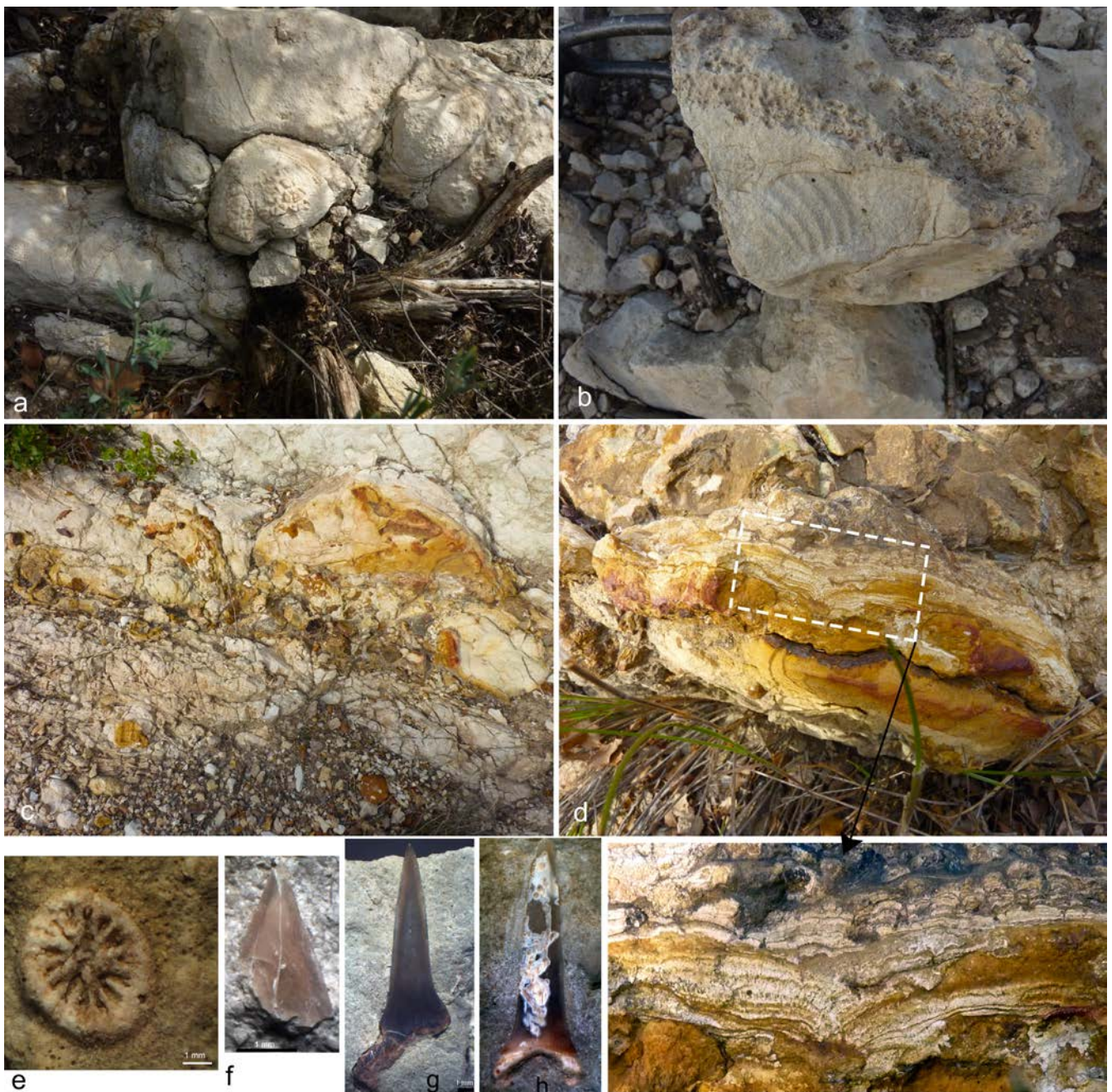


Figura 9: Bloque intermedio: a.- *Stegaster* sp. en la Fm. Aspe; b.- *Inoceramus* sp. en la Fm. Aspe; c-d Hardground Cenomaniense (Hg 1) y ampliación de las laminaciones estromatolíticas; e.- Coral solitario de Hg 1 (Cenomaniense medio); f.- Diente de actinopterigio de Hg 1 (Cenomaniense medio); g.- Diente de seláceo base de la Fm. Raspay (Maastrichtiense medio); h.- Diente de seláceo Hg 2 (Cenomaniense medio).

2.2.3: Bloque superior A

Litología: Este bloque presenta unos 350 m de longitud y un espesor máximo de 17 m, abarcando desde la margen izquierda de la cabecera del Barranc de Rafal hasta el llano del Colladet de Maigmó (fig. 3). Es difícil diferenciar las formaciones, pues estas se muestran en facies predominantemente de calizas condensadas y uniformes. Se ha podido separar el Albiense del Cenomaniense, caracterizado por el tránsito de las margocalizas

ocres a calizas y margocalizas beige-grises con nódulos de pirita que podría corresponder con el Vraconiense identificado en zonas próximas (Company *et al.*, 1992). A techo las capas se van haciendo más calizas, incorporando el primer *hardground* intracenomaniense. Este *hardground* da paso a calizas nodulares y, sobre estas, calizas compactas que forman la base del resalte topográfico. Se identifica un segundo *hardground* intracenomaniense más débil a escasamente un metro

de la base. Por encima se disponen calizas nodulares y, posteriormente, compactas con pirita. En algunas zonas por encima del resalte topográfico se desarrollan calizas lajasas mal estratificadas que podrían corresponder al Coniaciense-Santonense medio y que dan paso a calizas decimétricas blancas con sí-

lex de la Fm. Aspe. El *hardground* Hg 2 no se conserva ya que una falla afecta al techo de la Fm. Aspe (fig. 10).

Orientaciones: El bloque presenta en conjunto la orientación de tendencia 25° NE y un buzamiento en torno 45° SE.



Figura 10: Bloque superior A: a.- *Hardground* Hg 1 (Cenomaniense); b.- Brecha en las calizas grises Cenomaniense-Turonense de la vertiente Oeste; c.- Bloques inestables con brechas y estrías que evidencian una falla que pone en contacto el Maastrichtiense medio con el Albienense.

Hiatos y tectónica: En el hiato del Cenomaniense medio (Hg 1) se han diferenciado dos niveles, uno más intenso localizado por debajo del resalte topográfico de las calizas compactas, exactamente en la transición entre las margocalizas beige-ocre Albiense-Cenomaniense y el inicio de las calizas nodula-

res del Cenomaniense medio. El otro se ubica aproximadamente a 1 metro por encima de la base del resalte topográfico formado por las calizas compactas del Cenomaniense medio-Turonense. Ambos son mucho más débiles que en el bloque inferior e intermedio (fig. 10, a). El *hardground* del Maastrichtiense medio

no parece que se conserve ya que la parte superior de la Fm. Aspe está en contacto discordante con las margas del Albiense, señalando la existencia de una falla que se debería localizar entre los bloques superiores A-B. Esta fractura queda evidenciada en superficie a partir de los bloques inestables formados por las calizas con sílex del techo de la Fm. Aspe, con brechas y estrías de falla, al apoyarse so-

bre las margas y margocalizas del Albiense (fig. 10, b-c). Otras fallas afectan al bloque de forma transversal formando escalones.

Fósiles: Se documenta de forma esporádica ammonites, especialmente turrilitas, en las calizas nodulares del Cenomaniense-Turonien- se.

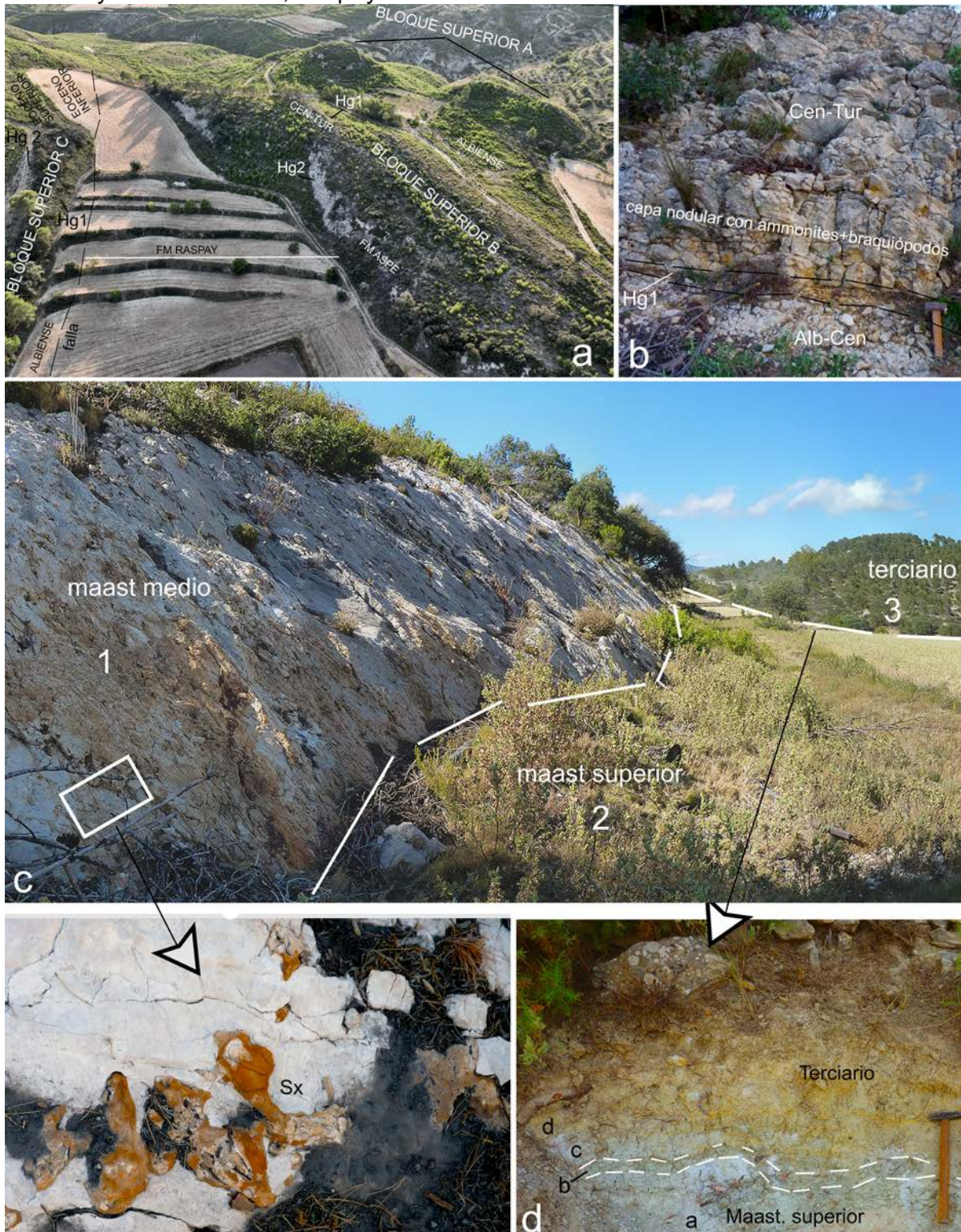


Figura 11: a- Bloques superiores B-C; b.- Bloque superior C y detalle del *Hardground* Hg 1, Cenomaniense medio; c.- *Hardground* Hg 2 en el bloque superior B (1: Hg 2 Maastrichtiense medio con nódulos de sílex relleno de bioturbaciones de *Thalassinoides*, 2: Fm. Raspay, 3: Terciario); d.- Fm. Raspay y detalle del tránsito Maastrichtiense-Terciario (límite K-T, en estudio).

2.2.4: Bloques superiores B-C:

Litología: Se describen ambos bloques conjuntamente, dada su semejanza litológica y posición (fig. 3). El bloque B se localiza en la parte Este del Collado del Maigmo en el que se dispone un resalte topográfico en sentido N-S de más de 2 km de longitud y es predominantemente calizo (fig. 11, a). En la vertiente W de la loma se reconoce el tránsito entre las margocalizas del Albiense superior-Cenomaniense y el resalte topográfico de las calizas compactas del Cenomaniense-Turonense. En este bloque, el tránsito Albiense-Cenomaniense es parecido al Bloque A, es decir margocalizas arenosas beige-grises con nódulos de pirita y ocasionalmente equinodermos irregulares, que puede corresponder con el Vraconiense. Sobre él se desarrollan 50 cm de calizas y margocalizas con capas nodulares muy bioturbadas (*burrows*) en cuya base se intercala el hiato Hg 1, del cual solo se ha identificado un único nivel de unos 10 cm (fig. 11, b). La capa nodular da paso a calizas grises compactas con un espesor de unos 3-5 m que contienen pequeños nódulos de pirita con cristalización cúbica. Por encima se desarrollan calizas lajosas mal estratificadas grises-beige, puntualmente con ammonites, en facies condensada y que podría representar el Coniaciense-Santoniense medio. Culmina con la Fm. Aspe en facies de caliza de color gris-blanco con silicificaciones abundantes, en cuyo techo se identifica el *hardground* del Maastrichtiense medio (Hg 2) (fig. 11, c). Adosado a este se desarrolla la Fm. Raspay en la misma facies que la descrita para el bloque inferior, es decir, margocalizas beige que pasan a margas de color rojo, verde y gris. El techo de la Fm. Raspay culmina con arcillas verde-verde oscuro que dan paso a margas arenosas de color ocre y, a escasos metros, a margocalizas ocres señalando el paso al Terciario. No obstante, el tránsito Cretácico-Terciario se muestra poco uniforme, ya que hacia el extremo SE del bloque superior B el contacto es discordante con el Eoceno inferior (fig. 11, a). El espesor máximo calculado de la serie Cenomaniense-Maastrichtiense medio

es semejante al bloque superior A, entre 15-17 m, que hacia el NE pasa a apenas 4 m. En cambio la Fm. Raspay (Maastrichtiense superior) se desarrolla ampliamente, calculándose un espesor de 35 m donde no está discordante con el Eoceno.

El bloque C se dispone subparalelo al anterior, con una longitud de unos 200 m de largo por 17 m de potencia (figs. 1 y 3). La existencia de una vaya ha impedido su completa descripción. La Fm. Raspay es cortada súbitamente por el Albiense, dando paso al resalte morfológico de las calizas cenomanienses, por lo que se infiere una falla en profundidad que pone en contacto discordante el Maastrichtiense final con el Albiense (fig. 11, a). Se reconoce el hiato Hg 1 sobre el que se desarrollan las capas calizas y margocalizas nodulares fosilíferas y muy bioturbadas. Sobre estas descansan las calizas compactas con pirita que marcan el resalte topográfico Cenomaniense-Turonense, a la que se adosa la Fm. Aspe con sílex. Las margas verdes erosivas terciarias afloran en contacto erosivo sobre el Maastrichtiense medio.

Orientación: Variaciones entre los 5° a 59° NE, por tanto subparalelo al bloque superior A, con un buzamiento entre los 40°-65° SE.

Hiatos y tectónica: El Bloque superior B muestra una sucesión continua desde el Albiense al Terciario, así como un acusado acuífamiento debido a series más condensadas en dirección NE. Entre los bloques B y C se identifica una falla que pone en contacto discordante el Maastrichtiense superior con el Albiense y el Eoceno.

Se documentan los dos hiatos con formación de *hardgrounds* observados en el resto de los bloques. El *hardground* Cenomaniense (Hg 1) corresponde a una sola capa de unos 10 cm con perforaciones, ferruginización, glauconita y oncolitos ferruginosos. Este se desarrolla a techo de las margocalizas grises del tránsito Albiense-Cenomaniense (fig. 11, b).

El hiato intramaastrichtiense (Hg 2) se caracteriza por ferruginización y sílex, con un pa-

leosuelo endurecido muy regular que puede seguirse, en el caso del bloque B, a lo largo de más de 2 km. La silicificación es muy intensa y no solo se da en la zona de hiato, si no que se ven capas con sílex a lo largo de la formación que parecen intensificarse hacia el techo, observándose incluso organismos fosilizados en sílice, tales como equinodermos y galerías de *Thalassinoides* silicificadas. Sobre el hiato intramaastrichtiense se desarrolla de forma completa la Fm. Raspay, cuyo contacto se produce mediante un salto topográfico (fig. 11, c-d). El techo de la Fm. Raspay no es homogéneo, ya que en algunas zonas pasa a margocalizas ocre terciarias, mientras que en otras (extremo SE) se muestra discordante con las margas verdes del Eoceno inferior, o afectado por la falla existente entre los bloques B-C que provoca otro contacto discordante con el Albiense (fig. 11, a).

Fósiles: En el *hardground* Cenomaniense y la capa superior de calizas nodulares se documentan ammonites, turrilitas, braquiópodos y bioturbaciones, especialmente abundantes en el bloque C (fig. 12). En el *hardground* intramaastrichtiense se documentan equinoder-

mos silicificados, bioturbaciones de *Thalassinoides* silicificadas y dientes de seláceos y peces (fig. 13). Asimismo se identifican *inoce-ramus* en la base de la Fm. Raspay y dientes de peces y seláceos en abundancia en diferentes capas de la misma.

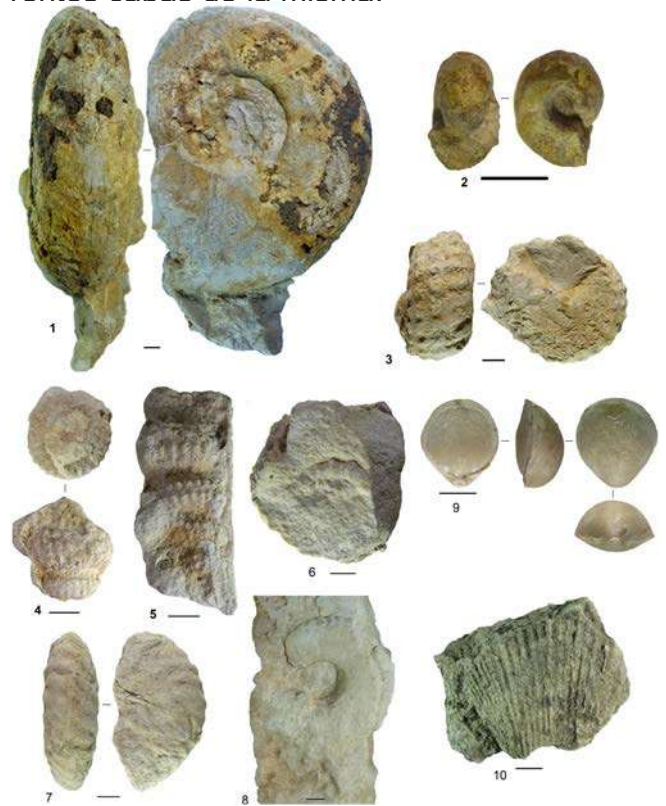


Figura 12: Fauna procedente de Hg 1 y de la capa superior de caliza nodular bioturbada de los bloques elevados B-C (Cenomaniense inferior-medio): 1- *Puzosia* sp. 2.- *Tetragonites* sp.; 3-5.- *Turrilites costatus*; 6.- *Anisoceras* sp.?; 7.- *Mantelliceras* sp.?; 8.- *Schloenbachia* sp.?; 9.- *Moutonithyrus dutempleana* 10.- *Chlamys* sp.?

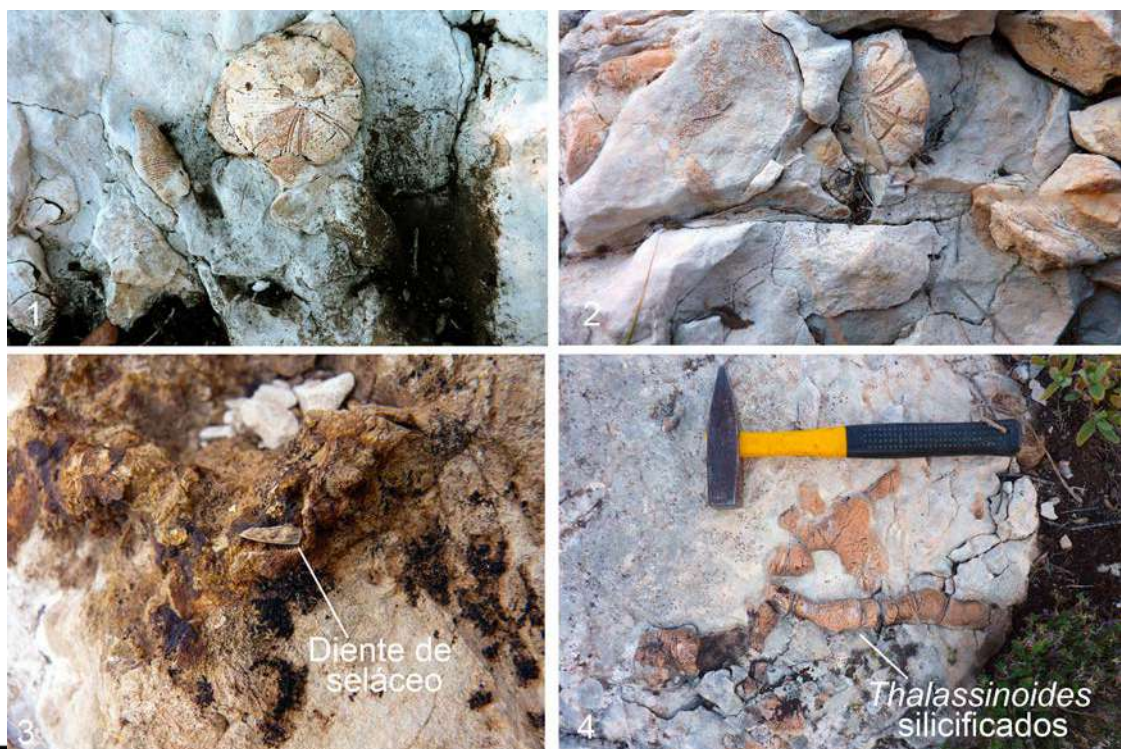


Figura 13: Collado del Maigmo. Maastrichtiense medio (Hg 2): 1-2: Equinodermos silicificados; 3.- Precipitación férrica y fragmento de diente de seláceo; 4.- Galerías (*Thalassinoides*) silicificadas.

3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La secuencia geológica del Collado del Maig-mó-Mas del Teularet descrita es un ejemplo de los efectos que la reactivación tectónica produjo durante el Cretácico superior en el área del Prebético de Alicante. Esta tuvo su origen en un evento regional relevante iniciado durante el Cenomaniense y que se ha identificado en diversos puntos de la Placa Ibérica (e.g. De Ruig, 1992; Martin-Chivelet, 1992, Chacón, 2007). Las consecuencias fueron la formación de zonas deprimidas de surco (canales) y zonas elevadas (altos fondos) y, posteriormente, un lento y progresivo levantamiento del área. Las grandes paleofracturas

sufrieron varios episodios de reactivación a lo largo del Cretácico superior, que quedaron registrados de diferente manera en los distintos sectores según su paleoposición.

Estos procesos tectónicos han sido argumentados por diversos autores para explicar el desarrollo de las facies sedimentarias que caracterizan al Cretácico superior regional (e.g. De Ruig, 1992; Chacón, 2002). En el Prebético de Alicante los cambios eustáticos del nivel del mar no fueron la única causa que intervino en el desarrollo de las facies descritas. A partir de la regresión del Cenomaniense la reactivación de las fallas, debido a la reanudación de una fase tectónica distensiva, pasan a determinar las facies sedimentarias en la región (fig. 14).

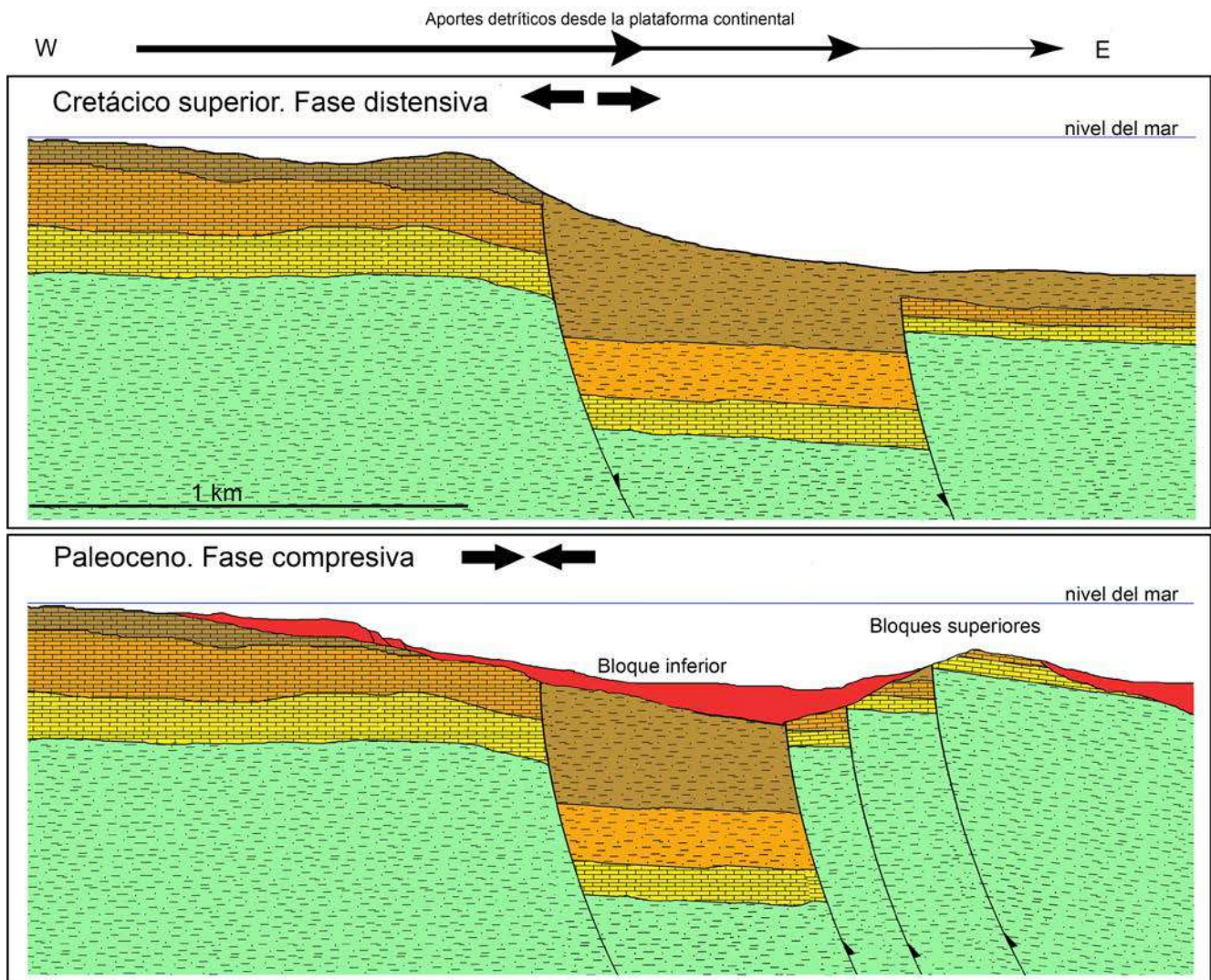


Figura 14: Interpretación sintética de la evolución tecto-sedimentaria en la zona de estudio. Ver leyenda en la figura 1.

En el Collado del Maigmó-Teularet se ha reconocido una de estas paleofracturas que condicionaron la sedimentación en la zona, según se deduce de las variaciones en cuanto a la disposición, el espesor, los fósiles y la composición de las unidades analizadas. De este modo, se han podido diferenciar hasta tres ambientes de sedimentación afectados por la evolución de diversas fallas desarrolladas en sentido predominante N-S.

Asociado a la referida reactivación tectónica, en las secuencias de los bloques descritos se han documentado dos fases de desarrollo de *hardgrounds* que señalan periodos de reconfiguración de la cuenca marina. El más antiguo corresponde a la serie de *hardgrounds* del Cenomaniense medio-superior (Hg 1) y presenta diferencias remarcables entre el bloque inferior, intermedio y los superiores. En el bloque inferior se documentan hasta 7 *hardgrounds* intracenomanienses superpuestos e incluidos en calizas compactas, mientras que en el bloque intermedio sólo se observan 3 capas de menor espesor en calizas en bancos decimétricos. Asimismo, por encima de estos *hardgrounds* se desarrollan diferentes facies, denotando que las consecuencias de la reactivación tectónica afectaron de forma desigual. En efecto, en el bloque inferior (Barranc de Rafal-Teularet), tras el evento se reanudó la sedimentación durante el Coniaciense-Santonense y posteriores periodos de forma completa, depositándose margas y margocalizas pelágicas, con series de ritmitas y sin condensamiento, alcanzando una profundidad superior a los 200 m en la Fm. Aspe, según se deduce de la presencia de *Stegaster*. En cambio, el bloque intermedio tras el evento Hg 1 se reinició la sedimentación en facies de calizas lajosas y nodulares, observándose frecuentes condensaciones. Estas condensaciones se hacen más relevantes hacia la parte superior del bloque y en sentido NE, por lo que se podría interpretar que se localizaba en una posición más elevada con respecto al bloque de Barranc de Rafal-Teularet, siendo de este modo los aportes detríticos menos cuantiosos.

Por otro lado, en los bloques superiores (A,

B y C) la serie de *hardgrounds* de Hg 1 son mucho más débiles, documentándose sólo dos capas con ferruginización, glauconita y estromatolitos menos desarrollados. Las litologías predominantes corresponden a calizas con espesores inferiores a los bloques anteriores y que evidencian un importante condensamiento desde el Cenomaniense al Maastrichtiense medio, pasando de los 55 m calculados para el bloque inferior a entre 17-4 m en los bloques superiores. En ellos se ha podido reconocer el tránsito Albiense superior al Cenomaniense inferior en el que las margocalizas albienses pasan a calizas arenosas, que a techo desarrollan el primer *hardground* y, sobre estas, a calizas nodulares. Por encima se dispone la base del crestón morfológico del Cenomaniense medio que incluye cerca de su base otro *hardground* y, sobre este, de nuevo, calizas nodulares y la parte superior de las calizas del Cenomaniense final-Turonense con cristales de pirita. Estas dan paso a las calizas lajosas del Coniaciense-Santonense y a la Fm. Aspe, caracterizada por calizas blancas con sílex, culminando con las margocalizas y margas de la Fm. Raspay.

El segundo *hardground* reconocido es el intramaastrichtiense (Hg 2), también identificado en todos los bloques en los que presenta diferencias notables. En el bloque inferior se caracteriza por una capa de unos 20 cm intensamente amarillenta con desarrollo de estromatolitos a techo. En el bloque intermedio se ha podido identificar a partir de una capa amarillenta sin formación de estromatolitos que en la zona más condensada se incluye entre calizas. En los bloques superiores Hg 2 se presenta uniforme, caracterizado por un *hardground* bien desarrollado con un suelo endurecido, muy ferruginizado y con silicificaciones que crea un resalte topográfico. En contacto con esta superficie se desarrollan, tanto en el bloque inferior como en el bloque superior B, las margas y margocalizas de la Fm. Raspay sin condensamiento relevante.

A parte de las variaciones litológicas también se constatan diferencias al comparar los fósiles de cada facies sedimentaria, lo cual podría relacionarse con los paleoambientes que se

fueron instalando en cada bloque, dependiendo de la cantidad de luz, la profundidad y los nutrientes. En el bloque inferior e intermedio la fauna microfósil es muy escasa. En la serie de *hardgrounds* de Hg 1 del bloque inferior e intermedio, a pesar de las diferencias litológicas, los fósiles observados son semejantes, abundando las estructuras estromatolíticas, galerías, corales, fragmentos de equinodermos y dientes de peces y seláceos. En el bloque intermedio a estos se une la presencia de braquiópodos. Estos fósiles tal vez denoten unas condiciones paleoambientales por encima de los 200 metros, según se deduce de la presencia de corales solitarios. A partir del Coniaciense se vuelven a condiciones más profundas, por debajo de los 200 m según los estudios regionales, desarrollándose en los bloques inferior e intermedio las facies de margas y margocalizas en las que esporádicamente se documentan equinodermos, *inoceramus* y *Zoophycos* en la Fm. Aspe, e *inoceramus*, dientes de peces y dientes de seláceos en la Fm. Raspay.

En los bloques superiores A-C el contenido fósil es más abundante, especialmente en el *hardground* Hg 1 y en las capas nodulares que se desarrollan por encima, mostrando elevada bioturbación, presencia de ammonites, destacando los turrilites, y braquiópodos. Esto podría relacionarse con la instalación, antes o durante el *hardground* Hg 1, de un ambiente de sedimentación menos profundo que en el bloque inferior, aunque con los datos actuales no puede determinarse la diferencia de cota entre los bloques. Como hipótesis, la abundante presencia de Turrilites sp. en Hg 1 de los bloques superiores podría evidenciar que estos estarían por encima de los 150 m de profundidad.

Según lo descrito, es probable que la reactivación de las fallas afectase a los bloques descritos antes o durante el evento Hg 1, explicando de esta forma las diferencias observadas entre los bloques desde la base del Cenomaniense, tanto en la composición litológica como en el contenido fósil. Asimismo también se deduce que los bloques superiores estuvieron desde el inicio del Cretácico superior en

una posición en la que los aportes detríticos fueron mucho más limitados, probablemente debido a localizarse a menor profundidad, lo que explicaría la litología predominantemente caliza, la condensación de las capas y que los *hardgrounds* y el contenido fósil sean diferentes. Asimismo el acusado condensamiento de las capas observado en sentido NE, tanto en el bloque intermedio como en el bloque B, podría relacionarse con la configuración de la cuenca sedimentaria en el que los bloques se encontrarían más elevados en el sentido mencionado. También pudo influir en el desarrollo de las facies sedimentarias descritas la existencia de corrientes submarinas que arrastraban los sedimentos procedentes de la plataforma continental ubicada al W del área de estudio, hacia las áreas más deprimidas, limitando los aportes hacia los bloques elevados situados al E del bloque inferior (fig. 14). Por otro lado, la presencia sílex en Hg 2 en los bloques superiores señalan unas condiciones paleoambientales determinadas que podrían equivaler a las que se instalaron en el Alto Fondo del Maastrichtiense de la Sierra Mariola, donde también se reconoce una intensa silicificación (Molina, 2016). Los *hardgrounds* con sílex son frecuentes en el Cretácico de Europa, asociándose generalmente al desarrollo de esponjas con espículas silíceas y abundancia de materia orgánica en un medio de plataforma marina (Bustillo, Elorza y Diez-Canseco, 2017).

Estas variaciones en la sedimentación en la zona de estudio parece que se homogeneizaron a partir del hiato intramaastrichtiense (Hg 2) que marcó el inicio de la Fm. Raspay. Esta formación se manifiesta litológicamente homogénea en todos los bloques donde aflora, en su facies de margocalizas y margas de tonos rojos, verdes o grises, abarcando en el Maigmo y al norte de El Teularet unos 35 metros. Se constata tanto en posible concordancia con el Terciario como en clara discordancia debido al hiato sedimentario del Paleoceno-Eoceno antiguo, tal como se ha descrito en otras regiones próximas (Company *et al.*, 1982: 462).

En síntesis, las características desiguales del

hardground Hg 1, provocado por el evento tectónico Cenomaniense medio, indica que los bloques descritos ya estaban fracturados y mantenían una paleoposición diferente cuando este se produjo. Tras la reanudación de la sedimentación las diferencias entre los bloques son evidentes, constatándose que al bloque más profundo llegaba una tasa de sedimentación elevada, depositándose margas y margocalizas. Otro bloque, situado en una zona intermedia entre el inferior y los superiores, quedó sometido a profundas deformaciones tectónicas al estar adosado a la falla principal. La litología, predominantemente caliza con episodios de condensación que se hace más marcada hacia el NE, señala un aporte de sedimentos menor que en el bloque inferior. Por último, otra parte de la plataforma marina, en este caso con una orientación anómala en sentido N-S (bloques superiores A-C) quedó a partir del hiato Hg 1 en una posición más elevada, con una tasa de sedimentación aún menor que en el bloque intermedio, denotada por calizas condensadas, nodulares o compactas, que forman un resalte morfológico. Estas condiciones se mantuvieron hasta el hiato sedimentario Hg 2, es decir Maastrichtiense medio.

Dentro del esquema establecido por diversos autores para la plataforma prebética, los bloques descritos pudieron formar parte durante el Cretácico superior de un canal submarino. Este canal submarino estaría representado por el bloque inferior (Teularet), delimitado por dos áreas elevadas, una, la aquí descrita (Collado del Maigmó) y otra al NW (Port de Benifallim), aún por estudiar en detalle, pero en la que se reconoce una sedimentación potente predominantemente caliza.

En efecto, tal como se ha descrito a escala regional, los movimientos de las fallas lístricas a partir del Cenomaniense medio, debido al inicio de la fase distensiva, provocaron el desarrollo de estructuras geológicas con tendencia N-S (Bloques superiores A-C) que dieron lugar a zonas elevadas con sedimentación caliza (Martín-Chivelet, 1995; Chacón 2002; Chivelet y Chacón, 2007). Esta orien-

tación anómala ⁴se ha identificado en otras zonas del sector de Xixona-Busot-Torre de les Maçanes, donde se reconocen igualmente estructuras tectónicas anómalas con tendencias N-S asociada a fallas lístricas (De Ruig, 1992). Junto a estos bloques elevados se adosaban bloques profundos a modo de canales hacia el NW (bloques inferior e intermedio). En estos bloques más profundos, se produjo una sedimentación mucho más potente de ritmitas hemipelágicas. Durante el Paleoceno, se cambia a una fase tectónica compresiva, provocando el cabalgamiento del Albiense en el Barranc de Rafal y que los bloques elevados se fracturen y sean parcialmente erosionados (fig. 14).

En definitiva, el Collado del Maigmó-Mas del Teularet es un ejemplo de como la tectónica ha condicionado la litología y los paleoambientes marinos durante el Cretácico superior, cuyas características se han intentado esbozar en el presente trabajo. Convendría llevar a término futuros estudios en la zona, especialmente en lo referente a la secuencia geológica, la tectónica y el tránsito entre el Cretácico y el Terciario. Su conservación y análisis con mayor detalle podrán seguir aportando datos importantes a escala local y regional.

4. BIBLIOGRAFÍA

BUSTILLO, M.A.; ELORZA, J. y DíEZ-CANSECO, D. (2017): Silicificaciones selectivas en Thalassinoides y otras estructuras biogénicas asociadas a las calizas de plataforma marina y *hardground* (Albiense inferior, Sonabia, Cantabria). Estudios Geológicos, nº 73 (1), pp. 1-19.

CASTRO, J. M. (1994): Las facies de las plataformas de carbonatos del Aptiense-Albiense el NE de la provincia de Alicante. Zona Prebética, SE de España. Geogaceta, 15, pp. 17-19.

4 Se describe como orientación anómala debido a que no sigue la dirección típica del Dominio Prebético con tendencia ENE-WSW predominante.

- COMPANY, M.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, C; VERA, J.A. y WILKE, H. (1982): Interpretación genética y paleogeografía de las turbiditas y materiales redepositados en el senoniense superior en la Sierra Aixortà (Prebético interno, provincia de Alicante). Cuadernos de Geología Ibérica, Vol. 8, pp. 449-463.
- COMPANY, M.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-GARRIDO, A.C.; VERA, J.A. y WILKE, H. (1982): Análisis y distribución de facies del Cretácico inferior del prebético en la Provincia de Alicante. Cuadernos de Geología Ibérica, Vol. 8, pp. 563-578.
- CHACÓN, B. y MARTÍN-CHIVELET J. (2005): Subdivisión litoestratigráfica de las series hemipelágicas de edad Coniciense-Thanetiense en el Prebético oriental (SE de España). Revista de la Sociedad Geológica de España, nº 18 (1-2).
- CHACÓN, B. (2002): Las sucesiones hemipelágicas del final del Cretácico e inicio del Paleógeno en el SE de la Placa Ibérica: estratificación de eventos y evolución de la cuenca. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- CHACÓN, B. y MARTÍN-CHIVELET, J. (2001a): Implicaciones tectosedimentarias de la discontinuidad estratigráfica del Maastrichtiense medio en Aspe (Prebético de Alicante). Rev. Soc. Geol. España, nº 14 (1-2), pp. 123-133.
- CHACÓN, B. y MARTÍN-CHIVELET, J. (2001b): Discontinuidades y conformidades correlativas en las series hemipelágicas del final del Cretácico en el Prebético, Caracterización biocronoestratigráfica. Geo-Temas 3 (2), pp. 177-180.
- CHACÓN, B. y MARTÍN-CHIVELET, J. (2003): Discontinuidades estratigráficas regionales en las sucesiones hemipelágicas finicretácicas del prebético (sector Jumilla-Callosa-Aspe). Journal of Iberian Geology, nº 29, pp. 89-109.
- DARDER, B. (1945): Estudio geológico del sur de la provincial de Valencia y norte de la de Alicante. Bol. Inst. Geol. España, Madrid, t. LVII, nº 1, pp.1-304: t. LVII, nº 2, pp. 307-775.
- DE RUIG, M. J. (1992): Tectonosedimentary evolution of the Prebetic fold belt of Alicante (SE Spain). Tesis doctoral, Univ. Libre de Ámsterdam, 207 p.
- LERET, G.; CÁMARA, P. y LERET, I. (1982): Aportación al conocimiento Estratigráfico y sedimentológico del Cretácico en la Zona Prebética oriental (transversal de Villena-Alicante). Cuadernos de Geología Ibérica, 8: 465-599.
- MARTÍN-CHIVELET, J. (1992): Las plataformas carbonatadas del Cretácico superior de la margen Bética (altiplanos de Jumilla-Yecla, Murcia). Tesis Doctoral.
- MARTÍN-CHIVELET, J. (1994): Litoestratigrafía del Cretácico superior del Altiplano de Jumilla-Yecla (Zona Prebética). Cuadernos de Geología Ibérica, nº 18, pp. 117-173.
- MARTÍN-CHIVELET, J. (1995): Sequence stratigraphy of mixed carbonate-siliciclastic platforms developed in a tectonically active setting, upper Cretaceous, Betic continental margin (Spain). Journal of Sedimentary Research B65 (2), pp. 235-254.
- MARTÍN-CHIVELET, J. y CHACÓN, B. (2004): Evolución sedimentaria paleogeográfica del Prebético. Ciclo V. En Vera (ed.): Geología de España, S.G.E. Madrid, pp. 369-370.
- MARTÍN-CHIVELET, J. y CHACÓN, B. (2007): Event stratigraphi of the upper Cretaceous to lower Eocene hemipelagic sequences of the Prebetic Zone (SE Spain): record of the onset of tectonic convergence in a passive continental margin. Sedimentary Geology, nº 197, pp. 141-163.

- MARTÍNEZ DEL OLMO, W.; LERET, G. y ME-GÍAS, A. G. (1982): El límite de la plataforma carbonatada del Cretácico Superior en la zona prebética. Cuadernos de Geología Ibérica, nº 8, pp. 597-614.
- MOLINA, F. J. (2016): El sílex del Prebético y Cuencas Neógenas en Alicante y sur de Valencia, su caracterización y estudio aplicado al Paleógeno medio. Tesis Doctoral, Universidad de Alicante, 980 pp.
- MOLINA, F. J. y MOLINA, M. (2021): Benifallim: Historia natural de un municipio de la montaña alicantina. Ed. Serradals, 498 pp.
- MONTOYA, P. y SÁNCHEZ, E. J. (2000): Camilo Visedo: Coleccionista e Investigador. En Aura J. E. y Segura J. M. (coords.): Catálogo del Museu Arqueològic Municipal Camil Visedo Moltó. Alcoi, 275 p.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1982): Paleogeografía de la zona Prebética durante el Cretácico. Cuadernos de Geología Ibérica, nº 8, pp. 615-633.
- VERA, J. A. (2001): Evolution of the South Iberian Continental Margin. In: Ziegler, P. A.; Cavaza, W.; Robertson, A. H. F. y Crasquin-Soleau, S. (Eds): Peri-Tethys Memoir 6: Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins And Passive Margins. Mémoires du Muséum National d'Historie Naturelle, nº 186, pp. 109-143.
- VERA, J. A. (2004): Geología de la Cordillera Bética. En Alfaro, Andreu, Estévez, Tent Manclús y Yébenes (eds.): Geología de Alicante, pp. 15-36, Universidad de Alicante.
- VILAS, L.; CASTRO, J.M.; MARTIN-CHIELET, J.; COMPANY, M.; RUIZ-ORTIZ, P.A. ARIAS, C.; CAHCÓN, B.; DE GEA, G.A. y ESTÉVEZ, A. (2004): El Prebético del sector oriental. En J. A. Vera (Ed.): Geología de España. SGE-IGME, Madrid, pp.
- VILAS, L.; MARTÍN-CHIVELET, J.; ARIAS, C.; GIMÉNEZ, R.; RUIZ-ORTÍZ, P. A.; CASTRO, J. M.; MASSE, J. P. y ESTÉVEZ, A. (1998): Cretaceous carbonate platforms of the Spanish Levante. Sedimentary evolution and sequence stratigraphy. 15th IAS International Congress of Sedimentology. Alicante, Universidad de Alicante.
- VISEDO, C. (1922): Notas geológicas, paleontológicas y orogénicas. En R. Visedo: Historia de Alcoy y su región. Alcoy, Imprenta El Serpis, pp. 36-64.



**unión
alcoyana
seguros**

Segueix-nos a:

www.paleoisurus.com

asociacion@paleoisurus.com



Si estas interesado en compartir nuestras inquietudes,
puedes inscribirte como soci@ al 648270848
o bien al correo e-mail: asociacion@paleoisurus.com

¡Te esperamos!

Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus



LAS SETAS ENCAPSULADAS COMO RECURSO DIDÁCTICO Y MUSEÍSTICO PARA PONER EN VALOR LA BIODIVERSIDAD FÚNGICA DE LOS ESPACIOS NATURALES MEDITERRÁNEOS

Antonio BELDA ANTOLÍ

Sara FENOLLAR PAVÓN

Dpto. Ciencias de la Tierra y Medioambiente. Universidad de Alicante. Ctra. San Vicente S/N (03690),
e-mail: antonio.belda@ua.es ; fenollar_sar@gva.es

RESUMEN: el uso de una colección de hongos encapsulados en resina se ha utilizado con el fin de mejorar el proceso de estudio e identificación de los organismos vivos, que forma parte de los contenidos de las prácticas de laboratorio correspondientes a la materia de la Biología dentro de la asignatura “Complementos de Formación Disciplinar en Biología y Geología (12002)” del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, que se imparte en la Universidad de Alicante. Por otro lado, dicha colección ha sido utilizada también como recurso museístico en el Centro de Interpretación Explora de Alcoy. Así, el uso de colecciones biológicas es un recurso didáctico y accesible, que permite la interacción entre alumnado-alumnado y alumnado-profesorado, gracias al hecho de que la manipulación de los ejemplares permite implementar el proceso de aprendizaje. Por otra parte, las setas encapsuladas permiten a las personas que visitan un museo conocer mejor la biodiversidad fúngica de los ambientes mediterráneos de una forma atractiva y sencilla.

RESUM: s’ha utilitzat una col·lecció de fongs encapsulats en resina per tal de millorar el procés d’estudi i identificació dels organismes vius, que forma part dels continguts de les pràctiques de laboratori corresponents a Biologia dins de l’assignatura “Complements de Formació Disciplinària en Biologia i Geologia (12002)” del Màster en Professorat d’Educació Secundària, Formació Professional i Ensenyament d’Idiomes, que s’imparteix a la Universitat d’Alacant. D’altra banda, aquesta col·lecció també s’ha utilitzat com a recurs museístic al Centre d’Interpretació Explora d’Alcoi. Així, l’ús de col·leccions biològiques és un recurs didàctic i accessible, que permet la interacció entre alumnes-alumnes i alumnes-professorat, gràcies al fet que la manipulació dels exemplars permet implementar el procés d’aprenentatge. A més, els bolets encapsulats permeten a les persones que visiten un museu entendre millor la biodiversitat fúngica dels entorns mediterranis d’una manera atractiva i senzilla.

ABSTRACT: the use of a collection of fungi encapsulated in resin has been used in order to improve the process of study and identification of living organisms, which is a part of the contents in the laboratory practices corresponding to the subject of Biology within the subject “Complements of Disciplinary Training in Biology and Geology (12002)” of the Master’s Degree in Teachers of Secondary Education, Vocational Training and Language Teaching, which is taught at the University of Alicante. On the other hand, this collection has also been used as a museum resource in the Explora Museum in Alcoy. Thus, the use of biological collections is a didactic and accessible resource, which allows interaction between students-students and students-teachers, thanks to the fact that the manipulation of the specimens allows the learning process to be implemented. Moreover, encapsulated mushrooms allow people who visit a museum to better understand the fungal biodiversity of Mediterranean environments in an attractive and simple way.

Paraules clau: estrategias educativas, Hongos encapsulados, Metodología docente, Museos y Prácticas de visu.

Palabras clave: estratègies educatives, Fongs encapsulats, Metodologia docent, Museus i pràctiques de visu.

Keywords: educational strategies, Encapsulated fungi, Teaching methodology, Museums and Visu practices.

1. INTRODUCCIÓN

La Biología es una disciplina dinámica y multidisciplinar que amplía sus límites continuamente e incluye conceptos elementales que deben ser comprendidos para lograr interpretar y contextualizar temas complejos e interrelacionados. En este sentido, el desarrollo de actividades prácticas y manipulativas contribuye a llevar a un plano concreto algunas cuestiones que quizás, de otra manera, no serían adecuadamente valoradas por resultar abstracciones (Sorol et al., 2019). Así, la clasificación y estudio de los hongos ha sido objeto de estudio en diferentes niveles educativos y se enmarcaría en la Educación Secundaria dentro del bloque 4 de la materia de biología que define el Real Decreto 1631/2006 y que propone tratar la dinámica de los ecosistemas, detallándose los contenidos que se consideran incluidos en él (Rivero et al., 2013). A nivel universitario, el estudio y clasificación del reino de los hongos forma parte de los contenidos en distintas enseñanzas y existen diferentes materiales didácticos específicos para su manejo en el aula (Cappuccino & Sherman, 1999; González, 2021). Por otro lado, también existen colecciones divulgativas a nivel académico que permiten al alumnado la introducción al mundo de la micología (López-Illorca, 1992; Belda, 2015; Belda et al., 2021). En Castilla La Mancha se han diseñado claves dicotómicas que permiten de una forma sencilla e intuitiva la identificación y clasificación de los principales géneros correspondientes al reino de los hongos y que suponen un recurso muy útil en el aula (Fajardo et al., 2006; Fajardo et al., 2018).

En la asignatura “Complementos de Formación Disciplinar en Biología y Geología (12002)” del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas) de la Universidad de Alicante se estudia, mediante una sesión teórica y práctica, el reino de los hongos como materia que en un futuro empleará el alumnado en las aulas de Educación Secundaria. De

este modo, se dispone de nuevos materiales docentes que incluyen la formación teórica necesaria para el conocimiento de los aspectos más relevantes de este grupo biológico, así como el desarrollo de sesiones prácticas que permiten la identificación de las especies más representativas del grupo en ambientes mediterráneos. En las sesiones prácticas, el alumnado realiza un proceso de aprendizaje cooperativo y manipulativo, debido a que se produce una interacción al trabajar en grupos y manejar los ejemplares facilitados con el objeto de su caracterización y posterior determinación taxonómica. Por otro lado, también se realizan talleres divulgativos relacionados con el mundo de la micología organizados por la Universidad de Alicante y la Estación científica Font Roja Natura, en los cuales también se utiliza este recurso didáctico (<https://web.ua.es/estacion-cientifica-font-roja/>). Del mismo modo, y con el nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), el docente universitario debe impartir las asignaturas teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: la adquisición de las competencias y la enseñanza centrada en el estudiante (Huber, 2008). Así, se deben promover las experiencias innovadoras en los procesos de enseñanza-aprendizaje, apoyándose en las TIC y haciendo énfasis en la docencia, en los cambios de estrategias didácticas de los profesores y las profesoras y en los sistemas de comunicación y distribución de los materiales de aprendizaje; es decir, en los procesos de innovación docente (Salinas, 2004). No obstante, la combinación de los procesos de aprendizaje manipulativos con las nuevas tecnologías de la información y comunicación (NTIC) han cambiado en los últimos años el estilo de enseñanza, apareciendo los nuevos sistemas de e-learning y b-learning (OECD, 2011). Con este objetivo, el modelo de aprendizaje adaptativo propone la presentación de materiales ajustada al perfil del alumnado, de forma que el contenido del curso se adapte, o sea más flexible considerando las características de cada estudiante y así poder optimizar el aprendizaje (García-Peñalvo, 2011). Efectivamente, las nuevas tecnologías de la

información y comunicación son un elemento esencial en el sistema educativo actual y el personal de nuestro grupo de trabajo cuenta con experiencias previas en su uso y diseño en la enseñanza de las ciencias experimentales aplicadas a la formación de nuevos docentes (Mangas, Martínez & Oltra, 2004; Rodríguez et al., 2018; Belda et al., 2020).

La encapsulación en resina o plastinación es un nuevo método que surge de la investigación en la preservación de los cuerpos fructíferos fúngicos como una fuente potencial de materiales para ayudar en el proceso didáctico de los hongos en la enseñanza de la biología y entrenamiento micológico en diferentes niveles educativos. De este modo, parámetros como la temperatura fría y los protocolos de control de la temperatura ambiental se utilizan para comparar la calidad de la conservación utilizando

técnicas variadas. Los ejemplares conservados exhiben algunos cambios leves en forma y oscurecimiento de los colores, pero muchas de las características morfológicas de los cuerpos fructíferos se preservan perfectamente. Así, se puede concluir que la plastinación es una opción viable y un método útil para la conservación de hongos (Looney & Henry, 2014).

El objetivo de este trabajo es el reconocimiento de especies típicas en ambientes mediterráneos como un aspecto clave en el proceso de formación del alumnado con el fin de consolidar conceptos que les servirán en un futuro como docentes y para la superación de los procesos selectivos de acceso al cuerpo de profesorado de educación secundaria. Por otro lado, se pretende poner de manifiesto el potencial de este mismo recurso didáctico como elemento a ser utilizado como recurso museístico para poner en valor la biodiversidad fúngica de nuestros espacios naturales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

A-) Como material didáctico

Con el uso de una colección de setas encapsuladas se pretende implicar al alumnado en la selección de la metodología más adecuada de aprendizaje de los organismos vivos del grupo de los hongos. Para ello, existe la necesidad de elaborar los recursos que los estudiantes universitarios esperan encontrar cuando se matriculan en la asignatura “Complementos de Formación Disciplinar en Biología y Geología” con el fin de diseñar los recursos formativos que mejor garanticen el éxito a nivel académico, profesional y personal tanto de los/las docentes implicados/as como de los/las estudiantes. Todo esto para conseguir obtener el máximo rendimiento y satisfacción del alumnado y del profesorado. Así, se pone a la disposición del alumnado la colección de setas encapsuladas típicas de ambientes mediterráneos como recurso didáctico en las sesiones teóricas y prácticas.

La colección de setas encapsuladas pertenecientes al Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad se expone en el Centro de Interpretación Explora (Figura 1), gracias a la colaboración de la Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus.

B-) Como material museístico

La Colección Museográfica Paleontológica y de las Ciencias Isurus abre sus puertas en 2014 gracias a la acción de los componentes de la Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus y con la colaboración del Ayuntamiento de Alcoy. Actualmente, la gestión de dicha colección corre a cargo de la Asociación Isurus, poniendo de manifiesto el interés por mostrar ejemplares próximos a Alcoy y zonas limítrofes. El museo consta de exposiciones permanentes y temporales y con otras áreas dedicadas a las Ciencias naturales. De esta forma, la visita es una visión de cómo eran nuestras comarcas y qué seres las habitaban, todo ello con ilustraciones y paneles informativos.

El 10 de septiembre de 2019 la Consellería de Educación, Cultura y Deporte reconoce la Colección Museográfica Paleontológica y de las Ciencias Isurus de Alcoy como colección museográfica permanente de la Comunidad

Valenciana. Dicha colección se encuentra expuesta en una sala anexa de la planta superior del Centro de Interpretación Explora situada en el Carrer Tints 6 (03801, Alcoy, Alicante). No obstante, la Colección Museográfica Isurus solamente es visitable mediante visita concertada en horarios de lunes a viernes: de 10-14 horas y 16-18 horas y festivos: de 10-14 horas (www.paleoisurus.com, 2022).



Figura 1. Imagen correspondiente al acceso al Centro de Interpretación Explora de Alcoy.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A-) Como material didáctico

En la asignatura “Complementos para la Formación Disciplinar en Biología y Geología” (cód. 12002), que se imparte en el Máster del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, en la Universidad de Alicante, cuenta con 28 alumnos matriculados para el curso académico 2020-2021. La mayoría del alumnado que se matricula en dicho Máster es con el objetivo de presentarse a las convocatorias de oposiciones a cuerpos

de enseñanza de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, por lo que resulta pertinente revisar y actualizar las metodologías docentes aplicadas con el fin de superar las pruebas de identificación de organismos (examen visu).

Con la creación de este grupo de trabajo se pretendió la mejora sustancial en el proceso de aprendizaje de los/las estudiantes, teniendo en cuenta el perfil del alumnado y la potencialidad que tienen de acabar como docentes en centros de secundaria. Por este motivo, el aprendizaje de los diferentes grupos de seres vivos, en concreto del reino animal, debe ser muy visual, participativo y manipulativo. De esta forma, se busca la mejora continua en la asignatura, que podrá seguir implementándose en próximas redes. Para ello, es necesario analizar la metodología docente impartida en la asignatura y observar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Descripción de la experiencia

Se detectaron algunas necesidades formativas y era necesaria una actualización de contenidos tanto teóricos como prácticos. Por esta causa, se procedió a la actualización, en concreto, del reino Fungi y para ello se modificó el plan de estudios de la asignatura. Se diseñó una clave que facilitara su identificación por parte del alumnado (Figura 2) y se añadieron sesiones teóricas. Por otro lado, se obtuvo una colección de setas encapsuladas (<http://www.brezosetas.es/>) y que pertenece al Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente (Figura 2). La colección adquirida comprende 104 ejemplares, clasificados en 46 géneros diferentes pertenecientes a 3 de las 5 divisiones existentes. La colección se guarda en el almacén de muestras del Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente y las clases se imparten en el Laboratorio B003 del Edificio CTQ de la Facultad de Ciencias (SIGUA 0041PB037). El tiempo destinado a la docencia del Reino Fungi fue de 4 horas, repartidas en una sesión teórica de una hora y otra sesión práctica de tres horas de duración. El alumnado al finalizar las sesiones formativas entregó una memoria

por grupo con los ejemplares determinados, indicando el número de ejemplar, el nombre científico y el nombre popular. Por otra parte, algunos de los conceptos teóricos y algunas de las especies más representativas fueron preguntados en el examen teórico de tipo test, correspondiente a la evaluación final.

Al mismo tiempo, los ejemplares correspondientes a las especies más representativas se han digitalizado para que sea accesible para el alumnado por vía digital. Esto ha sido de gran importancia en el curso 2020-21, puesto que este año la docencia ha sido dual y parte del alumnado no ha podido realizar la práctica de forma presencial debido a la situación de pandemia generada por la COVID-19. Además, se pretende que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea muy dinámico y participativo para dicho alumnado. La clave dicotómica se subió en formato digital a UAdrive como

material didáctico y a su vez se imprimieron varios ejemplares para que estuvieran disponibles en formato papel para su manipulación en el laboratorio. Al mismo tiempo, el alumnado pudo manipular, observar y fotografiar los ejemplares encapsulados. El alumnado que acudió a estas sesiones formativas compartió con los/las compañeros/as, que por motivos de la pandemia no pudo asistir presencialmente, el material digitalizado. A la hora de trabajar con los ejemplares liofilizados se procedió a tapar la identificación de cada ejemplar y así favorecer su identificación a ciegas mediante el uso de la clave dicotómica desarrollada ex profeso. Finalmente, para ampliar conocimientos se facilitaron enlaces digitales en los que existen claves de determinación a nivel de género con el fin de poder en un futuro ejemplares no catalogados en las sesiones prácticas (<http://www.avelinosetas.info/claves.php> y <https://somival.org/>, 2022).



Figura 2. Ejemplar encapsulado en resina y clave dicotómica de determinación de hongos (Fajardo et al., 2018). Ejemplo: *Morchella dunensis*

El uso de dicha colección de setas permite realizar la formación en cualquier época del año, independientemente de que se puedan encontrar setas en el campo o no, y que las prácticas no dependan de este hecho. De este modo, una vez realizadas las dos sesiones de prácticas de laboratorio, el alumnado pudo comparar y discutir sobre las ventajas/inconvenientes de la metodología. Por otra parte,

la totalidad del alumnado coincide en que trabajar con ejemplares vivos en las sesiones de laboratorio hace que el proceso de aprendizaje sea más interesante y atractivo (Figura 3). Del mismo modo, la opinión de la mayoría coincide en que el manejo de dicha colección de hongos liofilizados es un proceso sencillo y que sería útil en las aulas de educación secundaria cuando sean docentes en un futuro.



Figura 3. Práctica de laboratorio con la colección de setas encapsuladas como material didáctico.

En referencia a la dificultad del manejo de las claves dicotómicas suministradas para la identificación de los géneros más representativos, el alumnado comparte la opinión de que su utilización es relativamente sencilla. Aunque la colección liofilizada es el método más atractivo, dinámico y didáctico, las fotografías y organismos vivos también resultan de interés para el alumnado.

B-) Como material museístico

La colección de setas encapsuladas ha sido expuesta en el Centro de Interpretación Explora de Alcoy, desde el 17 de mayo al 17 de octubre de 2022, en una vitrina correspondiente a las colecciones itinerantes en la primera planta (Figura 4). Además, la inauguración de la exposición coincide con el día internacional de los Museos (18 de mayo). La exposición ha sido titulada en valenciano como: “Col·lecció

de Bolets Valencians”, colección de setas valencianas. Para dicha exposición se han seleccionado un total de 30 ejemplares de los más representativos de los espacios naturales valencianos (Tabla 1). Durante el período de la exposición permanente un total de 263 personas visitaron el museo. De este modo, dicha colección permite dar a conocer las especies más representativas del territorio valenciano, independientemente de la climatología y disponibilidad de ejemplares frescos a lo largo de todo el año. Aunque se trata de un material muy frágil, su mantenimiento es muy reducido con lo cual supone un recurso muy recomendable a nivel museográfico.

<i>Agrocybe aegerita</i>	<i>Hydnum repandum</i>
<i>Amanita caesarea</i>	<i>Lactarius deliciosus</i>
<i>Amanita citrina</i>	<i>Leccinum lepidum</i>
<i>Amanita muscaria</i>	<i>Lepista nuda</i>
<i>Amanita ovoidea</i>	<i>Lycoperdon perlatum</i>
<i>Armillaria mellea</i>	<i>Macrolepiota mastoidea</i>
<i>Boletus aereus</i>	<i>Marasmius oreades</i>
<i>Boletus edulis</i>	<i>Morchella dunensis</i>
<i>Cantharellus cibarius</i>	<i>Paxillus involutus</i>
<i>Cantharellus tubaeformis</i>	<i>Pleurotus eryngii</i>
<i>Clitocybe gibba</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
<i>Clitocybe odora</i>	<i>Ramaria formosa</i>
<i>Coprinus comatus</i>	<i>Russula cessans</i>
<i>Cortinarius trivialis</i>	<i>Scleroderma verrucosum</i>
<i>Gyromitra esculenta</i>	<i>Tuber melanosporum</i>

Tabla 1. Listado de las 30 especies de setas que han sido expuestas.

4. CONCLUSIONES

Con el uso de este recurso didáctico se pretende la mejora sustancial en el proceso de aprendizaje de los/las estudiantes, teniendo en cuenta el perfil del alumnado y la potencialidad que tienen de acabar como docentes en centros de secundaria. Por este motivo, el aprendizaje de los diferentes grupos de seres vivos, en concreto del reino Fungi, debe ser muy visual, participativo y manipulativo. De esta forma, se busca la mejora continua, que podrá seguir implementándose en un futuro. Por este motivo, es necesario analizar la metodología docente impartida y observar los procesos de enseñanza-aprendizaje. De este modo, los resultados constatan que aquellos/as estudiantes que realizan sesiones prácticas de laboratorio de identificación y clasificación de hongos entienden perfectamente el contenido de la práctica y la valoración general de la misma fue muy positiva. Además, la colección de setas liofilizadas ha resultado ser un material docente de excelente calidad que permite impartir docencia en cualquier época del año, que es fácil de almacenar, que fomenta el proceso de aprendizaje manipulativo y cooperativo y que al ser digitalizada puede ser consultada por el alumnado en cualquier



Figura 4. Imagen correspondiente a la colección de setas valencianas.

momento. Finalmente, los autores de este trabajo consideramos que el manejo de la colección de hongos encapsulados y uso de claves dicotómicas combinados con las sesiones teóricas y la bibliografía recomendada representan unos recursos que, además de facilitar la labor docente, es muy adecuado para los y las estudiantes, ya que mejora la comprensión de la sesión práctica y ayuda a asimilar los conceptos teóricos. Por tanto, es una metodología que se seguirá aplicando durante las prácticas de laboratorio y se pretende ampliar su uso en otras sesiones. De esta forma, se pretende continuar con la constante mejora y actualización de los contenidos y materiales docentes de la asignatura de CFD en Biología y Geología.

Por otro lado, a nivel museográfico las setas encapsuladas han logrado el objetivo de dar a conocer la biodiversidad fúngica en ambientes mediterráneos de una forma sencilla y muy visual, mediante el conocimiento de las especies más representativas, a partir de ejemplares conservados ex-situ mediante el proceso de liofilización y posterior encapsulado en resina epoxi.

Por tanto, el uso de setas encapsuladas cons-

tituye un excelente recurso para ser utilizado como material docente en diferentes niveles educativos y como elemento divulgativo en museos relacionados con las ciencias naturales y experimentales.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a la Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus por el interés y la ayuda prestada para realizar la exposición itinerante. La publicación del presente trabajo ha sido en parte gracias a la convocatoria de REDES-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria 2020-2021, organizado por la Universidad de Alicante.

6. BIBLIOGRAFÍA

Belda, A. (2015). Setas del País Valenciano. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. Alicante. 128 pp.

Belda, A.; Garmendia-López, I.; Rodríguez-Hernández, M.C.; Oltra-Cámara, M.A.; Fenollar-Pavón, S. (2020). Actualización y digitalización del material de prácticas de laboratorio en la asignatura “Complementos de Formación Disciplinar en Biología y Geología”. En: Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2019-20. Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante. Pp. 515-522.

Belda, A.; Garmendia, I.; Rodríguez, M.C.; Oltra M.A.; Guillem, A.; Fenollar, S. (2021). Actualización y ampliación de contenidos y digitalización del material de prácticas de laboratorio en la asignatura Complementos de Formación Disciplinar en Biología y Geología. En: Satorre, R.; Menargues, A.; Díez R.; Pellin, N. Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2020-21. Pp: 581-597.

Cappuccino, J. G. y Sherman, N. 1999. Microbiology. A laboratory manual. 5th. Edition. Addison Wesley Longman, Inc. U. S. A. 560 pp.

Fajardo, J., Verde, A., Blanco, D. y Rodríguez, C. (2006). Claves de identificación de los géneros de setas más comunes en Albacete. Cuadernos Albacetenses. Instituto de Estudios Albacetenses. Albacete. 62 pp.

Fajardo, J., Verde, A., Blanco, D. y Rodríguez, C. (2018). Claves dicotómicas renovadas de los géneros y especies de setas más comunes en Castilla- La Mancha. Cuadernos de la Sociedad Micológica de Albacete. Albacete. 51 pp.

García-Peñalvo, F.J., Conde, M.A., Alier, M. & Casany, M.J. (2011). Opening Learning Management Systems to Personal Learning Environments. Journal of Universal Computer Science, 17(9), pp. 1222-1240.

González, M. (2021). Prácticas de laboratorio y de aula. Narcea Ediciones; N.º 1 edición. 100 pp.

Huber, G.L. (2008). Active Learning and Methods of teaching. Revista de Educación, 2008 (Nº Extraordinario), 59-81.

Looney, B; Henry, R.W. (2014). Fruitbody Worlds, Plastination of Mushrooms. Fungi, 7:1, 45-49.

López-Llorca, L.V. (1992). Hongos de Alicante. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. 152 pp.

Mangas, V. J., Martínez, P. & Oltra, M. A. (2004). La educación científica: los experimentos de Van Helmont y Priestley. Geotemas, 7, pp. 297-300.

OECD (2011). Skills for Innovation and Research. Paris: OECD Publishing.

Rivero, A.; Fernández, J. y Rodríguez, F. (2013). ¿Para qué sirven las setas? Diseño de

una unidad didáctica en biología para aprender investigando. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 74, pp. 38-48.

Rodríguez, M. C.; Garmendia, I.; Galán, F.; Oltra, M. A.; Mangas, V. J. (2018). Dinámicas de potenciación del aprendizaje práctico de fisiología vegetal. En: *Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2017-18*. Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante. Pp. 569-574.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1 (1), pp. 1-16.

Sorol, C.B.; Flores, S.A.; Ybarra, L.R.; Serrano, M. J.; Acosta, K. B.; Kusmeluk, C. E.; Gonzalez, A. L.; Giorgio, M. (2019). *Prácticas de biología. Colección Cuadernos de Cátedra*. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Argentina. 110 pp.

www.avelinosetas.info/claves.php

www.paleoisurus.com

www.somival.org/



Fool Fossils®

VENTA ONLINE DE FÓSILES Y MINERALES
Envío gratuito para pedidos de más de 70€

www.foolfossils.com

 www.facebook.com/FoolFossils  [@foolfossils](https://twitter.com/foolfossils)

PERSONAJES HISTÓRICOS RELEVANTES

MARY ANNING

por Gabriel GARCÍA RIPOLL

Ángel CARBONELL ZAMORA

Miembros de la asociación Paleontológica Alcoyana “ISURUS”

Mary Anning nació el 21 de mayo de 1799 – y murió el 9 de marzo de 1847) fue una paleontóloga, coleccionista y comerciante de fósiles inglesa, conocida en todo el mundo por los numerosos hallazgos de importancia que realizó en los lechos marinos del período Jurásico en Lyme Regis donde vivía. Su trabajo contribuyó a que se dieran cambios fundamentales en la manera de entender la vida prehistórica y la historia de la Tierra que ocurrieron a principios del siglo XIX.

Tenía sólo 12 años cuando un asombroso descubrimiento cambió su vida. Meses atrás, su hermano Joseph había encontrado lo que parecía ser un cráneo de cocodrilo, pero la pequeña Mary era bastante escéptica con aquél fósil y, como si de un pasatiempo cualquiera se tratara, siguió investigando para encontrar la verdad. Joseph, que pareció no darle mucha importancia a aquél asunto, pronto dejó a su hermana sola en su investigación. Esa anécdota fue el

punto de origen para que, aproximadamente un año más tarde, cuando Mary contaba con 12 años recién cumplidos, hallara un fascinante fósil de 5'2 metros de largo que no se parecía a ningún animal conocido.

Los más destacados son el primer esqueleto de ictiosaurio en ser identificado correctamente, los primeros dos esqueletos de plesiosauros en ser encontrados, el primer esqueleto de pterosaurio encontrado fuera de Alemania y algunos fósiles de peces importantes. Sus observaciones tuvieron un papel importante en el descubrimiento de que los fósiles de belemnites contienen sacos de tinta fosilizada y que los coprolitos.

Pero sus descubrimientos también generaban desconfianza. El naturalista Georges Cuvier, que era una de las mayores autoridades en el campo de la anatomía comparada, dudó de la veracidad del fósil y se dispuso a examinarlo por sí mismo para comprobar si era un fraude (algo nada extraño en aquella época). Y es que, el enorme cuello del plesiosaurio, que constaba de 35 vértebras, extrañó de sobre manera a Cuvier, quien pensó en la posibilidad de que fuera una combinación de las vértebras de varios animales. Sin embargo, después de una investigación junto a la Sociedad Geológica de Londres, llegó a la conclusión de que era un fósil legítimo, reconociendo que se había equivocado con sus acusaciones.

El sexo y la clase social de Anning —sus padres eran disidentes (protestantes no anglicanos) de clase baja— fueron las razones por las que no pudo participar completamente en la comunidad científica británica de principios de siglo XIX, dominada por caballeros ricos anglicanos, y no fuera citada por completo en sus contribuciones.



PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE AGOST (ALICANTE-ESPAÑA). SECCIONES DEL CRETÁCICO Y EL PALEÓGENO

Miguel ESCRIBANO IVARS¹
Ignacio GARCÍA SANZ¹.

¹Departament de Botànica i Geologia, Universitat de València. Facultat de Biologia, C/ Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot. Valencia. España. miguel.escribano.ivars.1324@gmail.com; nacho8687@gmail.com

RESUMEN: en este artículo realizamos una breve descripción al patrimonio paleontológico del municipio de Agost, haciendo especial mención a las secciones del límite K/Pg y a las del límite Ypresiense-Luteciense, destacando la importancia patrimonial de estas localidades con el objetivo de demostrar su valor intrínseco y contribuir a su preservación.

RESUM: en aquest article fem una breu descripció al patrimoni paleontològic del municipi d'Agost, fent especial menció de les seccions del límit del K/Pg i del les del límit Ipresià-Lutecià, destacant la importància patrimonial d'aquestes localitats amb l'objectiu de demostrar el seu valor intrínsec i contribuir a la seua preservació.

SUMMARY: in this article we undertook a brief review of the palaeontological heritage within the township of Agost, giving special attention to the K/Pg boundary sections as well as the Ypresian-Lutetian boundary section, focusing on the patrimonial value of this localities, with the objective to showcase their inherent value and contribute to its preservation.

Palabras clave: patrimonio; Luteciense; Cretácico; Estratotipo.

Paraules clau: patrimoni; Lutecià; Cretàcic; Estratotip.

Keywords: heritage; Lutetian; Cretaceous; Stratotype.

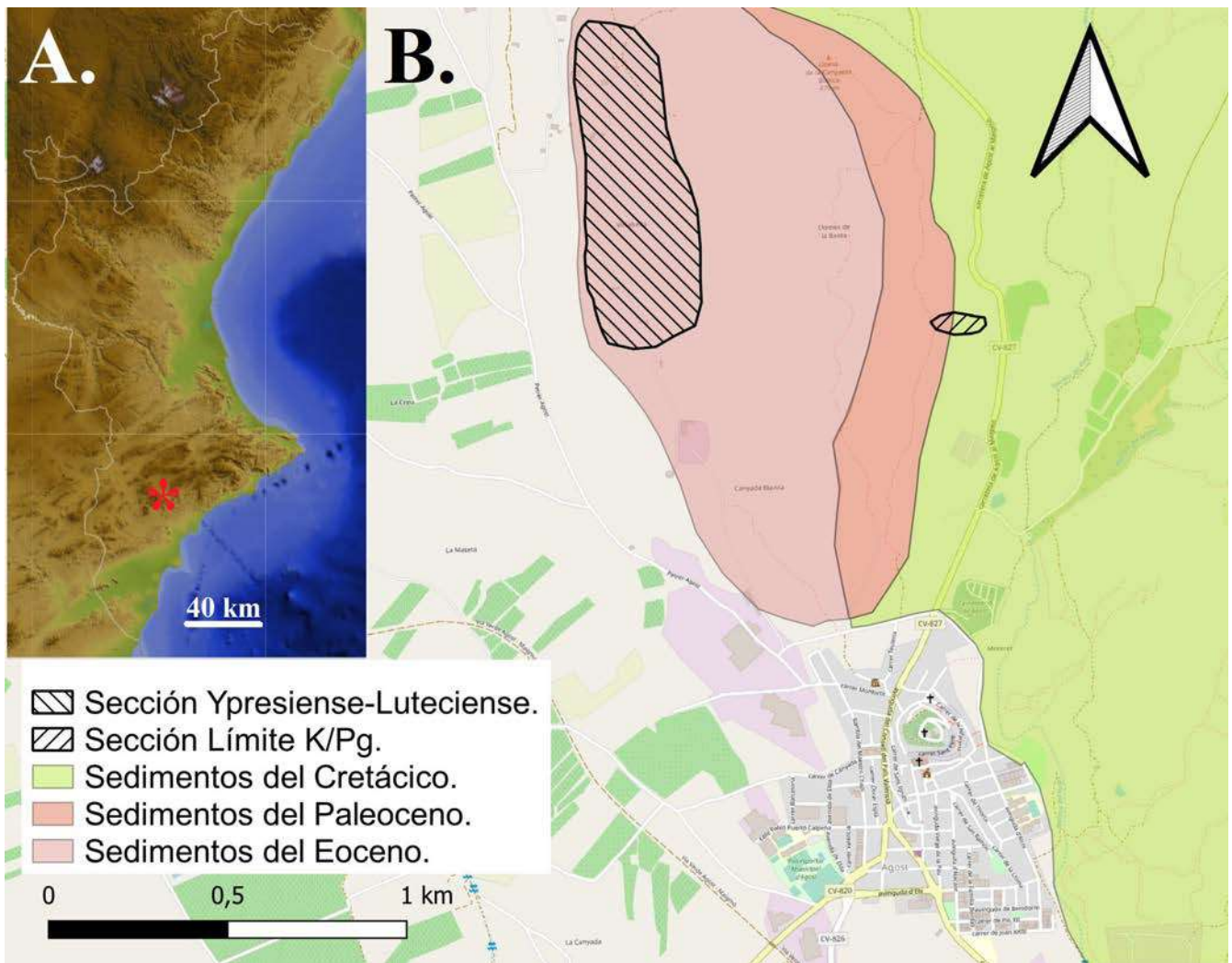


Figura 1. A. Ubicación del municipio de Agost. B. Mapa de detalle del área de estudio. Incluye la localización y extensión aproximada de las secciones estudiadas, así como la extensión de los afloramientos del Cretácico y Paleógeno.

1. INTRODUCCIÓN

El municipio de Agost se encuentra situado en el oeste de la comarca de l'Alacantí, a unos 18 kilómetros en dirección noroeste de la capital provincial (Alicante, España).

Cercano a un kilómetro al norte de este municipio, en los cerros de las “Llomes de la Beata” y la “Lloma de la Canyeta Blanca”, se han identificado varios afloramientos con un importante patrimonio geológico, entre los que caben destacar la sección del límite K-Pg, en la cual se ha identificado los niveles de arcillas negras ricas en iridio característicos de este evento, así como evidencias de la crisis biótica asociada con este límite, junto a las secciones del Eoceno, situadas aproximadamente a

0,5 km al oeste de la primera (fig. 1), en la cual se ha identificado el límite Ypresense-Luteciense (Eoceno inferior-Eoceno medio) en base a indicadores bioestratigráficos y cronestratigráficos (Larrasoana, J. C.; Gonzalvo, C.; Molina, E. *et al.*, 2008).

La cronología de estas secciones y la calidad de sus afloramientos, contribuyen a que ambas tengan un elevado valor patrimonial. Siguiendo la normativa española en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, las definiciones y mecanismos legislativos que se pueden emplear para la catalogación y protección del patrimonio natural, el cual incluye entre otros elementos las formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas,

meteoritos, fósiles y suelos, los cuales en conjunto constituyen el patrimonio geológico. En el marco de esta normativa se creó el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), con el objetivo de catalogar y evaluar los elementos más importantes del patrimonio geológico a nivel nacional, asignándoles una prioridad en base a una metodología en la cual se valora su interés bajo criterios científicos, didácticos y recreativos, a si como de vulnerabilidad y su fragilidad (García-Cortés, Á; Carcavilla, L.; Díaz-Martínez, E. *et al.*, 2014) (tabla 1). La sección del límite K-Pg de Agost estuvo entre los primeros lugares de interés geológico en incluirse en el inventario en el año 2007, antes de que se desarrollara la metodología para la evaluación de los

LIGs (PT003. Geosite KT003. Nivel de arcilla del límite K/T en Agost). Más recientemente, la sección del límite K-Pg y sus alrededores ha recibido protección a nivel autonómico mediante su declaración como monumento natural (Decreto 45/2020)

En este trabajo realizaremos una breve descripción de las características de estas secciones, mostrando su valor patrimonial desde un contexto tanto a nivel local como global, permitiendo poner en valor como el estudio de su estratigrafía y su contenido fósil nos permite expandir nuestro conocimiento de la historia de la vida en la Tierra, y por consiguiente, su importancia desde un punto de vista patrimonial, justificando la importancia de su conservación y preservación.

Valoración del interés científico, didáctico y turístico o recreativo			
Parámetros	Valor científico	Valor didáctico	Valor turístico
Representatividad	× 30	× 5	× 0
Carácter de localidad tipo	× 10	× 5	× 0
Conocimiento científico	× 15	× 0	× 0
Estado de Conservación	× 10	× 5	× 0
Condiciones de observación	× 10	× 5	× 0
Rareza	× 15	× 5	× 0
Diversidad	× 10	× 10	× 0
Contenido didáctico	× 0	× 20	× 0
Infraestructura logística	× 0	× 15	× 5
Densidad de población	× 0	× 5	× 5
Accesibilidad	× 0	× 10	× 10
Tamaño del LIG	× 0	× 5	× 15
Otros elementos patrimoniales	× 0	× 5	× 5
Espectacularidad o belleza	× 0	× 5	× 20
Contenido divulgativo	× 0	× 0	× 15
Potencial turístico/recreativo	× 0	× 0	× 5
Proximidad a zonas recreativas	× 0	× 0	× 5
Entorno socioeconómico	× 0	× 0	× 10
Sumas	lc	ld	lt
Valoración de la fragilidad			
Parámetros	Valor de ponderación		
Tamaño del LIG	× 40		
Vulnerabilidad al expolio	× 30		
Amenazas naturales	× 30		
Sumas	F		
Valoración de la vulnerabilidad por amenazas antrópicas			
Proximidad a actividades antrópicas	× 20		
Interés para la explotación minera	× 15		
Régimen de protección del lugar	× 15		
Protección física o indirecta	× 15		
Accesibilidad	× 15		
Régimen de propiedad del lugar	× 10		
Densidad de población	× 5		
Proximidad a zonas recreativas	× 5		
Sumas	A		
Prioridad de protección global	$[(lc + ld + lt) / 3]^2 \times [(F \times A) \times 1 / 400] \times 1 / 400^2$		

Tabla 1. Resumen simplificado de la metodología empleada para la valoración de Lugares de Interés Geológico, incluye los criterios a evaluar y los valores de ponderación así como el cálculo de la prioridad de protección global, pero no los criterios para puntuar cada parámetro de 0 a 4. Modificado de (García-Cortés, Á; Carcavilla, L.; Díaz-Martínez, E. *et al.*, 2014).

2. SECCIÓN DEL LÍMITE K-Pg

La sección del límite K-Pg, también conocida más informalmente como la “capa negra de Agost”, es, junto con las secciones de Zumaia (País Vasco) y Caravaca de La Cruz (Murcia), uno de los afloramientos con características más adecuadas para el estudio del límite entre el Cretácico y el Paleógeno en toda España (Larrasoña, J. C.; Gonzalvo, C.; Molina, E. *et al.*, 2008).

A nivel global el límite K-Pg se caracteriza por una fina capa ferruginosa de color rojizo (2-3 mm en la sección de Agost), superpuesto por niveles de arcillas negras (de hasta 12 cm en Agost). A finales del Cretácico, hace 66.043 ± 0.011 millones de años en base a estudios radiométricos recientes (Renne, P. R.; Deino, A. L.; Hilgen, F. J. *et al.* 2013), tuvo lugar la última de las cinco grandes extinciones masivas, en la cual tuvo lugar la desaparición total de los dinosaurios no avianos, pterosaurios, la mayoría de grupos de reptiles marinos y los amonites, así como una elevada tasa de extinción en mamíferos, aves, lagartos, peces óseos, plantas y foraminíferos entre otros muchos grupos (Jablonski, D. & Chaloner, W. G. 1994). Las causas de esta extinción fueron motivo de fuerte debate, entre las hipótesis propuestas destacaban los relacionados con cambios en el clima, la atmósfera o en el nivel del mar, si bien no existía un firme consenso sobre los posibles mecanismos desencadenantes (Tappan, H., 1968) (McLean D. M., 1978). En los años 80 se propuso, en base a la presencia de iridio en el límite K-Pg, que el impacto de un gran bólido como mecanismo de extinción (Álvarez, L. W.; Álvarez, W.; Asaro, F. *et al.*, 1980) Afianzándose esta hipótesis con el descubrimiento posterior de un cráter de impacto en la plataforma continental de la Península de Yucatán (Méjico) , que es actualmente la que cuenta con un mayor consenso (Schulte, P.; Alegret, L.; Arenillas, I. *et al.* 2010). Por otro lado, aún existe un intenso debate sobre si las grandes erupciones basálticas a finales del Maastrichtense y principios del Daniense en la actual meseta del Decán (India), pudieron haber contribui-

do a la pérdida de biodiversidad a nivel global (Alessandro-Chiarenza, A.; Farnsworth, A.; D. Mannion, P. *et al.* 2020); (Gu, X.; Zhang, L.; Yin, R. *et al.* 2022).

Aunque la sección del límite K-Pg en Agost fue estudiada por primera vez a principios de los años 70 (Leclerc, J. 1971), el estudio sistemático del límite K-Pg empezó a finales de los 80 y principios de los 90 (Groot, J. J.; de Jonge, R. B. G.; Langereis, C. G. *et al.* 1989) (Smit, J. 1990). Estos estudios permitieron estimar la edad del límite en base a estimaciones de la tasa de sedimentación y mediante correlación magnetoestratigráfica (Groot, J. J.; de Jonge, R. B. G.; Langereis, C. G. *et al.* 1989). Además, el estudio del registro fósil de foraminíferos de esta sección ha jugado un papel importante en el debate sobre las causas, mecanismos y temporalidad del evento de extinción a finales del Cretácico, con las conclusiones de estos estudios teniendo implicaciones a nivel mundial.

Uno de los debates más importantes gira en torno a la respuesta de los foraminíferos planctónicos al evento de extinción, con fuertes discrepancias con respecto a la severidad y temporalidad de las extinciones en este grupo. Algunas estudios identificaron una extinción abrupta, poco selectiva y casi total de los foraminíferos planctónicos tras la deposición del límite K-Pg (Smit, J., 1990), mientras que otros estudios apuntaban a un proceso más gradual, con una tasa de extinción por encima de lo normal durante un intervalo de tiempo antes y después del límite K-Pg a causa de una elevada inestabilidad ambiental, y argumentando por un pico de extinciones menos intenso y más selectivo en el propio límite K-Pg (Canudo, J. I.; Keller, G. & Molina, E., 1991) (Pardo, A.; Ortiz, N.; Keller, G., 1996). Estudios más recientes concluyen que la mayor parte de extinción entre los foraminíferos planctónicos en este intervalo de tiempo coinciden claramente con los estratos ferruginosos del límite K-Pg, si bien fue un proceso selectivo con la supervivencia de múltiples especies pequeñas, generalistas y de aguas superficiales. Al mismo tiempo, no encontraron evidencias sólidas de una mayor tasa de extinciones

antes o después del límite, con la aparente desaparición de algunas especies anterior a este como posible resultado de un sesgo en el registro fósil y la aparente supervivencia de otras como resultado de la reelaboración (Molina, E.; Arenillas, I.; Arz, J. A., 1998) (Arz, J. A.; Arenillas, I.; Molina, E. *et al.* 1999) (Molina, E.; Alegret, L.; Arenillas, I. *et al.* 2004).

El estudio de los foraminíferos bentónicos ha permitido interpretar tanto las condiciones ambientales en las que se formaron los sedimentos de la sección como la respuesta de estos taxones al evento de extinción del límite K-Pg. (Pardo, A.; Ortiz, N. & Keller, G., 1996). En los primeros estudios paleobatimétricos realizados en la sección de Agost, se identificó una transgresión marina (incremento del nivel del mar), que se estima tuvo lugar hace entre 50.000 y 100.000 años antes del evento de extinción, resultando en una transición de un ambiente nerítico externo a un ambiente batial superior, así como dos importantes regresiones (descensos del nivel del mar) inmediatamente después del límite K-Pg, lo cual se interpretó como evidencias de un elevado estrés en el ecosistema antes y después del límite K-Pg, así como un posible indicador de que estos cambios del nivel del mar fueron a escala global (Pardo, A.; Ortiz, N. & Keller, G., 1996). En estudios posteriores, se estima que la transgresión marina tuvo lugar entre 150,000 a 120,000, y resultó en una transición de un ambiente batial superior a un ambiente batial medio, y se descartó que hubiese fluctuaciones en el nivel del mar inmediatamente después del evento de extinción, achacándose esta interpretación a errores en la interpretación paleontológica de algunos de los foraminíferos bentónicos (Alegret, L.; Molina, E.; Thomas, E., 2003) (Molina, E.; Alegret, L.; Arenillas, I. *et al.* 2004).

Con respecto a la respuesta de los foraminíferos bentónicos al evento de extinción, los estudios bioestratigráficos clásicos concluyeron que la tasa de extinción de este grupo en el límite K-Pg fue relativamente baja (estimada en un 5%), lo cual llevó algunos autores a argumentar que el evento de extinción no afectó a estos organismos de manera significativa

(Pardo, A.; Ortiz, N. & Keller, G., 1996). Estudios más recientes han concluido que hay evidencias de un reestructuramiento en las comunidades de foraminíferos bentónicos en respuesta al evento de extinción. En las arcillas negras depositados por encima del límite K-Pg, se observa una disminución de la abundancia absoluta de estos organismos y un incremento en la abundancia relativa de taxones aglutinados o interpretados como oportunistas, posiblemente ligada con un elevada inestabilidad ambiental y con el incremento en la acidez y concentración de CO₂ (Molina, E.; Alegret, L.; Arenillas, I. *et al.* 2004).

En las margas y calizas depositadas sobre estas arcillas negras se identifica una segunda fase en las comunidades de foraminíferos bentónicos tras el límite K-Pg, en la cual se ha registrado una abundancia relativa alta (60-70%) en taxones que viven sobre el fondo marino (epifaunales), que contrasta con las características de las comunidades identificadas por debajo del límite. Se ha interpretado que estas asociaciones pueden estar relacionadas con una baja disponibilidad de nutrientes en los océanos durante un largo intervalo de tiempo tras el evento de extinción, como consecuencia de esta escasez, los organismos que habitaban la superficie del lecho marino consumirían una gran parte de los nutrientes precipitados, resultando en una menor productividad endobentónica (Molina, E.; Alegret, L.; Arenillas, I. *et al.* 2004).

Queda claro, por tanto, que el estudio de esta sección ha contribuido a comprender los mecanismos de extinción y la respuesta de múltiples grupos de organismos marinos durante el intervalo de tiempo preservado en la sección del límite K-Pg.

3. SECCIÓN DEL EOCENO (LÍMITE YPRESIENSE-LUTECIENSE)

Esta sección, situada al oeste de la “Lloma de la Canyeta Blanca”, tiene una potencia de unos 115 metros, interpretándose como depósitos formados en un ambiente de plataforma distal, con largos intervalos de régimen sedimentario normal, intercalados por múltiples

eventos turbidíticos. La litología resultante está dominada por una sucesión de margas, areniscas y calizas, además es muy rica en restos fósiles marinos.

En su momento, esta sección fue una de las evaluadas por la Comisión Internacional de Estratigrafía (ICS), para establecer el estratotipo y punto de límite global (GSSP) de la base del Luteciense, datado en 47,8 millones de años, mediante la aplicación de métodos magnetobiocronológicos, correlacionándose con el tránsito entre el Eoceno inferior y el Eoceno medio. El grupo de trabajo del límite Ypresiense-Luteciense, evaluó múltiples secciones entre 1992 y 2009 en Italia, Israel, Túnez, Argentina, España y otros países, en busca de una sección que cumpliera todos los requisitos establecidos para su nombramiento como estratotipo (tabla 2). Tras un intenso cribado, en una reunión del comité en 2009 se votó entre las secciones de Agost y Gorrondatxe (Guecho, España), siendo escogida de manera unánime la segunda (Molina, E.; Alegret, L.; Apellaniz, E. *et al.* 2011).

A pesar de no obtener el título de estratotipo, la sección del Eoceno de Agost, es uno de los mejores lugares del mundo para estudiar la transición entre el Eoceno inferior y el Eoceno medio. Dado que el Eoceno fue en términos generales, la época en la que empezó la transición entre un régimen climático de tipo "Hothouse" (invernáculo) con condiciones tropicales globales, hacia el régimen climático actual, de tipo "Icehouse" (iglú o nevera), con casquetes polares permanentes, el estudio de las fluctuaciones climáticas durante el Eoceno puede resultar muy valiosa para comprender los efectos que nuestra actividad puede tener en el clima del planeta (Fischer, A. G. 1981) (Mudelsee, M.; Bickert, T.; Lear, C. H. *et al.* 2014).

La base del Eoceno, datada en 56,0 millones de años, se identifica a nivel global por un descenso abrupto en la proporción entre los isótopos $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, ligado a un incremento del CO_2 atmosférico y las temperaturas globales, como consecuencia de una intensa actividad volcánica, dando lugar al máximo térmico del Paleoceno-Eoceno (PETM) (Gutjahr, M.; Rid-

gwell, A.; Sexton, P. F. *et al.* 2017) (Haynes, L. L. & Hönisch, B. 2020). Durante gran parte del Eoceno inferior (Ypresiense) se mantuvo este "óptimo climático", durante el que se registraron las temperaturas medias más altas de todo el Cenozoico (Mudelsee, M.; Bickert, T.; Lear, C. H. *et al.* 2014). Hacia finales de esta edad (≈ 49 millones de años), se identifica una fase de enfriamiento ligada a una disminución del CO_2 atmosférico, posiblemente relacionada con la proliferación del helecho flotante *Azolla* en el océano Ártico (Neville, L. A.; Grasby, S. E.; McNeil, D. H. 2019).

Requisitos establecidos para el establecimiento de un GSSP.
1. Afloramiento de una cantidad adecuada de sedimentos.
2. Sedimentación continua, sin hiatos apreciables.
3. Alta tasa de sedimentación
4. Ausencia de deformación de los estratos y perturbaciones tectónicas.
5. Ausencia de metamorfismo y de alteraciones diagenéticas intensas.
6. Registro fósil abundante y con un alto grado de preservación.
7. Ausencia de alteraciones importantes en las facies.
8. Facies favorables para correlaciones bioestratigráficas globales.
9. Adecuación para el uso de métodos de datación radiométrica.
10. Adecuación para la aplicación de métodos de magnetoestratigrafía.
11. Adecuación para la aplicación de métodos de <u>quimioestratigrafía</u> .
12. Grado de accesibilidad.
13. Acceso libre y sin restricciones potenciales.
14. Protección legal de la localización.
15. Posibilidad de fijar un marcador físico permanente.

Tabla 2. Listado con los requisitos evaluados para establecer un estratotipo y punto de límite global (GSSP).

Tras el límite entre el Ypresiense y el Luteciense, datado en 47,8 millones de años, hubo un máximo climático de menor intensidad, que se prolongó hasta hace unos 47,2 millones de años (Payros, A.; Ortiz, S.; Alegret, L. *et al.* 2012). Tras este evento, empezó una fase de enfriamiento que se prolongó durante casi todo el Luteciense, a finales de esta edad, tuvo lugar un breve máximo térmico ($\approx 41,52$ a $41,49$ millones de años), que ya había sido revertido en la base del Bartonense, datada en $41,2$ millones de años (Huyghe, D.; Merle, D.; Lartaud, F. *et al.* 2012) (Westerhold, T.; Röhl, U.; Donner, B. *et al.* 2018). Ya en el Bartonense, hace entre $40,5$ y 40 millones de años, tuvo lugar un nuevo máximo térmico intenso cono-

cido como óptimo climático del Eoceno Medio (MECO), con un aumento de la proporción de CO₂ y de la temperatura en la superficie marina de entre 2 y 6°C, y que se ha vinculado con vulcanismo en el mar de Neotetis, en los actuales Azerbaiyán e Irán (van der Boon, A.; Kuiper, K. F.; van der Ploeg, R. *et al.* 2021). Durante el resto del Bartonense y el Priabonense, se restablece la tendencia hacia un descenso de la temperatura global, formándose a finales del Priabonense un casquete glacial permanente en la recientemente aislada Antártida, que afectó las corrientes marinas, la circulación atmosférica global y provocó un descenso en el nivel del mar. Estas alteraciones resultaron en un evento de extinción y una reestructuración de los ecosistemas marinos y terrestres, conocida como “Grande Coupere” (gran corte), que marca la transición entre el Eoceno y el Oligoceno (Karoui-Yaakoub, N.; Grira, C.; Saïd-Mtimet, M. *et al.* 2017) (Costa, E.; Garcés, M.; Sáez, A. *et al.* 2011).

Mediante el uso de métodos magnetobiocronológicos, se ha estimado que la base de la sección del Eoceno de Agost, tiene una edad de unos 49,4 millones de años, mientras que el techo de la sección rondaría los 41 millones de años de antigüedad (Larrasoña, J. C.; Gonzalvo, C.; Molina, E. *et al.*, 2008). Por tanto, su estudio puede aportar información sobre la parte terminal del Ypresiense, la totalidad del Luteciense y posiblemente la base del Bartonense, permitiendo datar y correlacionar múltiples eventos climáticos y bioestratigráficos a lo largo de este intervalo de tiempo (Tori, F. & Monechi, S. 2013).

La identificación de sucesos que se puedan correlacionar con la base del Luteciense, ha sido una de las líneas de investigación más importantes que se ha realizado en esta sección. Las primeras propuestas para identificar este piso se centraron en la identificación de litologías de tipo “Calcaire grossier” o “Calcaire lutétien” (calizas bastas o lutecienses) típicas de estas secciones, (De Lapparent, A. 1883). Posteriormente se propusieron las secciones de Saint Leu d’Esserent y Saint Vaas-Les-Mello, unos 50 km al norte de París, en base a la presencia de ciertas especies de macrofora-

miníferos bentónicos (*Nummulites laevigatus*, *Orbitolites complanatus*) y nanoplancton calcáreo (Blondeau, A. 1981). Uno de los indicadores propuestos más recientemente, fue la primera aparición del foraminífero planctónico *Hantkenina nuttalli*, indicador de la base de la zona P10, (Berggren, W. A.; Kent, D. V.; Swisher, C. C. *et al.* 1995) (Molina, E.; Cosovic, V.; Gonzalvo, C. *et al.* 2000), y que se correlacionaba con el techo del cron C22n (Lowrie, W.; Álvarez, W.; Napoleone, G. *et al.* 1982) (Molina, E.; Alegret, L.; Apellaniz, E. *et al.* 2011). Otras propuestas incluían la primera aparición del foraminífero Guembeltrioides nuttalli (Berggren, W. A. & Pearson, P. N. 2005), la primera aparición del nanofósil calcáreo *Blackites inflatus*, el límite entre las shallow benthic zones (zonas bentónicas someras) SBZ12 y SBZ13 (Serra-Kiel *et al.* 1998)

El uso de *H. nuttalli* como indicador de la base del Luteciense resulta problemático puesto que se hallaron evidencias de que su primera aparición en el registro fósil no es simultánea (Pearson, P. N.; Nicholas, C. J.; Singano, J. M. *et al.* 2004), el estudio de la sección de Gorrondatxe mostró que muchos de los eventos propuestos no son contemporáneos entre sí (Payros, A.; Bernaola, G.; Orue-Etxebarria *et al.* 2007). El estudio de la magnetocronología y las faunas de la sección del Eoceno de Agost, dan soporte a esta interpretación, la primera aparición de *H. nuttalli* se sitúa a 83,6 metros de la base y la de *G. nuttalli* se registra a los 57 metros, el primer registro de ambas especies tiene lugar durante un intervalo con polaridad invertida (R2), el cual se ha correlacionado con el cron C20r. Por tanto la primera aparición de ambos taxones de foraminíferos no es simultánea y sería muy posterior al límite entre los crones C22n y C21r, obligando a buscar otros indicadores para definir la base del Luteciense (Larrasoña, J. C.; Gonzalvo, C.; Molina, E. *et al.*, 2008).

Al aprobarse la sección de Gorrondatxe como GSSP de la base del Luteciense, se escogió utilizar la primera aparición del cocolíto *B. inflatus* como indicador bioestratigráfico, vinculado también con la base de la zona CP12b (zona de cocolíto del del Paleógeno 12b)

(Molina, E.; Alegret, L.; Apellaniz, E. *et al.* 2011) (Tori, F. & Monechi, S. 2013). En la sección del Eoceno de Agost la primera aparición de *B. inflatus* se ha identificado a 13,2 metros de la base de la sección, a unos 3,5 metros por encima de la base de un intervalo con polaridad invertida (R1) correlacionado con el cron C21r. Estos resultados son consistentes con la ubicación del límite en el estratotipo de Gorrondatxe en un intervalo con polaridad invertida que se ha identificado como parte del cron C21r.

Donde si surgen discrepancias entre los eventos bioestratigráficos identificados en las secciones de Agost y en las de Gorrondatxe, es en la correlación de las zonas bentónicas someras (SBZ). La transición entre las zonas SBZ12 y SBZ13 es uno de los indicadores propuestos para la base del Luteciense. En Gorrondatxe se han identificado 10 asociaciones de macroforaminíferos, en un intervalo de entre 69 y 654 metros de la base. La segunda asociación se encuentra a más de 30 metros por debajo de la primera aparición de *B. inflatus* y los taxones identificados son típicos tanto de la zona SBZ12 como de la SBZ13. La siguiente asociación se encuentra a más de 100 metros por encima del estratotipo de la base del Luteciense, mostrando una fauna típica de las partes posteriores de la zona SBZ13. En base a estos resultados, los autores de este estudio concluyeron que la transición entre las zonas SBZ12 y SBZ13, ocurrió simultáneamente, ligeramente antes o después de la base del Luteciense, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en otros estudios (Payros, A.; Dinàres-Turell, J.; Bernaola, G. *et al.* 2011) (Molina, E.; Alegret, L.; Apellaniz, E. *et al.* 2011).

En contraste, en los estudios realizados en la sección de Agost, se obtuvieron unos resultados considerablemente distintos. En esta sección se identifican ocho asociaciones de macroforaminíferos, muestreadas en un intervalo comprendido entre los 2 y los 114.5 metros sobre la base, el primer registro de *B. inflatus* y, por tanto, la base del Luteciense se encuentra a 13,2 metros de la base de la sección. La primera (2 m de la base) y segunda asocia-

ción (15,7 m de la base), incluyen muchas especies características de la zona SBZ11, la tercera asociación está dominada por especies típicas de la zona SBZ12. No es hasta la cuarta asociación, situada a 36,7 metros de la base de la sección, cuando se identifica una comunidad de macroforaminíferos típica de la zona SBZ13. En base a estos resultados, cabría esperar que la transición entre la SBZ12 y la SBZ13, así como entre la SBZ11 y la SBZ12 tuviese lugar durante el Luteciense, lo cual contradice los resultados obtenidos en la sección de Gorrondatxe y en otras localidades.

Esta discrepancia se extiende también a la correlación entre las zonas SBZ y la cronostratigrafía, en Agost la transición entre la SBZ12 y la SBZ13 se registra durante una fase de polaridad normal (cron C21n), mientras que en Gorrondatxe esta transición se identifica durante una fase de polaridad invertida (cron C21r). Aunque es cierto que la asignación dudosa de la segunda asociación de macroforaminíferos, más el largo intervalo que hay entre esta y la tercera, dificultan conocer con exactitud la base de la zona SBZ13 en Gorrondatxe de manera definitiva a la zona SBZ13, la identificación de faunas típicas de la zona SBZ11, antes y después de la base del Luteciense en Agost, resulta muy difícil de reconciliar con datos obtenidos en otras secciones. (Larra-soaña, J. C.; Gonzalvo, C.; Molina, E. *et al.*, 2008) (Molina, E.; Alegret, L.; Apellaniz, E. *et al.* 2011)

También se ha estudiado en la sección de Agost los posibles indicadores para la base del Bartonense, con una edad de 41,2 millones de años (Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Schmitz, M. *et al.*, 2012). Actualmente aún no se ha definido oficialmente un GSSP para el Bartonense, puesto que las secciones de la autovía de Contessa en Italia y del cabo de Oyambre en España poseen ciertos inconvenientes para su nombramiento como GGSP (tabla 2.) (Jovane, L.; Florindo, F.; Coccioni, R. *et al.* 2007) (Dinàres-Turell, J.; Payros, A.; Monechi S. *et al.*, 2014) (Payros, A.; Dinàres-Turell, J.; Monechi S. *et al.*, 2015).

Entre los posibles indicadores que se han considerado para la definición de la base del

Bartoniense, se incluyen la primera aparición de los taxones de nanofósiles calcáreos *Cribocentrum reticulatum* y *Reticulofenestra umbilica* > 14 µm. En la sección Eocena de Agost, ambos taxones se registran por primera vez cerca del techo de la sección, a unos 108,5 metros de su base, coincidiendo con la base del cron C19r, una correlación que ya se había propuesto en otros yacimientos (Fornaciari, E.; Agnini, C.; Catanzariti, R. *et al.* 2010) (Tori, F. & Monechi, S. 2013).

Sin embargo, el criterio que goza con mayor aceptación en la actualidad para definir la base del Bartoniense es el cron C19n, si bien no existe consenso sobre si se debería definir utilizando su base (Fluegeman, R. H. 2007) o su techo (Jovane, L.; Sprovieri, M.; Coccioni, R. *et al.* 2010), en cualquier caso en la sección de Agost no se ha identificado una fase de polaridad normal en el techo de la sección, y a falta de identificar el cron C19n cabe la posibilidad de que se registre el tránsito entre el Luteciense y el Bartoniense (Payros, A.; Dinàres-Turell, J.; Monechi S. *et al.*, 2015).

4. CONCLUSIONES

Como queda patente en este trabajo de recopilación bibliográfica, las secciones del límite K-Pg y el Eoceno, confieren al municipio de Agost un patrimonio geológico de un considerable valor, no solo a nivel regional sino también global. La reciente declaración a la sección del límite K-Pg, como un monumento natural (Decreto 45/2020) reafirma el reconocimiento y protección de esta sección, ofreciendo una categoría de protección autonómica a un espacio incluido desde hace mucho tiempo en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico. Cabe destacar, que aunque la sección del Eoceno de Agost, no ha recibido una categorización propia, ni se menciona en el decreto por el que se declara esta zona como monumento natural, las secciones del Eoceno que han sido objeto de estudio, se encuentran dentro del área delimitada en la declaración del monumento natural del límite K/T geológico, por tanto se encontrarían igual de protegidas que las secciones cretácicas si-

tuadas más al este. En cualquier caso podría ser conveniente que se plantease realizar una evaluación de estas secciones para sopesar su potencial inclusión en el IELIG.

A pesar de que se han estudiado estas secciones con detalle, su futuro estudio, podría aportar aun más datos sobre los intervalos de tiempo geológico preservados en los sedimentos, ayudando a esclarecer algunos de los aspectos relacionados con el límite K/Pg con los eventos paleoecológicos y paleoclimáticos que acontecieron a lo largo del Luteciense, en este sentido la preservación a largo plazo de estas secciones es crucial, poniendo en evidencia la importancia de realizar un seguimiento exhaustivo de la gestión del recientemente declarado Monumento Natural.

5. BIBLIOGRAFÍA

ALESSANDRO-CHIARENZA, A.; FARN-SWORTH, A.; D. MANNION, P. *et al.* (2020). Asteroid impact, not volcanism, caused the end-Cretaceous dinosaur extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117 (29): 17084-17093.

ALEGRET, L.; MOLINA, E. & THOMAS, E. (2003). Benthic foraminiferal turnover across the Cretaceous/Paleogene boundary at Agost (southeastern Spain): Paleoenvironmental inferences. *Marine Micropaleontology*, 48: 251-279.

ÁLVAREZ, L. W.; ÁLVAREZ, W.; ASARO, F. *et al.*, (1980). Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Experimental results and theoretical interpretation. Science*, 208 (4448): 1095-1108.

ARZ, J. A.; ARENILLAS, I.; MOLINA, E. *et al.* (1999). Los efectos tafonómico y "Signor-Lipps" sobre la extinción en masa de foraminíferos planctónicos en el límite Cretácico/Terciario de Elles (Tunicia). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12 (2): 251-267.

- BERGGREN, W. A. & PEARSON, P. N. (2005). A revised tropical to subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation. *Micropaleontology*, 35: 308-320.
- BERGGREN, W. A.; KENT, D. V.; SWISSER, C. C. *et al.* (1995). A revised Paleogene geochronology and chronostratigraphy. In Berggren, W. A.; Kent, D. V.; Aubry, M. P.; Hardenbol, J. (eds): *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*, 54: 129-212.
- BLONDEAU, A. (1981). Lutetian. In Pomerol, Ch., ed. *Stratotypes of Paleogene Stages*. Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris, Mémoire hors série, 2: 167-180.
- CANUDO, J. I.; KELLER, G.; MOLINA, E. (1991). Cretaceous/Tertiary boundary extinction pattern and faunal turnover at Agost and Caravaca, S. E. Spain. *Marine Micropaleontology*, 17: 319-341.
- COSTA, E.; GARCÉS, M.; SÁEZ, A. *et al.* (2011). The age of the "Grande Coupure" mammal turnover: New constraints from the Eocene-Oligocene record of the Eastern Ebro Basin (NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaecology*, 301 (1-4): 97-107.
- Decreto 45/2020, de 8 de enero, del Consell, de declaración como monumento natural del límite K/T geológico Capa Negra, en el término municipal de Agost. Diari Oficial de la Comunitat Valenciana, núm. 8797 de 24 de abril de 2020.
- DE LAPPARENT, A. (1883). *Traité de Géologie*. Savy, Paris: 1280.
- DINÀRES-TURELL, J.; PAYROS, A.; MONECHI S. *et al.*, (2014). In Search of the Bartonian (Middle Eocene) GSSP (II): Preliminary results from the Oyambre section (N Spain). In: Rocha, R., *et al.* (Eds.), Springer International Publishing, Switzerland: 79-83 (Stratigraphy 2013).
- FISCHER, A. G. (1981). Climatic oscillations in the biosphere. In: Nitecki, M. H. (Ed.). *Biotic Crises in Ecological and Evolutionary Time*. Academic Press, New York: 103-131.
- FLUEGEMAN, R. H. (2007). Unresolved issues in Cenozoic chronostratigraphy. *Stratigraphy*, 4: 109-116.
- FORNACIARI, E.; AGNINI, C.; CATANZARITI, R. *et al.* (2010). Mid-latitude calcareous nanofossil biostratigraphy, biochronology and evolution across the middle to late Eocene transition. *Stratigraphy*, 7: 229-264.
- GARCÍA-CORTÉS, Á., CARCAVILLA, L., DÍAZ-MARTÍNEZ, E. *et al.* (2014). Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España (IGME), sección de Patrimonio (Descargas): 61
- GRADSTEIN, F.M.; OGG, J.G.; SCHMITZ, M. *et al.*, (2012). *The geologic time scale 2012*. Elsevier, 2012. 1139 pp.
- GROOT, J. J.; DE JONGE, R. B. G.; LANGERREIS, C. G. *et al.* (1989). Magnetostratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary at Agost (Spain). *Earth and Planetary Science Letters*, 94: 385-397.
- GU, X.; ZHANG, L.; YIN, R. *et al.* (2022). Deccan volcanic activity and its links to the end-Cretaceous extinction in northern China. *Global Planetary Change*, 210: 1-10.
- GUTJAHR, M.; RIDGWELL, A.; SEXTON, P. F. *et al.* (2017). Very large release of mostly volcanic carbon during the Palaeocene-Eocene Thermal Maximum. *Nature*, 548 (7669): 537-577.
- HAYNES, L. L. & HÖNISCH, B. (2020). The seawater carbon inventory at the Paleocene-Eocene Thermal Maximum. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 117 (39): 24088-24095.

- HUYGHE, D.; MERLE, D.; LARTAUD, F. *et al.* (2012). Middle Lutetian climate in the Paris basin: implications for a marine hotspot of paleobiodiversity. *Facies*, 58: 587-604.
- JABLONSKI, D. & CHALONER, W. G. (1994). Extinctions in the Fossil Record [and Discussion]. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 344 (1307): 11-17.
- JOVANE, L.; FLORINDO, F.; COCCIONI, R. *et al.* (2007). The middle Eocene climatic optimum event in the Contessa Highway section, Umbrian Apennines, Italy. *Geological Society of America Bulletin*, 119: 413-437.
- JOVANE, L.; SPROVIERI, M.; COCCIONI, R. *et al.* (2010). Astronomical calibration of the middle Eocene Contessa Highway section (Gubbio, Italy). *Earth Planetary Science Letters*, 298: 77-88.
- KAROUI-YAAKOUB, N.; GRIRA, C.; SAÏDMTIMET, M. *et al.* (2017). Planktic foraminiferal biostratigraphy, paleoecology and chronostratigraphy across the Eocene/Oligocene boundary in northern Tunisia. *Journal of African Earth Sciences* 125: 126-136.
- LARRASOÑA, J.C.; GONZALVO, C.; MOLINA, E. *et al.* (2008). Integrated magnetobiochronology of the Early/Middle Eocene transition at Agost (Spain): Implications for defining the Ypresian/Lutetian boundary Stratotype. *Lethaia*, 41 (4): 395-415.
- LECLERC, J. (1971). Etude géologique du massif du Maimó et de ses abords (prov. d'Alicante, Espagne). PhD Thesis, Géologie Structural. University of Paris: 96-100.
- LOWRIE, W.; ÁLVAREZ, W., NAPOLEONE, G. *et al.* (1982). Paleogene magnetic stratigraphy in Umbrian pelagic carbonate rocks. *GSA Bulletin*, 93: 414-432.
- MCLEAN D. M. (1978). A terminal Mesozoic "Greenhouse": Lessons from the past. *Science*, 201 (4354): 401-406.
- MOLINA, E.; ALEGRET, L.; ARENILLAS, I. *et al.* (2004). The Cretaceous/Paleogene boundary at the Agost section revisited: paleoenvironmental reconstruction and mass extinction pattern. *Journal of Iberian Geology*, 31: 135-148.
- MOLINA, E.; ALEGRET, L.; APELLANIZ, E. *et al.* (2011). The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Lutetian Stage at the Gorrondatxe section, Spain. *Episodes*, 34 (2): 86-108.
- MOLINA, E.; ARENILLAS, I.; ARZ, J. A., (1998). Mass extinction in planktic foraminifera at the Cretaceous/Tertiary boundary in subtropical and temperate latitudes. *Bulletin de la Société géologique de France*, 169 (3): 351-363.
- MOLINA, E.; COSOVIC, V.; GONZALVO, C. *et al.* (2000). Integrated biostratigraphy across the Ypresian/Lutetian boundary at Agost, Spain. *Revue de Micropaléontologie*, 43: 381-391.
- MUDELSEE, M.; BICKERT, T.; LEAR, C. H. *et al.* (2014). Cenozoic climate changes: A review base don time series analysis of marine benthic $\delta^{18}O$ records. *Reviews of Geophysics*, 52 (3): 333-374.
- NEVILLE, L. A.; GRASBY, S. E.; MCNEIL, D. H. (2019). Limited freshwater cap in the Eocene Arctic Ocean. *Scientific Reports*, 9 (4226): 1-6.
- PARDO, A. ; KELLER, G., ORTIZ, N. (1996). Latest Maastrichtian and K/T boundary foraminiferal turnover and environmental changes at Agost, Spain. In : N. MacLeod, G. Keller (eds), *Cretaceous-Tertiary Mass Extinctions : Biotic and Environmental Changes* : 137-191, Norton and Company, New York.

- PAYROS, A.; BERNAOLA, G.; ORUE-ETXEBARRIA *et al.* (2007). Reassessment of the Early-Middle Eocene biomagnetostratigraphy base on evidence from the Gorrondatxe section (Basque Country, W Pyrenees). *Lethaia*, 40: 183-195.
- PAYROS, A.; DINARÈS-TURELL, J.; BERNAOLA, G. *et al.* (2011). On the age of the Early/Middle Eocene boundary and other related events: Cyclostratigraphic refinements from the Pyrenean Otsakar section and the Lutetian GSSP. *Geological Magazine*, 148: 442-460.
- PAYROS, A.; DINARÈS-TURELL, J.; MONECHI S. *et al.*, (2015). The Lutetian/Bartonian transition (middle Eocene) at the Oyambre section (northern Spain): Implications for standard chronostratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 440: 234-248.
- PAYROS, A.; ORTIZ, S.; ALEGRET, L. *et al.* (2012). An early Lutetian carbon-cycle perturbation: Insights from the Gorrondatxe section (western Pyrenees, Bay of Biscay). *Paleoceanography*, 27 (2): 1-14.
- PEARSON, P. N.; NICHOLAS, C. J.; SINGANO, J. M. *et al.* (2004). Paleogene and Cretaceous sediment cores from Kilwa and Lindi areas of coastal Tanzania: Tanzania Drilling Project Sites 1-5. *Journal of African Earth Sciences*, 39: 25-62.
- RENNE, P. R.; DEINO, A. L.; HILGEN, F. J. *et al.* (2013). Time scales of critical events around the Cretaceous-Paleogene boundary. *Science*, 339 (6120): 684-687.
- SCHULTE, P.; ALEGRET, L.; ARENILLAS, I. *et al.* (2010). The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary. *Science*, 327 (5970): 1214-1218.
- SMIT, J. (1990). Asteroid impact, extinctions and the Cretaceous-Tertiary boundary. *Geologie en Mijnbouw*, 69: 187-204.
- TAPPAN, H. (1968). Primary production, isotopes, extinctions and the atmosphere. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 4: 187-210.
- TORI, F. & MONECHI, S. (2013). Lutetian calcareous nannofossil events in the Agost section (Spain): implications toward a revision of the Middle Eocene biomagnetostratigraphy. *Lethaia*, 46: 293-307.
- VAN DER BOON, A.; KUIPER, K. F.; VAN DER PLOEG, R. *et al.* 2021. Exploring a link between the Middle Eocene Climatic Optimum and Neotethys continental arc flare-up. *Climate of the Past*, 17 (1): 229-239.
- WESTERHOLD, T.; RÖHL, U.; DONNER, B. *et al.* 2018. Late Lutetian Thermal Maximum: Crossing a thermal threshold in Earth's Climate System? *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 19. 1-10.

LOS CONCHOSTRACOS FÓSILES

Enrique GARCÍA FRANCÉS

Responsable sección de Paleontología AECC, Premià de Mar

RESUMEN: aportación al conocimiento fósiles de Conchostracos y aproximación a la determinación de géneros y especies así como de su anatomía y modo de vida, poniendo en valor el registro fósil de estos animales en nuestro país.

RESUM: aportació al coneixement fòssils de Conchostracos i aproximació a la determinació de gèneres i espècies tenint en compte la seua anatomia i mode de vida, posant en valor el registre fòssil d'aquestos animals en el nostre país.

SUMMARY: contribution to the fossil knowledge of Conchostracos and approach to the determination of genera and species as well as their anatomy and way of live, valuing the fossil record of these animals in our country.

Palabras clave: Conchostracos, Branquiópodos, Carbonífero

Paraules clau: Conchostracos, Branquiópodes, Carbonífer

Keywords: Conchostracs, Branquiopods, Carboniferous

1. INTRODUCCIÓN

Los *Conchostracos* son pequeños crustáceos que habitan en aguas continentales. Son animales de pequeño tamaño, su longitud máxima es de 1 cm. Están cubiertos por dos valvas, tienen un ciclo de vida muy corto, este ciclo se desarrolla en la temporada lluviosa. Sirven de alimento para las aves, sobre todo para las aves migratorias. Estos crustáceos pese a ser muy abundantes en el registro fósil no se habla mucho de ellos ya que no son precisamente llamativos para la gente que les gusta observar fósiles.

2. TAXONOMÍA

El nombre los define como conchas con forma de crustáceos, esto se debe a su gran parecido con los bivalvos, originalmente se clasificaron como orden, aun hoy en día se identifican así cuando no se puede precisar más sobre los restos fósiles. Más adelante se separó el taxón en tres subórdenes diferentes, *Cycles-*

terhida, *Laevicaudata* y *Spinicaudata*.

De esta forma el taxón nombrado como *Conchostracos* lo encontraremos en muchos sitios como obsoleto, usando como orden *Diplostraca*, hago referencia a él en este trabajo porque es una forma muy común de identificar a los restos que veremos más adelante.

A mi entender, después de ver que hay varias informaciones diferentes durante las consultas realizadas, la taxonomía correcta sería la siguiente:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Subfilo: Crustacea

Clase: Branchiopoda LATREILLE, 1817

Orden: Diplostraca LATREILLE, 1829 (*Conchostracos*)

Subórdenes:

Cyclestherida SARS, 1899

Laevicaudata LINDER, 1945

Spinicaudata LINDER, 1945

Cladocera LATREILLE, 1829

La pieza de referencia para realizar este trabajo está depositada en el MUSEU PALEONTOLÒGIC I DE LES CIÈNCIS ISURUS (Alcoi, Alacant). (Figura 1).

Pieza compuesta por una aglomeración de valvas de *Conchostracos* fósiles, es una arenisca granatosa compactada procedente del Estafaniense de Puertollano.



Fig.1.- Placa con restos fósiles de *Conchostracos*, siglada como CIAI01524.

3. ANATOMÍA

Anatómicamente estos animales estaban provistos de dos valvas las cuales ejercían como protección ya que el animal en sí estaba dentro. Estas valvas son el único registro fósil que encontraremos. Concha derivada de quitina con sales calcáreas que no presentaba dureza pero su composición ha hecho posible su fosilización. Por suerte estos tipos de animales aparecen desde el Devónico hasta la actualidad y pese a solo tener registro fósil de las valvas se puede saber cómo eran físicamente. Si hablamos del animal, como he mencionado antes, es un pequeño crustáceo dotado de varias partes como cabeza, pequeñas antenas, toracópodos, pereiópodos, etc. Podemos ver una reproducción de lo que podría ser un *Conchostraco* en la Figura 2. Aunque lo que nos importara realmente para poder identificar los fósiles de estos animales son las valvas las cuales tienen unas características diferenciadoras para poder discernir entre órdenes y poder así llegar al género o la especie.

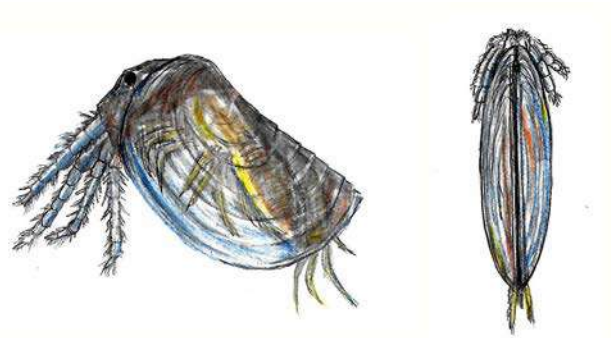


Fig.2.- Aproximación al aspecto de un *Conchostraco* en vida.

Las conchas o valvas son muy simples, como ya he mencionado tiene una gran similitud con los bivalvos pero, a diferencia de estos no poseen dos valvas, sino solo una, doblada por la zona dorsal. Podemos observar en las placas de *Conchostracos* valvas sueltas en su mayoría, ya que, la zona por donde están unidas es frágil y se separan fácilmente. (Figura 3).

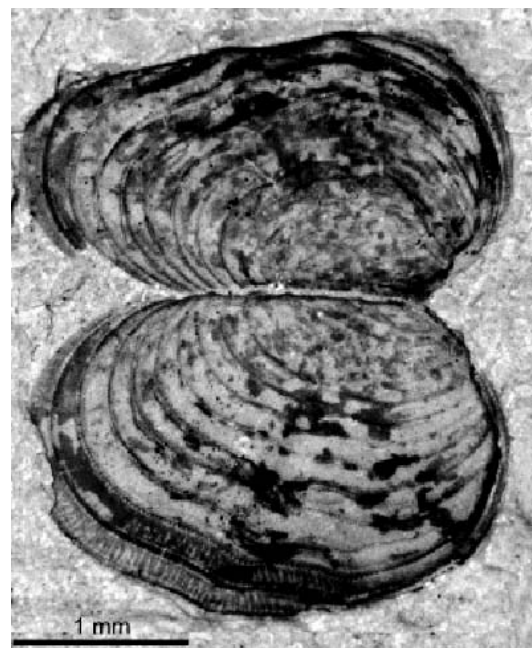


Fig.3.- Unión de las valvas de un *Conchostraco* por la zona dorsal.

El tipo de charnela será una característica crucial para poder diferenciarlos. Diferentes estudios aportan medidas exhaustivas de ejemplares que nos permiten ajustar su identificación. Otra característica de las valvas son

las líneas de crecimiento, estas no serán una referencia fiable para la identificación, ya que según el tamaño pueden variar en grosor, separación etc.

4. SUBÓRDENES

No voy a profundizar en las diferencias entre subórdenes, ya que es un tema muy extenso, si quiero mostrar mediante lo más gráficamente posible la diferencia anatómica de las valvas de los diferentes subórdenes para dar una visión rápida y general de sus aspectos. Figura 4.

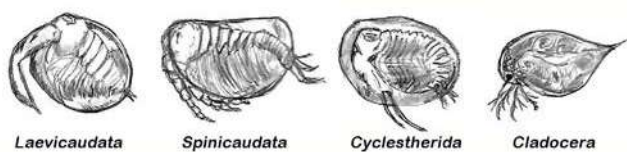


Fig.4.- Diferentes aspectos de subórdenes.

Hemos de tener en cuenta que hay cientos de especies descritas y que la identificación de estos animales fósiles es compleja ya que solo tenemos los restos de las valvas, la forma de ellas es una gran aproximación al suborden pero para llegar a los géneros y especies se tienen que estudiar meticulosamente. La mayoría de trabajos consultados son del triásico de Sudamérica, ya que allí hay un gran registro de estos fósiles. Los *Conchostracos* a los que hace referencia este trabajo son de España, como he mencionado antes de Puertollano y vamos a verlos un poco más a fondo para poder deliberar de que tipo se tratan. Podremos observar en una imagen más ampliada (Figura 4.) que se aprecian gran cantidad de ejemplares.



Fig.4.-Placa con múltiples *Conchostracos*

El tamaño medio es de 0,5 cms, llegando a observar valvas de 0,9 cms. Estas dimensiones dificultan a la hora de poder identificarlos ya que se precisa de material de aumento para su observación.

Después de buscar alguna valva que se aprecie lo más completa posible procederemos a comparar el contorno de la valva con los diferentes tipos de subórdenes que hemos visto anteriormente, esto nos dará una aproximación para su correcta identificación, no la definitiva. En este caso concreto ya existen algunos estudios sobre

los ejemplares de la zona y eso ya facilita la investigación. La idea es mostrar el proceso de cómo llegar a su identificación. La forma más practica será la comparación, ya sea visual o por medio de programas informáticos de superposición de imágenes, después de superponer las varias formas comunes veremos cuál es la que más se acerca en lo que ha parecido de forma se refiere. Figura 5.

Podemos decir que los *Conchostracos* de

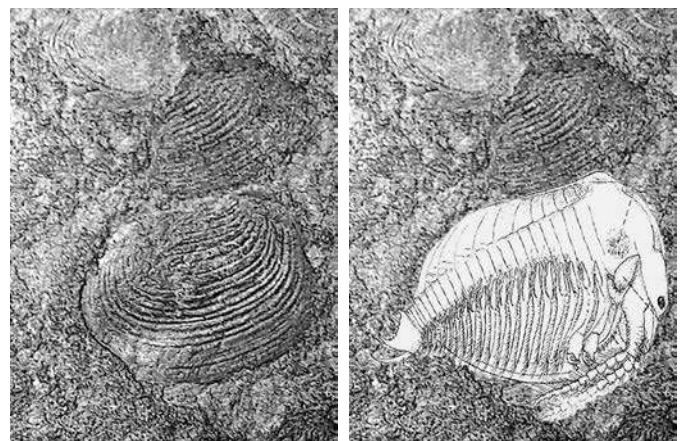


Fig.5.- Superposición de imágenes para el acercamiento al suborden en la identificación de ejemplares.

Puertollano son del suborden *Spinicaudata* y según varios estudios llegaríamos al género *Estheria* o *Liotheria* según en que publicaciones, la especie sería más discutida, aunque en varias citas se le otorga *E. Oblicua*.

5. CONCLUSIONES

Para concluir mostraremos un esquema de la concha y la anatomía de los *Conchostracos* tipo *Estheria Obliqua* que aparecen en la placa del Carbonífero Estefaniense de Puerto llano. Figura 6.

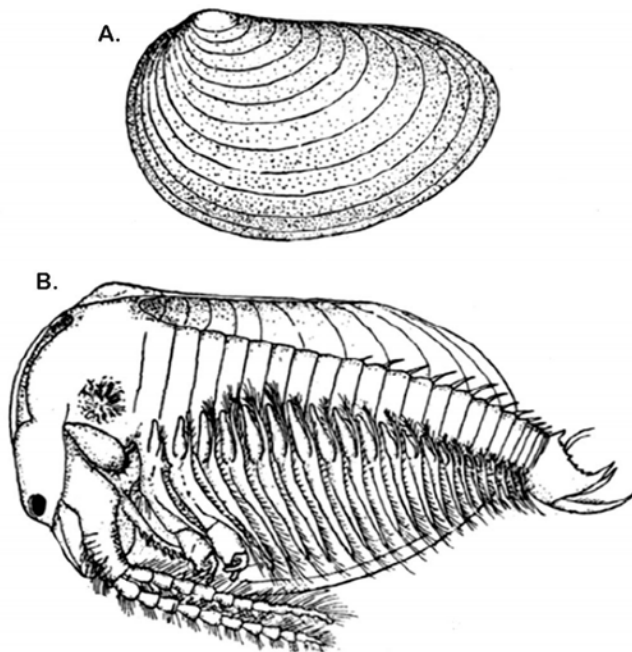


Fig.6.- *Estheria obliqua*, ONE OF THE CONCHOSTRACA. (Después Sars, de Lankester's "Treatise on Zoology.") A. Concha de hebra vista lateral, B. Macho vista interior después de quitar valva lateral.

Teniendo en cuenta todo lo visto la clasificación de estos *Conchostracos* sería la siguiente:

Reino: Animalia
 Filo: Arthropoda
 Subfilo: Crustacea
 Clase: Branchiopoda LATREILLE, 1817
 Orden: Diplostraca LATREILLE, 1829 (*Conchostracos*)
 Suborden: Spinicaudata LINDER, 1945
 Género: *Estheria*
Estheria (Liotheria) obliqua

Estas acumulaciones de *Conchostracos* se pueden confundir fácilmente con lumaquelas de pequeños bivalvos, es en el momento de observarlos más detenidamente cuando podemos identificarlos correctamente como branquiópodos.

6. AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Ángel Carbonell el haber confiado en mí para realizar este artículo para la revista *Isurus*, ha sido un reto a par que un placer el poder colaborar con la revista. También agradecer a Francisco Javier Armijo, el cual fue, en cierta manera, el impulsor para que se realizara este artículo durante el V encuentro nacional de entidades de las ciencias de la tierra.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, M. (2004). Branquiópodos. Pp. 265-284, en: Barrientos, J.A. (ed.): Curso práctico de entomología. Asociación Española de Entomología / CIBIO / Universitat Autònoma de Barcelona, Alicante / Bellaterra
- F. GALLEGO, OSCAR. BREITKREUZ, CRISTO. (1994). *Conchostracos* (Crustaceae-Conchostraca) paleozoicos de la Región de Antofagasta, norte de Chile.
- GARCIA DE LOMAS, JUAN. SALA, JORDI. ALONSO, MIGUEL. (2015). CLASE BRANCHIOPODA Orden Spinicaudata. Sociedad Entomológica Aragonesa. Revista IDE@SEA, nº 68
- MONFERRAN, MATEO DANIEL. (2015). Análisis paleoecológico de las asociaciones de *Conchostracos* del Jurásico Medio y Superior de la Cuenca Cañadón Asfalto, Chubut (Argentina) . (Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.).

A continuación podemos observar fotografías con más detalle de los ejemplares de una placa.





ISURUS

Col·lecció Museogràfica Paleontològica i de les Ciències ISURUS



xarxa museus
i col·leccions paleontologia
de la C.V.

Duvalia dilatata

(BLAINVILLE, 1827)

Los belemnites, como los ammonites de los que ya hemos visto varios ejemplos, eran también moluscos cefalópodos. Pero, a diferencia de ellos, su concha no era externa sino interna, equivalente a la “pluma” que presentan los actuales calamares y sepias. Este grupo de cefalópodos con concha interna o sin concha (como los pulpos) reciben el nombre de coleoideos.

Filum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Subclase: Coleoidea

Orden: Belemnitida

Familia: Duvaliidae

Género: Duvalia

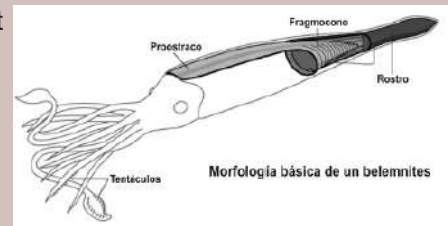
BAILE & ZEDLER, 1878.



La especie *Duvalia dilatata* se caracteriza por tener un rostro aplastado, con sección ovalada, que carece de simetría dorso-ventral y posee solamente un surco dorsal. El extremo distal del rostro es redondeado ya que la punta aguda característica de muchas otras especies de belemnites está prácticamente ausente.

Yacimiento: Sierra de Fontcalent
Provincia: Alicante

Muy conocidos desde antiguo, la forma de estos fósiles ha dado origen a numerosas leyendas y a su uso como remedio curativo de ciertas enfermedades y hechizos. En nuestras tierras recibían nombres populares como “balas de moro” o “puntas de rayo” ya que se creía que se formaban cuando un relámpago tocaba tierra.



La concha de los belemnites estaba constituida por tres partes bien diferenciadas: rostro, fragmocono y proostraco. El rostro es una pieza maciza en forma de proyectil, formada por cristales fibrosos de calcita con un crecimiento concéntrico. Su superficie es lisa, aunque puede presentar algunos surcos longitudinales. El rostro es la parte que normalmente encontramos fosilizada. En su extremo anterior presenta una cavidad en la que se inserta el fragmocono, una estructura cónica dividida en cámaras por una serie de tabiques transversales. El fragmocono tenía en la parte dorsal una prolongación en forma de lengua llamada proostraco. Tanto el fragmocono como, especialmente, el proostraco eran estructuras delicadas que raramente se conservan fosilizadas.

Aunque hay formas similares ya desde el Carbonífero, los verdaderos belemnites aparecieron a comienzos del Jurásico (hace 200 millones de años). Durante ese período y el Cretácico, los belemnites jugaron, junto con los ammonites, un papel muy importante en los ecosistemas marinos, tanto como depredadores como presas de grandes peces y reptiles acuáticos. Fueron un grupo muy diversificado

y abundante en todos los mares de la época. Al igual que los ammonites (y otros muchos grupos de organismos) se extinguieron al final del Cretácico (hace 65 millones de años).

Los belemnites eran nadadores activos, que flotaban en la columna de agua gracias a las cámaras rellenas de aire del fragmocono y se desplazaban con rapidez mediante la expulsión de chorros de agua a presión por un embudo situado bajo su cabeza. Se han conservado fosilizadas impresiones de las partes blandas de algunos de estos organismos que muestran que poseían, al igual que los coleoideos actuales, sacos de tinta que utilizarían para confun-

dir a sus depredadores.

Sus tentáculos no tenían ventosas, sino que estaban dotados de unos pequeños ganchos córneos con los que sujetaban a sus presas.

PRESENTE EN TODO EL MEDITERRÁNEO

Esta especie vivió en el Cretácico inferior, concretamente entre el Valanginiense y el Barremiense inferior (140-130 millones de años).

Está presente en todo el dominio mediterráneo y es bastante frecuente en nuestra región.

En la Sierra de Fontcalent fue citada ya por Nicklès (1892) y Jiménez de Cisneros (1917).

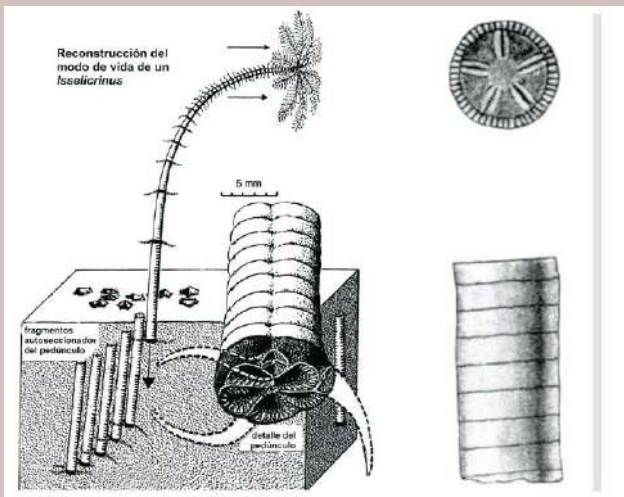


Vista parcial de los niveles del Cretácico inferior de Fontcalent

Publicadas en el periódico Ciudad. Autor: José Antonio Buera

Isselocrinus tibiensis

(DUPUY & REVILLA, 1956)



Filum: *Echinodermata*

Clase: *Crinoidea*

Orden: *Isocrinida*

Familia: *Isselocrinidae*

Género: *Isselocrinus* Rovereto, 1914



La Peña Migjorn vista desde la Carrasqueta

‘tibiensis’, de Tibi

El ejemplar procede de un pequeño afloramiento de margas y margocalizas blanquecinas de edad Cretácico terminal (Senoniense) situado al este del pueblo de Tibi (al que está dedicado el nombre de la especie), en las inmediaciones de la carretera que comunica esta población con Xixona en y al sur de la Peña Roja o Peña Migjorn, un imponente macizo de materiales terciarios que vemos detrás de Xixona al bajar el puerto de la Carrasqueta.

* **ESTA ESPECIE FUE DESCRITA POR LOS INGENIEROS DE MINAS ENRIQUE DUPUY DE LÔME Y JOSÉ DE LA REVILLA** a partir de un ejemplar recogido por el primero de ellos durante los trabajos de campo para la elaboración de la primera edición de la cartografía de la hoja de Castalla del Mapa Geológico de España (escala 1:50000). Ellos atribuyeron originalmente esta especie al género *Balanocrinus*, pero posteriormente fue transferida al género *Isselocrinus* por sus afinidades morfológicas y en consonancia con su edad geológica (ya que *Balanocrinus* agrupa formas más antiguas, del Triásico hasta el Cretácico inferior).

Un cuerpo en forma de cáliz

Como ya vimos en una ficha anterior los crinoideos son equinodermos cuyo cuerpo tiene forma de cáliz y del cual salen cinco brazos más o menos ramificados. La boca se sitúa en la parte superior del cáliz y en ella confluyen los brazos que son los encargados de atrapar el plancton del que se alimentan. La mayor parte de los crinoideos actuales se fijan al sustrato mediante una especie de raíces o cirros situados en la base del cáliz. Otro grupo minoritario tiene el cuerpo situado al final de un largo pedúnculo o tallo flexible formado por una columna de placas y con el que se anclan al fondo marino. Estas formas pedunculadas eran, sin embargo, las más frecuentes entre los crinoideos de las eras paleozoica y mesozoica.

Isselocrinus tibiensis (Dupuy & Revilla, 1956) es una de estas formas antiguas pedunculadas de la que, precisamente, no se conoce más que una parte del pedúnculo. Concretamente, un fragmento formado por ocho o nueve placas articuladas, todas iguales, cilíndricas, con un diámetro de unos diez milímetros y una altura de unos tres milímetros. La superficie externa de las placas es lisa, mientras que la superficie articular está dividida en cinco sectores lisos por otros tantos tabiques estrechos, elevados, de forma petaloide y con un surco central y está bordeada por una serie de pequeños y profundos surcos que favorecían la articulación con las placas adyacentes.

A partir de los datos sedimentológicos y paleogeográficos y por analogía con otras especies del mismo género, *Isselocrinus tibiensis* debió vivir en el fondo de una plataforma marina relativamente tranquila, a varias decenas de metros de profundidad. Estos crinoideos, a diferencia de otros representantes del grupo, eran capaces de vivir sobre sustratos blandos, en los que se anclaban mediante los cirros de su pedúnculo a otros objetos enterrados como conchas o fragmentos automutilados de su propio pedúnculo. Abrían sus brazos formando un abanico en dirección a las corrientes para capturar su alimento.

Los representantes del género *Isselocrinus* vivieron prácticamente en todo los mares del mundo desde el Cretácico terminal hasta el Mioceno medio (entre hace 85 y 15 millones de años)

Clypeaster altus

(LESKE, 1778)



Vista aboral (superior)

Vista lateral

Vista oral (inferior)

GRANDES ERIZOS DE MAR

Filum: Echinodermata*Clase:* Echinoidea*Orden:* Clypeasteroidea*Familia:* Clypeasteridae*Género:* *Clypeaster* Lamarck, 1801

El género *Clypeaster* incluye algunos de los erizos de mar de mayor tamaño conocido, alcanzando hasta los 25 centímetros de diámetro en su estado adulto. Se trata de erizos muy característicos, con un contorno pentagonal con los vértices redondeados. La superficie oral (inferior) es plana o cóncava, mientras que la superficie aboral (superior) varía entre suavemente convexa y fuertemente acampanada. El peristoma o boca, de gran tamaño, se sitúa

en el centro de la cara inferior y en ella confluyen cinco surcos radiales simples. El periprocto o ano, más pequeño que la boca, se sitúa también en esa cara inferior, cerca del margen posterior. En la superficie superior se reconocen cinco grandes áreas en forma de pétalo. Son los llamados ambulacros y están formados por filas de poros alargados por los que salen los pies ambulacrales, que tienen fundamentalmente una función respiratoria. Toda la superficie del erizo está cubierta de pequeños tubérculos o gránulos en los que se insertan finas y cortas púas.

El género *Clypeaster* muestra una gran diversidad de morfologías, habiéndose descrito cerca de 400 especies, aunque muchas de ellas necesitan probablemente ser revisadas. Se extiende en el tiempo desde el Eoceno superior (hace unos 40 millones de años) hasta nuestros días. Alcanzó su máxima dispersión durante el Mioceno, cuando estaba presente prácticamente en todos los mares de la Tierra. Actualmente existen varias especies de este género en las aguas tropicales de América, Oceanía, Australia y sur de Asia hasta el Mar Rojo.

La especie *Clypeaster altus* fue descrita por el naturalista alemán Nathaniel G. Leske en 1778 a partir de material fósil procedente de Córcega. Se caracteriza por su forma acampanada aunque, a pesar de su nombre no es de las especies de *Clypeaster* con el caparazón más alto (una media de 85 mm, por 125 mm de diámetro). Los ambulacros petaloideos son anchos y largos, ligeramente abultados y muy abiertos en el extremo. Esta especie vivió durante el Mioceno medio y superior (entre hace 15 y 5 millones de años) en el Mediterráneo, costa atlántica de Marruecos y las Islas Canarias, Madeira y Cabo Verde. Sus descendientes subsistieron en el Mediterráneo hasta hace 2.5 millones de años. Es una especie frecuente en los materiales del Mioceno medio y superior del sureste de España donde se encuentra asociada a depósitos arenosos, propios de ambientes someros de alta energía (menos de 20 metros de profundidad), donde viviría sobre el fondo alimentándose de detritos orgánicos que encontraría en el sedimento.

Yacimiento: Las Atalayas (Alicante)

Provincia: Alicante

La Sierra de las Atalayas es una pequeña elevación situada inmediatamente al oeste de la ciudad de Alicante, entre la autovía del Mediterráneo y los polígonos industriales de las Atalayas y el Pla de la Vallonga. La alineación montañosa se extiende en dirección NE-SW y está atravesada en su parte central por la autovía de Madrid (A-31). La longitud de esta sierra es de unos dos kilómetros y su máxima elevación es de 133 metros sobre el nivel del mar. Desde el punto de vista geológico está constituida por sedimentos del Mioceno superior que descansan discordantemente sobre margas arenosas del Cretácico y está rodeada por materiales cuaternarios. La secuencia estratigráfica fue analizada por Nicklès (1891) y, posteriormente, con bastante detalle, por Jiménez de Cisneros en un trabajo publicado en 1906 en el Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Dicha secuencia estratigráfica está constituida en su mayor parte por areniscas calcáreas que, en su parte superior, son muy ricas en fósiles, incluyendo diversas especies de bivalvos, gasterópodos, dientes de peces y enormes cantidades de caparzones de unos organismos microscópicos llamados *Heterostegina*. Los *Clypeaster*, acompañados de ejemplares fragmentarios de ostras y pectínidos, se localizan preferentemente en unos bancos más carbonatados situados hacia la parte media-alta de la serie, inmediatamente debajo de los niveles antes mencionados.



Las Atalayas

Publicadas en el periódico Ciudad. Autor: José Antonio Buera

Pygope janitor

(PICTET, 1867)



Filum: Brachiopoda

Clase: Articulata

Orden: Terebratulida

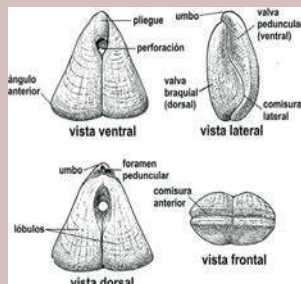
Familia: Pygopidae

Género: *Pygope* Link, 1830

Pygope es uno de los géneros de braquiópodos más característicos y fáciles de reconocer por la perforación central que atraviesa las dos valvas y separa dos lóbulos laterales en la concha. Este género incluye unas pocas especies que vivieron en el Jurásico terminal y Cretácico basal (entre hace 130 y 150 millones de años).

La especie *Pygope janitor* tiene, en su estadio adulto, una concha fina y lisa, de contorno subtriangular, con los ángulos anteriores suavemente redondeados. Sus dimensiones varían entre 3 y 4 centímetros, siendo casi tan larga como ancha y localizándose su máxima anchura en la parte anterior.

La perforación que atraviesa ambas valvas es relativamente grande, tiene forma circular y ocupa una posición centrada. Los dos lóbulos laterales de la concha pueden tocarse o estar separados en la parte anterior. La valva peduncular (o



Esquema y nomenclatura de los principales rasgos morfológicos de un *Pygope*

ventral) es marcadamente convexa, con un umbo corto y erecto en cuyo ápice se sitúa un foramen peduncular pequeño. Entre el umbo y la perforación de esa valva peduncular se desarrolla un pliegue liso y poco marcado. La valva braquial (o dorsal) es más pequeña y aplanada. La comisura anterior es recta y las

ENTRE LOS BRAQUIÓPODOS MÁS FÁCILES DE RECONOCER



Reconstrucción del modo de vida de los Pygopidae

te un fino pedúnculo que salía por el estrecho foramen situado en el umbo de la valva ventral. Los dos lóbulos de la concha, fuertemente ensanchados en su parte anterior, permitirían un mayor desarrollo de los órganos filtradores y respiratorios internos. Esto, junto con la concha fina y lisa, son adaptaciones a hábitats de muy baja energía y pobres en alimento en suspensión y oxígeno disuelto en el agua.

La especie *Pygope janitor* aparece, junto con numerosos restos de ammonites y belemnites en los sedimentos pelágicos del Tithónico y Berriasiense (límite Jurásico-Cretácico, 150-140 millones de años. del dominio perimediterráneo, habiendo sido citada en el sureste de España y las islas Baleares, sur de Francia, Suiza, Italia, Polonia, República Checa, Hungría, Rumanía, Bulgaria, Serbia, Marruecos, Argelia y Túnez.

laterales hundidas y sinuosas. A diferencia de otros muchos braquiópodos del Jurásico y del Cretácico que vivieron en aguas someras, los representantes de la familia Pygopidae habitaban en fondos de aguas tranquilas y relativamente profundas y alejadas de la costa. Allí se fijaban al sustrato median-

Yacimiento: La serra de La Mola (Novelda)

Provincia: Alicante

La Serra de La Mola es un pequeño macizo (541 metros de altitud) situado a unos 3,5 kilómetros al noroeste de Novelda, junto al margen derecho del río Vinalopó. Desde el punto de vista geológico está constituido prácticamente en su totalidad por rocas calizas del Jurásico (con algunos pequeños afloramientos de margas y margocalizas del Cretácico inferior). Todos estos materiales descansan sobre una lámina de arcillas plásticas del Triásico que, durante los movimientos orogénicos del Mioceno, se desplazó decenas de kilómetros hacia el norte arrastrando consigo los materiales suprayacentes depositados originalmente en el dominio subbético, en áreas más meridionales de la cuenca.



La serra de La Mola vista desde el suroeste

LO QUE NOS HIZO HUMANOS: LA IMPORTANCIA DE LAS HABILIDADES SOCIALES Y EMOCIONALES

José Joaquín DÍAZ DOÑATE

Profesor de enseñanza secundaria y miembro de Isurus
(jjdd2010@gmail.com)

RESUMEN: este artículo pretende recoger mis experiencias en el ámbito educativo y profesional, partiendo de la base de nuestros orígenes hasta llegar al mundo en que vivimos, para ofrecer un panorama de cómo las emociones son tan importantes para convivir en sociedad.

RESUM: aquest article pretén recollir les meues experiències en l'àmbit educatiu i professional, partint de la base dels nostres orígens fins arribar al món en què vivim, per oferir un panorama de com les emocions són tan importants per conviure en societat.

SUMMARY: this article aims to collect my experiences in the educational and professional field, starting from the basis of our origins to the world in which we live, to provide an overview of how emotions are so important to live together in society.

Palabras clave: evolución, cerebro, inteligencia, emociones, educación, sociedad.

Paraules clau: evolució, cervell, intel·ligència, emocions, educació, societat.

Key words: evolution, brain, intelligence, emotions, education, society.

1. LOS ORÍGENES Y LA FORMACIÓN DEL CEREBRO Y LAS EMOCIONES

Comenzamos el presente artículo hablando de nuestros orígenes, es decir, lo que nos hizo humanos, que, básicamente, trata de que somos seres puramente emocionales.

La historia de la Tierra es la culminación de la historia de nuestro cerebro, un misterioso y maravilloso órgano que nos dotó de unas altas capacidades para conformarnos como especie. Y, entre estas, las emociones jugaron un papel fundamental, pues supusieron el poder integrarnos en grupos sociales y cooperar como individuos interdependientes, y la comunicación fue esencial para ello.

Dicen los científicos que nuestro universo conocido se formó hace unos 13.700 millones de años, a partir de un "gran estallido" (*Big Bang*), que desató una altísima cantidad de energía en forma de luz y calor, y se fue expandiendo (y aún lo hace), produciendo la materia, y también el espacio y el tiempo.

La Tierra, el mayor de los planetas interiores del sistema solar, se originó, como todos los demás, hace aproximadamente 4.600 millones de años, por la colisión y fusión de infinidad de fragmentos de rocas y asteroides. Algunos de ellos, quedaron orbitando alrededor de nuestro planeta, y es lo que dio lugar, por su fuerza de atracción gravitatoria, a la Luna. Así fue como quedó formado el sistema Tierra-Luna, que es interdependiente. Y la mutua interacción de ambos, y la cercanía de nuestro planeta al Sol, es lo que ha permitido a la vida florecer (aparte de otros factores).



Y la vida se originó hace unos 3.800 millones de años, gracias al enfriamiento progresivo de nuestro planeta, y a una serie de reacciones químicas misteriosas que los científicos tratan de desvelar, y que dieron lugar a la llamada sopa primigenia. La vida conquistó los continentes hace unos 450 millones de años.

Venimos, pues, de un largo proceso evolutivo, de millones y millones de generaciones, donde se han dado infinitos cambios hasta llegar a lo que somos, una especie única e irrepetible: los humanos. Y tales cambios, ocurridos en nuestra casa, la Tierra, han sido necesarios para adaptarnos y sobrevivir. Y parece un milagro, una casualidad.

Estamos aquí hace unos cuantos millones de años. Si comparásemos el tiempo geológico con las 24 horas que dura un día, el ser humano aparece justo a las 23:49 de dicho día. Es decir, estamos aquí hace casi nada.

Bien, si miramos la escala del tiempo geológico, la historia de la vida sobre la Tierra ha sufrido incesantes cataclismos que han sido necesarios para llegar hasta nosotros, y, entre ellos, han tenido lugar grandes extinciones masivas, que han permitido la llegada de numerosas especies que han venido sustituyendo de forma progresiva a las anteriores.



Siempre se dijo que la vida vino de los mares, y cierto es que las primeras formas de vida consistían en seres unicelulares que configuraron la llamada sopa oceánica. Estas célu-

las, poco a poco, fueron multiplicándose sin cesar, y se originó la llamada explosión cámbrica, con el florecimiento de millones de seres muy diferenciados. Destacar, entre ellos, los famosos trilobites, ammonites y belemnites. La vida dominaba los mares.

Sin embargo, acontecimientos geológicos vieron cambiar a nuestro planeta, que se fue configurando y variando sin cesar, dando lugar a un supercontinente llamado Pangea (“toda la tierra”). Y la vida tuvo la oportunidad de pasar del medio acuático al terrestre, con el paso de las aletas a las patas. Muchos de vosotros, seguro recordaréis de pequeños, tras haber recogido un renacuajo de una charca, los cambios experimentados en su proceso de metamorfosis, pasando de ser acuático (con respiración mediante branquias) a terrestre (con respiración mediante pulmones), dando lugar a un anfibio (rana o sapo).

Junto a ellos, las plantas también se multiplicaron y tuvieron un desarrollo espectacular, formando las llamadas selvas del Carbonífero. Estas estaban compuestas, básicamente, por helechos gigantes y coníferas. Y esos frondosos bosques vieron proliferar numerosos insectos descomunales.

En esos tiempos, los animales que habitaban en nuestro planeta eran, básicamente, reptiles ponedores de huevos (seres ovíparos). Y estos se multiplicaron y variaron sin cesar, con un aumento espectacular en su tamaño, siendo los dinosaurios los auténticos reyes. Pero un nuevo acontecimiento, esta vez proveniente desde fuera de la Tierra, acabó con el 75% de las especies. Hablamos de la gran extinción de finales del período Cretácico (hace unos 65 millones de años), cuando un gran asteroide impactó en el golfo de México.

Fue una época en la que los continentes se desplazaban constantemente (y aún lo hacen), con la llamada tectónica de placas. Es decir, nuestro planeta es como un tablero fraccionado cuyas porciones navegan sin cesar sobre un lecho de magma (si recortamos

un planisferio terrestre actual, verás cómo los continentes encajan como un puzzle, prueba fehaciente del supercontinente del pasado).



Y, a su vez, fueron surgiendo numerosas cadenas montañosas. La más espectacular fue la cordillera del Himalaya, el techo del mundo, debido a la colisión de la placa índica, que se separó de Gondwana, contra la euroasiática (imagina coger una hoja de papel y empujarla contra otra, plegándose, pues así ocurrió). Del mismo modo, en nuestro país tenemos los Pirineos, consecuencia de la llamada orogenia alpina.

Bien, pues tras este catastrófico episodio, unos seres vinieron a ocupar el gran vacío dejado por los dinosaurios. Se trata de los mamíferos, el grupo al que pertenecemos. Y la naturaleza es tan sabia, que inventó una nueva forma de concebir a las criaturas en los vientres maternos (seres vivíparos), con lo cual las crías podían así estar protegidas de los fenómenos geológicos externos y de los depredadores (pensad que una madre podía salir corriendo con su cría en su interior). Y las emociones tuvieron un papel primigenio en eso de proteger a los más pequeños.

Pues bien, los mamíferos se fueron multiplicando, con formas cada vez más elaboradas. Y también surgieron las aves, descendientes directas de los dinosaurios (si tienes un familiar cazador y ves despellejar un palomo, verás, cuando esté exento de plumas, cómo parece un pequeño dinosaurio, y sus patas escamosas son similares a las de estos).

Pero, en el caso de los mamíferos, surgió una gran diversidad de especies. Y una de ellas vio una gran oportunidad, puesto que aprovecharon los árboles con flores y frutos, y pudieron así vivir en las alturas, y tener con qué alimentarse, cobijándose de los peligros de abajo: la gran familia de los primates.

Me gustaría comentar que, cuando somos niños, parece que tenemos interiorizado, en lo más profundo de nuestro instinto, el hecho de que a todos nos gusta subir a los árboles (como también en parques infantiles), tal y como hicieron nuestros ancestros.

Y con ellos compartimos, primero, una maravillosa capacidad de asir (ellos también con las extremidades inferiores), que, junto a la cola que ellos desarrollaron y una mayor calidad de la visión, les permitió vivir en las alturas, y saltar de forma segura de árbol en árbol.

Sin embargo, los drásticos cambios geológicos y climáticos que se dieron a continuación, produjo una desecación de ciertos bosques tropicales, dando lugar a la sabana: en concreto, la inmensa falla del Rift, que empezó a fragmentar el continente africano en dos. Y, mientras unos siguieron ocupando los árboles, originando los gorilas, chimpancés y bonobos, nuestros primos más cercanos, los otros no tuvieron más remedio que bajar de los árboles, y aprender a ponerse en pie y caminar durante cortas distancias, con los riesgos que ello conllevó, originando nuestra gran familia: la de los homínidos.



Todos estos procesos fueron estudiados por el científico Charles Darwin, que desarrolló, a mediados del siglo XIX, sus teorías en su obra *El origen de las especies*. En ella, demostró cómo las especies evolucionaban para adaptarse a los diversos cambios experimentados en el medio, en un proceso de selección natural, transmitiendo sin descanso los genes de generación en generación. Este científico, en su periplo de cinco años a bordo del navío Beagle, recorrió las costas de América del Sur, donde pudo recoger buena muestra de especies de flora y fauna. Y, en su viaje, pudo comprobar, en las islas Galápagos, cómo una especie de ave, la de los pinzones, variaban en cuanto a su pico. Y, mientras unos tenían un pico puntiagudo, capaz de atrapar insectos en las hendiduras de los árboles, otros contaban con un pico robusto, que les permitía alimentarse de semillas grandes y duras.

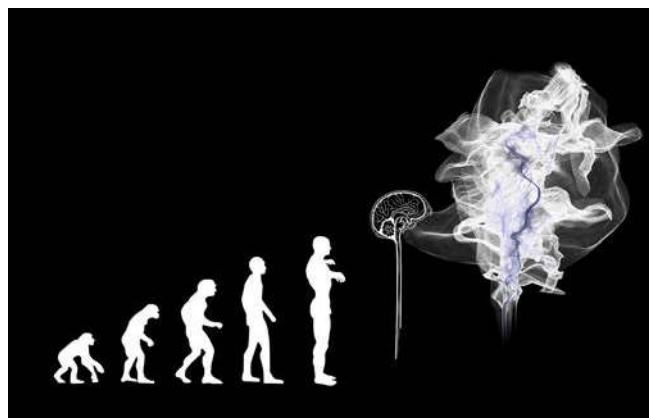
Si os fijáis, y tenéis gatos o perros en casa, veréis cómo caminan de puntillas. Es como si los humanos apoyáramos solamente los dedos de las manos y de los pies para caminar. Muchas veces, los niños curiosos se preguntan por qué gatos y perros tienen tres secciones en sus patas traseras y delanteras, cuando simplemente se trata de una prolongación de sus “manos y pies”. Pues ahí tenemos una prueba de la evolución, y que compartimos muchas características con otros animales de este gran grupo de los mamíferos.

En todos estos procesos de continuo cambio, han quedado pruebas en forma de restos geológicos que nos hablan de nuestro pasado, y que los aficionados a este mundo denominamos fósiles. Es, como si dijéramos, que tenemos una enciclopedia en los distintos estratos, que nos arrojan mucha información sobre nuestros antepasados, y de cómo fueron y cómo vivieron. Y esto ha sido gracias al desarrollo del saber en los humanos.

Y esta ardua tarea la llevan a cabo científicos, profesores, investigadores, etc., de ámbitos tan diversos como la biología, paleontología, antropología, arqueología, geología... Y

en asociaciones, como la nuestra de Isurus, nos esforzamos por divulgar este apasionante mundo de los fósiles, prueba irrefutable de nuestro pasado.

Pues bien, en nosotros los humanos, tuvieron lugar una serie de cambios morfológicos en nuestra estructura anatómica, para poder adaptarnos mejor a las nuevas y distintas situaciones.



Pasamos a analizar algunos de estos cambios tan importantes (uno de ellos, fue la pérdida de nuestra cola, miembro que sí tenían nuestros ancestros, en etapas muy antiguas, y prueba de ello es la zona en que acaba nuestra columna vertebral o coxis):

- La posición bípeda, con el desarrollo de los pies, que dejaron de asir, y nos permitieron caminar erguidos, y correr si era necesario. Además, nos dejó libres las extremidades superiores para manejar utensilios y defendernos de los peligros. A ello contribuyó en los homínidos el desarrollo de la llamada pinza de precisión.
- La posición del llamado *foramen magnum*, que en nosotros se encuentra en la base del cráneo, y en los otros simios está en una posición más superior (van a cuatro patas, aunque a veces se pongan de pie).
- El aumento de la capacidad craneal, llegando a un volumen tres veces superior al de nuestros ancestros, permitiendo el razonamiento y los inventos. Un dato importante es que, mientras nuestro cerebro supone el 2% de nuestro cuerpo, consume la nada despreciable cantidad del 20% de los nutrientes,

dada su elevada actividad neuronal.

- La disminución del tamaño de la mandíbula y la dentición. Porque, se supone, que nuestra capacidad cerebral nos permitió inventar y cocinar los alimentos (cuando un buen día, una tormenta originó una llama, y uno de nosotros se dio cuenta de que la carne asada estaba mejor que cruda).

- Una mejor agudeza visual, con una visión estereoscópica o binocular (lo que nos ha permitido ver en tres dimensiones y calcular bien las distancias), y una visión tricromática (que nos posibilita percibir y distinguir correctamente los colores). Y ello fue gracias al desarrollo de un tabique tras las órbitas oculares (el *septum* postorbital) y la presencia de la fovea. Y esto lo compartimos con nuestros primos los chimpancés, además de una rica diversidad de músculos faciales, lo que nos permite una gran riqueza de expresiones. Pero, nosotros, en los ojos, a diferencia de los chimpancés, tenemos una característica típicamente humana, el fondo blanco, lo que nos permite hablarnos con la mirada, y una capacidad maravillosa de expresar emociones (es nuestro símbolo que nos distingue de entre todos los primates).



- El surgimiento del llamado cerebro triuno, es decir, que nuestro cerebro alberga tres estructuras cerebrales superpuestas, formadas en las sucesivas etapas evolutivas:

a) La más antigua, que se encuentra en la base del cráneo, está formada por el tallo encefálico, y es el llamado cerebro reptiliano, que alberga el instinto (de supervivencia, con la reacción de lucha o huida, búsqueda de alimento, deseo sexual, necesidad de cobijarse, etc.), y que regula funciones vitales básicas. Es el centro procesador de nuestros actos.

b) Seguimos con el sistema límbico (con la amígdala como su parte principal), o cerebro de los mamíferos, o cerebro emocional, que alberga los afectos y emociones (y es allí donde se asientan los recuerdos que han tenido un impacto vital). Es el centro procesador de nuestras emociones y sentimientos.

c) Por último, nos encontramos el neocórtex, o cerebro racional, una gran estructura cerebral formada por una polarización en dos hemisferios (uno más lógico, el izquierdo, y que controla nuestro lado derecho del cuerpo, y el otro más creativo, el derecho, y que controla nuestro lado izquierdo), que envuelve a todas las anteriores, y que heredamos de los homínidos. Es el centro procesador de nuestros pensamientos. Sin embargo, en el caso de los humanos, esta estructura ha desarrollado un desbordamiento sobre las cuencas oculares, que nos permite planificar y tomar decisiones a largo plazo en el llamado cerebro ejecutivo (una estructura que se completa a los 21 años cumplidos).

Podemos decir, en definitiva, que todos los acontecimientos geológicos acaecidos en nuestro planeta han servido para poder adaptarnos al medio, y es lo que nos ha hecho así, humanos. Todos los cambios experimentados en nuestra morfología nos han permitido cooperar como especie, poniendo el foco en el florecimiento y desarrollo de las emociones. Y el desarrollo del lenguaje y la comunicación han sido fundamentales para ello. Y todo ello nos ha permitido formar grupos sociales y cooperar para conseguir alimento, o defendernos de

los peligros que nos acechaban en la sabana (por ejemplo, atacando a un mamut, del cual obteníamos pieles para aislarnos del frío, carne para alimentarnos, y sus largos colmillos para construir nuestras cabañas, a no ser que nos escondiéramos en cuevas).

Y las emociones han servido para protegernos de los peligros, siendo muy necesarias para el cuidado de nuestra prole, más allá de la salida del vientre materno. Pensemos, al ver un documental sobre naturaleza, cuando, por ejemplo, un caballo ve alumbrar a su potrillo, pues ya está listo para cabalgar. No así nosotros, que venimos con un cerebro más grande que tiene que pasar por el estrecho canal del parto. Las fontanelas del cráneo constituyen un sistema genial desarrollado por la madre naturaleza para permitir el parto humano, abombando nuestra cabeza. Por eso, es muy doloroso el acto de parir en nosotros los humanos. Porque, si permaneciésemos los 20 meses necesarios para el desarrollo de un cerebro preparado para caminar, dentro de nuestra madre, claro está, sería imposible salir con el aumento del tamaño de nuestra cabeza. De ahí que nacemos completamente inmaduros, y, por ello, el desarrollo de las emociones son tan necesarias, básicamente, las de protección y afecto.

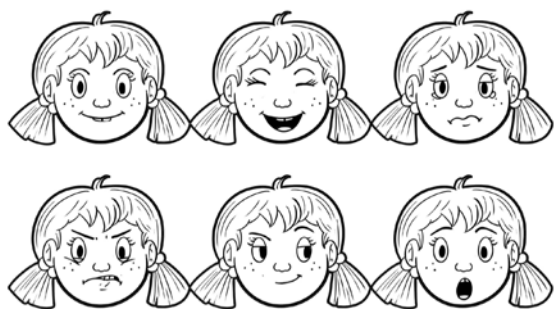
2. LA INTELIGENCIA Y LA INTELIGENCIA EMOCIONAL. HABILIDADES PROPIAS DE LA INTELIGENCIA EMOCIONAL

Que somos seres emocionales, junto al resto de nuestros parientes los mamíferos, nadie lo duda. Comprobada está nuestra capacidad innata de expresarnos sin hablar. Y esto es muy importante, más si cabe, por la infinidad de razas humanas que vinieron desde África para expandirse por los cinco continentes, dando lugar (como siempre nos contaban en la escuela) a las cinco razas básicas: la negra de África, la blanca de Europa, la amarilla de Asia, la cobriza de América y la aceitunada de Oceanía. Y todas con sus subvariantes,

con sus propios rasgos físicos característicos (para adaptarse a los distintos ambientes de la Tierra) y lenguajes diferentes. Pero, sin duda, que las emociones constituyen nuestro lenguaje más universal, y podemos hacer uso de ellas para comunicarnos sin articular palabra, y comprendernos rápidamente, aunque no nos entendamos por hablar diferentes idiomas.



Vamos, pues, a centrarnos ahora en el estudio de la llamada inteligencia. Durante el desarrollo del más maravilloso órgano que existe en el universo, nuestro cerebro humano, experimentamos una serie de cambios para adaptarnos al mundo. Y nuestra especie vino a completar nuestro cerebro con el desarrollo de la inteligencia, en el sentido más amplio de la palabra, dotándonos de increíbles habilidades. Pero no olvidemos que llevamos dentro de él los restos heredados de nuestros antepasados: los reptiles y mamíferos. Me refiero a nuestros instintos ancestrales, y también a las emociones, respectivamente. Así pues, entre nuestras emociones más básicas (alegría, tristeza, miedo, ira, asco y sorpresa), es el miedo una emoción primitiva y poderosa que nos prepara para la huida o el ataque, cuando nos enfrentamos a situaciones problemáticas, como si, de repente, nos encontráramos un tigre en nuestro camino. Lo que ocurre es que, en muchas ocasiones, estos tigres son en realidad simbólicos e irracionales. Es decir, nuestro cerebro está programado para sobrevivir y suele fijarse en lo negativo. Por ello, es fundamental entrenarlo para pensar en positivo.



Demostrada está la llamada plasticidad cerebral, la cual nos permite amoldarnos a las diversas situaciones que nos presente la vida. Y suelen decir que los hábitos que adoptamos en nuestra vida son caminos tan bien trillados, que luego son difíciles de modificar, pero, con trabajo y esfuerzo, se pueden variar e incluso mejorar. Por ello, si nos entrenamos en positivo, seremos dueños de nuestro destino, y seremos capaces de alcanzar nuestros sueños y objetivos. Pero, para ello, habrá que trabajar mucho para lograrlo. Esto sería como acudir al gimnasio si lo que queremos es estar sanos, en forma, adelgazar, o lo que sea. Pues así funciona nuestra inteligencia emocional y el pensamiento positivo: hay que entrenarlo, trabajarlo y mantenerlo.

En el estudio de la inteligencia, es muy importante mantener un sano equilibrio entre nuestro instinto-emoción-razón para tener un buen desarrollo y madurez. Sin embargo, antiguamente, con el estudio del llamado cociente intelectual, se pensaba que nuestra inteligencia era única e inmutable (puramente racional). Así, se podía clasificar a los individuos de acuerdo con una escala numérica y, según esta, se sabría si las personas tendrían éxito en sus vidas personales y profesionales.



Pero estudios posteriores se dieron cuenta de que no hay una, sino múltiples inteligencias, y que cada persona puede trabajarlas y potenciarlas a lo largo de su vida. Pensemos que existen grandes pintores que manejan muy bien eso del espacio y la perspectiva (inteligencia visual-espacial), deportistas que realizan maravillas con su cuerpo (inteligencia corporal-cinestésica), investigadores donde la pura lógica les ha ayudado a realizar los descubrimientos más asombrosos (inteligencia lógico-matemática), personas con una cualidad innata a la hora de plasmar sus ideas por escrito (inteligencia verbal-lingüística), como también músicos virtuosos, como Beethoven, que hizo sus mejores composiciones hasta estando completamente sordo (inteligencia musical-rítmica), etc.

Incluso, dentro de una misma disciplina, como puede ser el deporte, también puede haber individuos especializados en distintas subdisciplinas: por ejemplo, si cogemos a un atleta de obstáculos y lo ponemos a correr los 100 metros lisos, como no es su especialidad, pues seguro que no es tan bueno como los que sí la practican (y a la inversa).

Pues bien, toda esa gama de habilidades o capacidades, se engloban en un término que denominamos **APTITUD**, con P. Y esta nos hace muy diferentes a unos de otros, nos hace destacar en nuestros estudios y trabajos, nos hace a todos personas geniales, sí... Pero no hay que olvidar nuestro lado emocional, es decir, nuestra **ACTITUD**, con C, de cómo afrontamos todas esas cosas. Son dos términos muy diferentes entre sí, pero interdependientes, y es este segundo término el más importante de los dos. Es decir, la actitud trata, básicamente, de nuestra forma de ser, y es ahí donde reside el secreto de las personas exitosas. Es todo aquello que somos y nos diferencia de los demás y nos hace únicos. Es el entusiasmo y la pasión en cómo llevamos a cabo todas las cosas, cualquier proyecto que acometamos. Y, como dice mi amigo y profesor Fabián Villena, "la vida nos da unas cartas en forma de genética y circunstancias, y no

siempre podemos elegir lo que nos sucede, pero sí podemos aprender a jugar esas cartas, es decir, con qué actitud”.



Pongamos un ejemplo claro de lo que estamos hablando. Imaginemos una entrevista de trabajo adonde acuden varias personas con una misma titulación, y son similares en cuanto a aptitudes (saber hacer, experiencia, conocimientos, etc.). Y todo ello viene reflejado en esa hoja de papel que llamamos *curriculum vitae*. Entonces, pues no dudo de que sus aptitudes sean excelentes, para nada, pero, en lo que van a destacar en la entrevista de trabajo, en el cara a cara, es en la actitud, es decir, los aspirantes se van a ganar el puesto por su forma de ser, es lo que realmente les va a diferenciar. Y esto podríamos llamarlo el momento de la verdad, encontrando a veces candidatos con un CV muy modesto, pero extraordinarios por sus actitudes. Dicen que “los 10 primeros segundos son vitales para causar una buena primera impresión”, es decir, cuando conocemos a alguien, estrechamos la mano y miramos a los ojos de la otra persona, y lanzamos las primeras palabras.

Por otro lado, decir, que una persona que reúne en sí misma estos dos ámbitos, es el tenista Rafa Nadal. Rafa ha sido número uno del mundo durante años, por lo que demostradas están sus aptitudes como tenista. Él, es muy hábil a la hora de visualizar las jugadas, antes de que estas ocurran, y calcula muy bien los lanzamientos. Pero, a su vez, y, más allá de su saber hacer, es un crack, sobre todo por sus actitudes, que son más personales, es decir, por su humildad y serenidad, por cómo encaja una derrota, su sensibilidad (véase a Rafa llorando en la retirada de su contrincante

Roger Federer, en septiembre de 2022), y su elegancia y educación (recordemos cuando, en enero de 2020, un lanzamiento fue a impactar a una recogepelotas, y él, ni corto ni perezoso, acudió rápidamente a ver cómo se encontraba la chica, y hasta le dio un beso, aplaudiendo el público ese gesto).

Y, dentro de las actitudes que pueda reunir Rafa, destacar el diálogo interno positivo que mantiene consigo mismo. A veces, tenemos problemas, y es normal que los tengamos, porque son inevitables. Pero, casi siempre, un gran porcentaje de nuestros problemas, nos los creamos nosotros, y eso por mantener con nosotros mismos un diálogo interno equivocado y negativo (porque ya dijimos que nuestro cerebro tiende a lo negativo). En fin, que nuestro diálogo interno tiene que ser sano y positivo, porque las cosas suceden sin más, y hay que ser capaces de saber y aprender a afrontarlas. Y eso es lo que nos hace avanzar. En ocasiones, nos hablamos a nosotros mismos de una forma horrible, y es importante cuidarnos, queremos y mimarnos.

Todos tenemos un niño interior, y es con él con quien hablamos constantemente. Mucha gente, al llegar a la edad adulta, lo hace desaparecer, y se convierte en una persona fría, seria, seca y carente de emociones... Y el niño que todos llevamos dentro, y con el que mantenemos ese diálogo interno, pues es el que nos hace florecer, motivarnos, estudiar, leer libros, interesarnos por cualquier tema, tener amigos, ser curiosos, observadores, soñar, ser sensibles con las cosas..., en definitiva, disfrutar de la vida. Por eso, es tan importante no dejar morir a nuestro niño interior, nuestro yo emocional (y si ya tienes tus años, y no recuerdas cómo eras con 12 años, por ejemplo, pues desempolva aquella foto de cuando tenías tal edad y trasládote a esa época para recordar).

Si tienes la oportunidad de llevar a tu peque al parque, y comprobar cómo interactúa y se relaciona con otros niños de su edad, te darás cuenta de lo puramente espontáneos y emo-

cionales que son, y que se encuentran disfrutando con atención plena, es decir, en ese justo momento y lugar. No así los adultos, donde, a pesar de que contamos con emociones, nuestro cerebro racional gusta por llevarnos a momentos pasados y/o futuros, alejándonos de saborear el momento presente. Por eso, es muy importante fijarse en estos auténticos pequeños profesores, y aprender de ellos constantemente para no perder la ilusión por las cosas y por la vida.

Resumiendo, es mucho más importante nuestra inteligencia emocional que la racional (la eterna lucha entre cabeza y corazón). Muchos científicos hubo que sacaron notas pésimas, pero lo que les hizo brillantes de verdad fue la actitud con la que afrontaron sus vidas. Y, con ello, lograron el éxito en sus carreras profesionales.

Si tienes ocasión de tratar, o incluso de trabajar (como me pasó a mí), con personas con diversidad funcional intelectual, podrás comprobar cómo estas personas no podrán resolver un complejo cálculo matemático, pero pueden gozar de una elevada inteligencia emocional, y, en ocasiones, decirte alguna cosa al oído que te dejan pasmado. Y hasta en el mundo animal tenemos claros ejemplos de la presencia de las emociones en sus vidas: nuestra mascota puede demostrar lo contenta que está cuando regresamos a casa, saltando sin parar, meneando la cola o lamiéndonos la mano.

En definitiva, la inteligencia emocional es una habilidad que se refiere a la capacidad de una persona para comprender, procesar y expresar los propios sentimientos, así como reconocer y ser capaz de conectar con los sentimientos de los demás. Y se puede entrenar y mejorar durante toda la vida.

Bien, pues ahora voy a proponer una lista de todas aquellas habilidades emocionales, y también sociales (actitudes, en definitiva), que son fundamentales para llevar nuestra vida con éxito y de forma positiva. Sin embargo,

siempre podremos tener inconvenientes, pero que podremos sobrellevar con nuestra actitud o nuestra hábil gestión de nuestras emociones, porque somos humanos y no somos perfectos, y siempre volvemos a tropezar en la misma piedra una y otra vez:

- **AUTOCONOCIMIENTO.**- Se refiere al conocimiento de nuestros propios sentimientos y emociones, y cómo nos influyen en nuestro estado de ánimo y comportamiento, como también cuáles son nuestras capacidades y puntos débiles. Para ello, podemos hacer una lista de virtudes y defectos, como de aquellas cosas que mejor se nos dan (y las que peor), y anotarlas (podemos hacer un análisis DAFO personal, *SWOT analysis* en inglés, indicando también amenazas y oportunidades externas), para ser más conscientes de nuestro saber hacer. El objetivo es potenciar nuestras fortalezas y minimizar nuestras debilidades. Puedes pensar en aquello que has estudiado, en trabajos que has realizado, en los deportes que pienses que se te dan mejor, en tus aficiones, temas de tu interés, etc. Y ello nos hará plenamente conscientes de cómo somos realmente, y de cómo reaccionamos ante los estímulos externos, y, de este modo, actuar en consecuencia (por ejemplo, un profesor nunca debería llamar la atención de un alumno delante de toda la clase, o dos parientes nunca deberían sacar a relucir alguna rencilla en la cena de Navidad, todo mejor en privado).



- **TALENTO.**- Consiste en toda habilidad llevada a su máxima expresión. Es decir, es el potencial para desarrollar una habilidad, y es, por ello, una manifestación de la inteligencia emocional, porque conlleva tener auténtica

pasión en lo que haces. Porque, justo cuando estás realizando una tarea que te encanta, y, además, se te da muy bien, te encuentras completamente absorto y focalizado en ella. Y esta capacidad, que hace genios, normalmente suele estar asociada a una habilidad innata, y también a la creatividad. Pero, también, se trata de una capacidad adquirida mediante el aprendizaje. Porque, dicen, que, para ser realmente un experto en algo, es necesario invertir unas 10.000 horas en su estudio o práctica.

- HUMILDAD.- Es una virtud de personas fuertes emocionalmente. Y aquí no quiero decir que no hagamos saber a la gente si has estudiado esto o aquello, o has logrado algún éxito en tu vida, sino que todos nosotros debemos, siempre con mucha humildad en nuestros actos, ponernos en valor en todo momento, que lo suyo nos ha costado. Y, a lo largo de mi vida, no dejo de asombrarme por encontrarme a personas con mucho talento, y que, al mismo tiempo, son tremendamente humildes.

- AUTORREGULACIÓN.- Es la habilidad de gestionar nuestras emociones y sobrellevar cualquier acontecimiento que nos ocurra, tanto positivo como negativo. En el primer caso, para no dejarnos llevar en exceso por las emociones de euforia y alegría extrema, y en el segundo caso, para tranquilizarnos y desembarazarnos de la ansiedad, tristeza e irritabilidad exageradas (y remontar). Y aquí, hablamos de un término que se llama resiliencia, es decir, la capacidad de superar la adversidad y de salir fortalecidos (como el Ave Fénix de la mitología, que renacía de sus propias cenizas cada vez que era destruido). Pensemos en el período de confinamiento de 2020 que nos tocó vivir: aunque afectó emocionalmente a muchos, otros supieron sacar provecho de la situación y hacer cosas nuevas. Es ser flexibles y adaptarnos a las circunstancias cambiantes. De hecho, los japoneses entienden la palabra crisis como “peligro y oportunidad” (que viene de los caracteres *kiki*, *kirai-kirainet*). Muchas veces, dudamos en nuestra vida a la hora de tomar decisiones importantes, porque no paramos de observar posibles riesgos, pero,

si no lo intentamos, pues nunca sabremos si tendremos éxito. Es decir, salir de nuestra zona de confort y probar cosas nuevas. Y el miedo aquí nos frena y paraliza, y casi siempre son fantasmas que nosotros mismos nos creamos y creemos. Y con relación al enfado, decir, que podemos ser víctimas del llamado secuestro emocional, cuando nos dejamos llevar por la tormenta de nuestras emociones, cuando las situaciones se nos van de las manos y perdemos los papeles. En este sentido, decía Aristóteles: “enfadarse es muy sencillo, pero enfadarse con la persona adecuada, en el grado exacto, en el momento oportuno, con el propósito justo y del modo correcto, eso, ciertamente, no resulta tan sencillo”.



- SERENIDAD.- Se trata de estar en paz con nosotros mismos. Es muy importante vivir la vida así, tranquilos y serenos, sin sobresaltos. Con cada experiencia, con cada aprendizaje, somos cada vez más dueños de nosotros mismos. Las emociones son primordiales, es decir, nuestro niño interior, pero siempre con un buen equilibrio emoción-razón, porque nuestro adulto racional debe dominar a nuestros impulsos y emociones, aunque estas sean lo más importante (como si nuestro yo racional fuera un vaquero que conduce una diligencia tirada por dos caballos, que simbolizan nuestro yo emocional y el instintivo). Es decir, la madurez no está reñida con la inocencia (que no ingenuidad). Y, aquí, también entra el aprender a vivir con atención plena, disfrutando del presente, sin trasladarnos al pasado o futuro. Y tener plena conciencia de que, algún día, ya no estaremos aquí, porque es ley de vida, y es entonces cuando comenzaremos a saborear cada día como si fuera el último, con

intensidad. En este sentido, dos cosas que ayudan mucho son la meditación y los “baños de verde” (en japonés, *shinrin yoku*). Y esto es fundamental, es decir, vivir más pausados, más si cabe en este mundo de las prisas (con tanta tecnología que hay).



- RESPONSABILIDAD.- Todos debemos ser responsables de nuestros actos, dueños de nuestro destino. En nuestra vida, a veces, las cosas que nos van ocurriendo se deben a circunstancias externas, pero casi siempre son internas, es decir, responsabilidad nuestra y solo nuestra. Por ejemplo, a veces oigo a algún alumno decir que “he aprobado Lengua”, pero también, “me han suspendido Mates”. Está claro que los nervios pueden haberte jugado una mala pasada en un examen, o lo hicieras en un momento difícil para ti, o incluso tu profesor de Matemáticas sea bastante duro. Pero debemos ser responsables de nuestras acciones y decisiones que tomemos en nuestra vida.

- INDEPENDENCIA.- Se trata de que seamos autosuficientes. Cuando hablo en mis clases a mis alumnos sobre independencia, les digo a los chicos que no se trata de independencia económica, sino emocional. Es decir, de que sean autónomos. De que llega un momento en la vida en que hay que volar del nido y pulular ya solos por el mundo, claro está, siempre con el consejo y apoyo de padres, familiares y amigos. Por ejemplo, en alguna ocasión me he encontrado con algún chico de 19 o 20 años que acude en compañía de sus padres para matricularse en la universidad o preguntar algo...

- LIBERTAD.- Aquí se trata, básicamente, de ser abiertos de mente y alejarse de estereotipos y clichés, de caminar con la cabeza bien alta sin temor al qué dirán, de coger atajos o caminos de cabras, de ir a contracorriente, de no seguir los patrones establecidos. Porque, a veces, parece que somos puro ganado y que todos debemos respetar unos estándares generalizados, cuando debemos ser libres, y, repito, ser dueños de nuestro destino, claro está, respetando a las demás personas y las normas establecidas en todo momento.

- PROACTIVIDAD.- Es todo lo contrario a ser reactivos, es decir, ir por la vida como apagando fuegos, o tomarse la vida reaccionando ante todo lo que nos sucede, sin importar las posibles consecuencias. En cambio, ser proactivos, consiste en anticiparse a los posibles efectos de nuestros actos, o los de otros, o de posibles cosas que nos pudieran ocurrir, y actuar para evitar que sucedan. Así y todo, siempre ocurren cosas que se nos escapan, porque es imposible controlarlo todo y en todo momento. Pero hay cosas que sí podemos evitar. En psicología, suelen decir que “si la haces, la pagas”, no así en el ámbito de lo moral (te confiesas y pides perdón, y ya está arreglado). Pero, para ello, tenemos a la maestra experiencia, que nos muestra cada día cómo actuar por las consecuencias de aquello que nos sucede, y poner remedio para que no nos vuelva a ocurrir, o solamente minimizar sus posibles efectos.

- INTUICIÓN.- Es otra cuestión importante de nuestro ámbito emocional. No podemos dejar siempre todo en manos de los analistas, es decir, de nuestro yo racional. A veces, es muy recomendable actuar guiados por nuestra intuición, por nuestras corazonadas. Es como si actuáramos por debajo de nuestra conciencia, en modo piloto automático (como cuando nos lavamos los dientes, algo que hacemos sin pensar), es decir, a un nivel inconsciente. Fijémonos que, a veces, debemos tomar una decisión importante, y tenemos en cuenta todos y cada uno de los pros y contras para tomar la mejor decisión. Sin embargo, de repen-

te, una sudoración de las manos, una mayor palpitación de nuestro corazón, o lo que sea, nos avisa desde dentro de que esa o aquella sea la mejor decisión a tomar. Hay programas de TV, como *La Voz*, donde se presentan artistas, como puedan ser cantantes y/o músicos, y el jurado se encuentra de espaldas a los mismos, solamente con la valoración de la voz, para así no prejuizar ni dejarse llevar por estereotipos. Y es que estos matan totalmente la intuición. Así, pueden valorar de mejor forma, guiados por su intuición, la calidad de la actuación, sin observar cómo es la persona físicamente. Pues bien, aunque a veces la intuición juega malas pasadas, pues es una inteligente manera de tomar decisiones. Hay personas que pueden juzgar si un libro es o no de calidad solamente por su portada, o, viendo unos breves instantes conversar a una pareja, podrían decirnos si la pareja durará solo unos meses juntos o toda una vida. Muchas veces desconfiamos de esta clase de cognición rápida, pero, en ocasiones, en situaciones de estrés, la prisa no es mala consejera, y los juicios instantáneos y las primeras impresiones constituyen formas mucho mejores de comprender el mundo. Y una de las cosas que potencia nuestra inteligencia intuitiva es la formación y experiencia acumuladas.

- CREATIVIDAD.- Es fundamental que, de vez en cuando, hagamos cosas creativas e imaginativas. Muchos trabajos lo permiten, por ejemplo, el de publicistas, diseñadores gráficos o de moda, ingenieros, músicos, bailarines, etc. Pero si, por ejemplo, te dedicas a tareas administrativas o financieras, trabajos para nada creativos, puedes permitirte en tu tiempo libre, pues, dedicarte a aquella actividad, afición o hobby donde des rienda suelta a tu imaginación, pues conecta directamente con tus emociones. Y, si no te ves capaz, puedes probar cocinar un nuevo plato, ir al trabajo por otro camino, decorar tu casa, escribir o dibujar algo..., o hasta ponerte a bailar (y es que la música influye en el estado de ánimo). Se trata, pues, de desconectar de la rutina. En este sentido, nuestros peques son auténticos profesores en esto de imaginar y crear,

guiados por una curiosidad innata. Pero, llegó un momento en que un adulto les dijo que se dejaran de tonterías, y todo se acabó. Hay que dejarles volar y soñar, y que potencien esta capacidad tan maravillosa que es la creatividad, y no matar sus ideas, que, aunque a veces estén sacadas de contexto, no dudo de que sean auténticamente geniales y sean útiles. Y para comprobar su capacidad os propongo el siguiente experimento: entregadles a los niños un clip de escritorio y pedidles que digan cuántas cosas pueden hacer con este clip. Os quedaréis asombrados al comprobar que, mientras los adultos somos capaces de unas 15 cosas, los niños darán hasta 200 respuestas. Son verdaderos genios.



- CORDIALIDAD.- Es, junto a la amabilidad, el agradecimiento y la simpatía, una serie de virtudes que dicen mucho de nosotros. Hoy en día se han perdido muchos valores, muchos modales. Yo siempre he sido agradecido con personas que han hecho algo importante por mí, ya sea en forma de llamada, de carta, de regalo, o dedicar simplemente unas palabras sinceras a otra persona que se las merece. Por poner un ejemplo, nunca me cansaré de agradecer a mi hermana mayor (me lleva 14 años) la cantidad de libros que me hizo leer de pequeño, lo cual ha enriquecido mi vocabulario, haciendo que sea muy variado, y que me pueda expresar bastante bien, aparte de casi no tener faltas de ortografía. Y, la verdad, que me encanta escribir, es una de mis pasiones.

- RESPETO.- Todos y cada uno de nosotros venimos de un origen diferente, de una cultura distinta, de una familia, modelo educativo

(más rígido o más permisivo)..., hasta de una zona determinada. Y eso forja nuestro carácter, nuestra forma de ver la vida y nuestras opiniones. Pero, siempre, hay que respetar al otro, en su forma de pensar, de proceder y de opinar. Imaginad que un grupo de amigos hemos quedado todos para comer, y acudimos a una casa, donde llevamos cada uno nuestros propios ingredientes para hacer una ensalada, y donde cada cual puede tomar los de otras personas y dejar los suyos. Pues de eso trata el respeto a las opiniones, o forma de ver la vida de los demás: en que cada uno vive la vida a su manera o de la forma en que considera que es mejor para sí mismo, tomando cosas de otros y proporcionando las suyas propias. Al final, somos una mezcla de todas y cada una de las vivencias que ocurren en nuestra vida. Y en esto de opinar, somos bastante cabezones, y es que a nuestro cerebro no le gusta eso de cambiar de opinión...

- AUTENTICIDAD.- Es muy importante que seamos auténticos, que elijamos nuestra propia forma de ser, pero que seamos honestos con nosotros mismos. Se trata de dar ejemplo, y esta es la mejor manera de educar a nuestros hijos, con el ejemplo. Que concuerde lo que pensamos, digamos, hagamos y sintamos, sin dejarnos llevar por la corriente. Sin ánimo de aparentar lo que no somos. Porque así es como la gente nos admira, quiere y respeta, siendo nosotros mismos en todo momento, ocurra lo que nos ocurra. Porque, unas veces estaremos arriba y otras abajo, y en unas y otras debemos mantener siempre el tipo. Me he encontrado en multitud de ocasiones a personas que han tenido gran éxito en su vida, pero lo más admirable es que no han cambiado, que, en esencia, en el fondo, son las mismas personas. Y la autenticidad puede verse reflejada en nuestros elogios, oportunos y sinceros (“¡siempre tan jovial!”), procurando evitar siempre los cumplidos a medias y las manipulaciones. Y, sobre todo, evitar fingir.



- ENTUSIASMO.- Es la forma en cómo afrontamos cada día al levantarnos. Y es normal, en ocasiones, no tener ni ganas de ponernos en pie, por las circunstancias estresantes de la vida. Dicen que todos nosotros escondemos alguna lucha interna que estamos batallando. Todos tenemos nuestros fantasmas, pero tenemos que ser fuertes y aprender a superarlos y pasar página. Porque, si no, no podremos avanzar. La pasión por las cosas y por la vida es lo que nos hace avanzar. Es ser optimistas, aun teniendo episodios catastróficos. Tenemos que aprender a aceptar las cosas como son y no como nos gustaría que fueran, porque eso nos causa estrés, ansiedad y frustración. Hay que aprender a relativizar, incluso ante hechos tan traumáticos como la enfermedad o la pérdida de un ser querido. Cada día es una nueva página en blanco a la que saltamos nada más sonar el despertador, y nunca sabemos lo que nos deparará, con quién nos cruzaremos, qué cosas diremos y/o haremos, a qué lugares iremos o por dónde acudiremos, etc. En definitiva, la vida nos ofrece cada día una nueva oportunidad de ser mejores personas.

- COLABORACIÓN.- Nunca podemos dejar de lado a las otras personas. El trabajo en equipo y la colaboración son esenciales en esta vida. El apoyarnos los unos en los otros. Porque todos sabemos hacer muchas cosas, pero es imposible saber hacer de todo y en todo momento, no somos máquinas. Y lo que yo no sé, pues lo sabe el otro, y viceversa. Y, entonces, nos podremos ayudar mutuamente. Y eso lo podemos llamar sinergia, donde la suma de las partes es muy superior de forma conjunta que separada. Dicen que, “en cualquier orquesta, si todos quisieran ser primer violín, pues sería imposible formar dicha orquesta”. A veces, hay que ceder y dar la oportunidad a los demás, porque se lo merecen, o porque pueden saber hacer mejor las cosas. En ocasiones, no aceptamos que nuestro hijo nos ayude porque lo hace mejor, o que un alumno sea más inteligente que su profesor, o que un trabajador tenga una nueva forma de acometer un trabajo que a su jefe no se le hu-

quiera ocurrido nunca... ¡Venga, por favor! En estos casos, tenemos que tragarnos nuestro orgullo y aceptar que otros también pueden hacer las cosas, incluso mejor.



- **EMPATÍA.**- Es la capacidad de ponernos en los zapatos del otro, en el lugar del otro. Dicen que nuestro cerebro contiene unas neuronas, las llamadas neuronas espejo, que nos hacen experimentar lo que sienten las demás personas. Y eso a nivel emocional es muy importante, por ejemplo, cuando nos cuentan alguna triste noticia otras personas, y debemos escuchar. Pero escuchar de verdad, porque, ¡cómo nos gusta interrumpir a la otra persona, cuando, antes de terminar una frase, ya estamos lanzándonos a responder! Siempre se dijo que “tenemos dos orejas y una sola boca, por lo que debemos escuchar más y hablar menos”. Es decir, que empatizar con la otra persona conlleva saber escuchar. Pero, también, la empatía consiste, por ejemplo, como cuando entramos en una tienda de ropa, en que el dependiente sepa atendernos correctamente, y trate de vendernos solamente aquello que verdaderamente necesitamos, es decir, dos o tres prendas, porque nos va preguntando para qué deseamos la ropa y cuáles son nuestros gustos, además de que se fija en cómo vamos vestidos (en lugar de sacarnos media tienda intentando que le compremos algo a diestro y siniestro). Aquí, además, hablamos de sintonizar con los demás, es decir, conectar, y, para ello, es muy importante sonreír e imitar sutilmente el tono de voz, los gestos, vocabulario y expresión facial de la otra persona... y saber escuchar hasta el final.

- **ASERTIVIDAD.**- En la vida, dicen, hay tres tipos de personas: pasivas, agresivas y aser-

tivas. Y debemos vivir en este tercer modo de actuar. Trata, la asertividad, de: hablar en primera persona, ser directos, claros y respetuosos, reconocer al otro como una persona con valor, saber escuchar, tener un tono suave y una mirada directa, saber lo que queremos y expresarlo sin herir, y saber decir que no. Supongamos, por ejemplo, que la tienda esa de ropa de la que hablábamos antes, pertenece a nuestra mejor amiga, y que, por sabernos mal, pues le compramos algo cada vez que vamos... Pues no tenemos por qué hacerlo solo por tener una amistad, no se trata de eso. Hay que intentar seguir siempre este patrón de conducta, alejándonos de personas o modos de actuar tóxicos, es decir, de personas pasivas o agresivas. ¿Cuántas veces vais en vuestro auto y os encontráis a un conductor que va detrás de vosotros, malhablado, sin paciencia, que no puede esperar, y, justo en un cruce, paramos y se pone a pitarnos y lanzarnos improperios sin parar? Ese individuo ha sacado su instinto más oscuro, su dinosaurio más aterrador. Si podemos evitar a estas personas, adelante pues, y, si no, pues a intentar convivir de la mejor manera posible.



- **CLARIDAD.**- Consiste en ser capaces de articular mensajes de forma adecuada. ¡Cuántas veces ocurren malentendidos por una incorrecta comunicación! En ocasiones, somos incapaces de expresar correctamente lo que estamos pensando y disparamos cualquier cosa. La claridad es nuestra capacidad para expresarnos, ilustrar ideas, transmitir datos con precisión y articular nuestros puntos de vista. El objetivo es conseguir que los demás cooperen con nosotros. A veces, llamamos a esto persuasión (más emocional), que es muy distinto que convencer (más racional). Y todos

tenemos que practicar la escucha activa, y el llamado *feedback* o retroalimentación es fundamental. Es decir, comprobar que nuestro interlocutor está atento a lo que le estamos diciendo, a través de señales verbales como no verbales (y siempre podemos preguntar para verificar que unas instrucciones dadas han sido captadas). Porque, en todo proceso de comunicación, intervienen diversos canales: un 7% es verbal (el mensaje mismo, que es puramente lógico), y un 93% es no verbal (que conecta directamente con nuestras emociones). De este último, el 55% es visual (nuestros gestos, mirada y expresiones faciales) y el 38% restante vocal (el tono de voz, la rapidez al hablar...). Siempre se dijo que “es más fácil pillar a un mentiroso que a un cojo”...

- PRESENCIA.- Es el porte, e incorpora un amplio abanico de patrones verbales y no verbales, la propia apariencia y la ropa que llevemos, la postura, la calidad de la voz, los movimientos sutiles... Todo un repertorio de señales que los demás procesan en una impresión evaluativa de una persona. Y la ropa en este sentido es fundamental. Es decir, el procurar ir vestidos adecuadamente y no desaliñados, nos alegra, nos motiva, nos potencia el amor propio. Pero tampoco ir vestidos como una estrella de cine, tampoco es eso, porque cada situación requiere una forma de vestir. Debemos tener en cuenta que todo esto comunica y transmite nuestro estado de ánimo. Y en esto de la presencia es muy importante nuestra salud física (y también psíquica), y esto se potencia con unos buenos hábitos, una alimentación rica y variada, y practicar ejercicio físico (y no es necesario machacarnos en el gimnasio, simplemente con caminar unos cuantos kilómetros es suficiente). Así, nos mantendremos activos y jóvenes por más tiempo (siempre dijeron eso de que “*mens sana in corpore sano*”). Pero esto debe ir siempre acompañado por una actitud positiva.

- MOTIVACIÓN.- Es lo que nos permite avanzar. Yo siempre digo, a mí que me gusta el mundo del ciclismo, que es como una voce-

cita que me dice, cuando voy a subir una larga cuesta y en pendiente: “¡venga, tú puedes, adelante!”. Pues eso nos ocurre todos los días en nuestros trabajos, estudios, carreras, proyectos, empresas, etc. Es el impulso o la fuerza que nos viene de dentro y nos hace llevar a cabo todo esto. Es lo que nos hace ser perseverantes, aun cuando se presentan contratiempos, o el viento no sopla a nuestro favor. Como dice mi madre, consiste en que “hay que ocuparse y no preocuparse”. Es no perder el norte y avanzar contra viento y marea. Es no tirar la toalla a la primera de cambio. Y, en definitiva, es lo que permite conseguir metas y objetivos que nos propongamos. Pero, claro está, estos deben ser concretos o claros, y alcanzables o realistas. Y, si es preciso, podemos desagregar cualquier reto que nos presente la vida en pequeños logros más fáciles de conseguir. Y una cosa que funciona muy bien es visualizarte y/o imaginar cómo te verás en 5, 10 o más años, es decir, con tus sueños hechos realidad. Al mismo tiempo, podemos contar aquello que tenemos entre manos, porque, dicen, pondremos aún más empeño en perseguirlo, es decir, con más ganas, porque tendremos testigos de ello. Y hasta podemos imitar a aquellos que consiguen sus metas, que les va bien en la vida.



- HUMOR.- Finalmente, y, muy importante, nos encontramos el sentido del humor. Es emocionalmente sano reírse, primero, de nosotros mismos, y, luego, de las diversas situaciones de la vida. Practicar el humor de vez en cuando es muy sano y recomendable, y hasta alimenta nuestro bienestar emocional. Y la sonrisa y el humor nos ayudan mucho a conectar con los demás. A mí personalmente, aunque tengo días muy normales, pues me gusta jugar a veces en mis clases y/o situaciones cotidianas, creando anécdotas de lo más surrealistas (exagerando, engañando, con uso

de ironías, metáforas, etc.), y todo con ánimo de hacer reír y pasarlo bien de vez en cuando. Porque, siempre se ha dicho que, con el humor, una persona está más predispuesta a escuchar, además de que es un arma infalible contra el desánimo.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración de este trabajo he acudido a diversas fuentes. En cuanto a obras consultadas, me gustaría citar, principalmente, *Inteligencia emocional* (D. Goleman), *Inteligencia intuitiva* (M. Gladwell), *Inteligencia social* (K. Albrecht) y *Una mochila para el universo* (E. Punset). Asimismo, he acudido a dos series documentales de TV: *La odisea de la especie* y *Planeta milagroso*.

Pero casi todo lo que aquí expreso es puramente personal, es decir, de mis propias experiencias en la vida. A ello han contribuido las numerosas conferencias, cursos y foros a los que he acudido, mis estudios universitarios, pero, básicamente, mi experiencia laboral, tanto en la empresa privada como en la enseñanza pública. El estar permanentemente en contacto con la gente me ha aportado muchísimo.

Respecto a las imágenes, todas y cada una de ellas han sido extraídas de una fuente digital libre de derechos, en concreto, la página denominada Pixabay.

De este modo, quiero dar las gracias a mi mejor y gran profesor, que es mi propio hijo, del que aprendo algo nuevo cada día, y de mi compañera de viajes, que me acompaña desde hace más de 30 años y con la que he compartido multitud de experiencias. ¡Gracias!

También quiero agradecer a mis padres, por sus buenas enseñanzas, pero, sobre todo, en cuanto a valores emocionales adquiridos. A mis hermanas, por estar siempre ahí en todo momento. Y a mi hermano, que, aunque no esté ya entre nosotros, pues de él mucho pude

también aprender, y siempre lo tengo presente en mi corazón. Y, como no, a mis suegros, cuñados y sobrinos, y, también, demás familia manchega. A todos ellos les debo también muchas cosas.

Además, deseo dar las gracias a nuestro presidente de la asociación Isurus, porque sin él nada de esto hubiera sido posible. Primero, por darme la oportunidad de realizar este artículo, y, luego, por su amistad y confianza para realizar allí toda clase de actividades y conferencias. Y, especialmente, por todo lo que allí he aprendido. Y, cómo no, a Fran, editor de la revista, y al resto de compañeros y socios de esta asociación (algunos ya no presentes). Principalmente, por la amistad que nos une.

Luego, agradecer a todos aquellos amigos que me he encontrado por el camino, amigos de verdad y para siempre, que, aunque no nos veamos a menudo, la amistad perdura. Algunos del colegio o la universidad, otros, compañeros de trabajo de empresas o centros educativos, incluso alumnos, y, otros, de diversos grupos de personas a los que me encuentro muy unido.

Y agradecer, debo, también, a todas aquellas personas que alguna vez me dieron la oportunidad de poder trabajar o de llevar adelante algún proyecto que tuviera entre manos, así como a todos y cada uno de mis profesores, desde los de educación infantil hasta los de la universidad, porque de ellos aprendí muchas cosas y ello me proporcionó toda clase de herramientas para obrar en la vida. Y, principalmente, a aquellos profes que supieron sintonizar muy bien con nosotros y, más que explicarnos los contenidos de los libros, fueron capaces de inculcarnos valores y formas de proceder por el mundo.

A todos, ¡¡GRACIAS!!

Y, como decía Maya Angelou, “la gente olvidará lo que dijiste, la gente olvidará lo que hiciste, pero la gente nunca olvidará cómo le hiciste sentir”...

MUSEO DE FOSILES Y MINERALES DE ELGOIBAR “MUFOMI “

Javier VARGAS BRUNO

Secretario de la asociación, conservador y guía de MUFOMI
info@mufomi.org

RESUMEN: las siguientes líneas no son ningún estudio científico, no hablamos de yacimientos ni de nuevos fósiles recién descubiertos, tampoco de recorridos y rutas geológicas o paleontológicas, ni de los magníficos estudios paleontológicos, geológicos, petrográficos etc. que caracterizan esta fantástica revista que anualmente editáis para deleite de todos los amantes y estudiosos de los fósiles y minerales..

RESUM: les línies següents no són cap estudi científic, no parlem de jaciments ni de nous fòssils acabats de descobrir, tampoc de recorreguts i rutes geològiques o paleontològiques, ni dels magnífics estudis paleontològics, geològics, petrogràfics etc. que caracteritzen aquesta fantàstica revista que anualment editeu per a delit de tots els amants i estudiosos dels fòssils i minerals.

SUMMARY: the following lines are not a scientific study, we are not talking about deposits or newly discovered fossils, nor about geological or paleontological routes and routes, nor about the magnificent paleontological, geological, petrographic studies, etc. that characterize this fantastic magazine that you publish annually to the delight of all lovers and scholars of fossils and minerals.

Palabras clave: pasión, descubrimientos, aventuras, diversión, curiosidad, coleccionismo, constancia, ciencia, cultura, enseñanza, amistad.

Paraules clau: passió, descobriments, aventures, diversió, curiositat, col·leccionisme, constància, ciència, cultura, ensenyament, amistat.

Key words: passion, discoveries, adventures, fun, curiosity, collecting, perseverance, science, culture, teaching, friendship.

1. INTRODUCCIÓN

La idea de la creación de un museo de fósiles y minerales en la zona del bajo Deva no es reciente, se gestó hace ya 40 años (1983), cuando un grupo de amigos aficionados a la espeleología decidió aunar sus inquietudes y esfuerzos aventureros en un grupo de espeleología al que denominamos “LEIZARPE “por la alusión que hace a las profundidades.

Dicho grupo , sin más experiencia y conocimientos que su mera ilusión por descubrir lo desconocido e inexplorado , se embarco en la aventura de aprender un deporte – ciencia que engloba a varios deportes y numerosas

ciencias diferentes ; en el campo deportivo hay que tener conocimientos de escalada , descensos , natación , buceo , montañismo etc. ya en el aspecto científico , geología , kars-tología , hidrología , mitología , antropología , arqueología , bioespeleología , topografía , mineralogía , paleontología etc. . Observamos pues que la espeleología engloba un gran número de ciencias, entre las cuales destacaremos la mineralogía y la paleontología que son los temas que se desarrollan en el museo de Elgoibar, con esto quiero decir que ya en los mismos fundamentos de la creación del grupo espeleológico, incluso mucho antes, ya se sentaron las bases del que hoy en día es el museo de minerales y fósiles de Elgoibar.



Fig. 1: cueva de Aizkoltxo III, Mendaró.

Ya en los primeros comienzos, con las exploraciones de las grutas, cuevas, cavernas y simas comenzamos a encontrar en nuestro entorno cantidad de restos de animales, sobre todo mamíferos, que poblaron nuestros bosques y montes desde un periodo que abarca 1.800.000 años perteneciente al Pleistoceno hasta un periodo que termina en nuestros días al que podríamos denominar Antropoceno.

En nuestras exploraciones y correrías por las entrañas de nuestra tierra, fuimos localizando sucesivamente y con frecuencia restos óseos de numerosos animales, de los cuales citare los más destacados: megaloceros, bisontes, osos de las cavernas, osos pardos, león de las cavernas, hienas de las cavernas, zorros, uros, rinocerontes, marmotas, jabalíes, cuones, lince boreales, lince ibérico, caballos, lobos y muchísima fauna indeterminada que nos permitió comenzar a juntar una gran cantidad de restos representativos de la riqueza que un día lejano albergaron los montes de Euskal Herria.

También se encontraron numerosos minerales y fósiles de animales invertebrados no solo en cuevas, si no en minas, canteras, ríos, barrancas etc. que poco a poco fueron engrosando la colección que el grupo mantenía en su local.



Fig. 2: estalactitas excéntricas de la cueva de Arbil en Deba.

Tras muchos años de labores espeleológicas, decidimos dar a conocer el mundo donde se desarrollaban nuestras actividades, al público en general que sintiese curiosidad por el tema, desarrollando para ello una exposición que tuvo lugar en la casa de cultura del ayuntamiento de Mendaró en el año 1990. En dicha exposición se pasaron películas, videos y filminas, que tenían como tema las grutas, el deporte de la espeleología y en definitiva todos los temas que definen la espeleología, también se expusieron fotografías y material que usábamos en las exploraciones de grutas y simas, como por ejemplo material de topografía, cartografía, mapas, planos etc. y como no, se exhibieron numerosos ejemplares de minerales y fósiles que causaron gran curiosidad en las personas que visitaron la exposición.

La acogida que se dio a la exposición fue todo un éxito, ya que acudió mucha gente atraída por el tema. En vista del éxito cosechado nos animamos a continuar con aquella experiencia de dar a conocer lo que las entrañas de nuestros montes, ríos y valles esconden y un poco del pasado y de los animales que lo habitaron.

Fueron muy numerosas las exposiciones que se organizaron; tres en Mendaró, una en Motrico, una en Deva, tres en Urretxu, y otras tantas en Elgoibar, siendo siempre visitada por numeroso público, estas exposiciones se

hicieron durante varios años seguidos compaginándolas con nuestras labores espeleológicas, a la vez que se incrementaba la colección con numerosas salidas específicas a yacimientos fosilíferos para mejorar y engrasar un pequeño museo que fuimos montando poco a poco en un local cedido por el ayuntamiento de Mendaro, en principio al grupo de espeleología, aunque después se hizo comunitario para todos los grupos culturales de Mendaro con lo que nos vimos obligados a compartir un espacio ínfimo con una gran cantidad de personas.

En las primeras exposiciones tratamos temas monográficos sobre fósiles y minerales de Euskadi, y luego más adelante se generalizó con ejemplares de todos los lugares posibles, de este modo la colección se fue incrementando con rapidez. Transcurrido el tiempo en el año 1993 debido a las quejas de otros colectivos, el reducido espacio disponible, tanto para trabajar como para la colección y para el grupo de espeleología y la falta de colaboración por parte del ayuntamiento de Mendaro no solo con el tema del museo si no del propio grupo de espeleología, decidimos para evitar el ostracismo como la falta de locales y recursos etc. que el grupo debía de probar en otro lugar. Así tras un breve encuentro con los responsables de la Herri eskola, se nos cedió un local con el beneplácito del ayuntamiento de Elgoibar en el mismo año de 1993.

El local, sito en los antiguos parvularios del colegio Pedro Muguruza se arregló y acondiciono para que reuniera unas condiciones de habitabilidad, también se arregló un pequeño local aledaño para usarlo de laboratorio y almacén, tanto de herramientas como de equipo, así como de los fósiles y minerales que íbamos encontrando a la espera de limpieza y restauración para su posterior catalogación e inserción en vitrinas. El local cedido se decidió que se usara exclusivamente para poder albergar la colección de fósiles y minerales y crear un museo al que se denominó museo de fósiles y minerales de Elgoibar "MUFOMI".

En un principio el museo fue gestionado en conjunto con el grupo de espeleología, pero más tarde en el año 1994 el ayuntamiento de Elgoibar nos cedió un local en los parvularios de Santa Clara, local que se usó para desarrollar las actividades espeleológicas que hasta esa fecha se habían seguido desarrollando en el antiguo local que el grupo mantenía en Mendaro.

Desde ese mismo momento se inició la escisión del grupo espeleológico y el museo de Elgoibar ya que algunos miembros consideraron incompatible la coexistencia de la espeleología con la paleontología y decidieron que ambos grupos caminasen por separado, un camino que siempre hicieron juntos durante muchos años.

Resumiendo, el museo de paleontología y el grupo de espeleología se escindieron en el año 1995, año desde el que ha funcionado con regularidad y que no ha cesado de mejorar y aumentar los fondos contenidos en sus vitrinas.



Fig. 3: vista general de la sala de vertebrados

2. HISTORIA DE UN MUSEO GÉNESIS DE UNA PASIÓN

¿Quién siendo un niño no ha sentido curiosidad y admiración por las rocas y minerales?

En un principio nos llaman la atención sus vivos colores y sus extrañas y perfectas formas de cristalizar, su belleza nos cautiva y nos invita a recogerlos y a coleccionarlos.

La humanidad desde sus primeros comienzos empezó a atesorarlos; a algunos se les

atribuyeron propiedades mágicas y curativas, otros los uso como herramientas y algunos con el fin de preparar pinturas y colorantes para adornar sus cuerpos, o la más intrigante y espectacular, para pintar recónditos lugares de las cavernas y cuevas donde se refugiaron y habitaron.

Con el paso de los milenios la especie humana fue evolucionando y adquiriendo nuevos y mayores conocimientos, empezó a usar con más frecuencia las rocas y los minerales en la fabricación de nuevas y mejores herramientas, en un principio de roca y más tarde de metales, fue a partir del siglo XV cuando algunos estudiosos empezaron a dedicarles una atención más lúdica a las rocas y minerales que recogían en

su entorno , se crearon los primeros gabinetes y colecciones de elementos de la naturaleza en las cuales se incluyeron los primeros fósiles y minerales como curiosidades naturales dignas de ser estudiadas ; actualmente son numerosos los museos que dedican sus vitrinas a la exposición , divulgación y estudio de las rocas , fósiles y minerales , también a poco que fijemos nuestra curiosidad en el entorno que nos rodea nos daremos cuenta que todo lo que construimos , tenemos y fabricamos este hecho con minerales , pues de ellos nos proveemos para todas las materias primas que necesitamos y los transformamos en los diferentes

elementos que consumimos , aun mas increíble e interesante es que nuestro propio cuerpo y el de todos los seres vivos , tanto animales como vegetales están compuestos entre otras cosas de minerales y elementos , los necesitamos para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo y funciones vitales , forman parte de la estructura de los tejidos de plantas y animales , por ejemplo los huesos contienen calcio (carbonato de calcio) unos 1250 gramos , magnesio (hidróxido de magnesio) y fosfato (fosfato de calcio) como principales minerales que componen su estructura , pero son muchos más los que ayudan a su buena conservación ; entre los principales minerales y elementos que se encuentran en los seres

vivos podemos destacar : azufre , calcio , cloro , cobalto , fosforo , flúor , hierro , magnesio , manganeso , potasio , selenio , sodio , yodo , zinc , etc. . , más otros en cantidades muy pequeñas pero que son esenciales y primordiales para la vida .

Tal como describo en las líneas anteriores la inquietud que sentimos hacia los minerales es una afición que al ser humano le viene desde sus mismos orígenes, actualmente muchos aficionados los coleccionan en un principio por el simple placer de tener muchos diferentes, más tarde te surge la curiosidad de estudiarlos de forma más “científica”, necesitas profundizar más, aprender a clasificarlos por sus colores y formas, como se

llaman, que dureza tienen, cuál es su forma cristalina, su peso específico, a que grupo pertenecen, donde se pueden encontrar, para que sirven, que se hace con ellos, y como no “cuánto valen “, y un largo etc., que no hace más que despertar unas mayores ganas de seguir coleccionándolos, cuando te quieres dar cuenta la cantidad de lo que estas amontonando se te empieza a escapar de lo que sería normal para un coleccionista a partir de este momento el coleccionismo que siempre empieza siendo una diversión se convierte después en una pasión.

Siendo el coleccionista un niño , la constancia no es una virtud , y los sueños se van diluyendo y olvidando , pero algunas veces esta pasión es tan fuerte que va más lejos de la niñez y juventud y te encuentras siendo un adulto con un verdadero problema , lo que llevas amontonando durante muchos años ya no entra en tu casa , ni tampoco es seguro y aconsejable meter más peso en tu casa “ bueno realmente en la de tu madre “ que con la misma pasión y entusiasmo que tu llevas piedras a casa ella las va tirando .

Lo más seguro es que esta pasión del coleccionismo te llegue a condicionar tu vida; te condiciona tu tiempo libre, le dedicas tus vacaciones, fines de semana, fiestas, visitas ferias, museos, exposiciones, te apuntas a ex-

cursiones, haces salidas de campo para recoger ejemplares, en definitiva, le dedicas todo tu tiempo y también tu dinero, toda tu vida gira entorno a esa pasión del coleccionismo.

Pasan los años y de repente ya está, ya eres adulto, te empiezas a hacer preguntas, tales como ¿qué haces con todo lo que has amontonado? lo tiras, lo regalas, lo donas a un museo ¿cómo? ¡a un museo! ¿si hacemos uno aquí en Elgoibar? entonces se te ocurren muchísimas más preguntas que respuestas ¿cómo lo hago? ¿que necesito? pero incluso con todas esas dudas sabes que sería una muy buena idea.

200 FÓSILES DE EUSKAL HERRIA

Tras muchos años coleccionando fósiles y minerales , poco a poco te vas introduciendo en un mundo diferente , conoces nuevas personas con las cuales compartes la misma afición e inquietudes , algunas de ellas te proponen que realices exposiciones ya que piensan que merece la pena enseñar a todo el que quiera los numerosos ejemplares de fósiles y minerales que has atesorado durante años , la idea te seduce y empiezas a realizar exposiciones en locales , casas de cultura , ayuntamientos y otros lugares dedicados a la cultura ; un día alguien te comenta que el material que expones es muy interesante pero lo que realmente más le llama la atención son los ejemplares recogidos en el entorno más cercano “ de Euskal Herria “ en aquel momento viendo que la inquietud y el deseo de muchas personas es la de conocer y ver ejemplares de fósiles y minerales de la tierra , nos trazamos un reto , conseguir 200 ejemplares de fósiles diferentes de Euskadi para poder presentarlos en la feria de fósiles y minerales de Urretxu del año 1992 , que se realizó en el mes de noviembre en el local de la filatelia .

Viendo el éxito y el interés cosechado en tales exposiciones nos reafirmamos en la idea de seguir consiguiendo más ejemplares de fósiles y minerales de Euskal Herria , diversificando las maneras de conseguirlos ; si bien en un

principio habíamos recurrido exclusivamente a buscarlos en los diferentes yacimientos de fósiles y minerales que ya conocíamos , empezamos a buscar nuevos yacimientos de los cuales nos informaban coleccionistas y curiosos del tema de la geología y la paleontología , así como con la ayuda de mapas geológicos que nos facilitaban el descubrimiento y la localización de otros muchos yacimientos ; también se recurrió a la compra de muchos ejemplares , ya que no había otra forma de conseguirlos , muchas veces recurrimos a intercambios de ejemplares repetidos y también recibimos numerosas donaciones de otros aficionados muy interesados por el proyecto que teníamos en marcha .

EL GERMEN DE UNA IDEA

Durante todo el año 1992 nos dedicamos a buscar fósiles de Euskal Herria llegando a conseguir una cantidad considerable de ejemplares de bastantes especies diferentes , con todo el material reunido , tras limpiarlo , clasificarlo y catalogarlo se realizaron varias exposiciones , tras las cuales nos dimos cuenta de la necesidad de poder tener un local adecuado para guardar todas las piezas y vitrinas expositoras que por aquel entonces teníamos , ya que lo ideal sería que la colección que atesorábamos estuviera en un sitio fijo para que todos los interesados en el tema de paleontología pudieran verla siempre que quisieran , la idea del museo se hacía cada vez más patente .

A finales de año informados de la posibilidad de solicitar un local situado en los antiguos parvularios del colegio Pedro Muguruza , nos dirigimos con la idea de la creación del museo de fósiles y minerales a los responsables de la gestión de dicho local , para nuestra sorpresa la petición fue atendida y a partir de ese momento nos dedicamos a acondicionar el local , ya que se encontraba en pésimo estado , en un principio se uso el local mas como almacén que como museo y más tarde cuando el local estuvo completamente arreglado se empezó a ordenar y exponer el material

más interesante y colocar los primeros fósiles y minerales en las vitrinas de sobremesa que usábamos para las exposiciones itinerantes , el museo aunque todavía estaba en sus primeros inicios a lo largo del año 1993 fuimos consolidando y dando forma a las diferentes vitrinas , se lleno poco a poco la sala con numerosas vitrinas con todo el material recogido durante muchos años , también empezamos a recibir las primeras visitas de colegios , aficionados y curiosos del tema de los fósiles y minerales , en ese momento pensamos que sería una muy buena idea realizar una inauguración oficial .

En el mes abril del año 1994 se realizaron unas invitaciones por escrito a los diferentes estamentos que conformaban la cultura del pueblo , se invito a el alcalde y al concejal de cultura , también a todos los colegios que estaban en activo en aquel momento , lo mismo a numerosos responsables de museos de diferentes temáticas y como no , también a los numerosos aficionados y estudiosos de la mineralogía y la paleontología que conocíamos y con los que habíamos tenido contacto a lo largo de los años .

Una vez que el local estuvo en las debidas condiciones y la exposición de los diferentes ejemplares que componían la colección de fósiles y minerales de Euskal Herria estuvo en perfecto estado de limpieza conservación y catalogación se decidió que la fecha idónea sería el sábado 14 de mayo del año 1994 , llegado el día de la inauguración la afluencia de público supero nuestras mejores expectativas, ante los asistentes se dio una charla explicativa y se informo de las ideas y expectativas que contemplábamos para el futuro del museo , después de informar de todos los contenidos del museo a los asistentes a la inauguración se procedió a invitar a todos a un lunch de agradecimiento , tras este acto dimos por inaugurado oficialmente el muso de fósiles y minerales de Elgoibar pasando a denominarse desde aquel momento MUFOMI .

Trascurridos los años el museo fue aumentando de tamaño con la fusión de nuevas salas que fuimos acondicionando nosotros mismos para convertirlas en parte del museo , en estas salas fuimos diferenciando y consolidando las diferentes temáticas del museo , que si bien en principio se dedico exclusivamente a fósiles de Euskal Herria , poco a poco y debido a la necesidad de completar el contenido del museo , se empezaron a conseguir fósiles de otros lugares , después también se complemento con minerales , rocas y elementos que fueron engrosando los fondos del museo .

Destacaremos a continuación cronológicamente los hechos más relevantes acaecidos en el museo a lo largo de estos años.

Durante el año 2002 conseguimos que el ayuntamiento nos cediera el local contiguo al nuestro para poder ampliar el museo ya que el espacio que disponíamos se nos había quedado muy pequeño , después de una pequeña obra unimos los dos locales y los arreglamos , pintamos y acondicionamos para que estuvieran en condiciones , después en esta nueva sala instalamos trece nuevas vitrinas murales para poder exponer todo el material que teníamos guardado , también procedimos a reacondicionar las vitrinas de sobremesa dejando solo dos islas en medio , una en cada sala , también aprovechando un viejo guardarropa se construyo una pequeña camareta que pensamos utilizarla de cámara de fluorescencia , para poder exhibir diferentes minerales fluorescentes .

También separamos los fósiles por grupos, dejando en la sala nº 1 los fósiles de invertebrados y la sala nº dos los de vertebrados y los minerales.

En otro orden de cosas se legalizo el museo al redactar unos estatutos y nombrar una directiva que nos permitiría desarrollar con más sentido las labores del museo, se dio de alta como ASOCIACION CULTURAL PARA EL MANTENIMIENTO Y DESARROLLO DEL MUSEO DE FOSILES Y MINERALES DE ELGOIBAR "MUFOMI" inscribiendo el museo en el registro el 30 de julio del año 2002.

En el año 2003 se nos cedió una nueva sala para poder acondicionarla como laboratorio y almacén , después de rehabilitarla y pintarla la preparamos para poder usarla en estos menesteres , actualmente en el laboratorio a parte de almacenar innumerables ejemplares de fósiles y minerales también se usa como taller para limpiar y reconstruir los fósiles que lo necesitan , igualmente lo usamos de biblioteca y lugar de estudio para investigar y catalogar los ejemplares de minerales y fósiles que así lo requieran .

Durante este año se colocaron tres vitrinas nuevas en la cámara de fluorescencias y se procedió a llenarlas tanto con ejemplares de minerales, como de fósiles ya que muchos de estos últimos también destacan por proporcionar unas tonalidades fluorescentes de gran curiosidad.

En el año 2005 tras cerrar el pórtico que había en el exterior conseguimos unir todas las salas del museo que hasta entonces tenían cada una su acceso independiente , se realizó una entrada única al museo y conseguimos habilitar una nueva sala en forma de pasillo o corredor en la cual se instalaron por una parte cinco nuevas vitrinas de las cuales una se dedico en exclusiva a fósiles y minerales encontrados en Elgoibar y otras cuatro a explicar cronológicamente cómo ha evolucionado la técnica del ser humano a través de las

diferentes herramientas que a lo largo de la historia se han descubierto unas he inventado otras , también se arreglo otra sala en la cual se colocó un fósil de un oso de las cavernas , esta sala es al que usamos actualmente de recepción de visitas y es por donde comienza la visita al museo , hoy en día tenemos dos ejemplares de osos de las cavernas , un adulto joven y un oseño aun muy pequeño .

En esta misma sala durante el año 2006 también se habilitaron otras seis vitrinas, una con un fósil de un reptil de la familia de los aligátors, con más de dos metros de largo, dos vitrinas dedicadas a fósiles y minerales de Araba, una de Gipuzkoa, otra de Bizkaia y la ultima con fósiles recogidos en Nafarroa, en total en esta nueva sala o corredor se dispusieron diez nuevas vitrinas.

Durante el año 2007 se termino de retirar todas las vitrinas de sobremesa que nos quedaban en la sala de invertebrados, se consiguió que el espacio de las salas del museo quedase diáfano, esto permitió que las visitas pudiesen realizarse con más comodidad y poder tener una visión más amplia de todo lo expuesto en el museo.

En el año 2008 se tapizo todo el suelo de las salas de exposición del museo con madera ya que el antiguo suelo se encontraba muy de-



Fig 4: sello conmemorativo del 25 aniversario del museo de fósiles y minerales de Elgoibar MUFOMI.

teriorado, esto dio una imagen al museo más elegante y adecuada, mejorando el aspecto del museo y proporcionando calidez y confort.

En el año 2011 procedimos a desescombrar y arreglar el sótano que se encuentra bajo el museo, este se encontraba en pésimas condiciones, tras todos los arreglos pertinentes se procedió a habilitar una unión con el laboratorio ya que existía una escalera antigua que comunicaba ambos locales, esto nos permitió poder usar las tres salas del sótano como almacén y lugar de trabajo, pudiendo poner un poco de orden con todo el material que tenemos almacenado.

En el año 2019 celebramos el 25 aniversario de la apertura del museo de fósiles y minerales en Elgoibar, para conmemorar el evento se solicita a Correos junto a la asociación filatélica de Elgoibar la emisión de dos sellos conmemorativos: uno reproduce un esqueleto fósil de un Mixosaurus y el otro un mineral, una cristalización de fluorita procedente de Asturias.

En el año 2020 coincidiendo con 26 aniversario de la inauguración oficial de Mufomi mes de mayo decidimos actualizar nuestra presencia online, renovando y mejorando la pagina web del museo, con una configuración totalmente diferente con la cual pretendemos que sea un escaparate de todo lo que el museo atesora y enseñar las posibilidades y servicios que el museo ofrece a sus visitantes.

En Junio del año 2022 tras mas de cuatro años de trabajos se inauguró oficialmente un nuevo espacio museístico consistente en cuatro nuevas salas en las que mostramos la réplica de una cueva que posee un recorrido de unos 45 metros y consta de cuatro salas diferentes: la sala de entrada o inicio de la cavidad la denominamos sala de la sima en ella podemos ver diferentes espeleotemas como estalactitas, estalagmitas, banderolas, columnillas, gours, macarrones, excéntricas, perlas de las cavernas, etc.... También una vitrina dedicada a la espeleología de Elgoibar, ya que este año 2023 cumplimos 50 años y lo celebraremos como tema con la asociación filatélica de El-

goibar. En esta sala inicial también podemos contemplar otra pequeña vitrina con especies de animales que viven en los ecosistemas de las cavernas, tanto troglobios como xenobios, así como diversos animales que usan las cuevas como refugio y madrigueras, algunas especies hibernan en las cavernas y otras traen a su prole en ellas, todo esto lo iremos desarrollando con el tiempo.

Después de esta sala inicial tenemos un corredor descendente que da acceso a el nivel inferior de la cavidad, en este nivel subterráneo tenemos tres salas, la primera es la "sala Neanderthal", dedicada a las pinturas rupestres que se supone fueron realizadas por los neandertales. Estas pinturas, algunas con cerca de 68.000 años, son las primeras manifestaciones artísticas o religiosas plasmadas por el ser humano como pueden ser las de la cueva de Maltravieso en Cáceres datadas por el instituto Mars Planck en 67.700 años.

La visita prosigue con la denominada capilla Sixtina, en la cual podremos ver la mejor representación del arte paleolítico con pinturas que van desde los 32.000 años, como las de Chauvet (Francia), hasta los 12.000 años de las cuevas de Altamira o Ekain.

Por último, ya en el neolítico está el denominado arte levantino, de enorme poder visual y una exagerada estilización y alargamiento de los motivos representados, constituyen un importante cambio ya que en ellas por primera vez se reflejan los primeros seres humanos claramente identificables. Los motivos de la pintura levantina son escenas cotidianas de caza, recolección y vida de las sociedades del neolítico.

Actualmente en el museo seguimos desarrollando diversas labores de estudio, limpieza y catalogación, tanto de minerales como de fósiles, si bien por la falta de recursos y tiempo no desarrollamos tantas actividades como hace años, esperando que en un futuro próximo podamos aumentar y desarrollar más los fondos que se exhiben en el museo.

3. ARTICULACIÓN DEL MUSEO EN LA ACTUALIDAD

Actualmente en el museo de fósiles y minerales de Elgoibar "MUFOMI" tenemos cuatro salas o espacios de exposición en donde podemos observar fósiles , minerales, elementos arqueológicos, herramientas y lámparas de minería, una pequeña camareta de fluorescencias, un servicio que hace las veces de zona de limpieza y almacén y una sala que usamos de laboratorio, biblioteca y almacén de piezas preparadas o en preparación, limpieza, conservación y catalogación, además de las ya mencionadas salas que dedicamos a la espeleología, espeleotemas , animales cavernícolas y arte rupestre que hemos descrito en líneas anteriores.

Las salas de exposición podemos dividir las de la siguiente manera:

Sala nº 1 o sala de los osos, en la actualidad la usamos de sala de reunión o recepción , en esta sala comienza la visita al museo , se empieza a explicar a grandes rasgos lo que veremos a continuación y a través de una charla participativa se introduce al visitante en el mundo de los fósiles a través de los animales , los seres vivos y la zoología ; en esta sala podemos contemplar dos ejemplares de osos de las cavernas , usamos estos ejemplares a modo de ejemplo de animales vertebrados , explicando su fisiología , anatomía , modo de vida , etc. ; también es de destacar dos vitrinas , una de ellas con ejemplares de fósiles de Gipuzkoa y la otra con minerales de Gipuzkoa , dos vitrinas dedicadas a flora fósil con ejemplares de Alaba y la península y la otra con flora fósil de todo el mundo , otras tres con minerales de las minas de Elgoibar , y una vitrina muy interesante es la dedicada a las septarias del Flys negro de deba , con mas de una treintena de ejemplares y que constituye la mayor colección expuesta al público de esta temática.

Sala nº 2 o sala de la evolución, en esta sala tipo corredor , se disponen once vitrinas murales ; cuatro de ellas están dedicadas a ense-

ñar cómo evoluciona la técnica a través de las herramientas que el ser humano a fabricado a lo largo de la prehistoria primero y la historia después , herramientas desde las más antiguas del paleolítico inferior hace dos millones de años hasta las más evolucionadas de las grandes civilizaciones de la antigüedad Grecia y Roma hace unos dos mil años , pasando por las herramientas de piedra , hueso , astas y cornamentas , marfil , madera , mas tarde , los primeros metales en el neolítico , cobre y después bronce , civilización egipcia , termina la prehistoria , llega Mesopotamia se inventa la escritura , llegan los hititas , se descubre el hierro , los persas y las primeras monedas , los griegos y las artes , las ciencias , los deportes como juegos , los romanos y las guerras de expansión y anexión , la conquista y civilización de los pueblos barbaros y teóricamente más atrasados .

En esta sala disponemos de dos vitrinas monográficas con fósiles y minerales de Elgoibar, dos vitrinas con fósiles de Araba, destacando los numerosos ejemplares fósiles de insectos y hojas del oligoceno, otra de Vizcaya y una de Nafarroa, también, disponemos otra con un ejemplar fósil de cocodrilo tipo aligátor de Florida.



Fig. 5: vista de la sala de invertebrados

Sala nº 3 o sala de invertebrados, se disponen en la sala 12 grandes vitrinas murales, una más pequeña con huellas y marcas de fondo marino, una de sobremesa con una rodaja de un tronco de conífera, una placa de crinoideos anclada a la pared, y numerosos fósiles de grandes dimensiones dispuestos en los altillos de las vitrinas murales, también unas vitrinas dispuestas en torre con conchas



Fig. 6: *Cyathocrinites iowensis*, crinoide.

actuales.

De las doce vitrinas murales diez están dedicadas a fósiles de invertebrados marinos, una a flora fósil y otra a minerales de la clase de los carbonatos, de estas diez vitrinas cuatro se componen de moluscos de los tipos cefalopodos ammonoideos, heteromorphos, coleoideos y nautiloideos con más de trecientos ejemplares expuestos que van desde los 470 millones de años hasta los 65 millones de años.

Otra está dedicada a braquiópodos, anthozoos (corales), estromatolitos, briozoos, anélidos y cumnotithos, con 160 ejemplares expuestos, diremos a modo de curiosidad que probablemente los estromatolitos son los animales más antiguos que se han encontrado, los más antiguos con más de 3000 millones de años, en el museo tenemos de hace 2600 millones de años, los estromatolitos son animales diminutos que se agrupan en colonias, son denominados algas azules (cianobacterias) estos pequeños animales realizaban una especie de fotosíntesis muy curiosa, absorbían el CO₂ de la atmosfera o directamente

del océano, alimentándose de él, devolvían a la atmosfera oxígeno y a la vez fijaban el carbono a sus cuerpos construyendo una especie de caparazón, este caparazón al unirse con otros millones de ejemplares que vivían en la colonia formaban una especie de gran roca, pero una roca viva, a estos diminutos animales les debemos la vida ya que fueron ellos los que durante millones de años limpiaron la atmosfera de las enormes cantidades de CO₂ y la oxigenaron.

Tenemos una vitrina dedicada a moluscos bivalvos, gasterópodos y scaphopodos, con 125 ejemplares de todo el mundo, la Antártida incluida, con ejemplares, piritizados, opalizados, silicificados, carbonatados etc. representando épocas geológicas diversas, desde el Ordovícico medio con 470 millones de años hasta el Eoceno con apenas unos pocos millones de años.



Fig. 7: gasterópodo, *Campanile giganteum*

También hay otra vitrina con fósiles de equinodermos, de los tipos crinoideos, asteroideos, ophiuroideos y equinoideos, con más de 150 ejemplares expuestos, que van desde los 400 millones de años hasta casi la actualidad.

Una está dedicada a fósiles de artrópodos de las clases de los crustáceos decápodos, cheliceratos y ostrácodos, con cerca de 100 ejemplares que van desde el Carbonífero marino

pasando por el Jurásico superior hasta ejemplares que aun existen en la actualidad.

Tenemos otra vitrina dedicada a artrópodos como son los trilobites e insectos; destacar que los trilobites son los primeros animales multicelulares y organizados que aparecieron en los mares terrestres en el Cámbrico inferior hace casi 590 millones de años, siendo los fósiles guía por excelencia para varios periodos geológicos.



Fig. 8: *Cordulagomphus fenestratus*, dragonfly.

Destacaremos la única vitrina que tenemos con flora fósil, en la cual podemos contemplar más de 150 ejemplares que van desde hojas y troncos, hasta flores, frutos y drupas leñosas, semillas y vainas vegetales de las más diversas especies.

Tenemos en esta sala de invertebrados una pequeña cámara de fluorescencias con tres vitrinas murales, en estas tres vitrinas se disponen más de 100 ejemplares tanto de minerales como de fósiles, aprovechando una rara cualidad de algunos de estos, debido a impurezas, inclusiones, restos orgánicos como ámbar y huesos, materiales radiactivos como minerales del uranio y el cobalto; estos se vuelven fluorescentes cuando la luz ultravioleta incide en ellos, haciendo que destaquen con unas raras fluorescencias cromáticas que son aprovechadas también en la oscuridad de las minas para poder localizarlos con más facilidad.

Sala nº 4 o sala de vertebrados y minerales, se disponen en esta sala 5 vitrinas murales de minerales agrupados por tipos y clases, en total en el museo se exponen más de 700 minerales, desde carbonatos, silicatos, sulfatos, minerales orgánicos hasta un nutrido grupo de elementos puros, a destacar las fluoritas de Asturias o las piritas de La Rioja, pasando por los cuarzos y geodas de Brasil, minerales y elementos de todo el planeta están perfectamente representados en el museo.

Disponemos de una vitrina con fósiles de difícil conservación que podemos considerar raros y muy difíciles de conseguir, en ella se incluyen pájaros, anfibios y peces acorazados (que fueron los primeros vertebrados que aparecieron en los primigenios océanos del planeta).

Otra vitrina con fósiles de animales mamíferos, desde restos de ballenas, cachalotes, delfines, focas, osos, caballos, mericoidones, megaterio, mamut y un largo etc. están representados en esta vitrina, que nos dan una idea de la ventaja evolutiva que consiguieron los mamíferos en muy pocos millones de años, situándonos como los animales superiores y dominantes en la actualidad, muy por enci-

ma de cualquier otro, y por esta gran ventaja evolutiva, su capacidad de conciencia, de manipulación de objetos y desarrollo de la inteligencia, ideas y emociones el ser humano se coloca en la cúspide de toda la evolución de los animales.

Fig. 9: camareta de fluorescencias



Tenemos otra con fósiles de reptiles, entre ellos los dinosaurios (reptil grande) destacaremos aquí el fósil de un ictiosaurio (pez – reptil) precursor del delfín, poseedor de pulmones, salía a la superficie a respirar, depredador de hábitos nocturnos, por ello poseedor de unos ojos enormes, ovovivíparo (paria crías vivas como los mamíferos) toda su estructura ósea estaba preparada para las grandes presiones de las profundidades, su morfología ósea era en gran parte de pez pero su columna vertebral era de un reptil, destacar también los huevos de dinosaurio, un metatarso de hadrosaurio y dos falanges una de la pata anterior y otra de la posterior, diversos huesos de grandes reptiles y pequeños dinosaurios completos como el sittacosaurus completan la vitrina de reptiles.

Seguidamente tenemos cuatro vitrinas con peces de diversos tipos, peces óseos, cartilaginosos, peces teleósteos y euteleosteos, destacaremos dientes de tiburones de grandes dimensiones como los megalodones, el edestus, peces tropicales del monte Bolca, caballitos marinos, rayas y torpedos, peces sierra y peces espada, de todas las procedencias imaginables, de Brasil, China, Estados Unidos, Francia, Italia, El Líbano, Alemania, etc. tenemos peces desde el devónico 400 millones de años hasta el eoceno con 45 millones, toda una extensa representación.

Otra vitrina con reptiles quelonios y cocodrilos con varios ejemplares enteros de tortugas, un cocodrilo, fragmentos y dientes de mosasáuridos, etc.,

Una mas con diverso material de minería, sobre todo lámparas antiguas de minería, algunas usaban como combustible aceite, las más antiguas, otras con gas acetileno y algunas otras de petróleo, también en la misma vitrina tenemos numerosos cráneos de diversos animales, sobre todo mamíferos, estos se usan para de forma comparativa poder determinar la especie de animal que en un momento dado estemos estudiando.

También destacaremos una estantería mural de madera modular con diversos huecos donde se disponen numerosos cráneos y piezas de minerales de gran tamaño, destacaremos una cabeza de la cría de un elefante africano, dos cocodrilos, un cráneo del antepasado del rinoceronte y diversos cráneos de animales encontrados en el rancho la Brea en California.

En el centro de la sala se dispone una vitrina de sobremesa con un soberbio cráneo de *Mammuthus primigenius*, también conocido como mamut lanudo, se trata de un cráneo de grandes dimensiones perteneciente a una hembra de unos cuarenta años, destacar sus defensas en perfecto estado de conservación. Pertenece al pleistoceno medio y fue encontrado en el permafrost de la ciudad siberiana de Town.

En la entrada a la sala hay dos pequeñas vitrinas murales, en ellas se disponen dos fósiles excepcionales, un pez de Solnhofen con 150 millones de años el *Aspidorhynchus acutirostris* en perfecto estado de conservación y un *Mixosaurus* de la familia de los ictiosaurios, pero más pequeños, conservado excepcionalmente y que seguramente será el fósil más importante y mejor conservado del museo con 230 millones de años.

4. AGRADECIMIENTOS

Aprovechando la oportunidad que me brindan estas páginas me gustaría mucho poder agradecer a todas las personas que a lo largo de

estos 30 años de andadura del museo de fósiles y minerales de Elgoibar "MUFOMI" han hecho posible que este sueño o esta pasión por el coleccionismo de todos los elementos de la naturaleza que componen el museo , pueda ser una realidad y todos podamos ver y disfrutar de las maravillas que encierran el subsuelo de nuestro planeta , no solo verlas sino que también aprender y comprender como se forma la vida , como se desarrolla , se reproduce , evoluciona y tristemente desaparece en enormes extinciones , unas veces provocadas por cambios climáticos , otras por erupciones volcánicas violentísimas , algunas veces por enormes meteoritos , o algo más simple , la falta de adaptación , la naturaleza experimenta con todo , y como todo experimento algunos son muy útiles y otros no prosperan , también vemos como se articulan y nombran a las especies tanto de plantas como animales y como no de minerales , recordamos los tres reinos , animal , vegetal y mineral ; pues bien todo esto que describo lo he aprendido a lo largo de los años estudiando el tema en libros , artículos de periódicos , revistas científicas , internet etc. pero sobre todo de personas , de amigos , de profesores , de gente que le apasiona este maravilloso mundo , a esta gente quiero agradecer el haberme enseñado a amar las ciencias de la naturaleza y el haberme enseñado sobre todo a tener curiosidad y a tener ganas de aprender , en primer lugar a mi profesor y amigo Angel Maria Tobajas , compañero de correrías por los montes , las cuevas y las simas , el me enseñó gran parte de lo que se ,(aun lo sigue haciendo) , topografía , geología , arqueología , hidrología , en definitiva a amar el conocimiento y la naturaleza y un sinfín mas de cosas que se me olvidan ; también a su hermano Jose Manuel Tobajas "TXEMA" , alma mater del museo durante muchísimos años y cofundador del mismo , de el aprendí a ser tenaz y paciente , meticoloso y concienzudo , rígido y estricto , a veces terco y muchas otras veces sibarita , todo se conjuga para conseguir con determinación la consecución de un proyecto ; a Evaristo Rodriguez , amigo y compañero , equilibrando la seriedad con la risa y la broma

, con el empezó la espeleología en serio , con el grupo LEIZARPE , pasamos toda nuestra infancia , adolescencia y juventud juntos explorando las cuevas y simas de de nuestro entorno y algunas de mas lejos también , gran deportista y gran persona , ahora de viejos seguimos con lo mismo .

También me gustaría agradecer a la persona que me ayuda actualmente en el museo , Rosa Maria Serantes , no solo con las visitas y las personas que acuden al museo , si no a trasladar y colocar las piezas en sus lugares más adecuados a restaurarlas y prepararlas , a preparar exposiciones fuera del museo , también con las labores de limpieza , mantenimiento y conservación del museo , las vitrinas y los ejemplares que en él se exhiben ; persona fuerte y valiente , de ella también aprendo muchas cosas todos los días y como no agradecer a la actual junta directiva del museo por su gran labor y ayuda, a mi mujer Marian, tesorera de la asociación y mi mas fiel colaboradora, a mi hija Cristina por su inestimable ayuda en los dos largos años que a pasado en el museo, primero con el trabajo de fin de curso, luego ordenando de manera más lógica y correcta todo el material que se exhibe en el museo, con la nueva iluminación y por todo el trabajo desarrollado en las salas de la cueva, también a Nekane Sarasola por la ayuda económica aportada en momentos de necesidad agradecer a Alex Martin por su inestimable colaboración con la fotografía de todos los elementos que componen el museo y sus fantásticas fotografías anaglíficas y por ultimo a Arsenio Martinez, el abnegado y supliente colaborador y diseñador de nuestra pagina web, del blog de noticias y la persona que pule y mejora todo lo que publicamos que ya es pedir mucho.

Me olvido de mucha gente que me ha ayudado a crear este gran e interesante proyecto, sería imposible nombrarlos y acordarse de todos, por ello les pido disculpas a todos ellos, y quiero que sepan que todos ellos también me han enseñado infinidad de conocimientos.

5. CONCLUSIONES

Solo hacemos un recorrido vital de un proyecto ilusionante a través de las vicisitudes, problemas y vivencias que seguramente nos han ocurrido a todos los que amamos el mundo de los fósiles y los minerales cuando pretendemos dar un salto más allá y querer mostrar, enseñar y dar a conocer las maravillas que hemos ido atesorando a lo largo de nuestra vida como apasionados coleccionistas y estudiosos, decidimos plasmar esta inquietud con un espacio que aglutine no solo las piezas materiales si no también el conocimiento que vamos adquiriendo en la consecución de nuestra pasión, conocimientos que nos llegan sin hacer ningún esfuerzo o sacrificio ya que los adquirimos sin ni siquiera pensar en ellos o darnos cuenta; todo lo describo y lo cuento a mi manera ya que no soy paleontólogo ni escritor, agradezco desde aquí la amabilidad, sabiduría y sincera amistad que Angel siempre me demostró sin apenas casi conocerme y de todos los que componen este magnífico equipo que siendo sincero provocáis envidia a todos los que nos dedicamos con pasión e ilusión nuestra existencia a el mundo de los fósiles y minerales.

NOTICIARIO DE ACTIVIDADES 2021-2022 ASOCIACIÓN PALEONTOLÓGICA ALCOYANA "ISURUS"

Ángel CARBONELL ZAMORA presidente de la asociación ISURUS

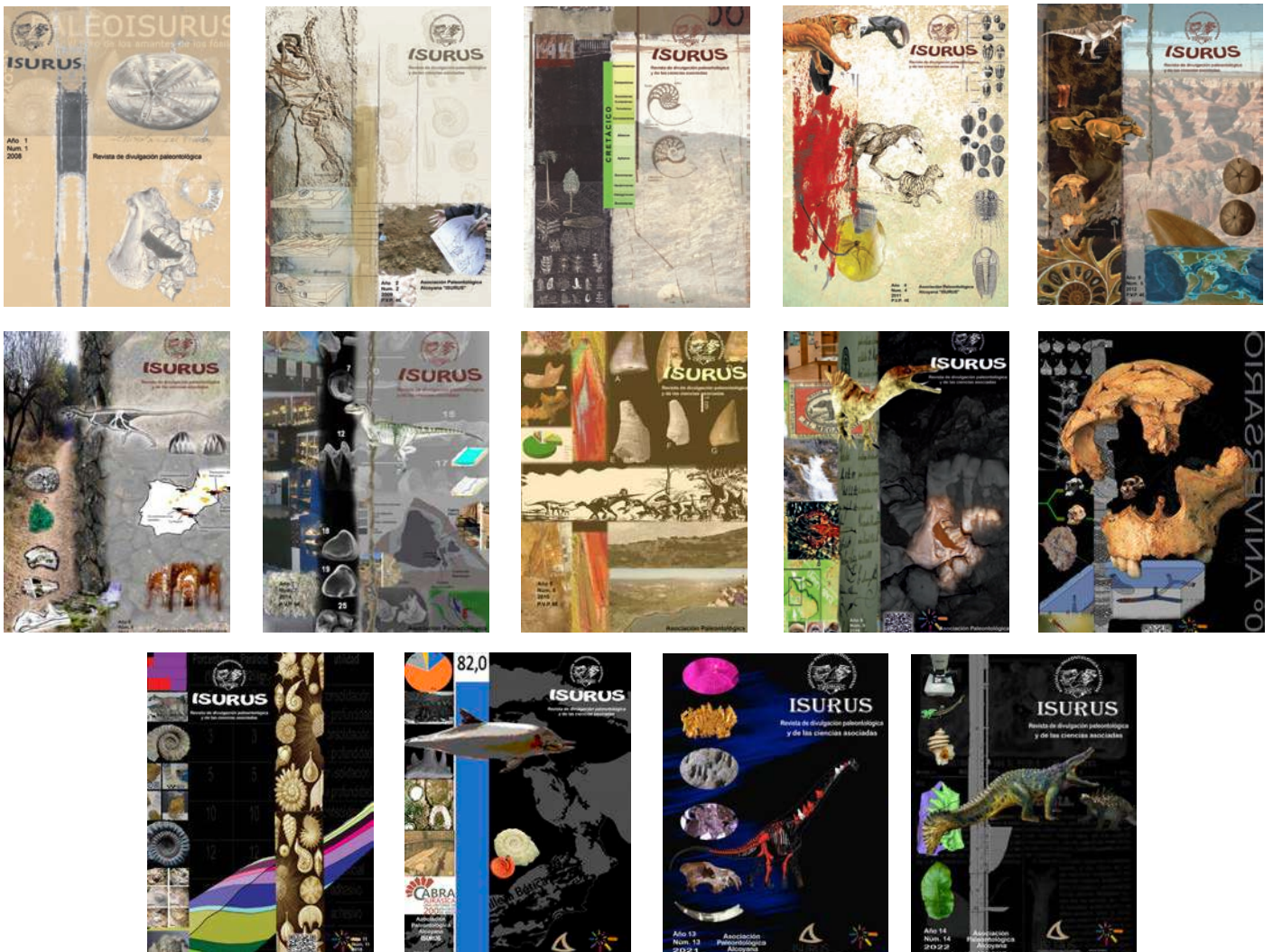
Un año más en este apartado os dejamos algunas de las actividades y eventos que hemos realizado desde diciembre de 2021 hasta diciembre de 2022, un año con distintas conferencias, salidas, nombramientos

Seguiremos trabajando para poder realizar muchas más actividades y eventos, intentado llegar a más socios y con más diversidad de actos adaptándonos a los gustos de nuestros socios y socias.

Queremos agradecer y mucho a todos los que nos apoyáis y nos dais fuerza para seguir trabajando en la revista.

REVISTA ISURUS

Presentamos la revista 15, parece que fue ayer cuando empezamos a trabajar para sacar el primer número, recién salido este número y ya estamos trabajando para poder editar la nº 16. Para ello contamos con varios artículos que están realizando algunos de nuestros colaboradores, pero también estamos abiertos a recibir otros artículos de cualquier investigador que desee publicar sus trabajos científicos en nuestra revista. Los números anteriores pueden ser solicitados al correo electrónico de *Isurus*: asociacion@paleoisurus.com



CONFERENCIAS



El día 4 de junio en el Auditori Fundació Mutua de Levante, tuvo lugar la conferencia "Dinosaurios Valencianos" a cargo del Doctor en Paleontología Don Francesc Gascó-Lluna



"Pakozoico" presentado por nuestro compañero Vicente Mañes.

PRESENTACIÓN DE LA REVISTA ISURUS Nº 14



El día 4 de junio tuvo lugar en el mismo auditori, la presentación de la Revista ISURUS nº 14, a cargo de nuestra compañera Verónica Torres

SOCIOS DE HONOR



El mismo día 4 de junio, y después de la conferencia y la presentación de la revista, en la Filá Mudéjares de la ciudad celebramos una comida en la cual se nombró Socia Honorífica a Doña Anna Climent i Montllor.

YACIMIENTO DE LA SALEMA (FAGECA)



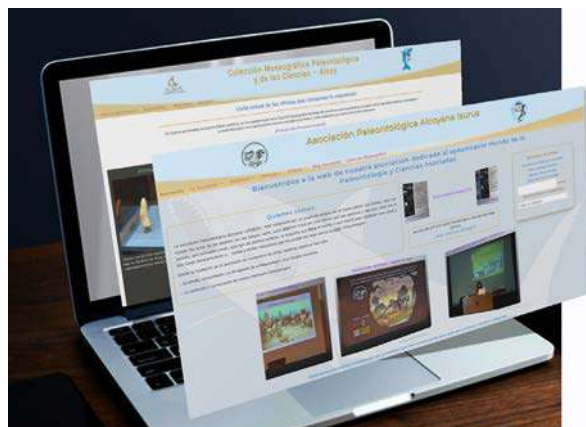
El día 4 de diciembre tuvo lugar la conferencia "Valorització del Patrimoni Natural" a cargo del Doctor en Paleontología Don Francisco Javier Ruiz Sánchez y posteriormente visita al Yacimiento La Salema, a la cual asistieron algunos miembros de Isurus.

5º ENCUENTRO NACIONAL DE ENTIDADES DE CIENCIAS DE LA TIERRA



Los días 7 y 8 de mayo, tuvo lugar en Cabra el 5º Encuentro Nacional de Entidades de Ciencias de la Tierra, asistiendo a este encuentro cerca de 60 aficionados, venidos desde Barcelona, Madrid, Guadalajara, Molina de Aragón, Cádiz y Alcoy. Las asociaciones participantes fueron: Asociación Paleontológica

Alcarreña Nautilus, el ICMGP (Institut Català de Mineralogia, Gemologia i Paleontologia) de Catalunya, Museos de Molina de Aragón, AECC de Premià de Mar de Catalunya, Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus y diversos particulares.



www.paleoisurus.com

asociacion@paleoisurus.com



NORMES PER A LA PRESENTACIÓ DELS MANUSCRITS

1.- Els originals s'enviaran abans del 30 de juliol del 2023 a l'adreça següent: ISURUS. C/ Pintor Cabrera 61, baixos [03803 Alcoi - Alacant], en suport informàtic o E-mail amb la redacció original, tipus de lletra Arial c/ 12 a doble columna de 8,3 de ample i l'interlineat exacte procesador Word. S'acompanyarà una còpia en paper A-4 per una sola cara, interlineat exacte, amb marges suficients, sense sangries ni tabulacions i amb numeració en les pàgines. Es deixa un model de plantilla en la pàgina web.

2.- Tots els articles estaran encapçalats per títol, autor o autors, el càrrec que ocupen i l'adreça e-mail. Els treballs inclouran un resum en valencià, castellà i anglés, (inclouent en aquest últim el títol de l'article), que no superarà els 425 caràcters amb espais. Al final inclourà un glossari amb un màxim de 5 paraules clau en els 3 idiomes. L'estensió mínima de l'article serà de 4 fulls, i la màxima de 8, sense incloure imatges.

3.- Les notes numerades es podran utilitzar per a explicar o ampliar alguna qüestió, però en cap cas per a referències bibliogràfiques. Es presentaran numerades correlativament en un full a banda i seran publicades a peu de pàgina.

4.- Per a les referències bibliogràfiques incloses en el text, s'utilitzarà la citació entre parèntesis de l'autor en minúscules, l'any de publicació i les pàgines de referència, si procedeix.

Exemple:

[Bellod, F. J. & Belda, A., 2006]

[Vicedo, M.; Alonso, M.; De La Torre, A. et al 1998: 121-137]

5.- De la bibliografia esmentada en el text es farà una relació alfabètica al final del treball, en la qual figurarà en majúscula el nom dels autors, seguit de l'any de publicació entre parèntesis i les dades de la mateixa. Les referències d'un mateix autor es col·locaran cronològicament de menor a major citant, en totes elles, l'autor. En el cas dels articles de revistes, les pàgines que comprenen el mateix han d'aparèixer al final de la referència.

Exemples:

Libre:

BELLOD, F.J. & BELDA, A. [2006]. Plantas medicinales de la Sierra de Mariola. Publicaciones Universidad de Alicante. Murcia. 294pp.

Articles:

VICEDO, M.; ALONSO, M.; DE LA TORRE, A. et al [1998]. Aproximación a la caracterización fitosociológica de los carrascales de la Comunidad Valenciana. Itinera Geobotánica, 11: 121-137

6.- Les figures, taules, quadres, gràfics i fotos s'entregaran en suport informàtic amb una resolució de 300 ppp (tif o jpg). Estaran indicades en el text però no es compondran dins del mateix. Les figures es citaran en el text entre parèntesis i seguint l'exemple: (lam. 1), (lam 4-1). Els respectius peus de cada il·lustració aniran en relació a la banda degudament numerats, al final de l'article i mai formant part de la propia il·lustració.

7.- Els autors dels articles rebran 1 exemplar de la revista, on apareix la seua publicació.

FORMA D'ADQUIRIR LA REVISTA

La revista de Paleontologia "ISURUS" és de règim intern de l'Associació Paleontològica Alcoiana Isurus, es podrà obtenir per intercanvi o per ser soci de l'associació, no obstant els excedents es posaran a la venda al preu de 6€.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS MANUSCRITOS

1.- Los originales se enviarán antes del 30 de julio de 2023 a la siguiente dirección: ISURUS, C/ Pintor Cabrera 61-bajo [03803 Alcoy-Alicante], en soporte informático o E-mail con la redacción original, tipo de letra Arial c/ 12 a doble columna de 8,3 de ancho y el interlineado exacto procesador Word. Se acompañará copia en papel [A-4] por una sola cara, interlineado exacto, con márgenes suficientes, sin sangrías ni tabulaciones y con numeración en las páginas. Se dejará un modelo de plantilla en la página web.

2.- Todos los artículos estarán encabezados por el título, autor o autores, el cargo que ocupan y la dirección e-mail. Los trabajos incluirán un resumen en valenciano, castellano e inglés, (incluyendo en este último el título del artículo), que no superará los 425 caracteres con espacios. Al final incluirá un glosario con un máximo de 5 palabras clave en los 3 idiomas. La extensión mínima del artículo será de 4 folios y la máxima de 8, sin incluir imágenes.

3.- Las notas numeradas se podrán utilizar para explicar o ampliar alguna cuestión, pero en ningún caso para referencias bibliográficas. Se presentarán numeradas correlativamente en una hoja aparte y serán publicadas a pie de página.

4.- Para las referencias bibliográficas incluidas en el texto, se utilizará la citación entre paréntesis del autor en minúscula, el año de publicación y las páginas de referencia, si procede.

Ejemplo:

[Bellod, F.J. & Belda, A., 2006]

[Vicedo, M.; Alonso, M.; De La Torre, A. et al 1998: 121-137]

5.- De la bibliografía citada en el texto se hará una relación alfabética al final del trabajo, en la cual figurará en mayúscula el nombre de los autores, seguido del año de publicación entre paréntesis y los datos de la misma. Las referencias de un mismo autor se colocarán cronológicamente de menor a mayor citando, en todas ellas, el autor. En el caso de los artículos de revistas, las páginas que comprenden el mismo deben aparecer al final de la referencia.

Ejemplos:

Libro:

BELLOD, F.J. & BELDA, A. [2006]. Plantas medicinales de la sierra de Mariola. Publicaciones Universidad de Alicante. Murcia. 294 pp.

ARTÍCULOS:

VICEDO, M.; ALONSO, M.; DE LA TORRE, A. et al [1998]. Aproximación a la caracterización fitosociológica de los carrascales de la Comunidad Valenciana. Itinera Geobotánica, 11: 121-137

6.- las figuras, tablas, cuadros, gráficos y fotos se entregarán en soporte informático con una resolución de 300ppp (tif o jpg). Estarán indicadas en el texto pero no se compondrán dentro del mismo. Las figuras se citarán en el texto entre paréntesis y siguiendo el ejemplo. (fig 1), (fig 3.1), (fig 2-5). Las láminas se citarán en el texto entre paréntesis y siguiendo el ejemplo: (lam 1), (lam 4-1). Los respectivos pies de cada ilustración irán en relación aparte, debidamente numerados, al final del artículo y nunca formando parte de la propia ilustración.

7.- Los autores de los artículos, recibirán 1 ejemplar de la revista, donde aparezca su publicación.

FORMA DE ADQUIRIR LA REVISTA

La revista de Paleontologia ISURUS es de régimen interno de la Asociación Paleontológica Alcoyana Isurus, se podrá obtener por intercambio o por ser socio de la asociación, no obstante los excedentes se pondrán a la venta un precio de 6€.



Col·labora



Ajuntament d'Alcoi