

VI UNIVERSIDAD DE VERANO ARAS DE LOS OLMOS
CIENCIA Y DESARROLLO RURAL

LA PALEONTOLOGÍA AL SERVICIO DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE

VI UNIVERSIDAD DE VERANO ARAS DE LOS OLMOS
CIENCIA Y DESARROLLO RURAL

***LA PALEONTOLOGÍA
AL SERVICIO DEL DESARROLLO
RURAL SOSTENIBLE***

EDITA:

Universitat de València
Vicerrectorado de Cultura
y Sociedad

FINANCIA:

Diputación de Valencia

COLABORA:

Ayuntamiento de Aras de los Olmos

COORDINADORES:

Joaquín Martín Cubas
Universitat de València

Anna García Forner
Universitat de València

AUTORES:

Amelia Ortiz Gil
Anna García Forner
Francisco Moreno Mesas
José Antonio Villena Gómez
José Ramón López Carceller
Carlos de Santisteban Bové
Francisco Javier Ruiz Sánchez
Patricio G. Villafaña

Ana Fagoaga Moreno
Rafael Marquina Blasco
Sabina Asins Velis
Emilio Doñate Maset
Javier Renovell Sala
Maite Suñer
Enric Forner i Valls

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Tereza Valcikova

IMPRIME:

ULZAMA DIGITAL, SL

ISBN Papel: 978-84-9133-802-4

ISBN PDF: 978-84-9133-803-1

DOI: <https://doi.org/10.7203/PUV-OA-9788491338031>

DL: V-2442-2025

© de esta edición:

Universitat de València, 2025

© de los textos: los autores.

© de las imágenes: los propietarios.

Sumario

Presentación	5
ESTER ALBA, MARÍA DOLORES PITARCH, JOAQUÍN MARTÍN CUBAS Y ANNA GARCÍA FORNER	
PARTE I: LOS ORÍGENES: HISTORIA, ASTRONOMÍA Y PALEONTOLOGÍA	
1. <i>El meteorito que cambió la Historia. ¿O no?</i>	09
AMELIA ORTIZ GIL	
2. <i>La tradición naturalista de la Universitat de València: El Museo de Historia Natural</i>	25
ANNA GARCÍA FORNER Y JOSÉ ANTONIO VILLENA GÓMEZ	
3. <i>El origen de la Colección Paleontológica de Aras de los Olmos</i>	59
FRANCISCO MORENO MESAS	
PARTE II: CIENCIA, ARTE Y NUEVAS TECNOLOGÍAS Y DIVULGACIÓN CIENTÍFICA	
4. <i>Tecnologías 3D aplicadas a la paleontología</i>	65
JOSÉ ANTONIO VILLENA GÓMEZ Y ANNA GARCÍA FORNER	
5. <i>Experiencias prácticas en divulgación: el Losillasaurus y las rutas geológicas de Aras de los Olmos</i>	87
JOSÉ RAMÓN LÓPEZ CARCELLER	
PARTE III: GEODIVERSIDAD PARA EL DESARROLLO RURAL	
6. <i>Geodiversidad y patrimonio natural en Aras de los Olmos</i>	97
CARLOS DE SANTISTEBAN BOVÉ	
7. <i>Registro paleontológico: la biodiversidad del pasado que ha llegado a nuestros días</i>	123
FRANCISCO JAVIER RUIZ SÁNCHEZ, PATRICIO G. VILLAFANE, ANA FAGOAGA MORENO Y RAFAEL MARQUINA BLASCO	
8. <i>Calidad ambiental, suelos y producción agrícola</i>	133
SABINA ASINS VELIS, EMILIO DOÑATE MASET Y JAVIER RENOVELL SALA	
PARTE IV: TIERRAS DE DINOSAURIOS: LA SERRANÍA Y EL MAESTRAT	
9. <i>El proyecto paleontológico de Alpuente (Valencia): desarrollo social y económico a partir del patrimonio paleontológico</i>	161
MAITE SUÑER	
10. <i>Ateneu de Natura de Castelló de la Plana</i>	189
ENRIC FORNER I VALLS	

Presentación

Ester Alba

María Dolores Pitarch

Joaquín Martín Cubas

Anna García Forner

La transferencia del conocimiento generado por los investigadores e investigadoras de la Universitat de València es uno de los propósitos y ámbitos de actuación fundamentales del Vicerrectorado de Cultura y Sociedad. Por esta razón, hemos de congratularnos de la publicación de las ponencias que se defendieron en la VI edición de la *Universidad de Verano de Aras de los Olmos* (UVAO), celebrada en el verano de 2023. Como ya ocurrió con la I edición en 2018, *Innovación e Inteligencia Artificial al servicio del Desarrollo Rural*; con la II edición de 2019, *Astronomía al servicio del Desarrollo Rural*; con la III edición en 2020 *Ciencia Abierta la Ciudadanía y desarrollo rural*; con la IV edición *Botánica y desarrollo rural*; con la V edición, *Gestión y patrimonio hídrico para un desarrollo rural sostenible*, esta nueva iniciativa en 2023 sobre *Paleontología y Desarrollo Rural* renueva el compromiso de una fluida colaboración entre la Universitat, el Ayuntamiento de Aras de los Olmos y la Diputación de Valencia, junto el apoyo financiero de Caixa Popular, para el logro de tales fines.

Vivimos en un mundo digital, interconectado y globalizado en el que la ciencia, día tras día, abre nuevos caminos hacia el futuro. En ese marco, la Universitat de València, fiel a sus valores humanistas y universales, quiere ser incubadora de conocimientos y punto de encuentro con nuestros pueblos de montaña y de interior, altavoz de la riqueza y la potencialidad que éstos atesoran para construir conjuntamente y desde el territorio un desarrollo sostenible.

Aras de los Olmos, un pequeño pueblo de la Serranía valenciana, es un referente de esos nuevos procesos a nivel nacional e internacional. En un permanente diálogo con la ciencia y el conocimiento, ha sabido poner en valor gran parte de sus recursos materiales y humanos al servicio del progreso y del bienestar de las personas. Entre otros logros, y fruto de su impronta innovadora, lleva camino de convertirse en el primer municipio autoabastecido de energías renovables en España durante los trescientos sesenta y cinco días del año. Pero su energía y dinamismo abarca muchos más ámbitos y dimensiones en su decidida voluntad de caminar por la senda del conocimiento para alcanzar su desarrollo.

En la cuna del *Losillasaurus*, el dinosaurio de mayores dimensiones de la Comunitat Valenciana, disfrutando de la riqueza de la vida en el *Jardín Etnobotánico de Plantas medicinales y útiles* y con la vista puesta en las estrellas gracias a sus Observatorios Astronómicos y el Planetario Los

Ojos de Hipatia, esta VI edición de la Universidad de Verano Ciencia y Desarrollo Rural pretende subrayar precisamente la conexión entre estos municipios rurales del interior montañoso de la Comunitat Valenciana y el conjunto de la sociedad a través de la práctica de una ciencia abierta a la ciudadanía centrada, en este caso, en el estudio de la *Paleontología y el Desarrollo Rural* y su proyección en el desarrollo de los territorios.

La presente obra, al tiempo que pone en valor un patrimonio de una riqueza intangible e inconmensurable, también evidencia la potencialidad y versatilidad de distintas áreas de conocimiento científico como fuente de desarrollo para estos territorios.

La comarca de la Serranía es un territorio de gran importancia para los paleontólogos. Esta comarca era el hábitat de grandes dinosaurios hace unos 145 millones de años (tránsito *Jurásico-Cretácico*). Sus restos fósiles (huellas y huesos) se han ido encontrando y estudiando desde hace varias décadas. Destaca sobre todo los restos encontrados junto a la aldea de Losilla de Aras de los Olmos del *Losillasaurus giganteus* ("lagarto gigante de Losilla"), un imponente dinosaurio que vivió a finales del período *Jurásico superior* hace aproximadamente 154-145 millones de años, en el *Titoniense*, en lo que hoy es Europa. En Aras de los Olmos se encuentra expuesta al aire libre una réplica a tamaño real (más de 20 metros de largo y 8 de alto) a la que se une ahora la inauguración de la Exposición Permanente de la *Colección Paleontológica Francisco Moreno Mesa* en el Centro *Big History* de divulgación científica y medioambiental sito en la localidad y la nueva Aula de Paleontología que recibe el nombre de *Lourdes Casanova*, directora del equipo que investigó el *Losillasaurus* y a la que se le rinde homenaje por su trabajo también con esta publicación.

Especialistas en paleontología, tanto del mundo académico como de la sociedad civil, que han emprendido estudios y diversas iniciativas que conectan este saber con el mundo de la cultura y de la economía, ofreciendo visiones distintas para realizar propuestas de interés en pro del desarrollo sostenible para nuestros territorios, nos permiten con sus magníficas y meditadas colaboraciones sumergirnos en un mundo de posibilidades y oportunidades para el desarrollo sostenible de nuestros territorios.

Queremos como en anteriores ocasiones y, nunca será suficiente, mostrar aquí nuestro reconocimiento a todos y todas los que contri-

buyeron a la realización de aquellas jornadas de éxito los días 6 y 7 de julio de 2023 —especialmente al Ayuntamiento de Aras de los Olmos, la Fundación El Olmo, la Diputación de Valencia, el Instituto interuniversitario de Desarrollo Local de la Universitat de València y Caixa Popular— y a la publicación, ahora, de las ideas que allí se defendieron. Unas y otra, jornadas y publicación, no pretenden otra cosa que ofrecer, desde el diálogo franco entre los saberes populares y el saber científico, nuevas oportunidades para la mejora de su vida a las generaciones presentes y futuras.

ESTER ALBA PAGÁN
Vicerrectora de Cultura y Sociedad
Universitat de València

MARÍA DOLORES PITARCH GARRIDO
Directora Programa Universitat-Societat
Universitat de València

JOAQUÍN MARTÍN CUBAS
Coordinador general de la UVAO
Universitat de València

ANNA GARCÍA FORNER
Directora de la VI edición de la UVAO
Universitat de València

01

El meteorito que cambió la historia ¿O no?

Amelia Ortiz Gil

*Observatori Astronòmic
de la Universitat de València*

Introducción

Desde el principio de la historia del Sistema Solar, los objetos más grandes que en él aparecieron (los planetas y sus lunas) se han visto sometidos a intensos bombardeos por parte de los más pequeños, los asteroides y cometas (o fragmentos de ellos). Como la terminología utilizada habitualmente en esta materia por los astrónomos puede ser un poco confusa, empezaremos dando unas breves definiciones. Según la RAE, "meteorito" es cualquier cuerpo espacial que penetra en la atmósfera terrestre. Si este cuerpo o un fragmento suyo sobrevive a su paso a través de la atmósfera y colisiona contra la superficie de la Tierra, entonces hablamos de un "meteorito". A los meteoros más brillantes se les denomina "bóolidos".

Todos recordamos el bólido de Cheliábinsk, un cuerpo rocoso que se precipitó sobre esta ciudad rusa en enero de 2013. Según las estimaciones de los expertos, este meteorito tenía unos 20 metros de diámetro y explotó en el aire a una altura de 30 kilómetros. Aunque no causó daños directos, sí provocó otros muchos indirectos. La onda de choque de la explosión fue responsable de que 1500 personas resultaran heridas y 7200 edificios quedaran dañados en seis ciudades. El estallido liberó una cantidad de energía comparable a la de 30 bombas atómicas como la de Hiroshima y provocó una lluvia de unos 5000 kilogramos de meteoritos. En el lago de Chebarkul se encontró un fragmento de 650 kilogramos.

Si nos remontamos un poco más atrás en el tiempo, encontramos el evento de Tunguska (Siberia), acaecido el 30 de junio de 1908. Esta vez se trató de un objeto rocoso de entre 50 y 80 metros de diámetro, que también explotó a una altura de entre 5 y 10 kilómetros. Aunque el fenómeno tuvo lugar sobre un área prácticamente deshabitada, parece que pudo haber tres víctimas mortales, además de dejar arrasados 80 millones de árboles en un área de 2150 kilómetros cuadrados de bosque. La explosión fue tremenda, liberándose en un instante una cantidad de energía equivalente a por lo menos 2000 bombas atómicas como la de Hiroshima, afortunadamente sin la contaminación radiactiva posterior.

Pero el impacto de un asteroide que mayores consecuencias ha acarreado para la historia de nuestro planeta fue, sin duda, el de un cuerpo del tamaño de Marte, al que se ha llamado Theia, que chocó con la Tierra mientras esta se hallaba aún en proceso de formación, hace unos 4500

millones de años. Los escombros resultantes del impacto quedaron en órbita terrestre, agrupándose gradualmente hasta crear nuestro único satélite natural, la Luna.

Así pues, a lo largo de sus 4500 millones de años de historia, la Tierra ha sufrido la llegada violenta de objetos espaciales de diverso tipo, principalmente restos o fragmentos de meteoritos y cometas. Se estima que unos 17 000 meteoritos, con una masa final al llegar al suelo de más de 50 gramos, chocan anualmente contra nuestro planeta (Evatt, G.W. et al., 2020). Por fortuna, cuanto mayor es el tamaño de los cuerpos impactantes, menor es la frecuencia con la que nos visitan. Así, mientras que en promedio nos cae un meteorito de 4 metros de diámetro al año, solo esperamos uno de 100 metros cada 5000 años, uno de 1 kilómetro cada 400 000 años o uno de 10 kilómetros cada más de 60 millones de años, siendo el más reciente de este grupo el de Chicxulub, hace 66 millones de años. Aunque parezca que ya nos toca otro de los de 10 kilómetros, estas son estimaciones estadísticas basadas en los impactos que hemos observado hasta ahora, lo que significa que los valores de las frecuencias, especialmente en lo que se refiere a los impactos más grandes, son bastante inciertos.

En la siguiente tabla puede verse la frecuencia de impacto de asteroides (o fragmentos) rocosos según su diámetro. Los que tienen diámetros inferiores a los 85 metros suelen desintegrarse en la atmósfera, explotando antes de llegar a la superficie; los mayores chocan con el suelo y crean cráteres. En la tabla se asume una densidad del cuerpo de 2600 kg/m³, velocidad de 17 km/s y ángulo de impacto de 45°. Los datos han sido tomados de Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Impact_event).

Tamaño objeto impactante (metros)	Altura de la explosión (kilómetros)	Diámetro del cráter (kilómetros)	Frecuencia promedio (años)
4	42.5	-	1.3
10	31.9	-	10
20	22.4	-	60

50	8.7	-	764
85	0.58	-	3300
100	-	1.2	5200
150	-	2.4	16 000
200	-	3	36 000
400	-	6	100 000
1000	-	13.6	440 000

El impacto de Yucatán

El meteorito de Chicxulub fue originalmente un objeto de entre 10 y 15 kilómetros de diámetro que impactó en la península de Yucatán (México) hace unos 66 millones de años, creando un cráter de 180 kilómetros de diámetro y 20 kilómetros de profundidad. El cráter, el segundo más grande del planeta que haya sido confirmado, fue descubierto por los geofísicos Glen Penfield y Antonio Camargo en 1978 durante unas prospecciones de la petrolífera mexicana PEMEX. La presencia de fragmentos cristalizados fue asociada al impacto explosivo de una roca espacial durante la misma época en que se producía la extinción masiva que marcó el final del periodo geológico Cretácico y el principio del Paleógeno.

El año anterior, en 1977, el geólogo Walter Álvarez y su equipo habían realizado estudios geológicos en la localidad italiana de Gubbio. En el nivel correspondiente al final del Cretácico encontraron una capa de 1 centímetro de grosor de material que contenía una concentración de iridio mucho mayor a la cantidad promedio hallada en la corteza terrestre. Su hipótesis fue que se había producido un vertido instantáneo de este elemento químico desde la atmósfera debido al impacto de un objeto de unos 10 kilómetros, que habría creado un cráter de entre 150 y 200 kilómetros de diámetro en algún lugar del planeta. Tras el descubrimiento de Penfield y Camargo, Álvarez y sus colaboradores comenzaron a atribuir el enriquecimiento en iridio al objeto que cayó en México.

¿Asteroide o cometa?

La naturaleza del cuerpo impactante ha sido tema de debate en los últimos años. Mientras que la mayoría de los científicos piensa que se trató de un asteroide o un fragmento (ciertamente grande) de un asteroide, algunas voces críticas, como las de los astrofísicos de la Universidad de Harvard Amir Siraj y Avi Loeb (Siraj & Loeb, 2021), defienden que en realidad pudo tratarse de un cometa de periodo largo (unos 200 años) procedente de la Nube de Oort, que se rompió al acercarse al Sol. Uno de los fragmentos sería el cuerpo impactante creador de Chicxulub.

A pesar de las discrepancias entre los científicos, la composición química encontrada en el lugar parece que encaja mejor con la de un asteroide de tipo condrita carbonácea CM o CR, es decir, un asteroide con abundante carbono y gran cantidad de agua, como los que pudieron aportar una fracción del agua que contienen los océanos terrestres.

Asumiendo que, efectivamente, se trató de un asteroide, los investigadores han barajado diversas hipótesis sobre el origen del mismo. Inicialmente se pensó que podría haber sido el resultado de una colisión masiva, en la región interior del Cinturón de Asteroides, que creó el asteroide Baptistina (Bondre, 2007) de 170 km de diámetro, junto con numerosos fragmentos más pequeños cuyas órbitas pudieron acabar cruzando las de los planetas terrestres, teniendo así la posibilidad de chocar con ellos. Sin embargo, un estudio conducido con datos del satélite WISE en 2011 fechó la colisión en hace solo 80 millones de años, por lo que no hubo tiempo suficiente como para que uno de esos fragmentos chocara con la Tierra hace 66 millones de años.

La hipótesis más reciente (Nesvorný, Bottke y Marchi, 2021) es que se trató de un asteroide que probablemente residía en las regiones exteriores del Cinturón de Asteroides, del tipo condrita carbonácea, como hemos apuntado antes.

Un impacto primaveral

Y, aunque la fecha exacta de su caída se desconoce, un equipo de científicos afirmó recientemente, en un estudio publicado en la revista Nature (During et al., 2022), que el impacto se produjo durante la primavera del hemisferio norte. Estos investigadores examinaron fósiles en Dakota del

Norte, un lugar suficientemente cercano a la península de Yucatán hace 66 millones de años como para que se sintieran con fuerza los efectos de la colisión. Por los patrones de crecimiento observados en los restos óseos fósiles de peces, los científicos determinaron que habían muerto en un momento en que su crecimiento se aceleraba debido a una mayor abundancia de comida disponible, algo que cabría esperar que ocurriera precisamente en primavera.

¿Cayó el meteorito de Chicxulub en primavera?

Los restos fósiles de peces hallados en Dakota del Norte sugieren que el meteorito responsable del cráter de Chicxulub cayó a principios de la primavera del hemisferio norte. En la imagen, la ola del tsunami producido por el impacto arrastra a los peces y está a punto de llevarse un dinosaurio por delante.

Adaptación de una ilustración de Joschua Knüppe
(National Geographic).



Resumiendo

Está razonablemente bien demostrado que un meteorito originado en un asteroide (o quizás un cometa), de unos 10 kilómetros de diámetro, impactó contra la península de Yucatán en la época correspondiente a la gran extinción en masa que marca el paso del Cretácico al Paleógeno, hace 66 millones de años.

La pregunta que nos podemos de hacer ahora es: ¿fue este meteorito el responsable necesario y/o suficiente de la extinción masiva? Porque esta cuestión, aparentemente inocua, ha sido fuente de violentos enfrentamientos durante más de 40 años entre equipos de científicos que defienden hipótesis contrarias. Vamos a intentar dar una respuesta breve aquí, aunque sin ánimo de entrar en la polémica. Para una discusión más detallada, les recomiendo que lean el capítulo 11 del libro "The Reinvention of Science" (Jones, Martínez, & Trimble, 2023).

¿Fue el impacto de Chicxulub necesario para que se produjera la extinción del final del Cretácico?

En la Tierra, a fecha de 2019, han sido confirmados 190 cráteres de impacto¹. De ellos, cinco tienen un diámetro de 100 kilómetros o mayor. El récord lo ostenta el cráter Vredefort (Sudáfrica, 280 kilómetros cuando se originó), siendo el de Chicxulub el segundo en tamaño, como hemos mencionado más arriba.

Por otro lado, a lo largo de la historia de la vida en nuestro planeta se han producido diversas extinciones, aunque solo cinco son consideradas "mayores", definidas como aquellas que provocaron la desaparición de más del 75% de las especies terrestres en menos de 2 millones de años: la del final del Ordovícico (hace 444 millones de años), la del final del Devónico (hace 360 millones de años), la del final del Pérmico (hace 250 millones de años), la del final del Triásico (hace 200 millones de años) y la que condujo al final del Cretácico (hace 66 millones de años).

Pero solo una de las grandes extinciones ha sido relacionada con un impacto concreto: la del final del Cretácico con el impacto en Yucatán.

¹ Datos de Earth Impact Database (Universidad de Brunswick, Canadá). http://www.passc.net/EarthImpactDatabase/New%20website_05-2018/Index.html

Según David Bond y Stephen Grasby (2017) en un trabajo sobre las causas de las extinciones masivas, "la ausencia de conexiones temporales convincentes entre impactos y extinciones, exceptuando la del final del Cretácico, sugiere que los impactos no son las causas principales de las extinciones".

Las cinco mayores extinciones masivas de la Tierra

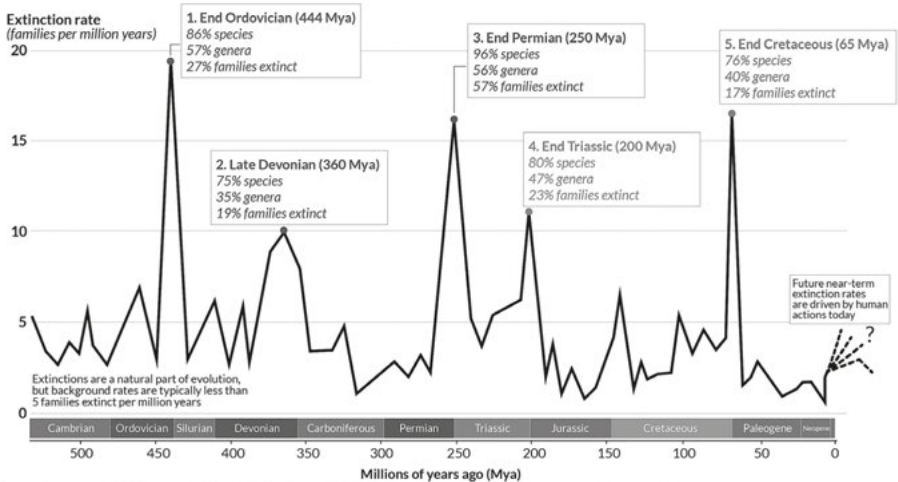
En esta gráfica podemos identificar las cinco mayores extinciones masivas que se han producido en la Tierra. En el eje X se indica la época en que ocurrieron (en millones de años hacia el pasado); en el eje Y, se muestra el ritmo de extinción (en número de familias desaparecidas por millón de años).

Fuente: OurWorldinData.org.

'Big Five' Mass Extinctions in Earth's History

A mass extinction is defined by the loss of at least 75% of species within a short period of time (geologically, this is around 2 million years).

Our World
in Data



Sources: Barnosky et al. (2011); Howard Hughes Medical Institute; McCallum (2015). Vertebrate biodiversity losses point to a sixth mass extinction.

OurWorldinData.org - Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie.

¿Fue el impacto suficiente como para impulsar él solo una extinción masiva?

Esta pregunta es de difícil respuesta porque no se conocen bien los efectos que un gran impacto puede tener ni cómo afectaría en detalle a la biosfera. Se estima que el meteorito de Chicxulub pudo generar tsunamis de más de 45 metros de altura e incendios instantáneos en un radio de 2500 kilómetros. Los registros fósiles indican una gran desaparición de

animales y vegetales llegando hasta los estados de Dakota del Norte y del Sur, y Montana, en los Estados Unidos.

¿Pero qué efectos tuvo a nivel global? Las extrapolaciones a todo el planeta se han hecho en base a modelos de explosiones nucleares y no datos reales. No existen pruebas de que se produjera un "invierno nuclear" y es un hecho que las plantas sobrevivieron en la mayor parte del planeta, por lo que la imagen de los dinosaurios muriendo de hambre por la falta de alimento no es cierta. Además, el registro fósil indica que las extinciones de las distintas especies tuvieron lugar durante un periodo prolongado de tiempo debido a un lento proceso de cambio climático que empezó 350 000 años antes del final del Cretácico.

La teoría de los impactos múltiples

En 1994 tuvimos ocasión de contemplar cómo el cometa Shoemaker-Levy 9 se estrellaba contra el planeta Júpiter. Al ir acercándose, las fuerzas de marea hicieron que se rompiera en diversos fragmentos, que fueron precipitándose secuencialmente sobre la atmósfera del gigante de gas a lo largo de un paralelo en el hemisferio sur. ¿Pudo ocurrir algo similar en la Tierra hace 66 millones de años?

Esta intrigante hipótesis, llamada la "teoría de los impactos múltiples" por razones obvias, se apoya en el descubrimiento de otros dos cráteres de impacto coetáneos al de Chicxulub y que podrían estar relacionados con dicho evento. La probabilidad de que tres objetos de gran tamaño colisionen contra la Tierra es, afortunadamente, ínfima. Pero podría ser que un solo objeto se hubiera fragmentado por el camino o en la propia atmósfera terrestre, dividiéndose en (al menos) tres grandes trozos que provocaron otras tantas colisiones en distintos puntos del planeta.

Los cráteres en cuestión son el cráter Shiva (en la costa de Bombay, India) y el cráter Nadir (en la costa de Guinea).

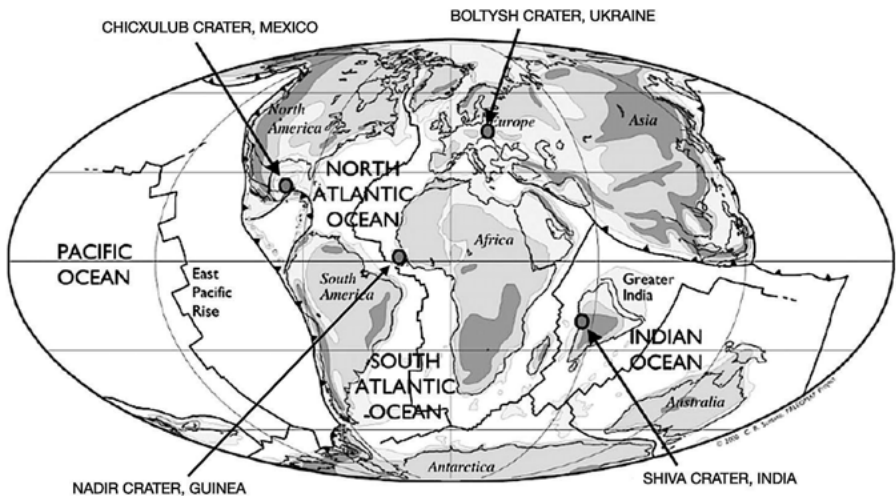
El cráter Shiva (Chatterjee et al., 2016) es enorme y, de confirmarse que fue creado por un impacto extraterrestre y no por causas geológicas, sería el mayor del planeta con unos 600 kilómetros de largo por 400 kilómetros de ancho. Su forma alargada podría deberse a que el impacto se produjo con un ángulo de incidencia pequeño del cuerpo impactante, además de que su aspecto habría podido cambiar bastante desde que

se originó, hace 65 millones de años, debido a la expansión del fondo oceánico. El meteoro debió de tener unos 40 kilómetros de diámetro (cuatro veces mayor que el de Chicxulub). El impacto habría exacerbado la ya intensa actividad volcánica existente en la región de los traps del Deccan en aquel periodo, sobre la que hablaremos más adelante.

El cráter Nadir (Nicholson et al. 2022) es mucho más modesto pues solo tiene 9 kilómetros de diámetro. Está situado, actualmente, a unos 400 kilómetros de la costa de Guinea, en África occidental. El cuerpo impactante debió de tener un tamaño de unos 400 metros de diámetro. Data de hace 66 millones de años, como Chicxulub.

Grandes cráteres de impacto en la Tierra del periodo final del Cretácico

En este mapa vemos cuatro impactos que se produjeron hace entre 66 y 65 millones de años. Tres de ellos siguen una misma línea, sugiriendo la intrigante posibilidad de que pudieran estar relacionados entre sí. Imagen adaptada de Chatterjee et al., 2016.



Dependiendo de cuánto nos fijemos de las dataciones de estos impactos (la de Chicxulub ha cambiado recientemente de 65 millones a 66 millones de años), podrían haber estado relacionados o no. El hecho de que el cráter Shiva parezca ser un millón de años más joven que los otros dos, de hecho, lo coloca más cerca de la desaparición de los dinosaurios que el propio cráter de Chicxulub.

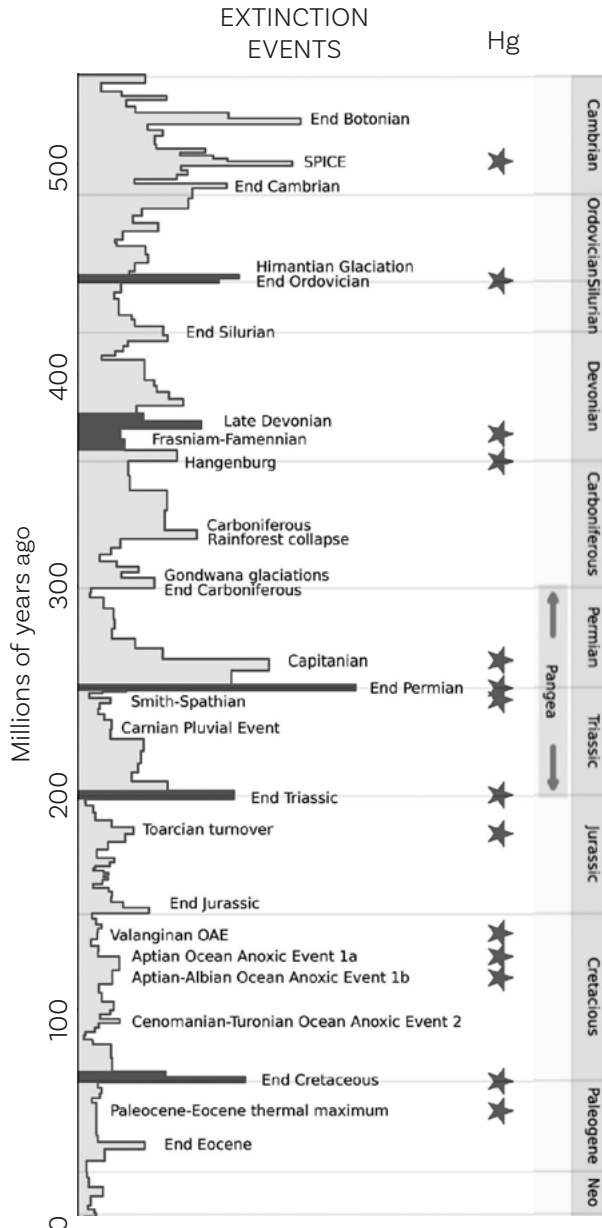
Extinciones y actividad volcánica

Al contrario de lo que ocurre con los impactos de meteoritos, existen una serie de factores que siempre parecen relacionados con las extinciones, ya sean grandes o pequeñas. Estos son la tectónica de placas y, conectada con ella, la aparición de actividad volcánica intensa en grandes regiones del planeta. En particular, en la época del final del Cretácico, el subcontinente indio sufría las erupciones volcánicas que llevaron a la creación de los traps del Deccan, una enorme formación ígnea compuesta por varias capas de lava basáltica solidificada, de 2 kilómetros de altura y una superficie de 500 000 kilómetros cuadrados.

Esta actividad volcánica habría emitido a la atmósfera gases tóxicos como mercurio, carbono y dióxido de azufre, lo que pudo contribuir a la destrucción de la capa de ozono, permitiendo que una mayor cantidad de radiación ultravioleta del Sol llegara hasta los seres vivos de la superficie terrestre, dañando su ADN, y que además se produjeran precipitaciones generalizadas de lluvia ácida. De hecho, hay una clara correlación entre picos de emisión de mercurio por actividad volcánica y periodos de extinción (Bond & Grasby, 2017).

Extinciones y picos de emisión de mercurio

Esta gráfica muestra la relación entre picos de intensidad volcánica y de emisión de mercurio (marcada por las estrellas) a la atmósfera.
Imagen adaptada de la figura 8 de Bond & Grasby (2017).



El estudio de los traps del Deccan indica que la actividad volcánica en esta enorme región se remonta a 350 000 años antes del final del Cretácico, lo que pudo provocar una acumulación gradual de gases tóxicos y ceniza en la atmósfera. El pulso volcánico más intenso se produjo hace 66 millones de años, coincidiendo con Chicxulub. Los efectos nocivos de la actividad volcánica estuvieron presentes durante cientos de miles o incluso millones de años, a diferencia de los provocados por el meteorito, que fueron más breves.

Las condiciones para la vida en aquella época en la Tierra eran, pues, bastante extremas. El cambio climático global empezó unos 350 000 años antes del fin del Cretácico, alcanzando un calentamiento máximo (3-4 °C) entre 285 000 y 200 000 años, seguidos por un enfriamiento gradual y una caída rápida de la temperatura entre 45 000 y 25 000 años antes del fin del Cretácico. Durante los últimos 25 000 años se produjo una serie de erupciones paroxísmicas (la nube eruptiva alcanza una altura de más de 25 km) en los traps del Deccan, que provocaron una intensificación en las emisiones de gases tóxicos, un calentamiento hipertérmico (calentamiento repentino, a escalas de tiempo geológico, de un planeta), y una acidificación y aumento de la toxicidad del océano, provocando la intensificación del cambio climático y una rápida extinción en masa desde unos 1000 años antes del final del Cretácico (Keller et al. 2020).

¿Coincidencia o relación causal?

¿Hubo alguna relación de causalidad entre el impacto y el vulcanismo? Pues no lo sabemos. Que coincidieran en el tiempo no implica que uno afectara al otro. Hay casualidades notables en la naturaleza, como el hecho de que el tamaño angular aparente de la Luna y el Sol sea el mismo visto desde la Tierra, lo que nos permite disfrutar de eclipses totales de Sol y estudiar la corona solar cuando se producen.

Una cuestión polémica

La cuestión de si el impacto de Chicxulub fue el responsable principal de la extinción de los dinosaurios ha dividido a la comunidad científica desde los años 80 del siglo pasado, dejando ejemplos poco edificantes que han llegado al intercambio de insultos y duras descalificaciones. Por un lado, en general los físicos y geólogos han sido los más favorables a

esta hipótesis, mientras que los paleontólogos han preferido la opción del vulcanismo.

En las últimas décadas podríamos hablar de la facción de los "salomónicos": aquellos que piensan que ambos fenómenos contribuyeron de un modo u otro a la extinción que dio carpetazo al Cretácico e inauguró el Paleógeno.

Conclusiones

A la vista de todo lo que se ha expuesto en este artículo, podemos afirmar que prácticamente todo el mundo está de acuerdo en que un meteorito cayó sobre la Península de Yucatán y creó el enorme cráter de Chicxulub, hace unos 66 millones de años. Alrededor de la misma época hay pruebas de que la actividad volcánica en la Tierra era extremadamente intensa, sumando sus efectos a los de un proceso de calentamiento gradual y cambio climático que se había iniciado 350 000 años atrás.

Sin embargo, aún no existen pruebas definitivas acerca de una hipotética relación causal entre el impacto y una intensificación del vulcanismo que pudiera haber llevado a los dinosaurios a la tumba. Para establecerla será necesario conocer mejor la frecuencia y los efectos de los impactos de grandes meteoritos, además de disponer de una mejor comprensión de los registros históricos de la actividad ígnea.

Podemos, pues, concluir en la línea del veredicto "salomónico": ambos fenómenos contribuyeron en mayor o menor medida a provocar la quinta extinción masiva de la vida en la Tierra, la que permitió que los pequeños mamíferos empezaran a conquistar el planeta y, entre ellos, nuestros antepasados.

Bibliografía

- BOND, D.P.G., GRASBY, S.E. (2017). "On the causes of mass extinctions", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 478, 3-29. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2016.11.005>.
- BONDRE, N. (2007). "Deadly projectiles", *Nature Geoscience*. <https://doi.org/10.1038/ngeo.2007.2>
- CHATTERJEE, S., GUVEN, N., YOSHINOBU, A., DONOFRIO, R. (2006). "Shiva structure: a possible KT boundary impact crater on the western shelf of India", *Special Publications of the Museum of Texas Tech University*: 50.

DURING, M.A.D., SMIT, J., VOETEN, D.F.A.E. et al. (2022). "The Mesozoic terminated in boreal spring", *Nature* 603, 91-94. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04446-1>

EVATT, G.W., SMEDLEY, A.R.D., JOY, K.H., HUNTER, L., TEY, W.H., ABRAHAMS, I.D., GERRISH, L. (2020). "The spatial flux of Earth's meteorite falls found via Antarctic data", *Geology* 48 (7): 683-687. <https://doi.org/10.1130/G46733.1>

JONES, B, MARTÍNEZ, V.J., TRIMBLE, V. (2023). "The Reinvention of Science", en *World Scientific*. <https://doi.org/10.1142/q0394>

KELLER, G., MATEO, P., MONKENBUSCH, J., THIBAUT, N., PUNEKAR, J., SPANGENBERG, J.E., ABRAMOVICH, S., ASHCKENAZI-POLIVODA, S., BLAIR SCHOENE, EDDY, M. P., SAMPERTON, K.M., KHADRI, S.F.R., ADATTE, T. (2020). "Mercury linked to Deccan Traps volcanism, climate change and the end-Cretaceous mass extinction", *Global and Planetary Change*, 194, 103312. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103312>.

NESVORNÝ, D., BOTTKE, W.F., MARCHI, S. (2021). " Dark primitive asteroids account for a large share of K/Pg-scale impacts on the Earth", *Icarus*, 368, 114621 <https://doi.org/10.1016/j.icarus.2021.114621>

NICHOLSON, U., BRAY, V.J., GULICK, S.P.S., ADUOMAHOR, B. (2022). " The Nadir Crater offshore West Africa: A candidate Cretaceous-Paleogene impact structure", *Science Advances*, 8, 33 DOI: 10.1126/sciadv.abn3096

SIRAJ, A., LOEB, A. (2021). " Breakup of a long-period comet as the origin of the dinosaur extinction", *Scientific Reports*, 11, 3803. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-82320-2>

La tradición naturalista de la Universitat de València: El museo de historia natural

Anna García Forner

*Directora del Museo de la
Universitat de València de
Historia Natural (MUVHN)*

José A. Villena Gómez

*Técnico superior de
Colecciones científicas del MUVHN*

Introducción

Pocas entidades hay históricamente tan polifacéticas como los museos. Creados originariamente como centros de ciencia y enseñanza solo para privilegiados, han ido evolucionando, diversificando y adaptándose a las modas durante los más de 2300 años de existencia. Lo que sí parece una constante en su línea evolutiva, con algunas excepciones, es que estas instituciones se crean en torno a unas colecciones que lo dotan de entidad, y que el conocimiento que se genera a partir de ellas debe ser accesible a la sociedad en general.

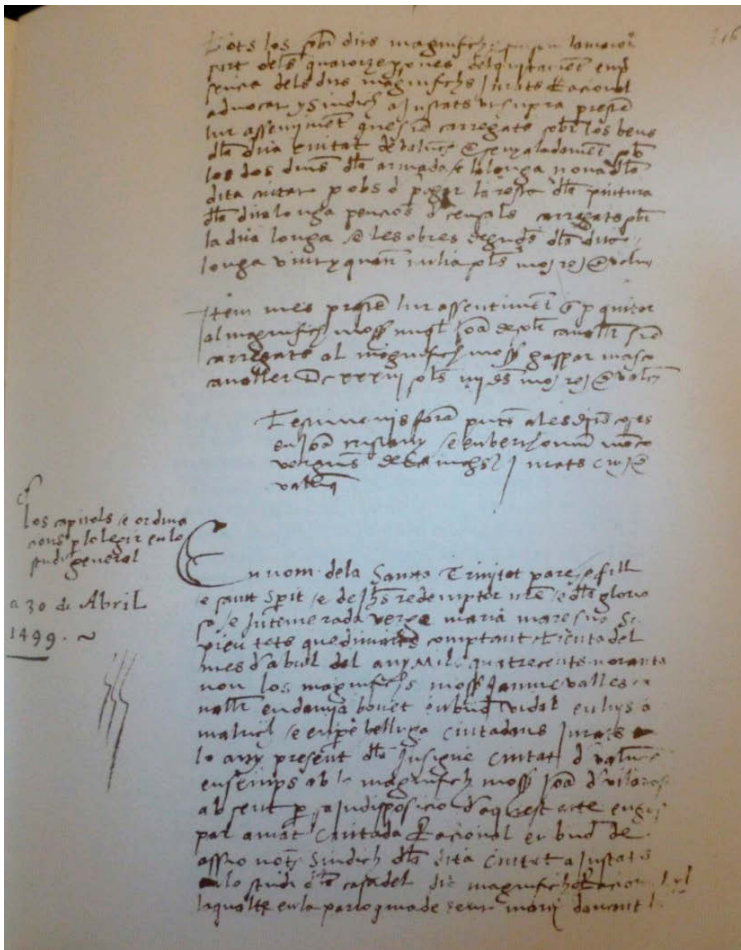
En la actualidad, las definiciones más aceptadas para la palabra Museo recogen la idea original de *Museion* y *Serapeion* de Alejandría, y es en este aspecto, donde los museos universitarios pueden jugar un papel muy importante dado que pueden ser un medio de comunicación social de excelencia y tener una gran repercusión para la comunidad en general (Peñuelas i Reixach, LL., 2008). La puesta en valor del patrimonio abarca desde su investigación científica hasta su divulgación; la calidad y diversidad del conocimiento que aporta ese patrimonio será el que le dé ese “valor”.

Antecedentes

Los museos universitarios, nacen con un mismo patrón, la generación de colecciones destinadas a la investigación y a la docencia universitaria.

En este contexto, podemos remontar el origen del Museu de la Universitat de València d'Història Natural (MUVHN), al nacimiento de la propia Universidad de Valencia, a finales del siglo XV (García-Forner, A., 1999; Benito Goerlich, D., 2008; Mora Castro, A.J., 2017).

Folio primero de las Constituciones fundacionales de la Universidad Literaria de Valencia de 30 de abril de 1499.



La enseñanza de las Ciencias Naturales conlleva una relación directa con los objetos de estudio. Hablamos de objetos y elementos que forman parte de la Naturaleza, cuya enseñanza y aprendizaje hace tan imprescindible salir al campo para reconocerlos “in situ” como recolectarlos para su enseñanza en las aulas por tratarse de material procedente de zonas de difícil acceso, lugares lejanos, extraído para evitar su desaparición, o de excavaciones científicas.

Desde entonces, y durante todos esos siglos de historia se va haciendo acopio de ejemplares y colecciones de historia natural de la Universitat, fruto de la acción docente e investigadora.

Durante el siglo XIX se produce en España un incremento de los estudios de ciencias a nivel nacional y un nuevo planteamiento en el ámbito científico que contribuirían a normalizar la presencia de las ciencias en las aulas. Dentro de este contexto de auge de las ciencias naturales y la creación de gabinetes para su estudio y difusión, la Universidad de Valencia, por iniciativa de D. Ignacio Vidal y Cros, primer titular de la Cátedra de Mineralogía y Zoología, en 1842, se crea el Museo-Gabinete de Historia Natural de la Universidad Literaria de Valencia; en dicho proyecto se involucraron también los principales naturalistas de la época, entre ellos algunos tan ilustres como Eduardo Boscá, Rafael Cisternas, José Pizcueta i Donday, José Royo Gómez o Juan Vilanova i Piera, convirtiéndose en poco tiempo en el centro investigador de mayor relieve de la ciudad de Valencia (Domínguez, y Domingo, 1999; Catalá Gorges, 2000; Navarro y Catalá, 2000). Se conoce también el descubrimiento y aporte de los primeros restos de Dinosaurios de la Península Ibérica y que fueron realizados en Morella (Castellón) por el Nicolás Ferrer y Julve (Médico de la UV y que con posterioridad sería rector)¹ y en Benagéber² (Valencia), por el farmacéutico y también naturalista Ramón Trullenque Esteve (Trullenque, 2019) y que serían estudiados después por los naturalistas anteriormente citados. (Royo, 1925a, 1925b, 1926a, 1926b, 1926c y 1927).

El Gabinete estaba ubicado en la planta principal del ala sur del edificio histórico de la Universidad, actual Centro Cultural *La Nau*.

¹ Vilanova y Piera, J. (1872). Compendio de Geología. Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro, Madrid, 588 p.

² Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Tomo XV- Sesión marzo 1915. pp 103-104 y sesión del 3 de febrero 1915. Pp 135.

Vista del claustro mayor de la Universitat de València con la cristalera del Museo de Historia Natural en primera planta, inicios del siglo XX.



Los testimonios de distintos autores permiten asegurar que, a comienzos del siglo XX, contenía colecciones notables de vertebrados, concretamente de peces, anfibios, reptiles y aves. El número de vitrinas se estima que superaba las 120.

Vista del interior del museo de Historia Natural con el gran esqueleto de ballena hallada en 1861. Fotografía de principios del siglo XX.



Estuvo activo y fue enriqueciendo sus fondos hasta que, el 12 de mayo de 1932, se produjo un devastador incendio que hizo desaparecer la gran mayoría de sus colecciones. De aquella catástrofe solamente pudieron rescatarse, con riesgo personal, algunos ejemplares zoológicos y botánicos que la Universitat había ido recopilando a lo largo de varios siglos, pero la mayoría de los fondos, entre ellos la totalidad de los geológicos y paleontológicos, se perdieron irremediabilmente.³

Fotos del Incendio 12 de mayo de 1932: a) Cúpula observatorio astronómico en llamas; b) Claustro mayor de la Universitat de València con la cristalera del Museo de Historia Natural al fondo (ver Figura 2); c) Vista de del interior del museo de Historia Natural con el gran esqueleto de ballena tras el incendio (ver imagen 3).



³ 1932-05-13 - Heraldo de Madrid - Incendio en la Universidad de Valencia
1932-05-13 - La Correspondencia - El violento incendio de anoche en la Universidad
1932-05-14 - Heraldo de Madrid - El incendio de la Universidad de Valencia
1932-05-14 - La Correspondencia de Valencia - Después del incendio en la Universidad
1932-05-14 - ABC-Del Incendio de la Universidad de Valencia-Otros detalles del siniestro

A pesar de los esfuerzos de reconstrucción del museo que tuvieron lugar tras el siniestro (donaciones múltiples tanto de particulares como de instituciones a nivel nacional e internacional), el panorama político de la época, con fechas muy cercanas a la Guerra Civil Española, seguramente no propició este proyecto.

Noticias de prensa: a) 1932-05-14 "Las provincias";
b) 1932-05-14 Diario "Ahora"



b) 1932-05-14 Diario “Ahora”



Los escasos ejemplares supervivientes al incendio, se fueron incorporando a los diversos departamentos de investigación y ampliando con el consiguiente material que provenía de los diferentes proyectos, tesis y tesinas que se realizaron en años posteriores. Con el tiempo, la Universitat volvió a disponer de importantes fondos científicos en sus diferentes colecciones, pero la idea de recuperación de un proyecto museístico en el que reunir las no se retomó, al menos de forma oficial, hasta años recientes.

La iniciativa parte del Departamento de Geología, que, en 1992 promueve la creación de una plaza de Técnico con dedicación exclusiva a la organización de sus fondos acopiados con posterioridad al incendio y con ello se consigue que en 1996 las colecciones del Departamento de Geología sean declaradas oficialmente por la Generalitat Valenciana como Museo Reconocido: “Museo de Geología de la Universitat de València (MGUV)”.⁴

A partir de ese momento, se lleva a cabo una etapa fundamentalmente de inventariado de las colecciones, registro estandarizado, organización de los fondos y adecuación de una exposición permanente que sirviera de complemento a las asignaturas del Departamento.

Desde un inicio, el Museo se ubicó dentro del Departamento de Geología, y la sala expositiva contaba con una superficie aproximada de 120 m². Los fondos no expuestos se almacenaban en espacios accesorios dentro del propio departamento.

Sala de exposición permanente del antiguo Museo de Geología de la Universitat de València, 1998.



⁴ Resolución de 26 de febrero de 1996. DOGV num 2.742 de 07/05/1996 [96/2702].

Poco a poco, el MGUV se convirtió en el Centro Oficial de depósito de Bienes Muebles tanto en materia de geología y paleontología como de otros elementos relacionados con la Ciencia y la Historia Natural, de manera que el patrimonio científico y natural de la Universitat de València se vio enriquecido de manera continuada en los últimos años. Entre sus funciones de obligado cumplimiento como museo se contemplaban las de conservación, mantenimiento, investigación e inventario de los ejemplares que componían sus colecciones, poniéndolas a disposición de los investigadores interesados (con la creación y gestión de una Tipoteca con los ejemplares de referencia científica); y actuar como un centro de divulgación científica, realizando exposiciones, talleres y programas destinados tanto al entorno universitario como al público en general. Esto hizo que la actividad del museo se viera notablemente incrementada y también sus fondos, fundamentalmente paleontológicos producto de los depósitos de las excavaciones paleontológicas promovidas por la Universitat.

Este crecimiento, tanto en fondos como en actividades, se produce paralelamente a una reestructuración espacial y organizativa de la Universidad, de manera que se hace imprescindible una reubicación de las dependencias del museo. Conscientes del patrimonio científico custodiado y del potencial divulgador de estas colecciones, se comienza a desarrollar un proyecto museístico que tenga en cuenta las necesidades de las colecciones y de las funciones a realizar como museo. Al mismo tiempo, la Universitat se responsabiliza de la custodia de una importante colección de historia natural procedente de las Escuelas San José-Jesuitas de Valencia con más de 16.000 ejemplares.

Todo ello pone de relieve el rico y valioso patrimonio científico que se ha generado en la Universitat y que se encuentra disperso en multitud de departamentos, despachos y laboratorios.

Los materiales que se vienen depositando en dicho centro, son cada vez más heterogéneos tanto en procedencia como en composición, por lo que la descripción de sus fondos corresponde de una manera más amplia a la de un Museo de Historia Natural.

Es por ello que, desde la Universitat de València, se plantea la iniciativa de reunir todas estas colecciones en un único espacio, aprovechando y optimizando recursos. De este modo, el Museo de Geología de la Universitat

de València quedó reconvertido en Museu de la Universitat de València d'Història Natural, siendo reconocido por la Universitat de València (Acord Consell de Govern UV 22 de diciembre de 2016) y por la Consellería de Educación, Investigación y Cultura de la Generalitat Valenciana.⁵

2. El Nuevo Museo de Historia Natural

El MUVHN, que se inauguró el 15 de febrero del año 2018, es una nueva institución de la Universitat de València en donde se reúnen, en un único espacio, los elementos más relevantes de sus colecciones científicas, con cientos de miles de ejemplares. Se ofrece este ingente patrimonio cultural y científico a la sociedad valenciana y el museo se convierte en un espacio de investigación y formación para la comunidad universitaria y el público en general (noticia prensa UV, 2018).⁶

Imagen de uno de los momentos durante el acto de inauguración del Museo 15/02/2018.



⁵ RESOLUCIÓN de 12 de abril de 2017 (DOGV núm. 8025/24.04.2017).

⁶ <https://www.uv.es/uvweb/cultura/ca/lLista-activitat/uv-hn-museu-universitat-valencia-div-historia-natural-/div-1285871673078/Activitat.html?id=1286032093616>

La denominación de **Museo de la Universitat de Valencia de Historia Natural** pretende dar cabida y entidad a la diversidad de bienes que custodia, no ser un simple almacén de colecciones, sino convertirse en un centro que de manera continua recopila documentación e información científica y técnica, para su difusión, tanto para el gran público como para los especialistas; creando un espacio propicio para reuniones, conferencias, coloquios y debates sobre temas científicos de actualidad. Ser un espacio de dinamización y comunicación cultural y científica mediante la puesta al día y el uso de nuevas tecnologías que incite a la curiosidad y promueva la exploración y el aprendizaje de los visitantes de todas las edades.

2.1. Objetivos

Los propósitos principales del MUVHN son, además de gestionar y conservar las colecciones científicas patrimonio de la UV, los de estimular, investigar, promover, documentar y respaldar actividades que potencien la transferencia de conocimiento entre la universidad y la sociedad impulsando el desarrollo sostenible y el respeto y la protección de nuestro entorno.

Con el fin de dar a conocer a la sociedad los numerosos contenidos y avances que las ciencias naturales ofrecen en la actualidad, son necesarias unas herramientas de divulgación adecuadas. Es por ello por lo que las exposiciones, publicaciones, organización de cursos, talleres, eventos y todas aquellas actividades que favorezcan la comunicación y participación del público en general mediante las iniciativas de nuestra institución, son también prioridades relevantes en los fines del museo.

Ha de considerarse que la tipología de esta institución es, en cuanto a sus contenidos, un museo de historia natural, pero en cuanto a su organización administrativa se trata de un museo universitario. Como tal, no sólo debe apoyar las docencias impartidas en las facultades de ciencias de la Universitat de València, sino también gestionar las colecciones científicas que en la actualidad se organizan en los diferentes centros, departamentos e institutos de la universidad. Estas colecciones se crean y amplían en torno a equipos y proyectos de investigación financiados por entidades públicas y/o privadas. Por lo general, son mantenidas e incrementadas a lo largo del tiempo por el propio grupo de investigación, siendo, uno de los objetivos principales del museo el dar soporte a estas colecciones científicas y a estos investigadores para que este patrimonio

pueda preservarse y gestionarse de manera adecuada.

Por este motivo, nuestra institución pretende convertirse en un centro donde acoger, si se requiere, y dónde coordinar las actividades de conservación, gestión y documentación de todos los fondos en materia de historia natural de la Universitat de València; y en una plataforma de encuentro, comunicación y divulgación de sus contenidos, planteándose como un medio de comunicación social de excelencia, facilitando el acceso a todos los públicos, creando espacios apropiados para escuchar, discutir y opinar sobre acontecimientos de relevancia histórica y actual, lo que puede generar un gran impacto en nuestra sociedad.

El museo representa la oportunidad para emplazar la totalidad de todas las colecciones, de un gran valor científico y patrimonial, en la categoría y nivel que les corresponde. Por tanto, es necesaria una comunicación, colaboración y reciprocidad entre el personal de este nuevo organismo y los diversos grupos de investigación que hoy gestionan las diferentes y numerosas colecciones de la institución. En este sentido, el Museo se constituye como una unidad de cohesión, de participación y asesoramiento, y su equipo de profesionales se emplaza a disposición de esta iniciativa.

El Patrimonio Natural y Científico de la Universitat de València lo componen actualmente alrededor de 35 colecciones agrupadas en las diversas disciplinas de las Ciencias Naturales: Botánica, Zoología, Geología, Paleontología y otras ciencias afines como microbiología, astronomía, etc. (García-Forner, A. ed., 2019).

2.2. Colecciones

El MUVHN cuenta con colecciones propias, cuya conservación, incremento y gestión dependen exclusivamente de su personal. Entre ellas, merece destacar las colecciones históricas de la Universitat, compuestas principalmente por elementos zoológicos taxidermizados, muchas de ellas supervivientes del incendio que asoló el antiguo Gabinete de Historia Natural. También, las colecciones de Geología y Paleontología que albergaba el antiguo Museo de Geología situado en la Facultad de Biología y nuevas colecciones (de composición heterogénea) resultado de adquisiciones recientes fruto de donaciones particulares y cesiones mediante convenios. Estas últimas, de temáticas muy diferentes, comprenden desde minerales y fósiles a colecciones entomológicas y de vertebrados superiores.

Colecciones a destacar de los fondos del MUVHN:

Colección Histórica de Vertebrados taxidermizados

Podríamos considerarla como la colección patrimonial científica de carácter histórico más importante de la institución, al incluir elementos que ya aparecen reflejados en los catálogos de 1850⁷ y 1853⁸. Corresponden a ejemplares taxidermizados, en su mayoría aves y mamíferos, aunque incluye también una pequeña representación de reptiles y peces. Todos formaban parte de la colección original que se exponía en el antiguo Gabinete de Historia Natural, que ocupó una estancia del edificio histórico de La Nau, sede original de la Universitat. El incendio de 1932 asoló todas las estancias y destruyó gran parte de los especímenes. A partir de entonces, a esta se colección se le añadieron otros ejemplares que procedían de donaciones diversas, adquisiciones propias de la Universidad y de muestras preparadas a propósito para integrarse en la misma colección universitaria. Entre las piezas más singulares podemos destacar aquellas preparadas por el taxidermista José María Benedito Mendoza, que trabajó para la Universidad durante el último tercio del siglo XIX.

Algunos ejemplares taxidermizados, rescatados del incendio de 1932 e incorporados al nuevo MUVHN.



⁷ Catálogo de los Minerales y Animales existente en el Gabinete de Historia Natural de la Universidad Literaria de Valencia. 13 de julio de 1850. BH Ms. 0969. < https://weblioteca.uv.es/cgi/view.pl?source=uv_ms_0969 > [En línea. Fecha de consulta 10/10/23].

⁸ Catálogo de las especies animales y minerales que contiene el Gabinete de Mineralogía y Zoología de la Universidad Literaria de Valencia. 31 de diciembre de 1853. BH Ms. 0970. < https://weblioteca.uv.es/cgi/view.pl?source=uv_ms_0970 > [En línea. Fecha de consulta 10/10/2023].

Colección del Museo de Ciencias Naturales Padre Ignacio Sala, S.J.

La colección consta de más de 16.000 ejemplares, de todos los grupos taxonómicos de organismos y disciplinas (animales, pliegos de plantas, minerales, fósiles, instrumentos científicos, modelos didácticos, entre otros). Esta colección fue adscrita por convenio a los fondos patrimoniales del MUVHN, mediante sucesivos acuerdos con la Delegación Provincial de la Compañía de Jesús, desde el año 2006. Se trata, en su origen, de una colección docente para apoyar las enseñanzas de ciencias en el centro escolar, y que posteriormente fue incrementándose, logrando reunir una magnífica colección de ejemplares y piezas de historia natural que, al margen de su papel docente, fueron organizadas en un Museo que en 1993 se inauguró como el Museo de Ciencias Naturales P. Ignacio Sala, S.J. No obstante, el traslado de las instalaciones docentes a un nuevo emplazamiento conllevó a que las colecciones no pudieran ser atendidas debidamente y fueron cedidas a la Universitat de Valencia en 2006. Desde ese momento, los ejemplares están a cargo del equipo de conservadores del MUVHN, que continúan hoy la catalogación, documentación y gestión de todos sus fondos.

Lámina didáctica de Pfurtscheller de la colección Padre I. Sala Jesuitas.



Colecciones de geología paleontología e instrumentos científicos

El MUVHN custodia colecciones de geología y paleontología cuyo conjunto abarca aproximadamente 60.000 ejemplares distribuidos principalmente entre fósiles, rocas y minerales. Relacionados con estos fondos también forman parte de este patrimonio científico, documentos, libros y una interesante colección de instrumentos científicos de mediados del siglo XIX y XX (García-Forner, A., 2002). Estas colecciones tienen su origen en fechas posteriores al incendio de 1932 y provienen principalmente de donaciones, investigaciones científicas o creación y adquisición de nuevas colecciones didácticas. Las colecciones de geología y paleontología depositadas en el Museo se caracterizan por poseer un importante valor científico e histórico y, en consecuencia, también un elevado interés didáctico, fruto sin duda, de la conservación y estudio científico de sus ejemplares.

Imagen de la sala de exposición permanente de Geología y Paleontología en el MUVHN.



Las colecciones paleontológicas constituyen los fondos más numerosos del museo, con cerca de 40.000 registros, donde destacan aquellas de carácter histórico como la “Colección Esperantista”, resultado de donaciones realizadas por la Sociedad Esperantista Valenciana el mismo

año del incendio con ejemplares procedentes de museos como el British Museum, siendo también muy relevantes aquellas cuyo origen son excavaciones paleontológicas realizadas principalmente en el territorio de la Comunidad Valenciana. En este sentido destacan los importantes yacimientos del Mioceno (6 millones de años) de Venta del Moro y Buñol que han aportado una diversa fauna de mamíferos con la descripción de nuevas especies. También cabe mencionar los insectos, restos de hojas y anfibios preservados en los yacimientos de conservación excepcional “Konservätt Lagerstätten” (paleolago de Rubielos de Mora, Libros, Ribesalbes o Bicorp). En cuanto al destacado grupo de los reptiles terrestres, el museo es depositario de ejemplares Cretácicos de dinosaurios saurópodos, terópodos, ornitópodos y estegosaurios, procedentes de los municipios de Alpuente, Chera o Tous. Además, en esta última localidad se han localizado restos extremadamente valiosos de reptiles voladores (pterosaurios) que son poco frecuentes en el registro fósil (Company, et al., 1999). En cuanto al periodo Triásico, el museo dispone de la mejor colección de ejemplares de este periodo en Europa, como los rastros de tortugas más antiguos a nivel europeo (237 millones de años) (Reolid, et al. 2018).

En general, las colecciones paleontológicas se encuentran organizadas en base a la función que desempeñan: colecciones docentes, de exposición, colecciones de investigación, y colecciones de reserva. Hay que destacar, además, el “Meteorito Valencia”, de gran valor científico y patrimonial (Muñoz-Sanz, et al., 1999); los últimos hadrosaurios de Europa, camellos, marsupiales, ámbar, microfósiles tremendamente útiles en reconstrucciones paleoclimáticas, por ser algunos de los elementos que nos ayudan a comprender la evolución de nuestro territorio.

Donaciones de reciente incorporación

Entran en este apartado los ejemplares o colecciones que han sido adquiridos recientemente por donaciones efectuadas por sus propietarios o familiares de estos. Todos ellos justificados por la reciente creación del MUVHN y, con él, de los medios, espacios y equipos profesionales adecuados para garantizar la conservación de estos materiales. En ocasiones, se trata de ejemplares aislados, recolectados por personal diferente de la propia Universitat de València, de instituciones públicas relacionadas con la Historia Natural, como la Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat

Valenciana, museos de temáticas distintas, etc. En otras ocasiones, colecciones reunidas por particulares que, tras la finalización de sus trabajos, por retiro o fallecimiento, se busca un lugar adecuado para conservarlas.

Donación de una colección de insectos al MUVHN
por parte de S. Martínez.



2.3. INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO

Fachada principal del MUVHN.



El Museu de la Universitat de València d'Història Natural se ubica en el campus científico de Burjassot-Paterna, entre las Facultades de Ciencias Biológicas, Físicas, Químicas y Matemáticas. El edificio, construido inicialmente como un edificio de servicios generales, albergaba la cafetería y administración general. El MUVHN ocupa, dentro de este edificio, una superficie de alrededor de 900 m², distribuidos entre la planta baja y la primera planta. El diseño museístico se planteó desde el principio teniendo en cuenta los principios básicos de un museo: conservación, investigación, docencia, exposición y divulgación.

Zona expositiva: Se encuentra en la planta baja y consta del Hall donde hay una reproducción de un Pterosaurio (*Tropeognathus mesembrinus*) a tamaño real, realizada a partir de restos originales que se encuentran depositados en el museo. Una sala a la izquierda, donde se han dispuesto las colecciones de animales taxidermizados, fundamentalmente ejemplares que fueron rescatados del incendio. Dichas colecciones se exhiben en las vitrinas originales de la época que han sido restauradas y acondicionadas. En la misma sala se pueden observar también diversos esqueletos de animales actuales montados como trabajos docentes y que sirven como ejemplares de comparación. A la derecha de la entrada, se encuentra la sala de exposición de geología y paleontología. La visita a dicha sala es un viaje por la historia de la Tierra y de la vida. Dentro de dicha sala hay un recinto donde se puede visitar “el meteorito Valencia” aprender qué son este tipo de rocas y la importancia de su estudio. La exposición de fósiles se ubica en mobiliario original, también restaurado y que permitirá entender qué son los fósiles, cómo se formaron, la historia que nos cuentan y la importancia de su estudio. Todo ello a través de recorrido temporal desde el origen de la vida hace unos 4.000 millones de años hasta nuestros días. Dentro de la misma sala, también se pueden visitar sendas colecciones de minerales y rocas, organizados de manera didáctica, así como una vitrina con minerales fluorescentes y otra con modelos cristalográficos.

El MUVHN es también un *Museo Accesible*, con esta intención, en la sala se ha habilitado una serie de cajones extraíbles con muestras originales que pueden ser “tocadas” y que constituyen un gran atractivo para todo tipo de público.

Vitrinas accesibles con ejemplares originales para tocar.



La sección de laboratorios (para la conservación e investigación), la integran cuatro salas. En la planta baja se ubica un laboratorio de restauración y preparación de materiales paleontológicos y también de escaneado e impresión 3D, visible para el público desde la entrada gracias a una pared acristalada (por tanto, comparte también función expositiva). Los otros tres laboratorios se encuentran en la planta superior: un laboratorio para la realización de moldes y réplicas, un laboratorio de restauración y preparación biológica y un laboratorio de rocas y minerales industriales. Todos estos laboratorios cuentan con las medidas de seguridad y prevención más exigentes.

Imagen del laboratorio de preparación paleontológica.



Las zonas de depósito (almacén) de los fondos no expuestos se encuentran emplazadas de acuerdo con sus necesidades. Así, la “Litoteca” alberga los ejemplares geológicos y paleontológicos. Debido al peso y el volumen que ocupan, se encuentra situada en la planta baja, donde hay también un acceso directo desde el exterior para grandes cargas. Esta sala ha sido equipada con armarios compactos que permiten un gran aprovechamiento del espacio, tan necesario en estas instituciones. El almacén de materiales biológicos “Bioteca” se encuentra ubicado en la primera planta, frente al laboratorio biológico, facilitando así el trasvase de los ejemplares. También posee una entrada directa desde el exterior (a través de un montacargas) y dispone además de dos cámaras climáticas de conservación y cuarentena. Todas estas salas se mantienen dentro de las medidas ambientales adecuadas para los fondos que albergan.

Vista de armarios compactos en la Litoteca.



Hay que destacar también que el museo dispone de una sala acorazada y climatizada, la “Tipoteca”, que alberga los ejemplares científicamente más importantes, es decir, aquellos ejemplares de la serie tipo, con los que se han descrito nuevas especies o publicados en revistas científicas y que custodia el museo como resultado de las investigaciones llevadas

a cabo por el personal docente e investigador de la Universitat de València. Anexa a la tipoteca hay una sala de consulta para investigadores o personal autorizado que dispone de todo lo necesario para el estudio de estos ejemplares.

En la planta primera, además se ubican los correspondientes despachos y zonas de trabajo de gabinete estudio e investigación.

Se ha dedicado también, una sala para un aspecto fundamental que pensamos que no se debe descuidar en un museo, y es la educación. Además de la utilización de los distintos laboratorios para grupos especiales como estudiantes de máster y las visitas guiadas que se realizan en las salas de exposición, el MUVHN también cuenta con un amplio espacio (aula/taller) dotado con mobiliario versátil y un equipamiento de última generación preparado para poder impartir talleres docentes (lupas, microscopios, ordenadores, etc.), como cursos de formación, tanto presenciales como por telepresencia a través de una gran pantalla de proyección. Está siendo utilizado tanto con alumnado de diversos niveles de educación primaria y secundaria (talleres) como de formación y reciclaje de profesorado y otros colectivos.

El museo también se prolonga por los exteriores del edificio con un recorrido a través de un jardín didáctico de botánica y un jardín geológico. Este último, se está iniciando en estos momentos y hasta la fecha está integrado por tres rocas de grandes dimensiones, representativas de la Comunidad Valenciana.

Gestión y Conservación de Colecciones en el MUVHN

En el ámbito de las colecciones zoológicas, la gestión y conservación en el MUVH, involucra diversas técnicas específicas. Destacan las colecciones de vertebrados naturalizados, que requieren un espacio considerable y condiciones óptimas de temperatura y humedad en la sala Bioteca, equipada con estanterías y cámaras anexas. La colección entomológica se conserva mayormente en seco, con cajas entomológicas, mientras que las colecciones húmedas, que utilizan conservantes como el etanol, albergan moluscos, larvas, artrópodos, entre otros.

El MUVHN emplea diversas instalaciones para la conservación, como cámaras de temperatura controlada y equipamientos para cambiar conservantes. Se destaca el uso de campanas de extracción para procesos

que involucran productos nocivos, como la preparación de ejemplares y la restauración de taxidermia. Los laboratorios de Geología y Biología cuentan con estos dispositivos de seguridad.

En cuanto a las colecciones geológicas y paleontológicas, se subraya la necesidad de conservación preventiva debido a la aparente resistencia estructural de los ejemplares inorgánicos. Esta conservación se enfoca en controlar temperatura, humedad e iluminación para evitar reacciones químicas que puedan dañar los elementos. Se evalúa la necesidad de intervención física o mecánica dependiendo del destino final del elemento en el museo.

Los ejemplares paleontológicos se ubican en laboratorios de preparación, litoteca o vitrinas de exposición, con condiciones ambientales controladas. Se menciona la importancia de asegurar la integridad estructural en casos de alteraciones graves. Las condiciones específicas incluyen temperatura entre 18-24°C, humedad entre 45% y 55%, e iluminación entre 50 y 250 lux para los ejemplares expuestos.

En resumen, el MUVHN emplea diversas estrategias y tecnologías para la gestión y conservación de sus variadas colecciones, asegurando la preservación a largo plazo de los ejemplares zoológicos, entomológicos, y geológicos/paleontológicos.

2.5. INVESTIGACIÓN

La función e importancia de las colecciones científicas radica en los elementos de naturaleza única que contienen. Constan de objetos físicos que se han obtenido como consecuencia de labores docentes o científicas y no por su valor estético o de mercado como ejemplares de colección.

Se conservan porque documentan los resultados de las investigaciones, y pueden permitir que las conclusiones anteriores que se han confirmado y ampliado puedan ser analizadas con posterioridad mediante nuevos instrumentos y técnicas, proporcionando nuevos datos adicionales y puntos de vista alternativos. Estos son los pilares fundamentales sobre los que se sustenta el método científico: la reproducibilidad y la refutabilidad. Además, los estudios de los especímenes científicos también pueden tener relevancia inesperada en la investigación en otros campos. Proporcionan evidencias insustituibles de las tendencias históricas a largo plazo, permitiendo a los investigadores hacer predicciones en el

futuro. Son útiles en la prevención de la propagación de enfermedades, plagas, y daños al medio ambiente, y en el estudio del cambio climático a largo plazo.

La investigación es fundamental para dar valor científico a las colecciones a la vez que contribuye a la difusión y puesta en valor de los conocimientos que sobre cada uno de los ejemplares pueden ser obtenidos. A raíz de los resultados de una investigación científica, los ejemplares son susceptibles de tener diferentes destinos, como formar parte de la colección de holotipos, diseñar una exposición o preparar nuevas colecciones de carácter didáctico. En este sentido, los estudios de algunos de los ejemplares paleontológicos y también biológicos, depositados en el museo, han sido descritos posteriormente como holotipos de una nueva especie.

El propio museo junto con el resto de los departamentos de la Universitat de València, cuenta con los recursos técnicos, herramientas y recursos humanos necesarios para emprender estudios científicos tanto con material del propio museo como de otras entidades museísticas que así lo soliciten formalmente o tengan firmados convenios de colaboración con el MUVHN.

Realización de radiografías a diversos ejemplares
para su investigación y determinación.



Las investigaciones, tanto por parte de los investigadores de la UV, como por las propias líneas del Museo, pueden aportar nuevas colecciones al museo. En el caso del propio museo, pueden tener un origen con la obtención de ejemplares mediante campañas de excavación paleontológica organizadas y solicitadas de acuerdo con las condiciones establecidas en las leyes autonómicas de Patrimonio y/o de recolección en material de ejemplares naturales actuales. Estas investigaciones se corresponden en general con los objetivos generales de catalogación, preservación y difusión de nuevos ejemplares no existentes con anterioridad entre los fondos del museo y que pueden ser importantes para la realización de un determinado proyecto.

En las solicitudes del personal externo al museo con capacidad de solicitar el estudio de los ejemplares del museo, éstos deben conocer previamente el funcionamiento de este y las condiciones de acceso y manipulación de los ejemplares, aparte de las normas de seguridad de los laboratorios. El museo realiza publicaciones en revistas de divulgación y especializadas tanto relacionadas con la paleontología como con la museística, biología y el patrimonio en general.

2.6. Proyección social, divulgación y formación

Uno de los objetivos fundamentales de la UVEG se basa en su proyección social, de la que parte su declaración de excelencia. El MUVHN, mediante la organización y gestión de estos fondos patrimoniales, es la mejor plataforma para que nuestra universidad dé visibilidad a un legado que posee un indudable valor científico, cultural, educativo, patrimonial, e incluso, en algunos casos, interés y proyección biotecnológica (García-Forner, A., 2015).

Las nuevas tecnologías permiten realizar estudios y ponerlos al alcance de investigadores a nivel internacional, como es el caso del escaneado en 3D que se está realizando en el MUVHN y que se ha hecho accesible de manera gratuita a través de la plataforma virtual sketchfab (https://sketchfab.com/MUVHN_Anna), y en un futuro próximo en la propia web de colecciones de la Universitat de València (<https://colecciones.uv.es/portal.php>).

La divulgación y difusión de los ejemplares del MUVHN conlleva siempre un trabajo previo de valoración, preparación de los ejemplares, identi-

ficación taxonómica y catalogación que en todos los casos repercutirá en la calidad de los datos científicos y en la preservación a largo plazo de los ejemplares, ya sea para ser empleados en una exposición o para el desarrollo de talleres didácticos. Dado el carácter universitario del museo, la actividad didáctica principal es la de servir como herramienta de apoyo y complemento a la docencia universitaria en todas aquellas asignaturas impartidas por la Facultad de Ciencias Biológicas tanto en estudios de grado como en masters (García-Forner, y Márquez-Aliaga, 2014; García-Forner, A., et al., 2001).

Una de las actividades que se ofrecen para grupos escolares donde se recrea una excavación paleontológica.



El Museo, recibe además otro público visitante, tanto a nivel individual como grupos pertenecientes a muy diversos colectivos, fundamentalmente como apoyo a los propios **programas de divulgación científica de la Universitat de València**.

Otra línea de actuación se basa en la **colaboración con otros centros**, fundamentalmente a nivel de asesoramiento, intercambio de material, cursos de formación, investigación de ejemplares, préstamos, proyectos educativos, conferencias, tutorización de alumnos, exposiciones, etc.

Serán la mayoría de estas actuaciones las que nos han llevado a conectar desde diferentes ángulos con el Municipio de Aras de los Olmos.

Aras de los Olmos y el MUVHN

Hace algo más de un siglo, fueron citados los primeros hallazgos de restos de dinosaurios en la comarca de los Serranos (Valencia). En 1915, como hemos comentado al principio de este capítulo, Ramón Trullenque (farmacéutico de la localidad de Carlet) comunica a la Real Sociedad Española de Historia Natural (de la cual era socio) el descubrimiento de unos huesos en Benagéber que atribuye a reptiles jurásicos. A esta cita le seguirán unos años después, la de Beltrán (1920) y las de Royo y Gómez (op. cit.), Rothé (1959) y Lapparent (1966), ya en la segunda mitad de siglo.

Sin embargo, no es hasta la década de los 80 cuando se llevan a cabo las primeras excavaciones sistemáticas en esta región y el estudio detallado de los fósiles recuperados por parte de los Drs. J.V. Santafe y L. Casanovas, investigadores del Institut de Paleontologia Miquel Crusafont de Sabadell. El material recuperado durante aquellos trabajos de campo permitió definir una nueva especie de saurópodo: *Losillasaurus giganteus* Casanovas-Cladellas, Santafé y Sanz, 2001 (Casanovas, et al., 2001), denominado así por haber sido hallado en un yacimiento próximo a la aldea de Losilla de Aras (término de Aras de los Olmos).

Nota de prensa del Levante del 05/11/1999.
Excavación del *Losillasaurus*.

Viernes, 5 de noviembre de 1999

COMARCAS

Leva

Después de diez años de excavaciones en la aldea de Losilla, en el término de Aras de Alpuente, los restos de dinosaurio encontrados han mostrado una nueva especie y género de saurópodo gigante, con diferencias importantes con el resto de los hallados

hasta ahora. Se trata de un herbívoro de casi 30 metros de largo y 10 de alto, que se alimentaba de helechos gigantes, coníferas y palmeras. A partir de ahora su nombre científico es «*Losillasaurus giganteus*»: el dinosaurio gigante de Losilla.

Los investigadores hallan una nueva especie de saurópodo gigante en los Serranos

El dinosaurio de Losilla

M. J. MINGUEZ

VALENCIA

El *Losillasaurus giganteus* es la nueva especie de saurópodo herbívoro y de grandes dimensiones que los paleontólogos de todo el mundo han añadido a sus catálogos y a sus investigaciones. Sus restos han centrado el trabajo de Josep Vicent Santafé desde hace diez años y le han llevado durante todos los veranos desde 1989 a la pequeña aldea de Losilla, en la comarca de la Serranía. Josep Vicent Santafé coordina trabajos de investigación en el Instituto de Paleontología de Sabadell y ha sido el director todos estos años de los trabajos realizados en Losilla y en Aras de Alpuente. Ese es el motivo de que este nuevo ejemplar reciba el nombre de esta pequeña localidad. Para Santafé «es un homenaje a Losilla, por todos estos años».

Santafé con los ori-



Yacimiento con restos de dinosaurios en Losilla.

JOSÉ ALEXANDRE

Junto con los paleontólogos de Sabadell, también formamos parte con el prof. Carlos Santisteban, algunos, entonces jóvenes pre-paleontólogos del Depto de Geología de la Universitat de València.

Con posterioridad, serán el alcalde de la localidad Rafael Giménez y el profesor de la UV y también areño Joaquín Martín Cubas quienes, conscientes de los recursos naturales de Aras se ponen en contacto con el entonces Museo de Geología de la UV (y ahora Museo de Historia Natural) y resultado de aquellas reuniones serán los diferentes proyectos paleontológicos que han ido surgiendo desde entonces, por citar algunos de ellos:

- Aras cuenta con una colección paleontológica (colección "Francisco Moreno Mesas") que se ha ido formado con el hallazgo casual de diversos restos paleontológicos. Esta colección se encontraba guardada en las dependencias del Ecomuseo. La colaboración entre ambas instituciones llevó a conseguir una subvención de la Diputación de Valencia para la

puesta en valor de dicha colección (inventario, catalogación, gestión, identificación, etc). Dichos trabajos se realizaron en las dependencias del MUVHN, donde actualmente se encuentran depositados para su mejor y más segura conservación.^{9,10}

Nota de prensa. Recuperación y puesta en valor de la colección paleontológica “Francisco Moreno Mesas” de Aras de los Olmos.

abril 21, 2015

ARAS DE LOS OLMOS ESTUDIARÁ LAS PIEZAS DE PALEONTOLOGÍA DE LA COLECCIÓN FRANCISCO MORENO MESAS

—
♦ **TURIA** | El inventario de la parte paleontológica y mineralógica de los fósiles permitirá conocer el pasado y la evolución de la comarca de Los Serranos



El Ayuntamiento de Aras de los Olmos restaurará con la ayuda de la Diputación de Valencia parte de la colección Francisco Moreno Mesas, que comprende elementos de arqueología, etnología, mineralogía y paleontología.

Con la subvención de patrimonio mueble, de 10.000 euros, se permitirá elaborar el inventario de la parte de paleontología y mineralogía, ya que hasta el momento las piezas de arqueología y etnología ya habían sido identificadas adecuadamente. A día de hoy, los fósiles se encuentran en un estado de conservación de grado medio, puesto que han sufrido muchas alteraciones, que han repercutido a la composición de los elementos y también, con mayor gravedad, a la documentación de dichos ejemplares y cuya importancia es fundamental para su estudio e identificación.

Desde el ayuntamiento apuntan “la gran importancia de este estudio ya que es fundamental para reconocer su gran relevancia. La procedencia de estos restos suele ser representativa de la zona, por lo que la identificación y puesta en valor de

⁹ <https://www.masturia.com/2015/04/aras-de-los-olmos-estudiara-las-piezas.html> (consultado el 10 / 10 /2023)

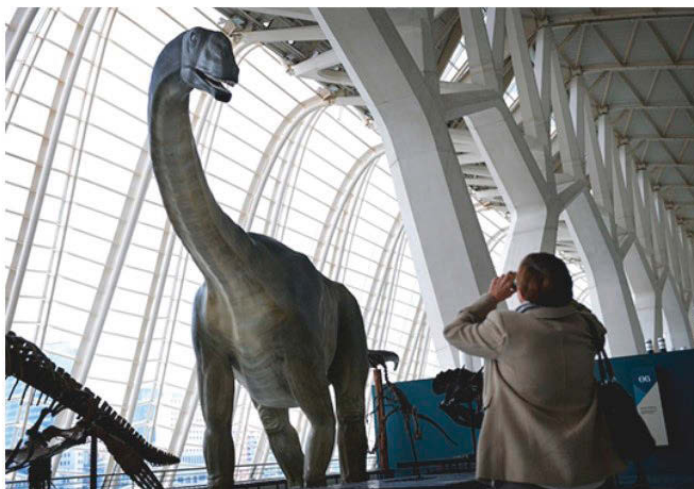
¹⁰ <https://www.20minutos.es/noticia/2435926/0/aras-olmos-restaurara-piezas-paleontologia-coleccion-francisco-moreno-mesas/> (consultado el 10 / 10 /2023)

- La participación de Aras de los Olmos en la Exposición “Els Nostres Dinosaurès” llevada a cabo en la Ciudad de las Artes y las Ciencias.¹¹

Nota de prensa. Réplica del Losillasaurus a tamaño real en la exposición “Els Nostres Dinosaurès” en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia.

Una réplica del Losillasaurus de Aras de los Olmos se incorpora a la exposición ‘Els nostres dinosaures’

16 diciembre de 2016



Una réplica de tamaño natural del Losillasaurus hallado en Aras de los Olmos se incorpora desde este viernes a la exposición ‘Els nostres dinosaures’, abierta en el Museo Príncipe Felipe de Valencia. La réplica es fruto de la colaboración entre el Museo de Geología de la Universitat de València y el Ayuntamiento de Aras.

Al acto de inauguración del Losillasaurus ha acudido el decano de la Facultat de Ciències Biològiques, Javier Lluch.

La Universitat de València firmó un convenio con el Ayuntamiento de Aras de los Olmos que recoge acciones en diferentes campos y en el que participan el Observatorio Astronómico de la Universitat, el Jardín Etnobotánico de Plantas Medicinales y Útiles y el Centro de divulgación científica y Medioambiental Big History, en el que la paleontología ocupa un lugar destacado junto con la geología y la arqueología.

Respecto al Losillasaurus, la idea de una réplica corpórea nació del Museo de Geología de la Universitat. Su conservadora Anna García ha coordinado la recuperación y clasificación de piezas paleontológicas y geológicas de la colección Francisco Moreno Mesas, propiedad del Ayuntamiento de Aras. A partir de esa idea inicial, el equipo universitario formado por el profesor Joaquín Martín Cubas, Anna García y Francisco Gascó, doctor e investigador de la Universitat de València, con el respaldo del decano de Biología, Javier Lluch, y del rector, Esteban Morcillo, ha asesorado el proceso de elaboración y documentación de la réplica corpórea del Losillasaurus.

El Losillasaurus es el saurópodo más antiguo y de mayor tamaño de la Comunitat Valenciana. Fue descubierto en el municipio de Aras de los Olmos, en las inmediaciones de su aldea de L'olla. Estudió recientes los emparentados con los Turiasaurus, los mayores saurópodos de

¹¹ https://www.uv.es/uvweb/uv-noticias/es/noticias/replica-del-losillasaurus-aras-olmos-se-incorpora-exposicion-els-nostres-dinosaurès--1285973304159/Novetat.html?id=1285990923037&plan-tilla=UV_Noticies/Page/TPGDetailNews (consultado el 10/10/23)

- La creación de la maqueta escala 1:1 del Losillasaurus.¹²
- La musealización “*In situ*” del dinosaurio.^{13, 14}

Musealización del *Losillasaurus* en su ubicación actual
del municipio de Aras.



- La colaboración en la adecuación de la sala de Paleontología de la Casa del Losillasaurus, y algunos otros que actualmente se encuentran en fase preparatoria, entre muchos otros.

Aras de los Olmos todavía guarda muchos recursos, y desde el Museo de Historia Natural de la UV queremos ser parte de su descubrimiento y puesta en valor.

¹² https://www.paleoymas.com/dt_portfolios/reproduccion-del-gran-sauropodo-losillasaurus/ (consultado el 10/10/23)

¹³ <https://www.elperiodicodeaqui.com/epda-noticias/el-losillasaurus-vuelve-a-casa/173704>

¹⁴ <https://www.levante-emv.com/comarcas/2019/01/12/losillasaurus-llega-aras-olmos-13901588.html> (consultados el 10/10/23)

Referencias bibliográficas

- BELTRÁN, F. (1920). *Wealdiense de Morella y Benagéber*. Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural XX, 74.
- BENITO GOERLICH, D. (2008). Una biografía de la Universitat de València: su historia y patrimonio cultural. En: Benito Goerlich, Daniel (dir.): *La Universitat de Valencia y su patrimonio cultural*. Valencia: Universitat de Valencia. P. 8-103.
- CASANOVAS-CLADELLAS, M.L., SANTAFE, J.V. & SANZ, J.L. (2001). *Losillasaurus giganteus*, un nuevo saurópodo del tránsito Jurásico-Cretácico de la cuenca de "Los Serranos" (Valencia, España). *Paleontología i Evolució*, 32-33, 99-122.
- CATALÁ GORGES, J.I. (2000). *Los cultivadores de la historia natural en Valencia (1909-1940)*. Ed. Digital, UMI/PROQUEST. URI: <http://hdl.handle.net/10550/38209>
- COMPANY, J., RUIZ-OMEÑACA, J.I. & PEREDA SUBERBIOLA, X. (1999). A long-necked pterosaur (Pterodactyloidea, Azhdarchidae) from the Upper Cretaceous of Valencia, Spain. *Geologie en Mijnbouw* 78, 319-333. <https://doi.org/10.1023/A:1003851316054>
- DOMÍNGUEZ, M. Y DOMINGO, J. (1999). El Museo de Historia Natural. En: Benito Goerlich, Daniel (dir.). *Los Tesoros de la Universitat de València*. Publicaciones de la Universitat de València. p. 283-290.
- GARCÍA-FORNER, A. (1999). El Museo del Departamento de Geología. En: Benito Goerlich, Daniel (dir.). *Los Tesoros de la Universitat de València*. Publicaciones de la Universitat de València. p. 271-282.
- GARCÍA-FORNER, A. (2002). De material obsoleto a pieza de museo: la colección de instrumentos científicos del Museo de Geología de la Universitat de València. En: *Abriendo las cajas negras. Colección de instrumentos científicos de la Universitat de València*. Valencia: Universitat de Valencia. p. 205-216.
- GARCÍA-FORNER, A. (2015). El Museo como eslabón entre la Ciencia y la Sociedad. Propuestas didácticas del Museo de Geología de la Universitat de Valencia (MGUV). En: RdM. *Revista de Museología: Publicación científica al servicio de la comunidad museológica*. 64: 44-63.
- GARCÍA-FORNER, A. (Ed.) 2019. "Colecciones de Historia Natural de la Universitat de València" 2019. Anna García-Forner (Ed.) Publications of the Universitat de València, ISBN: 978-84-9133-270-1. 162 pp.

GARCÍA-FORNER, A. Y MÁRQUEZ-ALIAGA, A. (2014). Peculiaridades, Funciones y Soluciones de un Museo Universitario: ejemplo del MGUV. En: *Congreso Internacional Museos Universitarios Tradición y Futuro* (ed. García Fernández, I). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 207-213.

GARCÍA-FORNER, A., GUILLEN, J., MAROTO, M. A., MARTINEZ-PEREZ, C., VILLENA, J.A. y MÁRQUEZ-ALIAGA, A. (2001). El Museo de Geología de la Universitat de València como instrumento didáctico en Paleontología. En: *Los Fósiles y la Paleogeografía*. Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza (SEPAZ), 5 (2): 601-606. Zaragoza.

LAPPARENT, A.F. (1966). *Nouveaux gisements de Reptiles mésozoïques en Espagne*. Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España, 84, 103-110.

MORA CASTRO, A.J. (2017). *El antiguo Museo de Historia Natural de la Universitat de València*. Publicacions de la Universitat de València. 108pp.

MUÑOZ-SANZ, J., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., LAVIELLE, B. Y GILABERT, E. (1999). Spain get first approved meteorite in Spain in 50 years. *Geotimes*, 44-9: 11-12.

NAVARRO BROTONS, V. Y CATALÁ GORGES, J., (2000). Las Ciencias. En: Peset Roig Mariano (coord.). *Historia de la Universidad de Valencia*. Vol. III. *La Universidad liberal: siglos XIX y XX*. Valencia: Universidad de Valencia. P. 149-178.

Noticia prensa UV (2018). https://www.uv.es/uvweb/uv-noticies/es/noticias/universitat-valencia-inaugura-museo-historia-natural-1285973304159/Novetat.html?id=1286033409103&plantilla=UV_Noticies/Page/TPGDetallNews

PEÑUELAS I REIXACH, LL. (2008). Los museos universitarios: definición y normativa aplicable. *RdM. Revista de Museología: Publicación científica al servicio de la comunidad museológica*. 43: 23-27.

REOLID, M., MÁRQUEZ-ALIAGA, A., BELINCHÓN, M., GARCÍA-FORNER, A., VILLENA, J. Y MARTÍNEZ-PÉREZ, C. (2018). Ichnological evidence of semi-aquatic locomotion in early turtles from eastern Iberia during the Carnian Humid Episode (Late Triassic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 490, 15: 450-461. doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.11.025

ROTHÉ, B. (1959). *Étude géologique détaillée de la région d'Alpuente* (Valencia). Diplômes d'étudiants (non publié).

ROYO Y GÓMEZ, J. (1925a). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 25, 114-117.

ROYO Y GÓMEZ, J. (1925b). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 25, 251-252.

ROYO Y GÓMEZ, J. (1926a). Los descubrimientos de reptiles gigantes en Levante. *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, 7 (3), 147-162.

ROYO Y GÓMEZ, J. (1926b). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 47, (7 de la 3ª serie), 171-176.

ROYO Y GÓMEZ, J. (1926c). Les Vertébrés du faciès Wealdien espagnol. *Compte-rendu du XIV Congrès Géologique International (Congreso Geológico Internacional)*. 2039-2042.

ROYO Y GÓMEZ, J. (1927). *Comptes Rendus Sommaire des Séances de la Société Géologique de France*, 11, 125-128.

TRULLENQUE ESTEVE, RAMÓN (2019). *Fer ciència al nostre país a principis del segle XX* (edición en valenciano). Editorial Talón de Aquiles. 410 páginas. ISBN: 9788494947629.

VILANOVA Y PIERA, J. (1872). *Compendio de Geología*. Imprenta de Alejandro Gómez Fuentenebro, Madrid. 588 pp.

03

El Origen de la colección paleontológica de Aras de los Almos

Francisco Moreno Mesas

Coleccionista

Hay que remontarse a mi infancia, en el que el afán coleccionista estaba generalizado en los escolares de los años 60, se coleccionaban cromos, tebeos, sellos, monedas, fósiles y minerales, entre otras cosas.

Centrándome en los fósiles y minerales, recogía todo tipo de conchas y algún mineral en las playas de Valencia. En las salidas como senderista durante mi juventud recogía fósiles y minerales en las montañas de la Serranía.



Mi pequeña colección se incrementó notablemente con los fósiles y minerales que me traía mi suegro, que trabajaba como camionero en una cantera de áridos en Paterna.

Como maestro en Aras de Alpente a partir de 1980, formé parte del Colectivo de Maestros Serranos, que, en su afán de renovar los métodos de las escuelas rurales, el conocimiento del medio en el que se vive era objetivo fundamental. Se iniciaron proyectos para conocer fuentes, barrancos, cuevas, castillos, yacimientos arqueológicos, formaciones geológicas extraordinarias, etc.



Fruto de esos proyectos educativos fue el descubrimiento de pinturas rupestres en Aras, Titaguas, Alpuente, Tuejar y Chelva. Se localizaron más de un centenar de yacimientos arqueológicos y una veintena de localizaciones con restos paleontológicos.

Con los materiales recogidos en superficie, se formaron pequeños museos escolares, que en mi caso, adquirieron tal importancia, que el ayuntamiento consideró que se podría montar un pequeño museo municipal. Se trasladó el material del aula que ocupaba en la escuela a un local provisional en el sótano del teatro municipal.

Prospectando material cerámico en un yacimiento ibérico de Benacátacera, localicé incrustada en una pared de piedra una vértebra de dinosaurio, que constituye mi primer hallazgo de paleontología.



Una vez que conozco la textura y forma de los huesos de dinosaurio, se abre mi visión de prospección y al poco tiempo localizo en una barranquera próxima a Losilla, varios fragmentos de huesos, entre los que destacaba un trozo de mandíbula con tres dientes incrustados.

Ante la importancia del hallazgo, llevo los huesos al Museo Paleontológico del Almudín, donde un empleado los guarda en un cajón de una mesa vieja. Al parecer la directora del museo se puso en contacto con la Universidad de Valencia y al poco tiempo recibo la visita de Carlos de Santisteban con varios alumnos, que visitan los dos yacimientos mencionados.

Pasado un tiempo, hacia 1986, recibo la visita de José Vicente Santafé Llopis, del Museo de Sabadell y lo llevo al barranco donde aparecían fragmentos de hueso, yo miraba las piedras que el agua del barranco iba dejando a su paso, Santafé, más experimentado que yo, y con mentalidad de excavación y no de prospección, fue el que localizó incrustado en la tierra y a uno veinte metros del barranco, un enorme hueso de más de un metro de longitud. Ese es el origen de la excavación del que luego se llamaría *Losillasaurus*. También fue el origen de una amistad duradera con J.V. Santafé.



También vino Santisteban, varias veces, en las que me enseñó lo poco que se de geología y paleontología. En una de las visitas, lo llevé a ver escamas fosilizadas de un pez, él descubrió en ese mismo lugar, el yacimiento de icnitas de Corcolilla.

Con posterioridad, se han ido localizando nuevos yacimientos, las brigadas forestales, arreglando un camino encontraron varios huesos, que me entregaron. En el Cerrao Santo me indicaron el punto donde apareció otro hueso de gran tamaño y año tras año he ido localizando hasta diecisiete puntos donde aparecen restos paleontológicos.

Tanto mi colección privada de fósiles y minerales, como todos los restos paleontológicos fueron donados al Ayuntamiento de Aras de los Olmos.



Tecnologías 3D aplicadas a la paleontología

José Antonio Villena Gómez

Anna García-Forner

Museo de Historia Natural

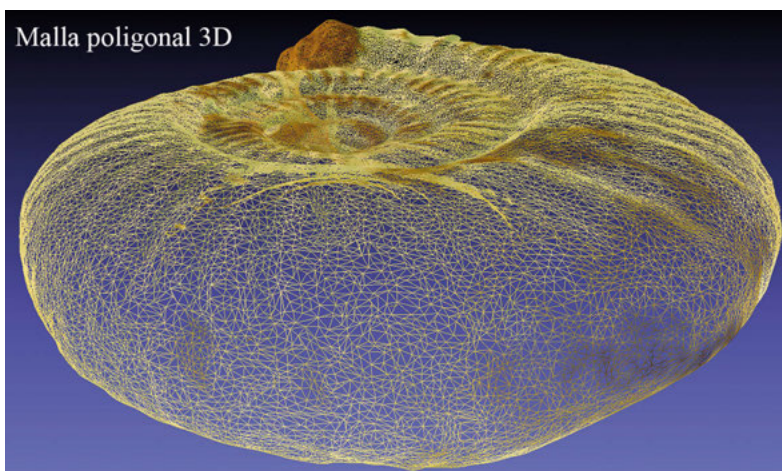
Universitat de València

Resumen

Desde hace apenas una década estamos asistiendo a una nueva revolución digital 3D, en nuestro caso aplicada a la paleontología y caracterizada principalmente por el empleo de técnicas de captación de superficies que como objetivo final nos proporcionaran modelos digitales 3D con innumerables aplicaciones. Estas técnicas, encabezadas por la fotogrametría y el escaneo 3D con luz estructurada reúnen destacados criterios de calidad-coste-accesibilidad posicionándose en consecuencia como las más empleadas en la nueva era del registro digital virtual.

Nuevos términos relacionados con estas tecnologías 3D aplicadas a la paleontología se postulan como referentes. En este sentido hablamos de paleontología virtual, modelos 3D, fotogrametría, escáneres 3D, impresión por deposición fundida (FDM), malla poligonal, nube de puntos, textura y un largo etcétera que constituirán el nuevo vocabulario relacionado con la gestión digital del patrimonio paleontológico.

Malla poligonal formada a base de triángulos
de un ammonoideo fósil



La labor de gestión de los museos y entidades con colecciones museográficas para realizar las diferentes funciones de conservación, investigación y divulgación del patrimonio científico que les son propias, no

serían posible en primer lugar sin el inventariado y catalogación de los ejemplares que componen las colecciones, y en este sentido, el registro fotográfico ha sido desde siempre una de las acciones imprescindibles para la identificación de los fondos, hasta que desde hace relativamente pocos años ha comenzado a difundirse la generación de modelos tridimensionales debido principalmente al rápido y gran desarrollo que han experimentado los procesadores de los ordenadores, las cámaras digitales, el software de procesamiento 3D e incluso los escáneres 3D, que unido al bajo coste económico de los mismos, han posibilitado el empleo masivo de tecnologías de captación 3D como la fotogrametría y los escáneres 3D. En el caso del Museo de la Universitat de València de Historia Natural (MUVHN), donde sus fondos están formados principalmente por ejemplares paleontológicos, mineralógicos y zoológicos, actualmente están siendo registrados digitalmente mediante técnicas 3D aprovechando de este modo las grandes oportunidades y ventajas que ofrecen estas nuevas tecnologías.

El MUVHN lleva utilizando desde hace años éstas dos técnicas de obtención de modelos 3D ambas basadas en los principios de la triangulación y diferenciadas claramente por la calidad y la rapidez de procesado de los modelos 3D en el caso del escáner y el bajo coste y gran calidad de la textura con el empleo de la fotogrametría.

Las aplicaciones derivadas de la obtención de modelos 3d son realmente de gran valor en cuanto a la preservación, catalogación, divulgación, didáctica e investigación y han sido puestas en valor por el MUVHN creando colecciones paleontológicas 3D accesibles de forma libre y cuyos ejemplares no sólo pueden verse en todas sus vistas, sino que también pueden descargarse para poder ser impresos o utilizarse en aplicaciones de realidad virtual y aumentada.

Las técnicas fotogramétricas y los escáneres 3D se están posicionando como las nuevas formas de registro digital capaces de asumir mayores compromisos de conservación, estudio y divulgación universal de forma rápida y económica y sin ningún tipo de afección directa sobre los ejemplares. En esta ocasión, y con el fin de difundir la experiencia del museo en el empleo de modelos 3D generados a partir de estas técnicas, se presentan algunos ejemplos que pueden considerarse como los más generales para la disciplina paleontológica.

Introducción

Para la obtención de modelos 3D paleontológicos hay dos posibilidades, crearlos nosotros mismos mediante algunas de las técnicas existentes o por el contrario buscar los modelos y descargarlos libremente o de forma comercial en alguno de los múltiples repositorios 3D que gestionan ejemplares paleontológicos. En el primer caso, nos encontramos con técnicas de escaneado de superficies externas, como los escáneres 3D y la fotogrametría y en segundo lugar tenemos las técnicas de escaneado de superficies externas e internas, llamadas comúnmente técnicas de tomografía computerizada, y que engloban una serie de aparatos caracterizados por el empleo de rayos X como fuente de energía, capacidad de obtener modelos 3D de altísima resolución a nivel de pocas micras y sobre todo la posibilidad de conseguir la superficie 3D tanto externa como interna. Por el contrario, estas técnicas (acelerador de partículas Sincrotrón, tomografía axial computerizada o TAC y la microtomografía computerizada) presentan algunas desventajas a tener en cuenta como su complicada accesibilidad, el coste de su utilización, la necesidad de una persona especializada en su uso y sobre todo lo que más nos puede afectar en la disciplina paleontológica, el hecho de no poder obtener modelos con textura de color.

Entre las técnicas que comprende la paleontología virtual, la tomografía axial computerizada de rayos X (TAC), fue la primera en ser utilizada en 1982 aplicada a restos fósiles de vertebrados (Tate y Cann, 1982). En cuanto al primer trabajo de un fósil empleando la técnica del escaneado láser fue publicado en el año 2000 a un cráneo de dinosaurio (Lyons et al., 2000). El primer trabajo mediante fotogrametría se completó para el estudio de un yacimiento icnológico (huellas de dinosaurio) en el 2001 (Breithaupt y Matthews, 2001). Finalmente, a partir del año 2010 la fotogrametría y el escaneado 3D de luz estructurada se han convertido en las técnicas más utilizadas en paleontología por sus grandes ventajas y resultados de calidad, quedando las técnicas tomográficas para trabajos de ejemplares micropaleontológicos o para estudios sobre estructuras internas de los ejemplares fósiles que de otra forma sería imposible digitalizar.

Características de las técnicas 3D. Verde: muy buena propiedad, naranja: propiedad no determinante, rojo: propiedad insalvable

Técnica	Fuente energía	Resolución	Superficie de captación	Coste económico	Accesibilidad	Captación color	Tipo de fósiles
Sincrotrón	Rayos X (acelerador partículas)	1 micra	Externa e interna	Elevadísimo	Profesionales	No	Microfósiles hasta varios cm
Tomografía Axial Computarizada (TAC)	Rayos X	600 micras	Externa e interna	Elevado	Profesionales	No	Microfósiles
Microtomografía computarizada	Rayos X	5 micras	Externa e interna	Alto	Profesionales	No	Microfósiles y hasta 20 cm
Escáner 3D láser	Luz láser	A partir de 1 mm	Externa	Medio-alto	Global	No	Fósiles mayor 4 cm. Hasta varios metros
Escáner 3D luz estructurada blanca	Luz blanca	50 micras	Externa	Bajo-medio	Global	Sí, pero con mala calidad	Fósiles mayor 4 cm. Excepto color negro
Fotogrametría (dispositivos fotográficos)	Sensor luz	100 micras	Externa	Bajo	Global	Sí	De 2 hasta 80 cm

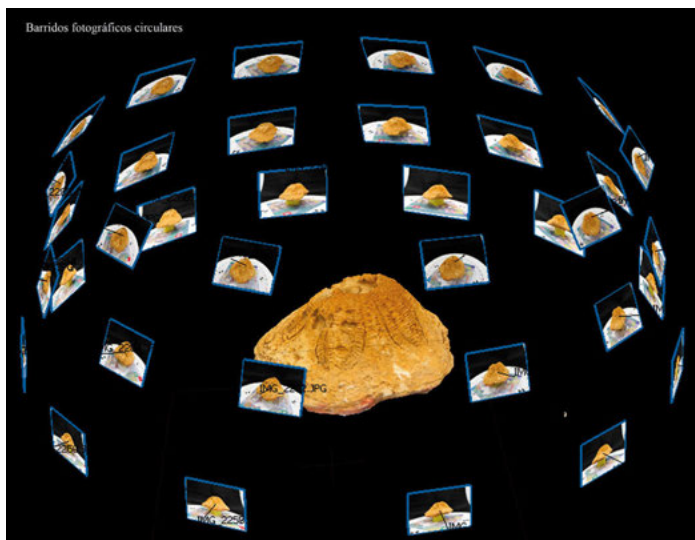
La técnica fotogramétrica

La fotogrametría la definiremos como “la medición gráfica de la luz” y de forma oficial se define como la técnica para estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto, utilizando para ello, medidas realizadas sobre fotografías. Más formalmente, la fotogrametría es la técnica que permite reconstruir un objeto en 3D a partir de múltiples fotografías utilizando los puntos comunes u homólogos presentes en las diferentes fotografías, las cuales, han sido tomadas con un cierto solapamiento entre ellas, realizando barridos circulares alrededor del objeto, en el mismo plano y a diferentes ángulos de altura. En el momento en que somos conscientes de las enormes posibilidades que posee

la fotogrametría para el desarrollo de un proyecto 3D, nos preguntamos a continuación que herramientas y aparatos necesitamos, y aunque se suele pensar que seguramente esta técnica tendría un coste económico elevado, la realidad es que básicamente con una cámara compacta digital, un trípode, un ordenador, una plataforma giratoria y un software que además es gratuito, tendríamos todo lo necesario.

Al referirnos a la fotogrametría como una técnica capaz de crear un modelo 3D a partir de un objeto real, solemos pensar que se trata de una nueva tecnología, pero nada más lejos, la fotogrametría lleva utilizándose desde la segunda mitad del siglo XIX y hace tan solo unos 12 años los software fotogramétricos se han desarrollado exponencialmente siendo capaces de procesar con gran precisión y rapidez la información obtenida de las fotografías digitales que junto con la aparición de los nuevos procesadores para ordenadores de hasta 6 núcleos y la mejora en calidad de las cámaras digitales, han motivado que hoy en día el bajo coste económico de éstas tecnologías nos abran las puertas sin escusas a la virtualización en 3D del patrimonio paleontológico como jamás los habíamos visualizado.

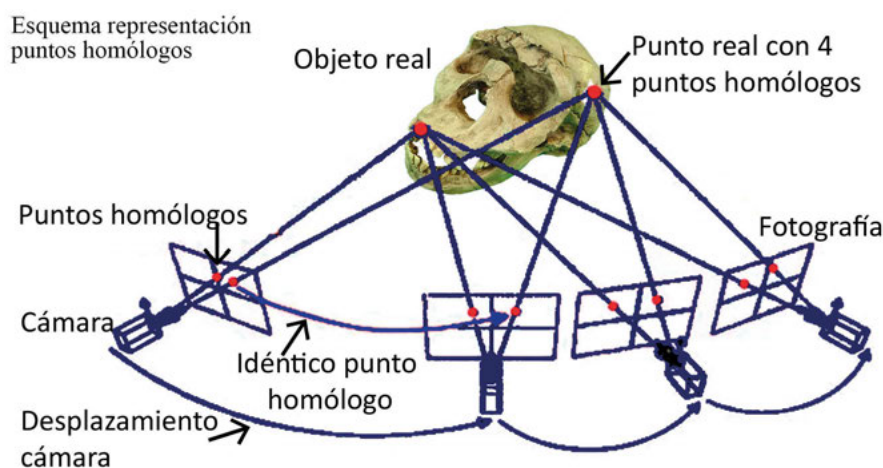
Barridos fotográficos circulares y equidistantes respecto del objeto
realizados a tres alturas con solapamiento horizontal y vertical



Las bases de la fotogrametría

El fundamento de la fotogrametría es la visión estereoscópica, facultad que los humanos adquirimos a partir de los 12 años y que nos permite ver imágenes tridimensionales gracias a nuestra visión binocular. Básicamente nuestros ojos, que actúan como cámaras fotográficas con cierta separación, generan dos imágenes ligeramente distintas de un objeto que al ser procesadas nos proporcionan una sola imagen en relieve. Pero para lograr reconstruir un modelo 3D digital necesitamos conocer su morfología y sus dimensiones, y para ello es preciso calcular distancias respecto a puntos de referencia espaciales. En este sentido, los programas fotogramétricos utilizan potentes algoritmos para calcular por triangulación la situación de los puntos homólogos comunes en diferentes fotografías que se corresponden con los puntos originales en el objeto, obteniéndose así una imagen final de gran precisión. Para que la triangulación sea efectiva debemos de procurar obtener el máximo de puntos homólogos y para ello entre fotografías sucesivas horizontal y verticalmente, debe existir un solapamiento de al menos un 60%, y en esa zona idéntica entre dos fotografías es justamente donde el software encontrará los puntos homólogos para reconstruir el objeto.

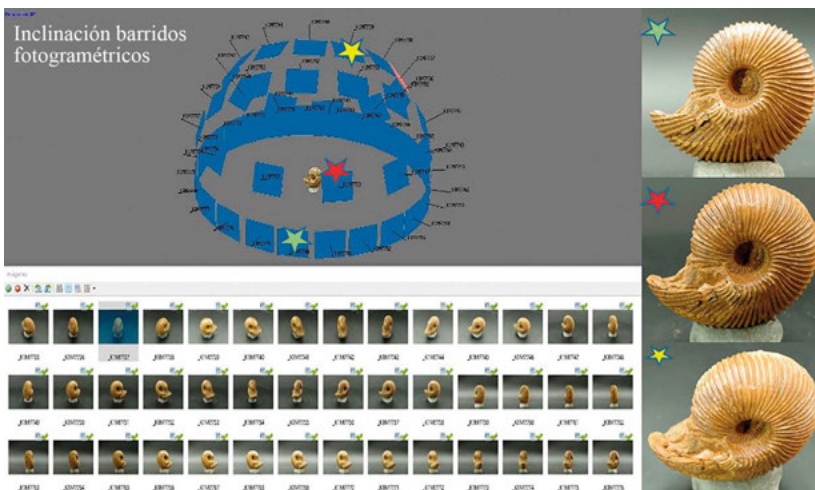
Esquema de representación de puntos homólogos en diferentes fotografías necesarios para reconstrucción del modelo 3D



El proceso fotogramétrico

Aunque en la actualidad existen diferentes técnicas basadas también en la triangulación con la que podemos obtener modelos en 3D como son el escaneado de superficies con escáneres láser, con escáneres de luz estructurada o con la tomografía axial computarizada, éstas no pueden ser comparadas con la fotogrametría en cuanto a la accesibilidad a la técnica, el coste económico o ni tan siquiera con la obtención de modelos con textura, es decir, con la obtención añadida del color original del objeto, donde la fotogrametría supera con creces al resto de técnicas muchísimo más costosas. Por el contrario, la calidad del archivo 3D en cuanto a resolución y precisión es menor en fotogrametría. Únicamente se pueden notar diferencias de resolución a la hora de imprimir modelos 3D, donde además también influirá la calidad de la impresora 3D, sin embargo, para obtener modelos a color y publicarlos digitalmente en la web, no hay discusión, la fotogrametría de bajo coste es la mejor opción.

Representación de la orientación de las fotografías en barridos circulares de 15° y a diferentes ángulos de inclinación (estrella verde 0°, estrella roja 60° y estrella amarilla 80°)

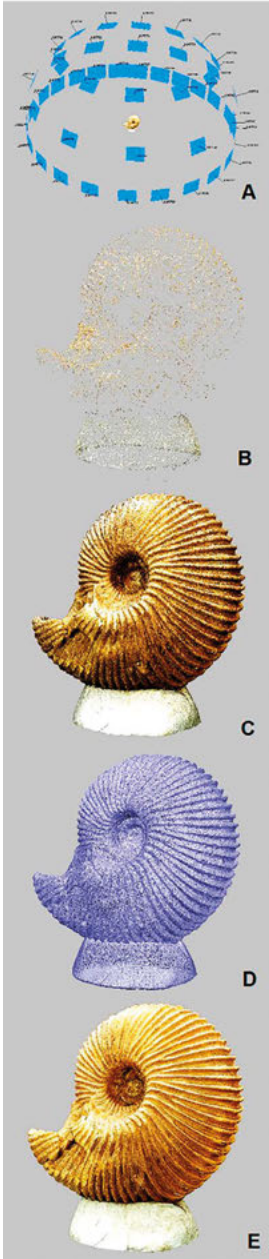


En primer lugar, debemos elegir el objeto, el cual, para comenzar en fotogrametría, no debería ser muy complicado morfológicamente. Trataremos

de evitar objetos con muchos salientes, oquedades, huecos, superficies brillantes, las formas geométricas o aquellos con colores homogéneos muy oscuros. Hay que tener en cuenta que el programa va a buscar puntos homólogos que estén bien contrastados, por lo que fotografías con zonas con el mismo tono de color, muy brillantes o que de una fotografía a la siguiente cambie mucho el color debido a posibles sombras, va a perjudicar la identificación de estos puntos homólogos. Por ejemplo, el mineral denominado pirita, representado por un cubo perfecto con caras planas y superficie dorada muy brillante, sería una mala elección. El segundo paso sería la realización de las fotografías para lo cual deberemos de posicionar adecuadamente el objeto, de forma que al girarlo 360° con una plataforma giratoria, la cámara sea capaz de captar toda la superficie. En general, intentaremos evitar sombras en el objeto, la cámara siempre estará fija sobre un trípode sin utilizar el flash ni el zoom, y las fotografías serán realizadas como mínimo entre dos y cuatro alturas diferentes con los ángulos respecto a la horizontal que sean necesarios dependiendo de las dimensiones del objeto. El proceso fotográfico consistirá en ir moviendo la plataforma con el objeto por ejemplo cada 15° mientras la cámara realiza un barrido fotográfico desde los 0°. Cuando se complete el barrido tendremos que subir el trípode y posicionar la cámara con un ángulo mayor por ejemplo de 60° donde realizaremos un nuevo barrido o serie de fotografías. No existe un número concreto de fotografías necesario, pero cuantas más realicemos más puntos homólogos conseguiremos y más calidad del modelo en detrimento de un tiempo de procesado más largo. A partir de unas 36 fotografías podemos obtener buenos resultados.

En la fotogrametría la luz ambiental que incide sobre el objeto es un factor muy importante, puesto que siempre intentaremos que no se formen sombras duras sobre el objeto para lo cual deberemos buscar una luz homogénea en intensidad y que ilumine el objeto en todas sus direcciones. Podemos usar luz natural o artificial, aunque ésta última podría ser más interesante puesto que podemos tener un cierto control. Por último, conviene tener en cuenta que todo el objeto tiene dos caras o vistas, una visible y la que se apoya sobre la plataforma. Si vamos a realizar una fotogrametría hay que decir con anterioridad si sólo queremos obtener un modelo 3d de una cara o de todas las vistas del ejemplar, es decir de 360°, porque esta decisión determinará la posición en que colocaremos el ejemplar.

Proceso fotogramétrico, orientación de cámaras, creación de las diferentes nubes de puntos, malla poligonal y modelo 3D final



Después de la elección del objeto y de la realización de las fotografías el proceso comienza con la carga de todas las fotografías en el programa y el primer proceso que se realizará es la denominada orientación de las cámaras (foto A), según la cual, el programa a partir de la identificación de los puntos homólogos sitúa espacialmente la posición exacta donde se han tomado las fotografías, creando una primera nube de puntos denominada “nube de puntos de enlace” (foto B).

A continuación, y de forma también automática, activamos la generación de la llamada nube de puntos densa, en la que se forma una nube a partir de la anterior, pero esta vez con millones de puntos que nos permiten incluso intuir el modelo (foto C). El tercer proceso consistirá en unir todos los puntos anteriores creando una red de triángulos y formando así la “malla poligonal” con la que el objeto pasa a ser una entidad digital 3D completamente cerrada (foto D). Hasta este punto tendríamos un archivo que podríamos imprimir pero que no tendría color para poder visualizarse de forma virtual. Es el momento de terminar el proceso fotogramétrico con la creación de la textura (foto E), o más exactamente con la asociación de los píxeles de color al lugar donde pertenecen en la malla poligonal, es como si nos vistiéramos y nuestro cuerpo fuera la malla poligonal y la ropa nuestra textura. Cuando acaba este proceso y sin haber realizado apenas modificaciones en las opciones de los programas, podemos guardar copias del archivo 3D creado en diferentes formatos, según si será usado para imprimir (formato .stl) o quizás para difundirlo en la web con su color original (formato .obj).

Material es y herramientas

Junto con los magníficos resultados que se pueden obtener con la fotogrametría, los materiales y herramientas necesarios para utilizar ésta técnica constituyen la principal baza a la hora de tomar la decisión de crear modelos digitales 3D. Aunque básicamente sólo necesitamos una cámara fotográfica, un trípode, una plataforma giratoria, un ordenador y un software fotogramétrico, que o bien ya disponemos de todo esto en nuestro centro o de lo contrario es muy económico conseguirlo, también nos pueden ayudar a mejorar los resultados algunos materiales y herramientas como una caja de luz de tela, un fondo croma de color verde, marcadores auxiliares o algunos focos de luz, igualmente de precios muy económicos. En el caso de la caja de luz, ésta nos servirá para conseguir una iluminación uniforme que suavice las sombras sobre el objeto, además, podemos iluminar con focos de bombillas de luz blanca que proporcionen una luz natural de unos 5500°K. El ordenador ha de tener mínimo 4 procesadores, 8 Gb de memoria Ram y una tarjeta gráfica de gama media-alta. Es obvio que cuanto más potente sea nuestro equipo informático más rápido será el proceso fotogramétrico, el cual,

Montaje ideal y herramientas recomendadas para fotogrametría



sobre todo utilizará los procesadores como factor principal. Respecto del software, existen en el mercado multitud de programas, la mayoría de pago, pero algunos de ellos muy eficaces y recomendables con licencias gratuitas de un mes y con precios muy asequibles para usos docentes justificados, como es el caso del conocido Metashape de Agisoft, que anteriormente se llamaba Photoscan. Además, desde hace pocos años se encuentra disponible de forma libre el software de AliceVision denominado Meshroom, y que constituye otro potente e intuitivo programa de generación de modelos 3D. Por último, especificar que la cámara fotográfica no tiene por qué ser una cámara réflex, una compacta digital nos serviría igual que un móvil o Tablet, pero eso sí siempre apoyados sobre un trípode y si es posible con la opción de temporizador.

La técnica de escaneado 3D con escáner de luz blanca estructurada

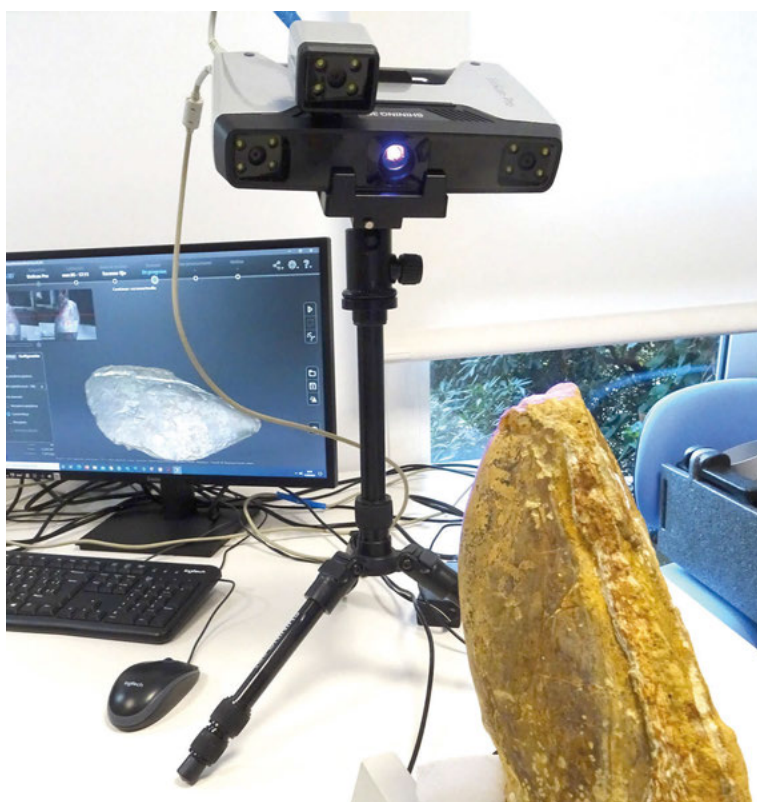
El escaneado mediante el uso de un escáner 3D constituye la segunda técnica de obtención de modelos 3D que ha sido empleada en la obtención de algunos ejemplares. El escáner se basa también en la trigonometría para obtener la distancia y reconstruir el ejemplar, pero en el caso de éste escáner se proyecta un patrón de líneas paralelas que se deforman al impactar contra el objeto. La deformación del patrón es capaz de medirlo el escáner con unos sensores y de forma muy rápida se calculan las medidas correspondientes, formándose instantáneamente el objeto 3D. Ésta tecnología es muy rápida, ya que en apenas 10 minutos podemos conseguir un modelo 3D viable, pero por el contrario el color o textura de los modelos no tendrá tanta calidad como con el empleo de la fotogrametría.

Básicamente el proceso consiste en primer lugar en colocar el ejemplar sobre una plataforma giratoria automatizada que realizará en nuestro caso 10 paradas o escaneados. Al terminar, le daremos la vuelta (unos 180°) al ejemplar, lo volveremos a pegar bien en la plataforma y comenzaremos otra serie de 10 escaneos. De forma instantánea se ira generando el modelo a partir de los puntos homólogos (comunes) que el software ha sido capaz de encontrar, lo que en la mayoría de ocasiones supone millones de punto, por lo que el resultado será un modelo de gran calidad en cuanto a la malla poligonal. Ésta técnica es adecuada para obtener muchos modelos de forma rápida a pesar del inconveniente de

la reducida calidad de la textura y de en general el elevado peso final de los archivos generados.

Para el escaneo 3D se ha utilizado un escáner Einscan Pro de la marca Shining, que funciona proyectando una luz blanca estructurada sobre el objeto. El escáner utiliza un trípode para escanear en el modo fijo y una plataforma giratoria automatizada donde el objeto gira y realiza una serie de paradas programadas. El escáner posee su propio software de procesado (Einscan-Pro series v3.1.0.4) el cual es muy potente en el procesamiento de los puntos obtenidos requiriendo por otra parte un potente ordenador con múltiples procesadores lógicos y una elevada cantidad de memoria Ram disponible.

Proceso de escaneado 3D con escáner de luz blanca estructurada en modo fijo y con plataforma giratoria automatizada



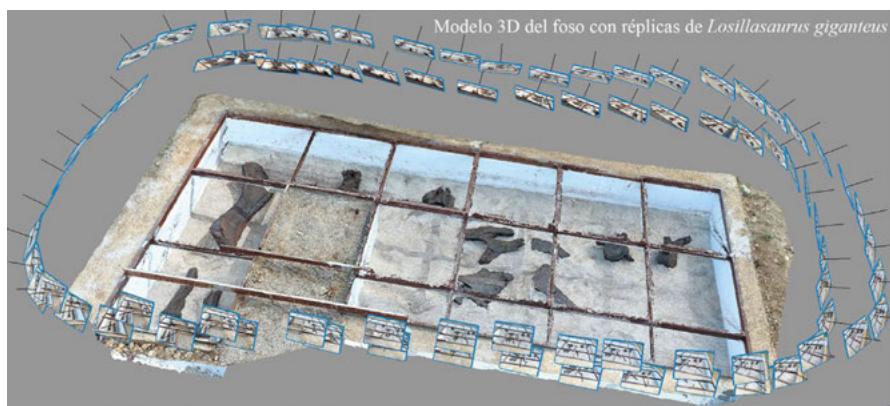
Aplicaciones de la fotogrametría y el escaneado 3D en paleontología

El museo de la Universitat de València de Historia Natural lleva desde 2016 empleando la fotogrametría en la creación de modelos 3D con ejemplares de naturaleza paleontológica (Herraiz et al., 2019) siempre que se cumplan ciertas características morfológicas relacionadas con el tamaño, el color, la textura o el brillo, puesto que no todos los ejemplares van a ser susceptibles de poder digitalizarse en 3D. Los modelos 3D realizados mediante cualquiera de las técnicas disponibles posibilita una serie de aplicaciones de gran valor añadido en muchas áreas, a la vez que muestra un elevado impacto y atractivo como tecnología digital para todos los públicos. Las siguientes aplicaciones constituyen algunos ejemplos llevados a cabo por el museo que pueden reproducirse fácilmente en la mayoría de los casos con conocimientos sobre fotogrametría.

Aplicación 1: conservación del patrimonio

El patrimonio paleontológico podemos dividirlo en patrimonio formado por bienes muebles, que constituyen los ejemplares custodiados en museos o centros de interpretación y el patrimonio de bienes inmuebles formado por yacimientos o estructuras singulares presentes en los espacios naturales y que no pueden ser movidos de su lugar. En este caso nos encontramos con yacimientos de huellas de dinosaurios, elementos de divulgación paleontológica, estratos o accidentes geológicos singulares. La fotogrametría nos permite obtener modelos 3D tanto de ejemplares individuales de interés científico o didáctico, así como de superficies estratigráficas de decenas de metros cuadrados tanto horizontales como verticales. Poseer un archivo digital 3D de cualquier tipo de patrimonio paleontológico nos va a crear como un seguro de vida ante cualquier evento catastrófico natural o antropogénico al poder recurrir a este modelo 3D creado para poder visualizarlo e incluso recrearlo imprimiéndolo en 3D. Generalmente son los ejemplares más valiosos como los holotipos (ejemplo los ejemplares fósiles del esqueleto de *Losillasaurus giganteus* con los que se describió la especie por primera vez), restos de vertebrados fósiles y yacimientos de huellas los que pueden ser seleccionados para su digitalización 3D. Además, la fotogrametría tiene la cualidad de ser una técnica no invasiva que no implica un contacto físico constante con el ejemplar o yacimiento.

Ejemplo colección de modelos 3D sobre museos de la Comunidad Valenciana con fondos de historia natural publicados de forma libre en plataforma Sketchfab



Aplicación 2: investigación

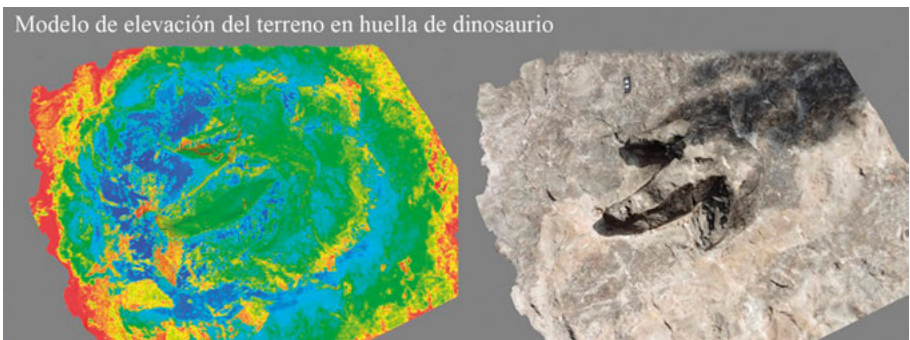
En el ámbito de la investigación los modelos 3D se están posicionando como herramientas indispensables tanto para obtener una serie de datos anteriormente imposible de conseguir como por la inmediatez en la obtención de los modelos 3D desde cualquier parte del mundo y a cualquier hora del día. No hace muchos años un investigador tenía que desplazarse para ver un ejemplar determinado y poder estudiarlo, ahora en muchas ocasiones será suficiente con poder verlo en 3D, es decir, a todo color con sus dimensiones reales y con una calidad y precisión muy elevadas de hasta micras en 360°. Además, una vez tenemos el modelo 3D podemos estimar las posibles zonas ausentes, pero sobre todo obtener datos morfológicos por ejemplo aerohidrodinámicos, de estabilidad o estudios taxonómicos entre otros. Unos de los primeros estudios utilizados con el empleo de técnicas 3D en paleontología fueron la obtención de mapas digitales de elevación del terreno en yacimientos de huellas de dinosaurios que nos muestran al milímetro las curvas de nivel creadas en las concavidades formadas en las huellas.

Aplicación 3: museística

La museística es el ámbito donde mayor número de aplicaciones pueden emplearse en relación a los modelos 3D. En primer lugar, pueden colocarse

en las vitrinas modelos impresos en 3D correspondientes a ejemplares originales que, por su importancia científica o su delicada integridad estructural, no podrían ser expuestos y por tanto visibles para el público. Muchos fósiles tienen tamaños de pocos centímetros e incluso de milímetros y es difícil de apreciar la morfología de los mismos. Un modelo 3D puede ser impreso, escalándolo y aumentando proporcionalmente su tamaño para que sea fácilmente visible, como los dientes de vertebrados o los microfósiles que suelen ser de dimensiones reducidas. Respecto de las actividades didácticas, podemos imprimir fósiles para talleres e incluso crear puzzles con piezas conectadas para no tener que utilizar algunos originales o simplemente usar fósiles impresos que de otra forma no tendríamos la opción de conseguir, como por ejemplo cráneos de muchos vertebrados fósiles. También podemos diseñar digitalmente como eran algunos fósiles cuando estaban vivos para hacernos una mejor idea de su morfología, lo que sin duda aumenta la información paleobiológica de estos.

Modelo 3D creado mediante fotogrametría del foso acristalado
con las réplicas de *Losillasaurus giganteus*



Respecto de las aplicaciones digitales, los modelos 3D una vez creados pueden utilizarse en aplicaciones móviles de realidad virtual, para crear hologramas tridimensionales (Vilaplana et al., 2019) o para visualizarlos en realidad aumentada a partir de la creación de códigos Qr. Los códigos Qr son una excelente opción para complementar la visión de los ejemplares en las vitrinas puesto que colocando un Qr asociado al modelo 3D po-

demos visualizarlo rápidamente en nuestro dispositivo móvil. Además, los Qr pueden formar parte y complementar muchos pósteres presentes en los museos o centros de interpretación.

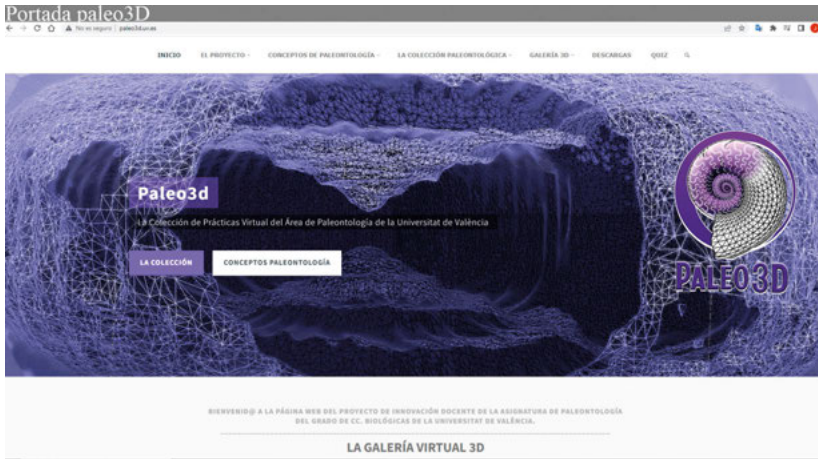
Modelo 3D de elevación del terreno de una huella de dinosaurio en relieve positivo. Los colores muestran las diferentes alturas de la superficie.



Aplicación 4: docencia

Respecto de la docencia los modelos 3D nos permiten crear contenidos digitales donde los ejemplares se visualizan en 3D, por ejemplo, podemos crear temarios virtuales sobre asignaturas o simplemente repositorios de ejemplares paleontológicos donde se pueden consultar en todas sus vistas tanto los fósiles como la información paleontológica asociada. Esta web es un ejemplo de la asignatura de prácticas de paleontología donde todo el contenido gráfico está enlazado a los modelos 3D (<http://paleo3d.uv.es/>). Los alumnos también pueden generar modelos 3D a partir de sesiones o clases prácticas de fotogrametría para después crear colecciones 3D que pueden publicar libremente en la plataforma Sketchfab. Desde el museo se imparte docencia tanto al máster de paleontología aplicada como a profesores de enseñanza secundaria.

Aplicaciones en museística. A: Impresión 3D cráneo Smilodon, B: impresión 3D escalada de microfósiles (foraminíferos), C: puzzle fósil 3D para talleres didácticos, D: realidad aumentada de un ammonites, E: código Qr junto al ejemplar con acceso directo al modelo 3D y F: Vitrina holográfica con cráneo 3D.



En la difusión, protección, divulgación e investigación del patrimonio científico, sobre todo aquel custodiado en museos o entidades dedicadas a la investigación, está jugando un papel decisivo y destacado la técnica fotogramétrica, sobre todo con la posibilidad de crear colecciones de ejemplares 3D, de forma no invasiva (sin contacto físico), que se encuentren accesibles para todo el mundo de forma instantánea y sin necesidad de desplazamientos físicos. Los objetivos y ventajas de los modelos 3D son ya una realidad con una futura gran proyección que contribuirá sin duda a la transferencia de conocimientos entre la ciencia y la sociedad (Saorín et al., 2016). Además, es importante destacar que parte del patrimonio que no es visible al público por diferentes razones, es posible difundirlo gracias a esta segunda vida virtual 3D, a la vez que obtenemos un nuevo tipo de protección definitiva con el almacenamiento de una copia digital fidedigna que posteriormente podremos utilizar si es necesario ante alguna alteración del ejemplar original (Díaz-Martínez et al., 2018).

Es a partir de la década del año 2010, cuando las técnicas de realización de modelos y réplicas en 3D procedentes de otras disciplinas o secto-

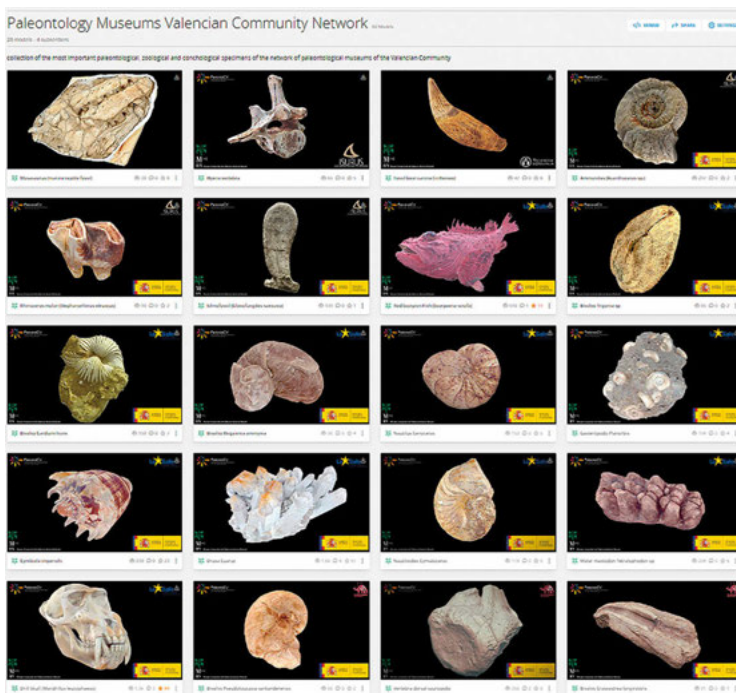
res, sobre todo de la medicina y de la planimetría, se han incorporado paulatinamente al ámbito educativo y divulgativo conforme se han ido abaratando sus costes, (Rahman et al., 2012). El objetivo docente en este caso se basa en generar colecciones que permitan visualizar todo tipo de objetos en todas sus vistas, a la vez que también puedan ser descargados libremente junto con la información asociada de los mismos. Así mismo, la disponibilidad de estos modelos en plataformas virtuales 3D puede ser útil para otras aplicaciones virtuales como los códigos Qr, la realidad virtual y aumentada e incluso para incluirlas en nuevas webs donde estos modelos se convertirán en un gran valor añadido. Con relación a la docencia es innegable que las técnicas de generación 3D pueden resultar atractivas y estimulantes para los alumnos, los cuales, ya poseen los conocimientos básicos en la utilización de las herramientas necesarias para la fotogrametría, como las cámaras digitales, los ordenadores o los programas y aplicaciones informáticas. De esta forma, será más fácil y motivador para ellos que participen en proyectos virtuales 3D donde trabajarán con un aprendizaje impulsado por el necesario trabajo en equipo que presupone el uso de estas técnicas y la participación incluso con grupos de otros centros educativos (Fernández-Lozano et al., 2016). La idea en este sentido es que cada grupo o unidad de trabajo genere bajo unos criterios comunes sus propios objetos 3D a partir de los objetos reales de los que dispone en su centro y posteriormente pasen a formar parte de una única colección 3D común con una temática concreta. Un ejemplo de colección 3D colaborativa con ejemplares fósiles puede verse y descargarse en la cuenta del museo de la Universitat de València de Historia Natural (<https://sketchfab.com/MUVHN>).

Una de las principales aplicaciones de la fotogrametría es por tanto la creación de colecciones virtuales de modelos 3D, las cuales pueden ser alojadas de forma gratuita en plataformas web especialmente diseñadas para este tipo de archivos. En este sentido contamos con “Sketchfab” una plataforma que no solo nos permite tener disponibles y difundir nuestros modelos a todo el mundo de forma libre, sino que, además, podemos realizar vínculos o links desde otros medios o aplicaciones a los modelos 3D creados en esta plataforma.

A partir de la creación de los modelos 3D mediante fotogrametría, simplemente podemos visualizarlos en nuestros equipos con visores 3D

específicos, que también están disponibles de forma gratuita e incluso algunos ya vienen instalados en los últimos sistemas operativos como por ejemplo 3DBuilder para Windows 10, uno de los más sencillos y populares. Pero si realmente queremos sacar partido de nuestros modelos, el siguiente paso sería crear colecciones con los modelos generados en una plataforma virtual 3D. Esto último, es fundamental si queremos ampliar las aplicaciones que pueden tener nuestros objetos o ejemplares y que sin duda son el objetivo final que debemos perseguir. A continuación, se describen algunas de estas aplicaciones con ejemplos reales de los mismos.

Portada de la web Paleo3D adaptada como recurso en prácticas de paleontología



Aplicación 5: Fotogrametría e impresión 3D

La impresión 3D de modelos obtenidos ya sea mediante fotogrametría o con escáner 3D se ha convertido en una herramienta eficaz, atractiva y de bajo coste, al alcance de todos los centros educativos para la difusión del patrimonio científico. La impresión 3D se puede utilizar principalmente para generar modelos de aquellos ejemplares originales que no pueden ser manipulados por su valor científico o por su frágil estado de conservación. Así mismo, aprovechando la posibilidad de escalar los modelos, se imprimen ejemplares de grandes dimensiones respecto del original, que en ocasiones sólo tienen algunos centímetros, facilitando su manipulación. La impresión 3D considerada también hoy en día de bajo coste está íntimamente relacionada con la digitalización de modelos 3D y es por consiguiente una de las aplicaciones más importantes de las tecnologías 3D de captación de superficies.

Conclusiones

Una vez somos conscientes de que existe una técnica como la fotogrametría, sencilla, accesible, económica y con resultados virtuales acordes con el actual desarrollo del mundo digital tridimensional, es el momento de aprovecharnos y aplicar estas técnicas en el campo tanto de la docencia y la divulgación y aumentar más si cabe la difusión del conocimiento en una sociedad que debe caracterizarse por compartir, ayudar y sobre todo por aprovechar todas aquellas herramientas disponibles que así lo faciliten. La tecnología fotogramétrica es una técnica antigua pero accesible desde hace pocos años gracias al gran desarrollo y abaratamiento de las tecnologías necesarias para su utilización, lo que supone una gran oportunidad para aplicar a la docencia junto con todas las capacidades de virtualización en tres dimensiones, así como las aplicaciones resultantes de la generación de este tipo de archivos, que, sin duda, serán motivo de avance y desarrollo, así como del acceso global al conocimiento.

En la actualidad existen diferentes técnicas para crear modelos digitales en 3D, pero sin duda la fotogrametría es la más accesible aportando además los mejores resultados para emplearla consecuentemente en el patrimonio paleontológico.

Bibliografía

- HERRAIZ, J.L., VILLENA, J.A., VILAPLANA-CLIMENT, A., CONEJERO, N., COCERA, H., BOTELLA, H., GARCÍA-FORNER, A. & MARTÍNEZ-PÉREZ, C. 2019. The palaeontological virtual collection of the University of Valencia's Natural History Museum: a new tool for palaeontological heritage outreach. [La colección virtual de paleontología del Museo de Historia Natural de la Universitat de València: una nueva herramienta para la difusión del patrimonio paleontológico]. *Spanish Journal of Palaeontology*, 34 (1), 139-144.
- SAORÍN, J.L., Y DE LA TORRE-CANTERO, J., Y MEIER, CECILE, Y MELIÁN DÍAZ, D., Y RUIZ CASTILLO, C., Y BONNET DE LEÓN, A., y "Creación, visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnologías de bajo coste. Caso práctico del patrimonio fósil marino de Canarias." *Education in the Knowledge Society* 17, no. 3 (2016):89-108. Redalyc, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=535554763006>
- FERNÁNDEZ-LOZANO, J.; GUTIÉRREZ-ALONSO, G. «Aula 3.0: Una nueva forma de aprender geología. El uso de las apps Trnio y Skechfab para construir modelos». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, [en línea], 2016, Vol. 24, Núm. 2, p. 163-8, <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/312550> [Consulta: 10-04-2021].
- RAHMAN, I., ADCOCK, K., & GARWOOD, R. (2012). Virtual Fossils: a New Resource for Science Communication. *Evo Edu Outreach*, 635-641. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12052-012-0458-2>
- DÍAZ-MARTÍNEZ, I., CITTON, P., DE VALAIS, S. Y GARCÍA-ORTIZ, E. (2018). La fotogrametría se convierte en una poderosa herramienta para la conservación y difusión del patrimonio paleontológico. *Revista PH*; 94; 20-22.
- VILAPLANA CLIMENT, A., HERRAIZ, J.A., VILLENA, J. A., SÁEZ MÁÑEZ, T., BOISSET-CASTELLS, E., CONEJERO, N., GARCÍA-FORNER, A. Y MARTÍNEZ-PÉREZ, C. "La Holografía Como Herramienta Para La Divulgación Del Patrimonio Paleontológico: La Colección de Paleontología Humana Del Museu de La Universitat de València de Historia Natural." *Zubia*, ISSN 0213-4306, nº 31, Inst., 2019, pp. 275-80.

Experiencias prácticas en divulgación: el *Losillasaurus* y las rutas geológicas de Aras de los Olmos

José Ramón López Carceller
*Director de la Casa del Losillasaurus
y de Dinos-Aras*

Mi nombre es José Ramón López Carceller y aunque soy bien conocido en Aras de los Olmos, los que me lean seguramente no me conozcan.

Soy valenciano, nací en Burjassot, y mi presencia en Aras data del año 1966 donde mi difunta esposa Ana tenía sus raíces, es decir que son 57 años los que convivo con los ciudadanos de este hospitalario pueblo, donde yo también he echado raíces como un vecino más de Aras donde tengo mi segunda casa y buenos amigos. Soy universitario, pero no científico.

Durante este tiempo he tenido ocasión de conocer este pueblo en profundidad, siempre me han encantado sus montes y paisajes de ensueño, pero todavía me satisface más saber que en esta tierra de la serranía Valenciana se descubrió el dinosaurio saurópodo, al que bautizaron los científicos con el nombre de *Losillasaurus giganteus*, pues desde que fue descrito este animal con una anatomía impresionante, no he dejado de interesarme por la ciencia paleontológica y las probabilidades que tiene este territorio de encontrar más fósiles de una determinada Era o Periodo geológico.

Réplica a tamaño natural del dinosaurio saurópodo “*Losillasaurus giganteus*” ubicado en el complejo Big History de Aras de los Olmos.

Foto archivo José Ramón López.



Pues bien, dicho esto quiero decirles que las razones de mi presencia aquí son dos:

La primera razón se debe a que hoy y mañana días 6 y 7 del corriente mes de julio la “VI Universidad de Verano en Aras” está realizando una serie

de actuaciones en las que se contempla entre otras, la inauguración de la “Casa del *Losillasaurus* y el Homenaje a la paleontóloga doña María Lourdes Casanovas Cladellas”, esposa del también paleontólogo valenciano don José Vicente Santafé Llopis, fallecido el 3 de septiembre de 2017.

Como es sabido en el ámbito paleontológico mundial, ambos científicos dirigieron las excavaciones para la extracción de los restos fósiles del dinosaurio *Losillasaurus giganteus*, reptil saurio encontrado en la aldea de Losilla de Aras en el año 1989 por el maestro nacional de Aras Francisco Moreno Mesas, persona muy aficionada a la arqueología.

Los fósiles de este espectacular dinosaurio fueron descritos en el año 2001 por estos mismos científicos y el también investigador José Luis Sanz García, con la colaboración del profesor de la Facultad de Biología de Valencia Carles Santisteban Bové.

Meses atrás el centro *Big History* de Aras de los Olmos, tuvo a bien designarme director de la “Casa del *Losillasaurus*”, espacio habilitado en este centro donde se divulgan diferentes ciencias, como la astronomía, la botánica y paleontología, entre otras, además de ser el hogar y el paraje natural de exposición de nuestro dinosaurio autóctono.

Fachada principal del Edificio Big History. Centro de divulgación científica y medio ambiental en Aras de los Olmos. Foto bajada de internet el 27/06/2023. Página Aras de los Olmos-Big History.

<https://www.arasdelosolmos.es/pagina/big-history>



Fachada posterior del Complejo Big History de Aras de los Olmos. En primer lugar, gradas del anfiteatro realizado con piedra seca para celebrar eventos culturales al aire libre. Al fondo el Centro de divulgación científica y medioambiental con el observatorio astronómico de la Universidad de Valencia. Foto archivo José Ramón López.



Este nombramiento lo he aceptado gustosamente con ilusión y agradecimiento a *Joaquín Martín Cubas* director del centro Big History, cargo que procuraré desempeñar con humildad y eficacia aplicando mis conocimientos empíricos sobre esta materia, correspondiendo de ese modo a la confianza que ha depositado en mí la organización administrativa y la consideración que les debo a las personas que llevan a cabo este proyecto.

Para llevar adelante esta nueva idea de la Universidad de Verano en la “*Casa del Losillasaurus*”, se contemplan varias funciones encaminadas a impulsar todo aquello que tenga que ver con la paleontología, pero especialmente todo lo que se refiere al ámbito de los dinosaurios. Para ello, se organizarán cursos sobre temáticas específicas, talleres, etc. y cuando sea posible se programarán rutas culturales a determinar. También se publicarán artículos relacionados con esta disciplina científica en la revista AOBH.

Todas las acciones a ejecutar por la “*Casa del Losillasaurus*” contarán con la colaboración del Ayuntamiento de Aras de los Olmos en la persona de *Angelina Andrés Vicente*, primera teniente de alcalde y concejala de Turismo, Comercio, Agricultura, Ganadería, Fiestas, Hacienda, Personal

y Educación; también prestará sus conocimientos científicos la bióloga y directora del Museo de Historia Natural de la Universidad de Valencia, *Anna García Forner*; como así mismo lo hará el propio director del centro *Big History*, *Joaquín Martín Cubas*, Profesor Titular de Ciencia Política y de la Administración en la Facultad de Derecho de Valencia, que con mi modesta participación y fundada esperanza de que esta iniciativa siga creciendo, se conseguirá llevar a cabo actos culturales para el público interesado en la paleontología.

La segunda razón que acerca mi presencia hoy aquí, no es otra que el ser corresponsable de la plataforma social digital denominada DINOS-ARAS, página de divulgación de paleontología y dinosaurios que actúa en la red social Facebook cuya dirección y diseño comparto con *Ramón Sánchez Castelló*, también persona muy vinculada a Aras por sus raíces parentales. Plataforma que hemos dedicado a los acontecimientos más relevantes de los dinosaurios y de la paleontología en general.

Explicados los motivos de mi presencia hoy aquí intentaré contarles porque nace en Aras nuestra página DINOS-ARAS y su trayectoria.

DINOS ARAS se creó el mes de enero del año 2014, bastantes años después de salir a la luz el descubrimiento en Losilla de Aras los restos fósiles de nuestro dinosaurio *Losillasaurus giganteus*.

Todo surgió porque me gusta leer temas relacionados con la paleontología y arqueología para estar al día de los hallazgos más recientes de los fósiles que estudia la paleontología. Por esa razón, siempre echaba de menos que un acontecimiento científico tan relevante sucedido en Aras no tuviera mayor difusión entre los aficionados de la Serranía valenciana interesados en el pasado de los dinosaurios.

El *Losillasaurus* es un ejemplar saurópodo que vivió en el Jurásico Superior, ejemplar de los más grandes encontrado en España y todavía sigue siendo el de mayor tamaño y peso encontrado en la Comunidad Valenciana.

Pues bien, un día cualquiera de hace aproximadamente diez años le expliqué a mi amigo *Ramón Sánchez* que tenía una idea que me gustaría llevar a cabo en su compañía. Se la detallé con detenimiento y le gustó la iniciativa de formar un grupo serio en Facebook para divulgar la paleontología y dinosaurios en el que el protagonista fuera el *Losillasaurus*.

Estudiamos a continuación como debería ser la idiosincrasia del grupo y nos pusimos, manos a la obra para empezar.

Desde la puesta en marcha del grupo DINOS-ARAS han pasado nueve años y con mucho trabajo hemos conseguido formar un grupo con 513 miembros repartidos en nuestro país y el continente sudamericano. Entre ellos existen científicos muy cualificados y personal aficionado, unos menos activos y otros que participan algunas veces con sus comentarios y publicaciones, no superando sus intervenciones el 3% del total de miembros. Este es un porcentaje no muy importante, pero razonable dado el carácter y disciplina de esta modalidad científica en la que se dan noticias y conocimientos del pasado de estos animales. Pero también es cierto que nuestra página es vista por muchas personas interesadas en la paleontología, habiéndose registrado en varias de nuestras noticias un alcance de publicación de alrededor de 700 visitantes puntuales. Eso quiere decir que una determinada publicación la han llegado a ver esa cifra de visitantes.

Han sido muchas las prácticas realizadas desde la creación de DINOS-ARAS. Todas ellas satisfactorias a lo largo del tiempo, por eso creemos que estamos cumpliendo acertadamente con la misión divulgativa de este fascinante y misterioso mundo de los dinosaurios.

También nos satisface ver la aceptación por parte de nuestro público de las acciones que llevamos a cabo, quizás porque procuramos hacer nuestra labor divulgativa basada en el principio de la seriedad responsable sin invadir nunca el área científica, lugar que le corresponde a los investigadores cualificados, que los hay muy competentes en nuestro país y en nuestra Comunidad Valenciana, puesto que ellos son los profesionales capacitados para opinar sobre el pasado de los dinosaurios y otros animales prehistóricos.

En los inicios de nuestra andadura celebramos un acto muy bonito al que titulamos *“De los Dinosaurios de ayer al museo de mañana”*. Los ponentes que participaron presentaron tres conferencias diferentes, pero complementarias entre ellas por su contenido; una de ellas se dedicó a los *“Dinosaurios de la Serranía Valenciana”*, la segunda se tituló *“Un paseo por el museo”* y la última fue una breve presentación del Museo de Geología a la que le pusimos el nombre de *“La Universitat para todos los públicos a través del museo”*.

Las disertaciones las llevaron a cabo prestigiosas y conocidas especialistas, *Maite Suñer Fuster*, *Clara Pérez Herrero*, y *Anna García Forner*, respectivamente.

El evento reunió en el salón de actos de la Casa de Cultura de Burjassot a los alcaldes de *Aras de los Olmos* y de *Burjassot*, público en general y a profesionales del campo de la paleontología y arqueología. También fueron invitados personal docente de la Universidad de Biología de Valencia ubicada en Campus Universitario de Burjassot, así como personal responsable de instituciones museísticas. Acto que llenó el aforo del teatro con capacidad para 250 personas.

La Jornada sirvió de puesta de largo de DINOS-ARAS, pues a partir de entonces nuestro grupo fue más reconocido entre las personas deseosas de saber noticias de actualidad de los dinosaurios.

Igualmente tuvimos la ocasión de hablar con don *José Vicente Santafé*, del “*Instituto Miquel Crusafont de Sabadell*” como entonces se llamaba la institución.

Por aquellas fechas, mes de febrero del año 2015, el profesor Santafé estaba muy delicado de salud y ya estaba retirado de toda la actividad profesional.

La chica que atendió mi llamada me dijo, que le costaría un poco ponerse al teléfono y cuando pudimos hablar se puso muy contento al saber que le llamaba un señor desde “*Aras de Alpuente*” en representación de un grupo llamado DINOS-ARAS dedicado al *Losillasaurus* donde solo se habla de paleontología y dinosaurios.

Le solicité si estaba en condiciones de poderme informar de su experiencia en la extracción de nuestro dinosaurio y se prestó con mucho gusto a contarme algunos detalles y las colaboraciones de personas de otros pueblos limítrofes.

La conversación no fue muy extensa debido a su estado de salud, pero muy emotiva, puesto que me habló con cariño y añoranza del tiempo que estuvo en Aras con motivo de la extracción de los restos fósiles del *Losillasaurus*. Recordaba a *Enrique* y *Ernestina* dueños de la fonda ubicada en la Plaza de Aras donde estuvo hospedado el profesor Santafé hasta que terminaron los trabajos de extracción del dinosaurio. También mencionó que frecuentaba asiduamente *Los Tornajos*, me decía: “*aquel*,

bar que estaba en la carretera”.

Así mismo, tenía muy presente a *Francisco Moreno “Paco el maestro”* de quien me habló muy bien y destacó su afición a la arqueología y sobre todo la valiosísima ayuda que les prestó.

La conversación terminó invitando al profesor Santafé a que viniera a Valencia a conocer la réplica natural de su *Losillasaurus giganteus*, que se estaba construyendo en esos momentos por especialistas cualificados en esta materia de reproducciones, con el fin de exponerlo cuando estuviera acabado en la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, pero declinó su asistencia. No obstante, a pesar de su estado me dejó muy claro que podía llamarle cuando quisiera si necesitaba alguna información más. Gesto que le agradecí por el esfuerzo que le suponía volver a conversar.

La actividad de nuestro grupo no ha parado de hacer investigaciones para conocer más cosas sobre el *Losillasaurus*, pues también hace unos años visitamos su yacimiento *Ramón Sánchez* y yo, acompañados por *Javier Mora*, pastor de la aldea de Losilla en aquellos tiempos, quien nos llevó al sitio exacto del afloramiento de los fósiles donde todavía se podían ver algunas muestras de las excavaciones realizadas para la extracción de los restos a pesar del paso del tiempo y de la abundante vegetación existente.

También en DINOS-ARAS hemos hecho acto de presencia en distintos acontecimientos relacionados con el *Losillasaurus*, publicando después la crónica del acto para conocimiento de los miembros del grupo. Este es el caso de la visita a la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia invitados por el Ayuntamiento de Aras de los Olmos, donde pudimos contemplar la exposición de nuestro dinosaurio a tamaño natural y la riqueza de las muestras de fósiles de diferentes yacimientos paleontológicos y geológicos de la Comunidad Valenciana presentados por diferentes museos valencianos, pero en particular aquellos que pertenecen a la zona de la Serranía valenciana presentados por el Museo de Alpuente.

No quiero dejar pasar la oportunidad de mencionar a *Francisco Gascó Lluna*, al que hemos escuchado hace un momento con su magistral ponencia. Paco es licenciado en Biología por la Universidad de Valencia y Doctor en Paleontología por la Universidad Autónoma de Madrid, hombre polifacético por la diversidad de actividades que desarrolla como

científico, investigador, docente y escritor.

Su participación en la construcción de la réplica corpórea de nuestro dinosaurio *Losillasaurus*, fue decisiva, pues la aportación de sus dibujos y documentos han conseguido que contemplemos hoy a este animal en su tamaño natural expuesto al público en el hábitat donde vivió hace aproximadamente 145 millones de años.

De igual modo, quiero dejar constancia hoy ante todos ustedes que mi nombramiento como director de la Casa del *Losillasaurus*, no es un puro trámite, así lo consideran las personas que han depositado su confianza en mí y así lo he aceptado yo.

Sé que es un reto difícil, complicado y hasta desalentador en algunos momentos, pero muy ambicioso y sobre todo muy prometedor si hacemos bien las cosas.

En mi proyecto se contemplan varias actividades que algunas veces hemos difundido en DINOS-ARAS y que es mi propósito y el de *Ramón Sánchez* trasladarlas a la Casa del *Losillasaurus*.

Estos movimientos son muy diversos, requieren dar pasos seguros y conseguir las subvenciones adecuadas para que sean hechos sostenibles. Siempre pondré como ejemplo a nuestros vecinos de Teruel PARQUE DINÓPOLIS con su Parque Central en la capital y sus 7 centros más ubicados en pueblos de la comarca. Este es un trabajo que ha costado tiempo, como todo lo referente a la paleontología, pero la constancia, la buena disposición y organización de los científicos le han llevado a ser un centro modélico.

¿Por qué nosotros, salvando las distancias, no podemos mirarnos en el mismo espejo? Necesitamos que nuestras autoridades tomen conciencia y nos ayuden.

Todas estas actividades forman un conjunto de maniobras que con el tiempo deberían llevar a Aras de Los Olmos y su comarca serrana a conseguir un bien común, que no es otro, que activar las excavaciones paleontológicas para encontrar nuevos fósiles. Para ello necesitaremos que las autoridades administrativas de la Comunidad Valenciana contemplen en sus presupuestos las ayudas necesarias para estos trabajos de investigación y del mismo modo necesitaremos el apoyo científico de ustedes para poner en valor las zonas susceptibles de exploración del terreno.

Es muy importante la colaboración de todos para elevar el nivel paleontológico en Aras y no se descarta en un futuro más o menos inmediato pedir la colaboración de otros Ayuntamientos y diferentes entidades relacionadas con la paleontología para que todos unidos consigamos nuestro propósito.

Técnicos e investigadores en la zona los hay, ahí tenemos el ejemplo de la doctora en paleontología Maite Suñer y su museo de Alpuente.

Con esta información que les he facilitado creo haber cumplido con mis expectativas para que sepan quien soy, porque estoy aquí, y lo que pretende hacer el Centro Big History con la “*Casa del Losillasaurus*” con el firme propósito de divulgar la paleontología y dinosaurios en beneficio de la cultura en general y en particular la propia cultura de la Serranía valenciana, de la que será favorecida la población de Aras de los Olmos, esfuerzo que se ejecutará mediante el conocimiento, el trabajo y el apoyo de todos los implicados.

Y, para finalizar, quiero felicitar a doña *María Lourdes Casanovas Cladellas*, por su reconocida trayectoria dedicada a la Paleontología con su marido don *José Vicente Santafé Llopis*, personajes que en Aras de los Olmos siempre tendrán un recuerdo cariñoso y agradecido.

Geodiversidad y patrimonio natural en Aras de los Olmos

Carlos de Santisteban Bové

*Departament de Botànica i Geologia,
Universitat de València*

Geodiversidad y patrimonio geológico

La geodiversidad o diversidad geológica es aquella parte de la diversidad natural formada por los elementos de índole geológica. Estos elementos incluyen rocas, minerales, pliegues, fallas, fósiles, meteoritos, formas del relieve en sedimentos y roca, estructuras sedimentarias, suelos, procesos de la geodinámica actuales y del pasado deducidos del registro geológico (glaciaciones del Pleistoceno, Impacto de Xicxulub en El Yucatán, la desecación del Mediterráneo a finales del Mioceno), ...etc. Este concepto es paralelo al de Biodiversidad y fue definido en 1991. Los dos, biodiversidad y geodiversidad, componen la diversidad natural y tienen ámbitos de relación; así, la geodiversidad está en la raíz de algunos elementos de la biodiversidad, como la dependencia de muchas plantas actuales a la naturaleza petrológica y estructura del substrato, o los fósiles que fueron componentes de organismos de la biodiversidad, pero cuya conservación en el registro geológico responde a las normas de la estratigrafía y a los procesos de litificación¹. Además, la mayor parte de la biodiversidad, la del pasado y que es objeto de estudio de la paleontología, está presente en las rocas sedimentarias.

El registro geológico está formado por los elementos y las evidencias de cualquier tipo de proceso natural que se ha desarrollado en La Tierra, desde sus inicios hasta el momento actual, incluyendo el desarrollo de la vida, y de los cual tenemos evidencias químicas, físicas y geológicas preservadas en las rocas. Incluye desde la tectónica de placas hasta procesos nucleares tan breves como 10^{-18} segundos. El registro geológico contiene toda la geodiversidad del pasado y presente y se ampliará en el tiempo futuro.

La geodiversidad es la variedad y número de los elementos geológicos existente en un área determinada. La Ley 5/2007 de Parques Nacionales incluye un listado de sistemas naturales terrestres que deben tenerse en cuenta si se hallan representados en los parques nacionales, lo que es un reconocimiento de la diversidad geológica que contienen. Por su parte la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad incluye en su anexo VIII un catálogo de las unidades geológicas más representativas

¹ Litificación es el proceso por el que un sedimento se convierte en roca consolidada. Se produce mediante la compactación de los componentes del sedimento y la precipitación química de cemento que los une.

del territorio español y los contextos geológicos de España de relevancia mundial. Entre las primeras, el conjunto de los materiales y estructuras tectónicas del término de Aras de los Olmos se pueden asignar a las “Estructuras y formaciones geológicas singulares del basamento, unidades alóctonas y cobertera meso-cenozoica de las Cordilleras Alpinas” y el Cañón del Turia a los “Depósitos y formas de modelado singulares de origen fluvial y eólico”. Respecto a los contextos geológicos de relevancia mundial el registro estratigráfico de esta zona se incluye en las “Series mesozoicas de las cordilleras Bética e Ibérica”.

El patrimonio geológico está formado por aquellos elementos de la diversidad geológica que han sido específicamente seleccionados. Las unidades geológicas más representativas y los contextos geológicos españoles de relevancia mundial hacen referencia al patrimonio geológico sobre los cuales se establece un criterio de protección. Una figura de reconocimiento de este patrimonio son los LIG (Lugares de Interés Geológico); otra, de mayor entidad, son los Geopark de la UNESCO que pueden incluir numerosos LIG, y cuya finalidad es la mejora del desarrollo socioeconómico de la población que habita en su entorno. En España existe un catálogo nacional de LIG denominado IELIG organizado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), aunque hay otros catálogos desarrollados por Comunidades Autónomas y ayuntamientos e inventarios no institucionales a propuesta de sociedades científicas. El patrimonio geológico debe considerarse como un recurso natural con valor científico, cultural y educativo, mayormente no renovable, que nos permite conocer el origen y dinámica de La Tierra, los procesos que la han modelado, la evolución del clima y el origen y desarrollo de la Vida.

Breve constitución geológica del término de Aras de los Olmos

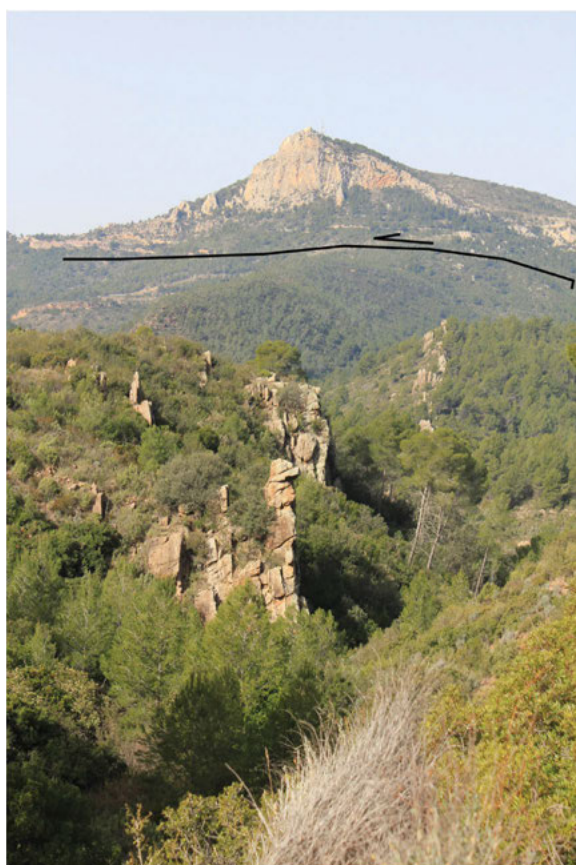
Los materiales del término de Aras de Los Olmos se hallan situados geológicamente en el Sistema de Plegamiento Ibérico, que geográficamente constituye la Cordillera Ibérica, en su dominio tectonosedimentario de la Rama Castellana o Castellana – Valenciana². En la provincia de Valencia

2 Dominio tectonosedimentario es el área que contiene un conjunto de materiales que habiéndose formado en el mismo intervalo de tiempo en el pasado han tenido una misma evolución sedimentaria y tectónica.

esta Rama está estructurada en cuatro cabalgamientos de orientación NO-SE, dirigidos hacia el Suroeste, y que se extienden desde la Calderona hasta el Río Júcar. Un cabalgamiento es una estructura tectónica mediante la cual se superpone una gran lámina de rocas a otra mediante una fractura de plano extenso y tendido, que normalmente deriva de un pliegue asimétrico sometido a fuerzas de compresión paralelas a la superficie. Un cabalgamiento puede implicar el movimiento de masas de roca de decenas de metros a kilómetros de espesor y a lo largo de distancias de kilómetros a centenares de kilómetros conllevando un acortamiento superficial debido a la superposición de bloques. Aras de los Olmos se halla en la parte caudal de un cabalgamiento cuyo frente se puede seguir entre Chelva y Talayuelas, y que está enraizado en el zócalo paleozoico metamórfico (figura 1). Debido a su posición en la parte trasera del bloque superior del cabalgamiento apenas presenta pliegues de la fase compresiva del plegamiento alpino en la Ibérica.

En el término de Aras de Los Olmos afloran materiales que abarcan una extensión temporal de 247 Ma (Millones de años), entre el Triásico inferior y el Pleistoceno, intervalo en el que aquí también hay ausencia de materiales que posiblemente nunca fueron depositados. Las rocas más antiguas constituyen un pequeño afloramiento triásico de menos de 7 hectáreas de extensión situado en el extremo Noroccidental del término en el valle del Río Turia. Del resto del registro geológico hay continuidad sedimentaria entre el Jurásico Inferior y la parte inferior del Cretácico Superior abarcando un intervalo de tiempo de 105 Ma. De ellos, los más extensos son los jurásicos que afloran en las caídas de los valles de los ríos Turia y Arcos, así como en el entorno del Campo de Aras desde la Loma de Tomás, a Mompedroso y hasta Losilla de Aras. Son en su mayor parte carbonatos marinos, en la parte inferior, que pasan a arcillas y areniscas continentales con restos de dinosaurios en la parte superior. Éstos, en las pendientes de ladera de La Muela de Santa Catalina ya pertenecen al Cretácico Inferior manteniendo el mismo aspecto y litologías. La Muela está coronada por una unidad de cerca de 100 metros de espesor de calizas de plataforma marina cuya edad es la base del Cretácico Superior (95 Ma).

Figura 1. Cabalgamiento de Chelva en cuyo bloque superior están los materiales del término de Aras de Los Olmos. Imagen de la Rambla de Alcotas con el Pico de la ermita del Remedio al fondo. La superficie del cabalgamiento, marcada por la línea negra, separa los materiales del Paleozoico verticalizado, en primer término, de las areniscas y carbonatos mesozoicos horizontales, al fondo en el pico del Remedio. La flecha indica el sentido de desplazamiento del bloque superior a lo largo de varios kilómetros.



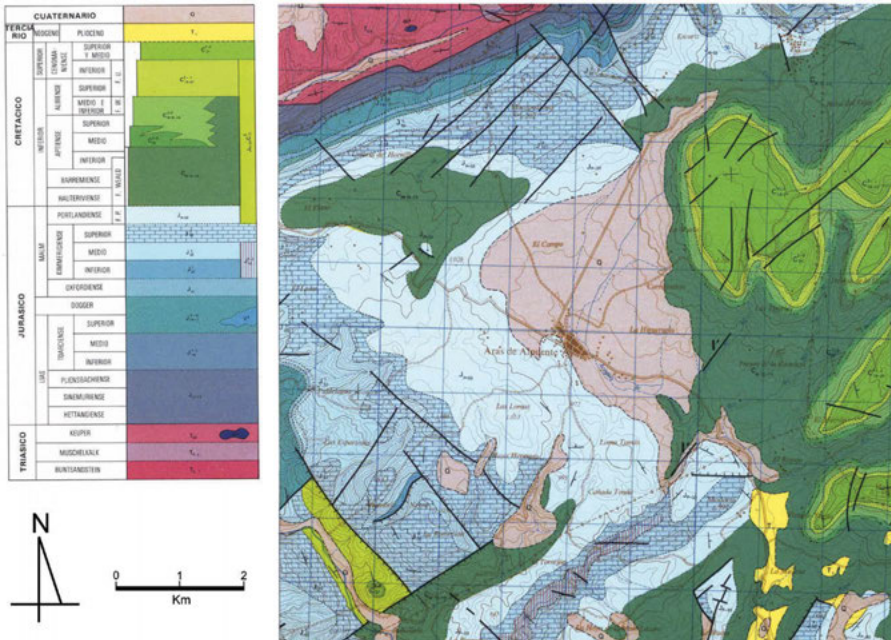
No se conserva registro sedimentario de los siguientes 91 millones de años entre el Cretácico Superior y el Pleistoceno, pero el registro geológico regional nos dice que en este período de tiempo y a partir de finales del Cretácico superior se desarrolló la fase compresiva del ple-

gamiento alpino en la anterior Cuenca Ibérica que fue una prolongación hacia Iberia del margen norte del océano Tetis. Ello implicó la inversión del relieve desde un mar somero hasta la formación de montañas con alzamientos de más de 1.500 metros sobre el nivel medio del mar. Esto fue posible por el plegamiento y el desarrollo de los cabalgamientos en el Rama Castellana. Ello duró 49 millones de años y las cotas más altas se alcanzaron definitivamente a finales del Mioceno. A principios del Plioceno se desarrolla la fase de distensión alpina momento en el que un conjunto de fallas normales desplaza verticalmente bloques con la formación de sistemas de horsts³ y grabens⁴. Los horsts son los responsables de la configuración de los altos, como la Muela de Santa Catalina y los grabens, que son fosas tectónicas, del Cañón del Turia. Estas fallas normales produjeron un rejuvenecimiento del relieve cuyas pendientes buscaron un perfil de mayor equilibrio mediante deslizamientos de ladera y avalanchas de sedimentos en masa. Durante el Pleistoceno se inició la formación de la red de drenaje actual. La erosión se incrementó durante los períodos glaciares debido al descenso del nivel del mar, mientras que durante los interglaciares se desarrollaron depósitos aluviales que contienen magníficos ejemplos de paleosuelos calcáreos de clima semiárido. Estos materiales aluviales son sobre los que está Aras de Los Olmos y los que forman el Campo de Aras (Figuras 2 y 3).

³ Horst, denominado también *pilar*, aunque en desuso, es una estructura tectónica consistente en un conjunto de bloques desplazados por un sistema de fallas normales paralelas y de los que los centrales están más elevados relativamente que los laterales.

⁴ Graben es una estructura tectónica determinada por un conjunto de bloques desplazados por fallas normales paralelas en que los centrales han descendido relativamente más que los laterales. Si presenta expresión morfológica recibe también el nombre de *fosa tectónica*.

Figura 2. Mapa Geológico de la mayor parte del término de Aras de Los Olmos. Según González Lodeiro et al. (1975). Conforme a la simbología geológica internacional, los materiales representados en color rojo son los triásicos. En diversos tonos de azul están los jurásicos; en verde los cretácicos y en gris los cuaternarios. Las líneas rectas de color negro indican la presencia de fallas.

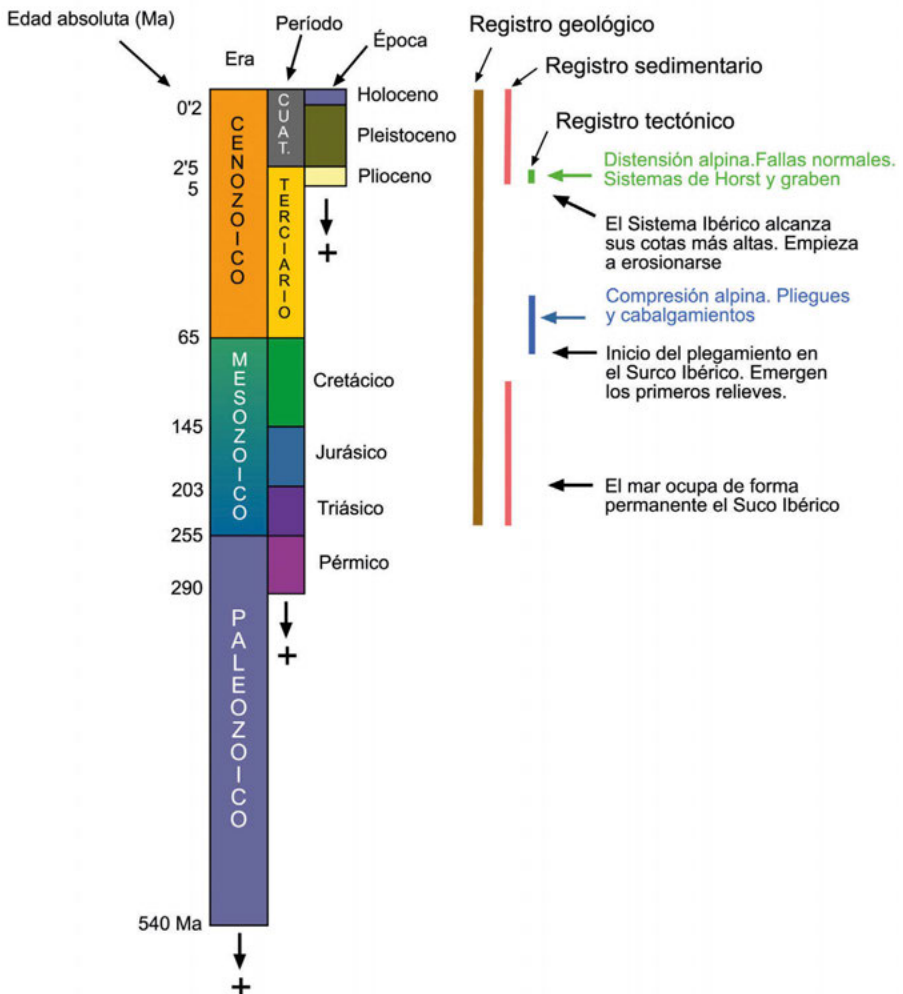


Lugares de interés geológico

La historia geológica de una región y su registro material y temporal son los determinantes de su geodiversidad. Su conocimiento es esencial para su protección, más teniendo en cuenta que puede ser un recurso para el desarrollo de la población local. La Ley 45/2007, del 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural incluye, en su artículo 49, la necesidad de considerar en el Plan Estratégico Nacional iniciativas para el conocimiento, protección y uso del patrimonio geológico y minero, considerado como un recurso turístico además de científico y cultural. En el capítulo VI de esta Ley (artículo 2.f.) incluye, como medida para la incentivar la creación y mantenimiento del empleo, “el diseño de

actividades para informar y formar a los habitantes del medio rural sobre la potencialidad de uso del Patrimonio Natural y Cultural, proponiendo iniciativas que faciliten su implicación en el turismo geológico...”.

Figura 3. Geocronología de la Rama Castellana en la Provincia de Valencia e historia del registro geológico de los materiales de Aras de Los Olmos. Esta historia es la que determina la geodiversidad de Los Serranos.



En la actualidad solo hay dos elementos de interés geológico reconocidos administrativamente en el término de Aras. El más importante es el lugar del yacimiento paleontológico de Losilla (La Cañada, figura 4) declarado como BIC (Bien de Interés Cultural) en función de la figura establecida en la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. Comunidad Valenciana (DOCV) núm. 3267, de 18 de junio de 1998, (BOE) núm. 174, de 22 de julio de 1998 referencia: BOE-A-1998-17524. modificada el 9 de febrero de 2007 por la Ley 5/2007, de la Generalitat. (2007/1870). El otro es el LIG (Lugar de Interés Geológico) del catálogo del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) denominado “IBs167 Muela de Santa Catalina”. Su interés es geomorfológico y está representado *por depósitos, suelos edáficos y formas de modelado singulares representativas de la acción del clima* (info.igme.es/ielig/LIGinfo.aspx?codigoIBs167). El IGME-CSIC, propone en las fichas de su catálogo una participación popular mediante el programa “apadrina un LIG” consistente en el interés por la vigilancia y preservación del Lig seleccionado.

Figura 4 Momento de la excavación llevada a cabo en el yacimiento La Cañada, en la aldea de Losilla con la consolidación *in situ* de los primeros restos del *Losillasaurus*. El ejemplar extraído se halla depositado en el Museo de Ciencias Naturales de Valencia.



En 1983 la Diputación de Valencia editó un libro sobre los lugares de interés geológico de la provincia de Valencia que sirvió de guía a alguna de las fichas del catálogo de LIG del IGME (Robles et al. 1983). En él figuran las unidades estratigráficas formales de la Rama Castellana definidas en la provincia de Valencia. Una de ellas, denominada “Calizas de Aras de Alpuente” (Vilas et al. 1982) y asignada a la parte inferior del Cretácico Superior no figura como LIG del IGME. Su estratotipo, que es la serie de referencia del lugar en el que se ha definido, se halla en El Collado, aldea que pertenece al término de Alpuente. La Formación Calizas de Aras de Alpuente está formada por calizas y dolomías y es la unidad que corona la mayor parte de las muelas de la comarca, entre las que destaca la Muela de Santa Catalina.

Propuesta de nuevos lugares de interés geológico en Aras de los Olmos

No hay duda de que el término de Aras de Los Olmos posee una geodiversidad importante y que de ella podrían definirse otros LIG que sirvieran al conocimiento y protección del patrimonio geológico. Como ejemplo se proponen los siguientes:

1. La sucesión sedimentaria del jurásico y cretácico
2. El mirador de Losilla con vistas a los depósitos de la rampa carbonática del Jurásico Superior
3. Los moldes de troncos de árboles de barranco de la Tejería
4. Las explotaciones a cielo abierto de caolín y arcilla
5. La falla y fuente de la ermita de Santa Catalina
6. Las Calizas de Aras de Alpuente
7. Deslizamientos en masa pliocenos
8. La fosa tectónica del Cañón del Turia

La sucesión sedimentaria del Jurásico y Cretácico

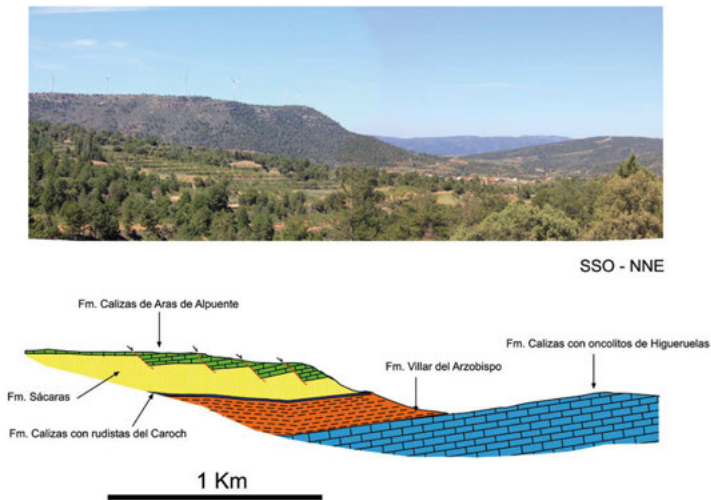
La sucesión sedimentaria Jurásico-Cretácica es el registro geológico más continuo y mejor representado en la comarca de Los Serranos. Incluye materiales, que son los estratos de calizas, areniscas, arcillas, conglomerados y tiempo. El tiempo no solamente está implicado en el orden en el que se disponen las capas (las inferiores son más antiguas que las

superiores) sino también en el espesor de las que tienen la misma litología y en los contactos entre cualquiera de dos capas superpuestas. Entre dos capas hay un cambio en las condiciones de sedimentación, que entre otras causas está una detención temporal en la recepción de sedimento. Este intervalo menor de tiempo sin depósito se denomina diastema y su importancia está en que la suma de tiempo en los diastemas es mayor que la suma de tiempo representado en el material de los estratos. Por ello una serie estratificada se compone de capas de roca y tiempo. Se puede observar una buena representación de la sucesión de las unidades sedimentarias de un tramo de materiales jurásico-cretácicos de la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica en el entorno de Losilla, en una panorámica entre el Alto de Mompedroso y la Muela (figura 5).

Aquí están representadas cinco unidades estratigráficas formales que abarcan un espacio de tiempo de 55 Ma. Una unidad estratigráfica formal es un conjunto de capas con características litológicas, estructuras sedimentarias y fósiles propias y distintos de cualquier otro conjunto con el que puede tener relaciones espaciales. Es una forma de catalogar el registro sedimentario. La figura 5 contiene un corte geológico al terreno con la situación de cada una de estas unidades. Generalmente las unidades reciben un nombre en el que suele figurar alguna característica de su aspecto, como la litología, color, fósiles, ...etc., y un topónimo local con referencia al lugar en el que se ha definido por su buena representación. La unidad inferior son las Calizas con Oncolitos de Higuieruelas, es una unidad de depósitos marinos que contienen gran cantidad de fósiles de organismos que vivieron en aguas someras y que como rasgo identificativo presenta unas esferas de carbonato desarrolladas por cianobacterias. Las cianobacterias constituyen un grupo de organismos muy antiguo, al que debemos una buena parte del oxígeno atmosférico y que actualmente podemos ver como desarrollan calcificaciones en manantiales petrificantes y cascadas de travertinos⁵.

⁵ Travertino es una acepción que se aplica tanto a una comunidad de cianobacterias, plantas y animales que viven en ríos, lagos o fuentes naturales en las que precipita el carbonato de calcio, como también al depósito que se forma en estos lugares. La precipitación de carbonato de calcio está bioinducida por la actividad de las cianobacterias que se observan como unos mucílago filamentosos de color verde y que no son algas.

Figura 5. La estratigrafía formal y la relación de la litología con el relieve, puede observarse en el entorno de Losilla. La sucesión sedimentaria se compone de calizas marinas jurásicas en la base y cretácicas en el techo. Entre ambas hay un tramo de materiales blandos jurásico-cretácicos que afloran en las laderas de la Muela. Las calizas de Aras de Alpuente protegen de la erosión a estos materiales formados por arcillas, arenas y areniscas.



Las siguientes unidades Formación Villar del Arzobispo y Sácaras son depósitos continentales y están formadas por arenas, areniscas y arcillas principalmente. Un buen criterio ambiental es que la primera contiene la mayor parte de yacimientos de dinosaurios de la zona y en la segunda podemos encontrar fragmentos de troncos de árboles carbonizados o silicificados. Entre las dos hay un nivel discontinuo de poco espesor en esta zona (menos de 1 metro) pero que en el sector Sur de la provincia de Valencia llega a alcanzar los 160 metros. Es la Formación Calizas con rudistas del Caroch. Los rudistas forman un grupo de bivalvos mesozoicos ya extinguido. Representa una breve incursión marina y aquí se caracteriza por contener foraminíferos del género *Orbitolina*. Existe una correspondencia entre el comportamiento de estas unidades frente a la erosión y los rasgos del paisaje de forma que se puede reconocer como las unidades inferiores, que están inclinadas hacia el Sureste, dibujan

un pliegue sinclinal muy laxo (Figura 5). Los intereses patrimoniales que tiene esta vista son el estratigráfico y el geomorfológico.

El mirador de Losilla con vistas a los depósitos de la rampa carbonática del Jurásico Superior

Por debajo estratigráficamente a la unidad Calizas con Oncolitos de Higueruelas se halla otra unidad, que aflora en el barranco de Casas Blancas y zona de confluencia con el Río de Arcos. Es la Formación Ritmita Calcárea de Loriguilla que también podemos ver ampliamente en el Cañón del Turia en su tramo dentro del término de Aras. Forma el impresionante cortado de la Loma de las Peñas del Molino (Figura 6). En el molino hay un tramo de margas azules de la unidad Formación Margas de Sot de Chera, que pasa transicionalmente a la formación Loriguilla y esta, hacia lo alto de la Loma, a las Calizas con oncolitos de Higueruelas.

La Formación Loriguilla consiste en una sucesión homogénea y rítmica de capas de margocalizas y calizas de un espesor individual de 10 a 30 cm. Los materiales de las tres formaciones son el registro temporal de un sistema sedimentario denominado *rampa carbonática*. Una rampa es una versión de un margen continental con una alta producción y sedimentación de carbonato orgánico en el medio marino. Actualmente las factorías de carbonato marino son más del tipo plataforma consistente en una zona llana y extensa de baja pendiente hacia el océano y terminada por un talud. Las plataformas actuales responden a la acumulación sedimentaria en el medio marino somero (hasta 200 metros de profundidad) de los sedimentos provenientes de la erosión de los continentes y aquellos de carbonato formados por la actividad de organismos en zonas tropicales y ecuatoriales. Son un producto de la evolución de los márgenes continentales a lo largo de los últimos 200 millones de años. En el Jurásico estos márgenes consistían en una pendiente sedimentaria homogénea que conectaba directamente la costa con las zonas profundas. Una diferencia importante de las rampas con respecto a las plataformas es la no existencia de un talud a lo largo del cual se suelen producir masas de materiales de plataforma resedimentados a cotas más bajas, debido a su mayor gradiente de pendiente.

En este lugar se puede observar el cumplimiento de una norma básica en sedimentología (norma o ley de Walther) y que es un instrumento

básico del análisis de facies.⁶ Esta norma relaciona el aspecto de unos materiales y el medio ambiente en el que se formaron con su sucesión en el espacio y en el tiempo. Cada uno de los conjuntos de materiales característicos de las tres unidades (Fm. Higueruelas –calizas bioclásticas–, Fm. Loriguilla –calizas micríticas y margas–, Fm. Sot de Chera –margas–) responden a un ambiente marino concreto dentro de una rampa. Todo este sedimento se originó en la zona más próxima al continente y a una profundidad no mayor de 60 metros que es la zona de mayor producción de carbonato orgánico en el medio marino. Muchos de los fósiles de la unidad Higueruelas se encuentran in situ y algunos de ellos como algas rojas, corales y esponjas, en posición de vida.

Esta zona (rampa proximal) es lo que se llama factoría de carbonatos porque es aquí donde se produce la mayor parte del sedimento que después es distribuido a lo largo de la pendiente de la rampa. La Formación Loriguilla constituye la parte intermedia de la rampa mientras que las margas de Sot de Chera formada por margas que no son más que limo de carbonato (micrita) sin cementar con una pequeña proporción de limo detrítico. En aplicación de la norma de Walther la superposición de las tres formaciones no responde más que a la evolución en el tiempo de los ambientes en los que se formaron sus materiales, que se sucedieron en el mismo orden en el espacio horizontal de la rampa, lo que en este caso el registro vertical supone una somerización marina. Esta somerización no es más que una regresión marina y que terminó en el depósito de la Formación Villar del Arzobispo, de ambiente continental y que es la que contiene los restos de dinosaurios en la zona. Por todo ello el interés de este lugar es sedimentológico⁷.

Los moldes de troncos de árboles del barranco de la Tejería

Este lugar se halla situado geológicamente en materiales de la Formación Villar del Arzobispo. Consiste en moldes de la corteza de varios troncos de árboles cretácicos que fueron enterrados en areniscas. Es un lugar

⁶ Una *facies sedimentaria* es el conjunto de las características descriptivas que presenta una unidad de rocas estratificadas (color, litología, espesor de las capas, tamaño de grano, geometría de la estratificación, estructuras sedimentarias, fósiles y tipo de relaciones laterales con otras facies).

⁷ La *somerización* en el ambiente marino consiste en la disminución de la profundidad de sedimentación. Puede ser debida al relleno sedimentario, caída del nivel del mar o levantamiento tectónico.

que ha sufrido una degradación importante en los últimos años ya que se ha perdido, debido a la erosión, parte de su longitud y el cuerpo en lignito de la madera original (Figura 8). Se ha conservado algo de la corteza y su molde en areniscas resaltado por una envuelta de óxidos de hierro que constituye una funda de cemento que impregna las areniscas blancas (Figura 7). Los restos pertenecen a varios troncos de árboles depositados paralelamente sobre arenas de lo que fue una playa. Su posición tendida y el hecho que haya varios paralelos alineados indica que fueron transportados por una corriente y por ello no se hallan en su lugar original de crecimiento.

Figura 6. Vista de la sucesión del último ciclo sedimentario del Jurásico Superior en materiales marinos. De abajo a arriba se superponen las margas azules de la Fm. Sot de Chera, los centenares de capas de calizas micríticas de la Formación Loriguilla y, en lo alto, los estratos de las calizas bioclásticas de Higueruelas.

Esta sucesión vertical es el registro a lo largo del tiempo de una regresión marina desde un medio de aguas profundas a las proximidades de la costa.

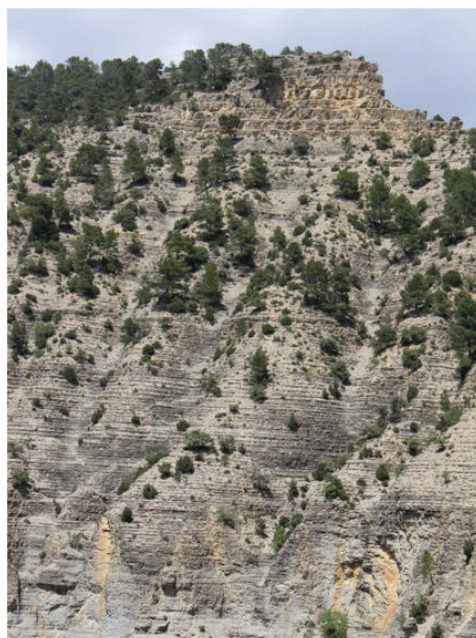
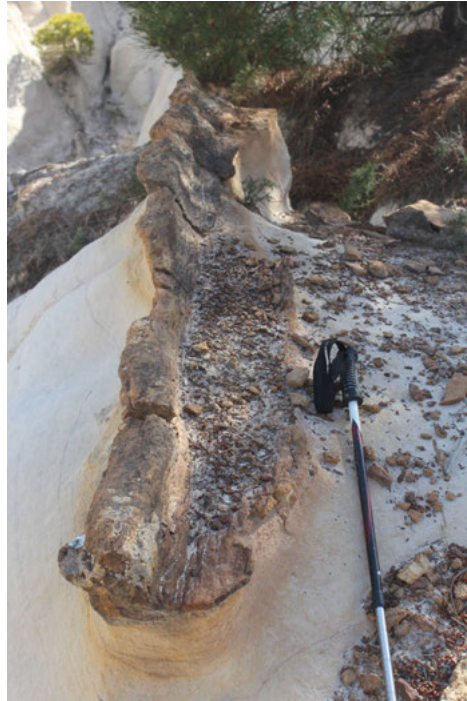


Figura 7. Imagen de uno de los troncos de árboles. El núcleo del tronco está vaciado, por lo que de él se conserva el molde exterior de la corteza, en parte con restos de fibras vegetales mineralizadas, y una envuelta de areniscas cementadas por óxidos de hierro.



El proceso de fosilización de los troncos implicó, después de su enterramiento, la carbonización de la lignina en un ambiente reductor lo que llevó también a la formación de fibras de pirita. Con el tiempo y la circulación de aguas subterráneas a través de la arenisca que debieron aportar oxígeno, la pirita se degradó para producir óxidos de hierro. Estos óxidos de goetita y limonita formaron una envuelta en la parte externa de la corteza y se extendieron como cemento en las areniscas. Con la exhumación reciente, posiblemente debido a la extracción local de arena y arcilla, el carbón del tronco se ha degradado debido a la oxidación y solamente queda el molde de la corteza y una envuelta protectora de color marrón de arenisca cementada por limonita (Figura 7). El interés patrimonial de este lugar es paleontológico.

Figura 8. El mismo lugar a principios de la década de los años 90 del siglo XX. El tronco presentaba mayor longitud y aún tenía la parte del interior conservada en lignito.



Las explotaciones a cielo abierto de caolín y arcilla.

En el talud Oeste de La Muela, constituidos por materiales blandos de la Formación Sácaras, se mantienen sin restaurar dos minas a cielo abierto abandonadas de arcillas y caolín. Hay numerosas explotaciones de este tipo en la comarca de Los Serranos, desde Villar del Arzobispo hasta Aras y Alpuente, tratándose de una actividad que fue más importante en el siglo XX y primeros años del XXI que en la actualidad. Sus materiales tradicionalmente han sido procesados en la industria cerámica de Castellón. De estas canteras se extraía arcilla, caolín y arena. La figura 9 muestra el frente de una de estas explotaciones de Aras con una capa inferior gruesa de arcillas rojas y otra superior de arenas blancas. La arcilla se ha empleado en ladrillería y para confeccionar la pasta de la cerámica. De la arena blanca se extrae la matriz arcillosa compuesta por caolín, mineral con el que se confecciona la porcelana, y arena de cuarzo empleada en la fabricación de vidrio.

Originalmente estos materiales procedieron de un área paleogeográfica situada más al oeste, en el interior de la península, posiblemente en afloramientos de rocas metamórficas e ígneas que contenían feldespatos y

denominada Macizo Ibérico. El Macizo Ibérico hoy son los restos de una anterior cordillera de plegamiento paleozoica denominada Varisca parcialmente desmantelada por la erosión. La alteración de los feldespatos y otros minerales de estas rocas en un clima cálido y húmedo produjo estos sedimentos que fueron transportados por ríos hasta esta zona.

El abandono de la explotación a cielo abierto sin restaurar es una práctica que hoy no se permite, pero que en algunos casos facilita ver y estudiar la litología y estructura de unidades de materiales normalmente cubiertas por la vegetación. Hoy es un testigo de una actividad minera de importancia económica local. Los intereses patrimoniales de este lugar son el minero y el litológico.

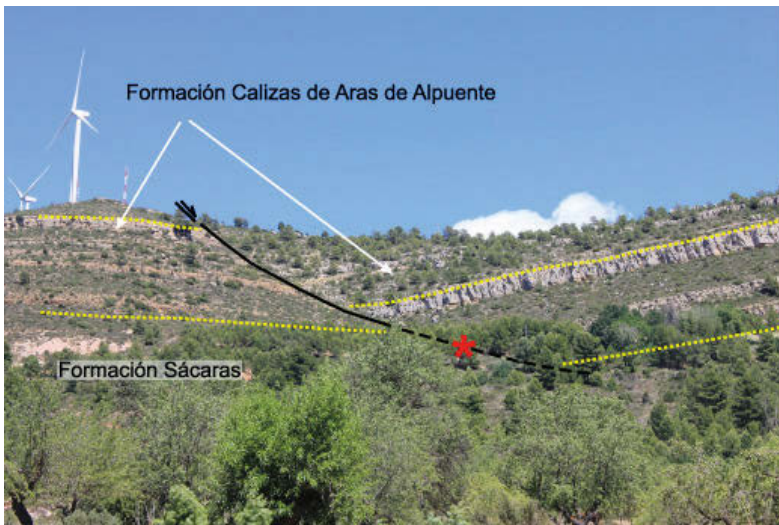
Figura 9. Frente de una de las canteras abandonadas de Aras. La parte inferior está formada por arcillas y areniscas rojas, mientras que la parte superior son arenas y areniscas blancas de granos de cuarzo y con una matriz de caolín. Este nivel más consolidado y rígido está afectado por un sistema de *diaclasas* subverticales que no se propagan en el nivel inferior de arcillas plásticas. La *diaclasa* es un tipo de fractura, normalmente en posición subvertical, en la que los bloques separados o no se han desplazado o si lo han hecho ha sido perpendicularmente al plano de fractura. Son fracturas de distensión o de relajamiento y no son fallas.



La falla y fuente de la ermita de Santa Catalina

El lugar de la ermita de Santa Catalina también tiene una razón geológica que le añade interés. Este estriba en la presencia de la fuente alimentada por un acuífero colgado. Seguramente esta fuente pudo ser una ventaja para la instalación del poblado ibero en lo alto de la Muela. Son frecuentes las ermitas creadas en torno a una fuente permanente a menudo adornadas de la narración de un manantial brotado milagrosamente y que son lugares de devoción religiosa. Todas estas fuentes tienen también una explicación geológica. En este caso se halla en una falla en los materiales de la Formación Calizas de Aras de Alpuente que coronan la muela. Estas calizas se hallan diaclasadas y carstificadas lo que permite una alta porosidad de la roca a través de la cual se infiltra el agua de la lluvia. Por debajo de estas calizas se hallan los materiales de la formación Sácaras cuyas arcillas impermeables impiden el descenso del agua creando un acuífero colgado en lo alto de la Muela. En el lugar de la ermita estas calizas presentan una falla de tipo normal y plano curvado (falla lítrica) a favor de la cual ha descendido inclinándose uno de los bloques (Figura 10). La fuente se halla en el plano de falla, que también permite la circulación del agua, allí en donde el bloque de calizas se halla lateralmente en contacto con las arcillas impermeables del otro bloque. Este lugar tiene un interés patrimonial de tipos tectónico e hidrogeológico, pero también es una figura LICUTG (Lugar de Interés Cultural y Usos Tradicionales de la Geodiversidad, Rosillo 2019) debido a ser un lugar de tradición religiosa local entorno a un elemento de la geodiversidad.

Figura 10. Falla normal lítrica en la Muela, en el lugar de la ermita de Santa Catalina. El asterisco indica la posición del manantial detrás de los árboles. La surgencia se halla en el plano de una falla curvada que ha permitido el descenso inclinado de uno de los bloques de las Calizas de Aras de Alpuente. La falla queda atenuada en profundidad debido a la plasticidad de las arcillas de la Formación Sácaras.



Las Calizas de Aras de Alpuente

Las Calizas de Aras de Alpuente es una unidad geológica formal que marca el inicio de la sedimentación marina en el sector suroriental de la Rama Castellana del Sistema Ibérico. La podemos reconocer en la comarca de Los Serranos por ser la unidad que corona horizontalmente todas las muelas. Se extiende por las provincias de Valencia Cuenca y Teruel. Tiene en la zona unos 90 metros de espesor y está formada por calizas bioclásticas que contienen numerosos fósiles como foraminíferos, gasterópodos, ostreidos y rudistas. La gran abundancia de ostreidos (Figura 11) ha dado lugar a la anécdota popular de las “orejas de moro”, cruel descripción de la derrota final de las tropas hispano-musulmanas en la zona.

Las calizas de Aras de Alpuente son el material de construcción preferido de varios de los poblados íberos cuyos restos aún permanecen en lo alto de las muelas, constituyendo también un LICUTG debido a la protección que les debió dar el efecto atalaya y por el aprovechamiento constructivo que hicieron del material de esta formación. En la denominación de la unidad los autores cometieron un error ya que el lugar físico de la serie en el que la definieron, su estratotipo, se halla en El Collado que es una aldea de Alpuente, regalando idealmente todo el territorio de caída desde el Collado hasta Losilla al término de Aras. El interés patrimonial de esta

formación es sedimentológico y geomorfológico por su relación con la configuración de las Muelas.

Figura 11. Detalle de la superficie de un estrato de las calizas de Aras de Alpuente en el que se muestra la abundancia de valvas de ostreidos. Son evidencias de un depósito marino somero a inicios del Cretácico Superior.



Deslizamientos en masa pliocenos

A principios del Plioceno hace 5'3 Ma, se desarrolló la última fase tectónica importante en este sector del Sistema Ibérico, Fue una fase de distensión durante la cual se rejuveneció el relieve mediante un conjunto de fallas normales que desplazó bloques elevando relativamente unos y haciendo descender otros. Estas fallas se cortaron ortogonalmente en las direcciones NE-SO y NO-SE y a ellas debemos la actual configuración de muelas y valles en la zona entre Aras, Titaguas y Alpuente. Como consecuencia de este rejuvenecimiento muchas de las pendientes de ladera tuvieron un gradiente de inclinación inestable teniendo en cuenta los materiales que las forman y el clima del momento más húmedo que

el actual. Ello dio lugar a la creación de abanicos aluviales, coluviones y deslizamientos en masa. Estos deslizamientos que son conocidos en los términos de Alpuente y Titaguas también están en el término de Aras. Consisten en masas caóticas de bloques de gran tamaño, desde 50 cm a varias decenas de metros de lado, que han recorrido distancias de un centenar de metros o más suspendidos en una matriz densa de cantos, arena, limo y arcilla embebida en agua. Estos deslizamientos son una respuesta mecánica a la estabilización de la pendiente deposicional de las laderas de las muelas recién creadas por la fracturación. Tienen la importancia de ser relictos de un relieve desarrollado durante el Plioceno y que forma parte del paisaje actual confirmando que el que vemos es compuesto y contiene restos de paisajes geológicos anteriores⁸. Un lugar en el que podemos ver un ejemplo de depósito de deslizamiento de bloques en masa es en el barranco de la fuente de la Ojuela (Figura 12). Su interés patrimonial es geomorfológico y sedimentológico.

Figura 12. Deslizamiento en masa de materiales pliocenos del barranco de la Fuente de la Ojuela. Este deslizamiento se produjo durante la estabilización de las laderas de la Muela mediante un movimiento de partículas desarrollado de izquierda a derecha de la imagen. Está seccionado por el barranco actual que forma parte de la red de drenaje iniciada durante el Pleistoceno.

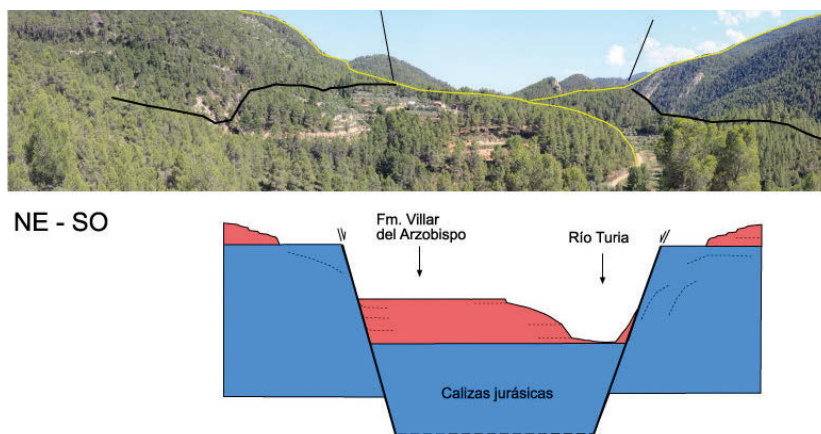


⁸ En estratigrafía y en geomorfología, el *relicto* es un resto de un depósito o forma del relieve que ha permanecido en un lugar después de que por erosión hayan desaparecido de otras partes.

La fosa tectónica del Cañón del Turia

Tal vez el elemento geológico de mayores dimensiones en el término de Aras sea el Cañón del Turia. Geológicamente es una depresión morfológica emplazada en una fosa tectónica. Está enclavada en materiales jurásicos y limitada por dos fallas, una a cada lado del valle (figura 13). Estas fallas tienen un salto mínimo vertical de 400 metros. Los dos bloques relativamente elevados de los lados son las calizas y dolomías del Jurásico, mientras que, en el centro, en el bloque relativamente descendido, se hallan los materiales terrígenos de la Formación Villar del Arzobispo cuya posición original estuvo a la cota de la población de Aras. Esta estructura se prolonga en el término de Aras lo largo de más de tres kilómetros. Como muchos otros ríos del margen mediterráneo que ocupan cañones el cauce del Turia fue excavado durante el descenso del nivel del Mediterráneo en el Mioceno Superior debido a su desecación. Sin embargo, el emplazamiento del Turia en esta fosa indica que es posterior a la Crisis de desecación Messiniense y ello explica la fuerte pendiente de la mayor parte de sus tributarios que aún no han alcanzado su perfil de equilibrio. El interés patrimonial de esta estructura es tectónico y geomorfológico.

Figura 13. El valle del Río Turia es una fosa tectónica limitada por dos fallas normales con inclinación en sentidos opuestos. El bloque central que contiene el cauce del río ha descendido centenares de metros en vertical respecto a los laterales de forma que en él afloran los materiales de la Formación Villar del Arzobispo que se halla sobre las calizas jurásicas.



Consideraciones

Los procesos geológicos, sus productos (elementos y formas) y el tiempo pasado se hallan presentes en cualquier lugar de La Tierra. Todo ello forma parte de la geodiversidad que es un recurso no renovable a disposición de la sociedad humana. Conocerlo para protegerlo es importante porque en el registro geológico formado por procesos, sus productos y tiempo geológico, se halla el pasado de La Tierra, pero también como será nuestro futuro. Los Lugares de Interés Geológico (LIG) son una forma de evocar la memoria geológica de La Tierra y el fundamento del patrimonio geológico. Los LIG pueden ser establecidos a nivel internacional, nacional, regional y local y como en el caso del catálogo IELIG del Instituto Geológico y Minero de España existe la posibilidad de apadrinar uno de ellos lo que es una invitación a la implicación de la población en su conservación.

Pero, además, la geodiversidad y el patrimonio geológico son recursos que utilizar en beneficio de la población local. En muchos lugares existe una oferta de turismo de naturaleza con beneficio económico para empresas que trabajan en el ámbito local ofreciendo empleo. El geoturismo es una parte de él en el que la geología es una actividad más en combinación con otras finalidades gastronómicas, culturales, recreativas, ... etc. Pero también existe el turismo geológico que tiene como exclusividad el conocimiento de la geología de una región de un proceso o un elemento determinado. La erupción del volcán Tajogaite, en la isla de la Palma fue un ejemplo de ello. Como recurso disponible la Sociedad local debe requerir del ámbito científico el conocimiento técnico necesario para desarrollar ofertas de geoturismo y turismo geológico. Establecer los catálogos de LIG son un buen comienzo.

Bibliografía

GONZÁLEZ LODEIRO, F., IGLESIAS PONCE DE LEÓN, M., GARCÍA SALINAS, F., ABRIL HURTADO, J., ORTÍ CABO, F. (1975). Memoria y mapa geológico de España 1:50.000, Hoja de Alpuente (638). *Instituto Geológico y Minero de España*. Madrid. 34 pp.

info.igme.es/ielig/LIGinfo.aspx?codigoBs167. Consultado en mayo de 2024

ROBLES CUENCA, F., ACUÑA HERNÁNDEZ, J. D., GUTIÉRREZ HERRERO, G.; NIETO SALVATIERRA, M. (1983). Lugares de interés geológico de la provincia de Valencia. Diputación de Valencia. Valencia. 126 pp.

ROSILLO MARTÍNEZ, J. F. (2019). *Patrimonio Geológico y Usos Tradicionales de la Geodiversidad en la Comarca de Huéscar (Granada)*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 1.061 pp.

VILAS, L., MAS, R., GARCÍA, A., ARIAS, C., ALONSO, A., ARIAS, C., MELÉN-DEZ, N. Y RINCÓN, R., (1982). Capítulo 8. Ibérica Suroccidental. En: *El cretácico de España*. Alonso, A., García, A., Mas, R., Rincón, R., y Vilas, L., (Eds.), Universidad Complutense. Madrid. Madrid. 457-509.

El registro paleontológico: la biodiversidad del pasado que ha llegado hasta nuestros días

Francisco Javier Ruiz Sánchez

Patricio G. Villafañe

Ana Fagoaga Moreno

Rafael Marquina Blasco

*Grup d'Investigació en Paleontologia de Vertebrats
Cenozoics. Departament de Geologia.
Universitat de València*

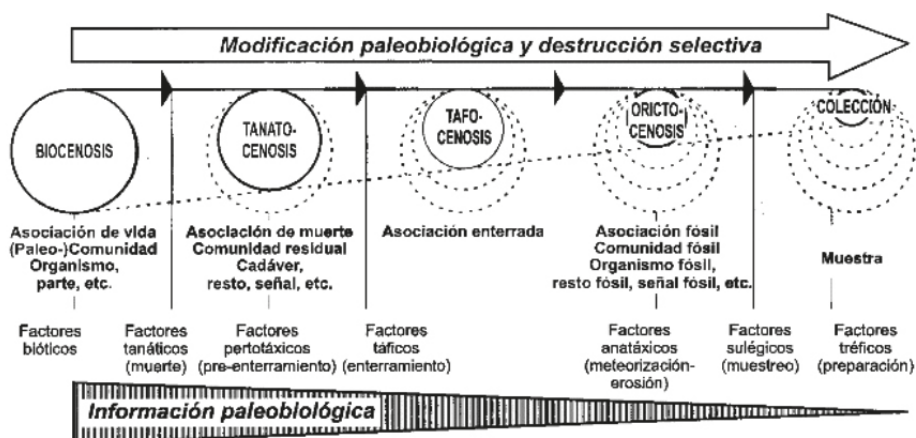
El objeto principal de estudio de la Paleontología son los fósiles, que se pueden definir como las evidencias o rastros de las formas de vida (Biodiversidad) que habitaron los ecosistemas del pasado de la Tierra. El estudio de estas evidencias no puede entenderse sin conocer en profundidad los mecanismos y procesos geológicos que han jugado un papel fundamental en su conservación; unas veces destruyéndolas y, en otras ocasiones, conservando éstas en un delicado equilibrio físico-químico con el medio donde quedan enterradas las evidencias. La disciplina paleontológica no puede entenderse por tanto sin el concurso de todas y cada una de las ciencias básicas, y muy especialmente la Geología y la Biología, pero sin descuidar la Física, la Química y las Matemáticas.

Un fósil, por tanto, no es más que la evidencia de un organismo que vivió en el pasado (Figura 1a) y que, gracias a un “golpe de suerte” al quedar registrado en un medio sedimentario adecuado, ha sido parcialmente modificado y ha conseguido llegar hasta nuestros días (Figura 1b). Es el modo en que la información paleobiológica del pasado llega hasta nuestros días tras un proceso de modificación, destrucción selectiva y retención diferencial propiciado por el medio geológico circundante (Figura 1b).

Figura 1. A) Mandíbula de *Agriotherium robesli* del yacimiento de Venta del Moro (Valencia)



B) El proceso de fosilización como modelo de modificación paleobiológica y destrucción selectiva (Fernández-López, 2000).



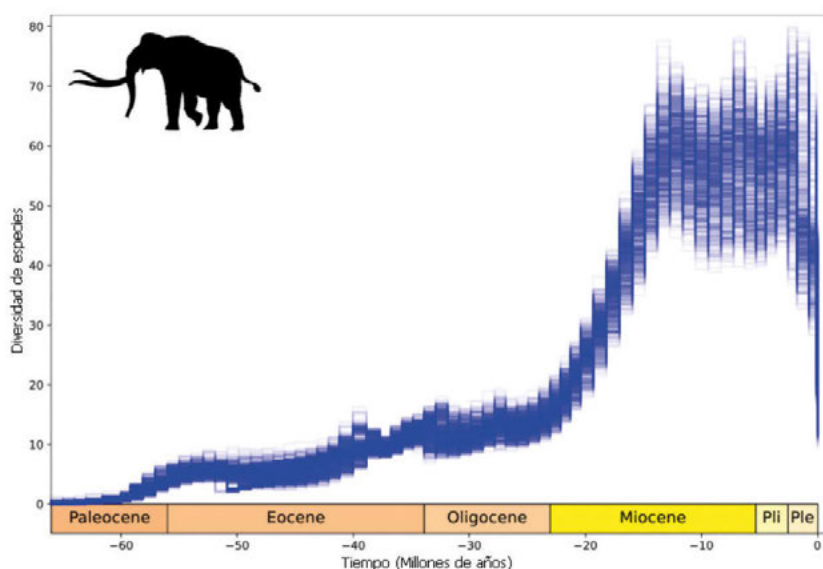
Geosfera versus biosfera

La Biodiversidad se define como la ... “variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos ... los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte... comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”. Esta definición, que hoy en día se aplica al conjunto de formas vivas que habitan nuestro planeta, puede extenderse en un marco temporal más amplio a la biodiversidad del pasado. Así, hablamos de paleobiodiversidad cuando nos queremos referir a esos conjuntos de organismos que habitaron nuestro planeta en épocas pasadas; y hablamos en plural (conjuntos) porque no podemos hablar de un único conjunto de organismos, sino de una sucesión de formas de vida cuya existencia se ha visto sujeta a las leyes de la naturaleza, y en las que la extinción y el cambio (evolución) han jugado un papel fundamental.

La historia geológica de nuestro planeta ha sido (y es) muy convulsa desde el punto de vista ambiental. La tectónica de placas, el bombardeo regular de cuerpos extraterrestres de forma más o menos regular, los cambios orbitales del sistema sol-tierra, son algunos de los procesos

que hacen a la geosfera uno de los motores de cambio principales en la biosfera. Esta historia está jalonada de etapas de cierta estabilidad, así como otras de profundo cambio que han propiciado los escenarios propicios para la actuación de los mecanismos evolutivos, y en particular del más potente de ellos como generador de diversidad biológica, y que no es otro que el de la selección natural. La actuación de la selección natural ha derivado en la originación de numerosas especies en cada uno de los linajes de seres vivos que han existido, y que en algunos casos se conocen con gran detalle, tal y como puede observarse en la Figura 2 para el caso de los Proboscídeos, Orden de mamíferos relacionados con los actuales elefantes.

Figura 2. Diversidad de especies de Proboscídeos (Orden de mamíferos relacionados con los elefantes actuales) en el intervalo temporal Paleoceno-Pleistoceno (65 - 0,01 Millones de años) (Cooper et al., 2024).



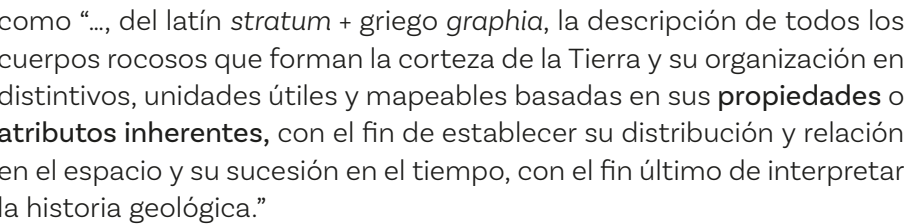
Desde las formas más primitivas de vida del Proterozoico hasta las actuales, el punto de unión de todas ellas es compartir un mismo código genético y alguno de los procedimientos de replicación de ese material genético que son la base (replicación) de la supervivencia y el mantenimiento en los ecosistemas. Pero la supervivencia de las formas de vida puede verse alterada por mecanismos internos y externos. Los que tradicionalmente han sido relacionados con la supervivencia de la especie son aquellos relacionados con el medio externo (ambiente) en el que se desarrolla ésta, y muy especialmente en aquello que tiene que ver con la modificación brusca o progresiva de esas condiciones ambientales. Pero también son fundamentales los mecanismos internos como la variación genética, y las consecuencias que esta variación tiene con la respuesta relacionada con la adaptabilidad, aspectos sobre los que actuará la selección natural.

Por lo que respecta a los mecanismos externos, las etapas de estabilidad y otras de condiciones ambientales cambiantes generaron escenarios a los que la biosfera respondió de las dos únicas formas posibles: adaptándose (adaptación – cambio) o pereciendo (extinción). Gran cantidad de grupos biológicos fueron originados y otros muchos perecieron a lo largo de la historia convulsa de nuestro planeta.

La selección natural, como motor principal del proceso evolutivo, seleccionó para su extinción a aquellas formas no adaptadas a las condiciones ambientales imperantes en el entorno donde vivían. De igual modo, seleccionó a otros grupos que mostraban adaptaciones que les permitían desenvolverse en esas condiciones. Este juego de vida y muerte se desarrolló desde el mismo momento de surgimiento de la vida, y continua hasta día de hoy como reflejo del continuo que supone la vida en nuestro planeta.

Paleobiodiversidad y registro fósil

Se define el “tiempo geológico” como aquel intervalo temporal que abarca toda la historia de la Tierra, y se mide por medio de una escala del tiempo geológica (Geological Time Scale – Escala de tiempo geológica) (Figura 3). La tabla de tiempo geológico se basa en la Tabla Cronoestratigráfica Internacional, información que relaciona “estratigrafía” y “cronología”. La Comisión Internacional de Estratigrafía (ICS) define la Estratigrafía



situado en el hemisferio norte, e inversa como norte magnético situado en hemisferio sur), Unidades cronoestratigráficas, etc.

La relación entre paleobiodiversidad y registro fósil viene de que podemos definir el registro fósil como el conjunto de evidencias de las formas de vida que habitaron la Tierra en el pasado (paleobiodiversidad), que llega hasta nuestro día en el interior de las rocas que se estaban formando en el momento en que estas formas vivas habitaron los medios terrestres donde se originan estas rocas. Los fósiles solo pueden quedar registrados en rocas sedimentarias o algunos tipos de rocas metamórficas procedentes, a su vez, de rocas sedimentarias. El registro estratigráfico de estas rocas es clave para entender la sucesión de las formas de vidas allí registradas.

Hablamos de zonas de una u otra especie de animal o planta en el pasado (Unidades bioestratigráficas) al contenido y distribución de los fósiles en los estratos. Por tanto, las rocas de la corteza terrestre se dividen en Unidades cronoestratigráficas, que son unidades de roca ordenadas según su tiempo relativo de formación, en las que quedaron registradas los acontecimientos más importantes de la historia de la Tierra y de la vida. Estos acontecimientos sirven de base para marcar las subdivisiones principales de la Tabla y por tanto del tiempo geológico.

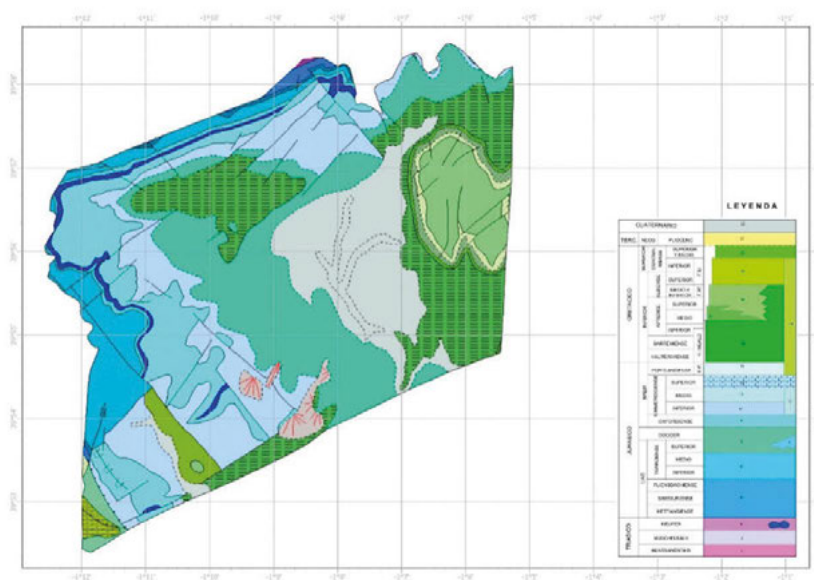
Registro fósil en el área de Aras de los Olmos

Para conocer el registro fósil del entorno de Aras de los Olmos, lo primero que tenemos que conocer es el tipo de depósitos geológicos existentes en la zona y la edad de estos. Tal y como podemos observar en la Figura 4, el municipio de Aras de los Olmos presenta depósitos de una edad comprendida entre el Triásico medio (Anisiense) y el Cretácico superior (Turonense), que abarca un intervalo temporal de unos 150 millones de años (247 – 94 Millones de años, IGME).

Los depósitos geológicos que encontramos en el municipio de Aras de los Olmos y su entorno más cercano se han formado en dos tipos de ambientes muy diferentes: por un lado, nos encontramos depósitos formados en un ambiente marino más o menos somero, y otros que se desarrollaron en un medio continental terrestre. Las faunas y floras que encontramos en cada uno de estos tipos de depósitos están relacionadas con ese ambiente de depósito, y así, los restos de dinosaurios

tan característicos de esta zona del interior de la provincia de Valencia se corresponderían con los depósitos geológicos formados en el medio continental terrestre.

Figura 4. Mapa geológico del municipio de Aras de los Olmos. Las rocas que afloran incluyen una variada representación que van del Triásico medio (Anisiense) al Cretácico superior (Turonense) (247 - 94 Millones de años (IGME).

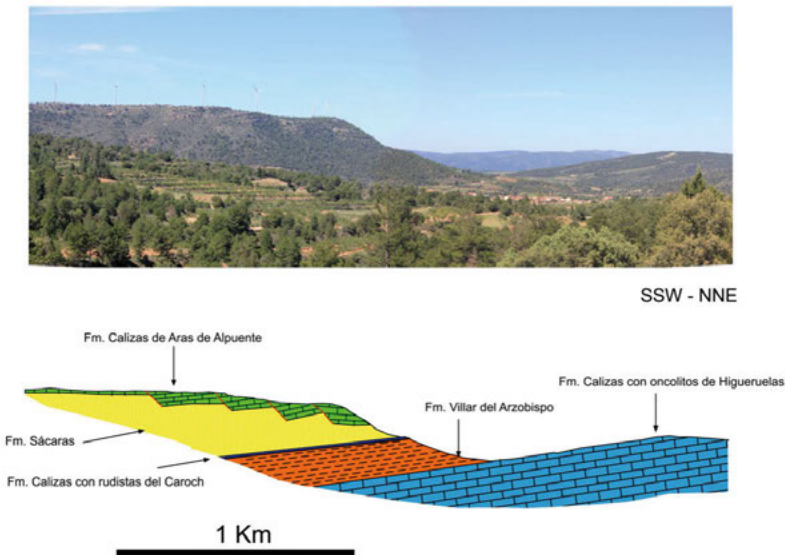


Los depósitos del medio marino formados en el Mesozoico son los típicos que podemos encontrar actualmente en zonas marinas cercanas a la costa, consistiendo en arcillas y arenas de edad cretácica. Las faunas de estos materiales son faunas típicas de este tipo de ambientes, en el que predominan los moluscos.

Los depósitos continentales contienen un conjunto de restos de vertebrados (dinosaurios), cuyos afloramientos se extienden más allá del termino municipal de Aras de los Olmos, principalmente hacia el término de Alpuente y del conjunto de pedanías que la integran. Además de restos

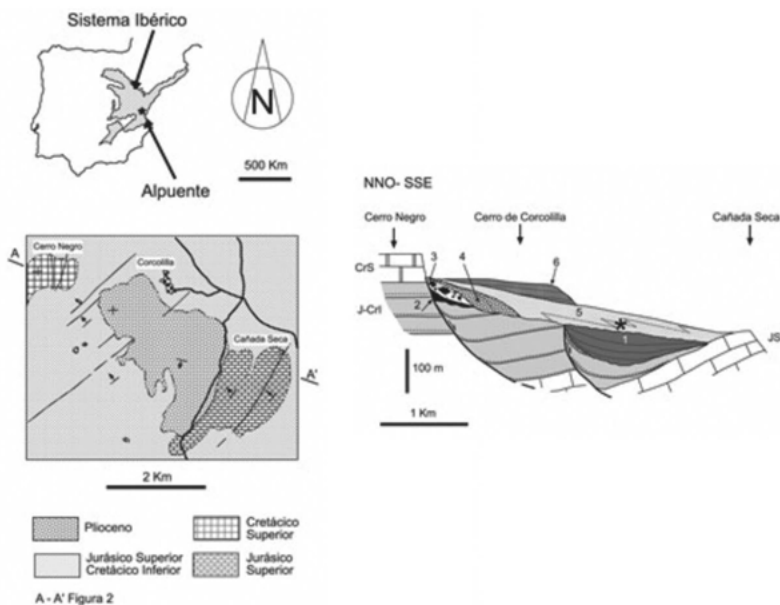
directos de dinosaurios (huesos) se encuentran varios yacimientos de icnitas (huellas) de gran valor científico y didáctico-divulgativo.

Figura 5. Formaciones geológicas de edad Jurásico superior - Cretácico superior (Albiense-Cenomaniense) (150 – 94 Millones de años (IGME).



De edad más reciente (Terciario) se localizan yacimientos en el conocido como “Terciario de Corcolilla”, muy próximo al término municipal de Aras de los Olmos. En los materiales del sector norte de la comarca de Los Serranos, y en relación con dos fallas de dirección NE – SO se desarrolló en el sector de la aldea de Corcolilla, una pequeña cuenca en la que se ha registrado un espesor de 170 metros de megabrechas, conglomerados, limos y arcillas (Figura 6). Estos materiales contienen fauna de microvertebrados que nos han permitido atribuir estas faunas a una edad Plioceno (5,3-2,6 millones de años).

Figura 6. Mapa y corte geológico de los depósitos pliocenos de Corcolilla (JS Jurásico Superior, J-CrI Jurásico Superior – Cretácico Inferior, CrS Cretácico Superior). El asterisco indica la posición de los yacimientos estudiados en esta zona.



Los depósitos terciarios de Corcolilla forman los restos de un sistema complejo de materiales de abanico aluvial. Se hallan rellenando una cuenca de tipo semigraben asociada a dos fallas lístricas normales de orientación NE – SO. Los depósitos inferiores se hallan deformados por la actuación de una de estas fallas. Sobre ellos, hay tres unidades que se presentan buzando ligeramente hacia el SE. En estos depósitos se han encontrado restos de micromamíferos (Sorícido – insectívoro, Arvicolídeo – rata de agua y Lagomorfo – conejos) que nos permiten inferir la edad de este conjunto de materiales.

Calidad ambiental, suelos y producción agrícola

Sabina Asins Velis
Emilio Doñate Maset
Javier Renovell Sala

*Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE
(CSIC-Universitat de València, Generalitat Valenciana)*

Los vecinos de Aras de los Olmos, como los de numerosos municipios españoles, se están adaptando a los cambios, y preparando para los retos y oportunidades, que se dibujan en el mundo rural. Éstos se incluyen en el Plan de Acción Rural que está diseñando la Unión Europea para favorecer unas zonas rurales más fuertes, conectadas, resilientes y prósperas (Comisión Europea, 2021a). Las acciones de este Plan, orientado a las comunidades, van acompañadas de la aprobación de otros mecanismos de protección medioambiental que instan a la adopción de prácticas que favorezcan la calidad de suelos y agua, y, por tanto, de la producción agrícola y la salud humana. En esa dirección se dirigen el Pacto Verde Europeo (Comisión Europea, 2019), la Estrategia sobre la Biodiversidad (Comisión Europea, 2020a), la Estrategia de la Granja a la Mesa (Comisión Europea, 2020b), el Plan de Acción para la Economía Circular (Comisión Europea, 2020c), la Estrategia de adaptación al cambio climático de la Unión Europea (Comisión Europea, 2021b), la Estrategia en favor de los bosques (Comisión Europea, 2021c), el proyecto de Ley de restauración de la naturaleza (Comisión Europea, 2022), o la reciente propuesta de Ley de vigilancia del suelo (Comisión Europea, 2023), entre otros.

Todo ello sin olvidar las medidas de la nueva Política Agrícola Común (PAC), 2023-2027, que se apoya en dos pilares básicos: los Requisitos Legales de Gestión, y las Buenas Condiciones Agrarias y Medioambientales (normas BCAM). En estas normas BCAM se incluyen las Medidas para la conservación y protección del suelo; las Medidas para garantizar un mantenimiento mínimo de las superficies agrícolas; y las Medidas para evitar el deterioro de los hábitats (Comisión Europea, 2021d).

Se fomenta de este modo el mantenimiento o adopción de prácticas de gestión por parte de los agricultores que favorezcan la calidad de los suelos y, por extensión, la calidad ambiental. Calidad de los suelos que se ve amenazada por problemas como la erosión, la pérdida de carbono orgánico, la compactación, el desequilibrio de nutrientes, la contaminación, la pérdida de biodiversidad, o la falta de humedad, y que afectan a los servicios que los suelos prestan al ecosistema como son la regulación del clima y el secuestro de carbono, la producción primaria/de biomasa, el control de la erosión y de la contaminación ambiental, etc. (EJP-Soil-SERENA, 2023).

En relación con la gestión del territorio, una de las dificultades más destacadas a las que tiene que hacer frente Aras de los Olmos es al des-

censo de población. Desde el año 2011, en que el municipio alcanzó su máximo más reciente con 442 vecinos empadronados, hasta octubre de 2023, mes en el que se registran 380 habitantes¹, ha experimentado una disminución de un 14%. A ello se suma un índice muy bajo de natalidad y una alta tasa de envejecimiento. En consecuencia, el porcentaje de población activa es bajo, con únicamente 96 personas afiliadas a la Seguridad Social en 2022. Por cuanto se refiere a la actividad económica, de las 17 empresas inscritas en ese año, 9 correspondían al sector servicios y 5 al agrícola (con el cierre de dos empresas desde el año 2020, en que había 7 empresas inscritas). Los datos de descenso de población y retroceso en algunos sectores contrastan con el rico valor ambiental, agrícola y paisajístico de su territorio, que hacen propicio el que se promuevan instalaciones que favorecen la actividad turística. Hasta el momento, esta actividad se desarrolla de manera sostenible y sin superar la capacidad de carga del entorno (cuenta con 1 hotel y 21 casas rurales, que suman en total 109 plazas de alojamiento) (GVA, 2022a).

La superficie municipal ocupa una extensión de 7.604 hectáreas, de las que 1.255 ha (16,5% del total del territorio) se dedican al cultivo, incluyendo las tierras en barbecho; 6.137 ha (80,7% del total) a pastos, eriales y forestal; y 212 ha (2,78%) a otras superficies (GVA, 2022 b,c). Preservar la calidad ambiental ligada a ese elevado 80,7% de espacio natural es tarea prioritaria, como lo es el garantizar que en las tierras que se dedican al cultivo se implementen sistemas de gestión lo más sostenible posibles. Esta es una gran oportunidad para Aras de los Olmos.

La tipología de los suelos, y por tanto su capacidad de uso agrícola, es variada (Figuras 1 a 4 y Tabla 1):

1. Los suelos de Muy Baja Capacidad de Uso Agrícola se localizan en las zonas de montaña, en el norte y noroeste (Peña Blanca, el Alto de Mapedroso, la Ceja de la Cumbre, la Loma de la Graja y la Loma de la Cocinilla) en donde dominan los Luvisoles crómico líticos, o en la Loma de las Espartosas (Leptosol eútrico); así como Leptosoles líticos en el Puntal de los Colmenares. Sus principales limitaciones para el cultivo son debidas a la pendiente y al escaso espesor efectivo de los suelos,

¹ Información facilitada por el Ayuntamiento de Aras de los Olmos (consulta 03/10/2023).

por los procesos de erosión que han sufrido a lo largo del tiempo.

2. De Baja Capacidad de Uso Agrícola son los suelos que se ubican en las zonas más bajas de esas áreas montañosas, en las que las principales limitaciones obedecen a sus desfavorables características físicas y químicas para el cultivo, al escaso espesor efectivo y a los problemas de erosión que presentan, la pedregosidad y los afloramientos rocosos. Predominan los Luvisoles crómicos y los Leptosoles líticos. En algunos parajes de estas laderas todavía se mantienen en pie, pero abandonadas y recubiertas de vegetación espontánea baja, las terrazas de cultivo que históricamente levantaron los agricultores de Aras de los Olmos. Son significativas las de la Muela de Santa Catalina y el Espolón. En estas zonas las pendientes se presentan en el rango entre el 8 y el 30%. Las terrazas se localizaban entre el 15-30% de pendiente, lo que dificultó la mecanización de las labores agrícolas, con el consiguiente abandono.
3. La Capacidad de Uso Agrícola Moderada es la que caracteriza a las partidas rurales que hoy en día se mantienen en cultivo. Estos suelos presentan limitaciones por inadecuadas características físicas o químicas para el cultivo, en parte corregidas por las prácticas de gestión. Los más representativos son los Regosoles calcáreos de los Cinglos de la Gotera y los Calcisoles háplicos del Campo de Aras. La mayor parte de este entorno es llano, y en las zonas más cercanas al piedemonte las pendientes son inferiores al 8%, lo que ha permitido la introducción de maquinaria para facilitar el trabajo agrícola. Además, estos campos son los más cercanos al núcleo de población, lo que rentabiliza el tiempo invertido en los desplazamientos.

En el término municipal no se han clasificado suelos con Capacidad de Uso Agrícola Elevada o Muy Elevada, que se reserva para suelos que presentan características físicas equilibradas y químicas favorables, escasa pendiente y elevado espesor efectivo, y con escasos problemas de erosión y pedregosidad.

La elevada altitud a la que se ubican los campos de cultivo, entre 950 y 1050 metros (Figura 5), y las características climáticas, con frecuencia de heladas, caracterizan su producción. De las 1.255 hectáreas trabajadas, el almendro es el cultivo predominante, con 804 ha, intercalados con el viñedo (60 ha). Los olivos (9 ha), los leñosos para trufa (38 ha) y los culti-

vos forrajeros (29 ha) son minoritarios. El cereal, principalmente cebada y avena, ocupó en 2022 un total de 104 ha, quedando en barbecho una importante extensión de tierras (206 ha, el 16,4% del total de superficie dedicada al cultivo). En regadío se trabaja en 57 ha, destinadas a almen-dros, viñedos, leñosos para trufa y una mínima extensión de huerta (Ta-bla 2). El enclave de regadío histórico de la vega del Molino del Marqués, formado por las acequias Cueva de las Pedreras, la Rebollosa, Rento, Benito, Aguachares y Molino del Marqués, se encuentra prácticamente abandonado (Hermosilla, 2009, Aparicio Vayá et al., 2014).

Figura 1. Toponimia de las partidas rurales y de los principales referentes geográficos en el término municipal de Aras de los Olmos. Elaboración: E. Doñate.

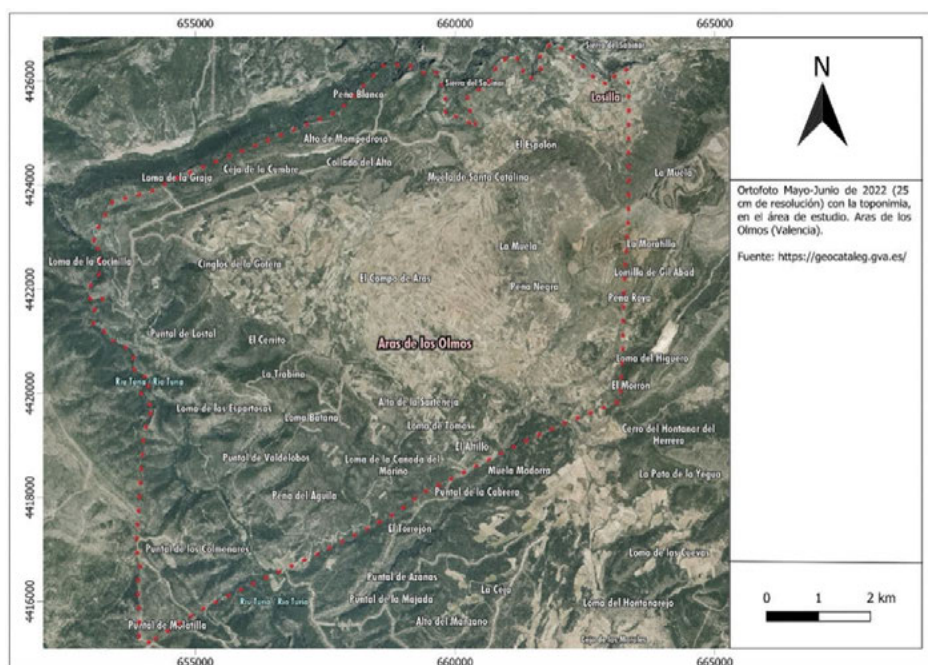


Figura 2. Mapa de suelos del término municipal.

Recorte para este estudio: E. Doñate

Fuente: GVA, 1996.

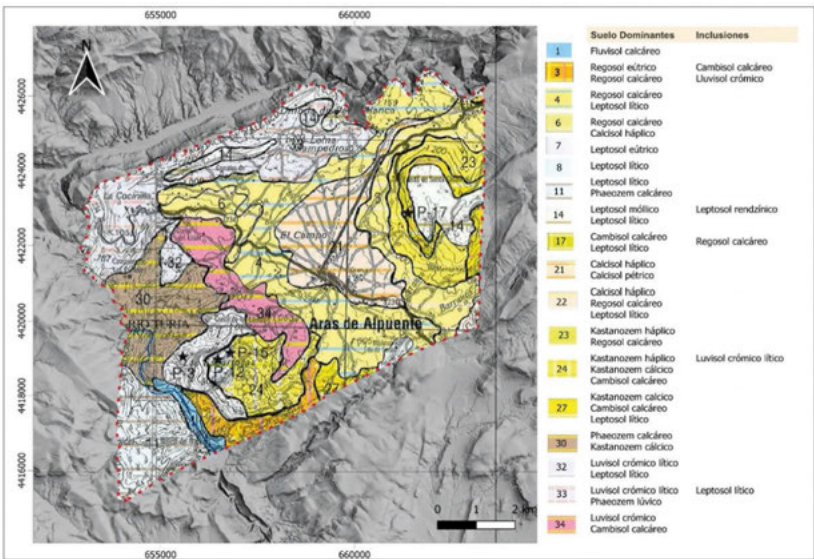


Figura 3. Capacidad de Uso Agrícola del Suelo.

Leyenda en Tabla 1. Recorte: E. Doñate.

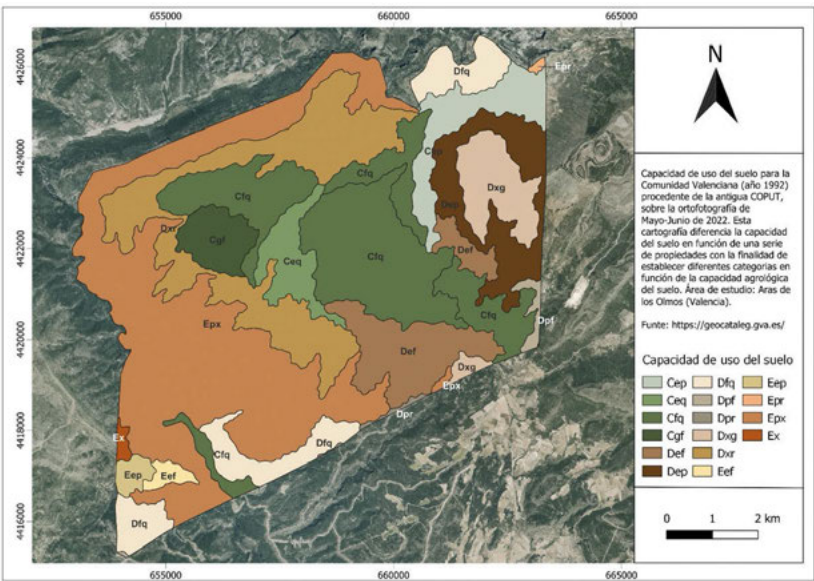


Tabla 1.- Caracterización de las Clases de Capacidad de Uso Agrario

Fuente: Antolín y Añó, 1998: 114.

Propiedades	Clases				
	A	B	C	D	E
Erosión (e)	<7 Tm/ha/año	7-15 Tm/ha/año	15-40 Tm/ha/año	40-100 Tm/ha/año	>100 Tm/ha/año o Fase lítica >45%
Pendiente (p)	<8%	8-15%	15-25%	25-45%	>45%
Espesor efectivo (x)	>80 cm	40-80 cm	30-40 cm	10-30 cm, variable	<10 cm, variable
Afloramientos (r)	<2%	2-10%	10-25%	25-50%	>50%
Pedregosidad (g)	<20%	20-40%	40-80%	80-100%	Pavimento pedregoso
Salinidad (s)	<2 dS/m	2-4 dS/m	4-8 dS/m	8-16 dS/m	>16 dS/m
Características físicas (f)	Equilibradas	Poco equilibradas	Inadecuadas	Desfavorables	Muy desfavorables
Características químicas (q)	Favorables	Poco favorables	Inadecuadas	Desfavorables	Muy desfavorables
Hidromorfía (h)	Ausencia	Pequeña	Moderada	Grave	Muy Grave
Capacidad de uso					
	Muy elevada	Elevada	Moderada	Baja	Muy Baja

Figura 4. Pendientes en la zona de estudio.

Elaboración: E. Doñate.

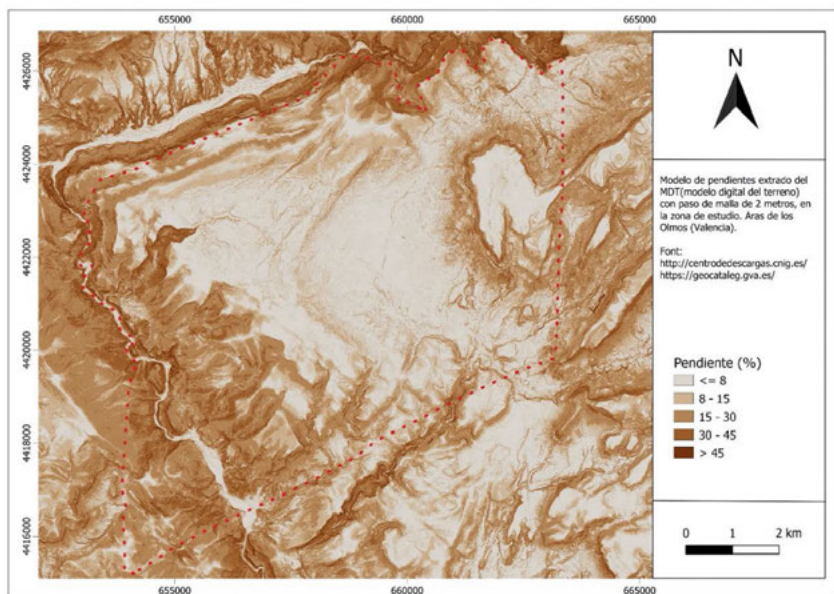


Figura 5. Curvas de nivel del término de Aras de los Olmos.

Elaboración: E. Doñate.

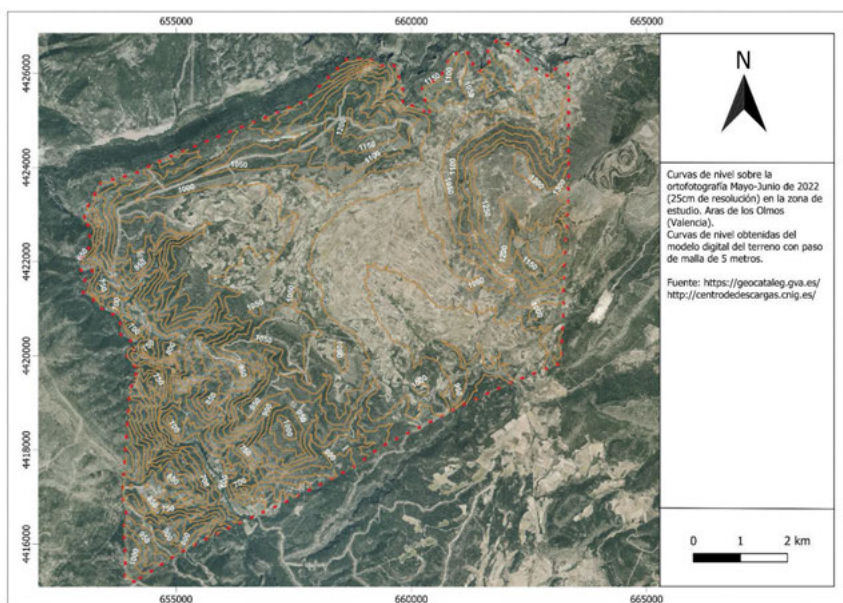


Tabla 2. Superficies de cultivos en el municipio, año 2022.

Fuente: GVA, 2022b; GVA, 2022.

Grupo de cultivo	Cultivo	Secano (hectáreas)	Regadio (hectáreas)	Superficie (hectáreas)
Cereales para grano	Cebada	86	0	86
Cereales para grano	Avena	17	0	17
Cereales para grano	Maíz	0	1	1
Cultivos forrajeros	Maíz forrajero	12	0	12
Cultivos forrajeros	Vallico	1	0	1
Cultivos forrajeros	Alfalfa	15	1	16
Frutales	Manzano	0	1	1
Frutales	Cerezo y guindo	1	0	1
Frutales	Almendro	773	31	804
Hortalizas	Cebolla	0	2	2
Leguminosas grano	Garbanzo	1	0	1
Olivar	Olivar de a. para aceite	8	1	9
Otros leñosos	Trufa	28	10	38
Viñedo	Uva transf.	50	10	60
	Total cultivos	992	57	1049
Barbechos				206
	Total tierras cultivos			1.225
Pastos y eriales				1.067
Forestal				5.070
Otras superficies				212
	Total municipio			7.604

El modelo digital del terreno (Figura 6) permite apreciar con claridad las formas del relieve, los paleocauces y el trazado de los barrancos, tributarios del río de los Arcos y del río Turia, que han definido la planificación del uso del territorio a lo largo de los siglos. La población se asienta en la extensa llanura que delimitan las curvas de nivel entre 950 y 1050 metros de altitud. Los campos de cultivo se estructuran a su alrededor hasta los piedemonte de las sierras que lo envuelven (Figura 7), desde donde comenzaron a escalonarse las terrazas para ampliar la superficie agrícola. El ingente legado material e inmaterial dejado por los agricultores para parcelar el terreno y ubicar los campos de cultivo, para mantener su fertilidad a lo largo de los siglos, para construir las terrazas, el trazado de las acequias, y las infraestructuras asociadas a esa gestión histórica del paisaje, conforman un rico patrimonio que se debe preservar por su gran valor cultural. Huellas de un intenso trabajo y de unas infraestructuras que, aunque muchas se han abandonado, sobre todo las hileras de terrazas de piedra en seco todavía son visibles y necesitan de políticas activas (Figura 8).

Figura 6. Modelo digital del terreno, con hidrografía marcada.
Elaboración: E. Doñate

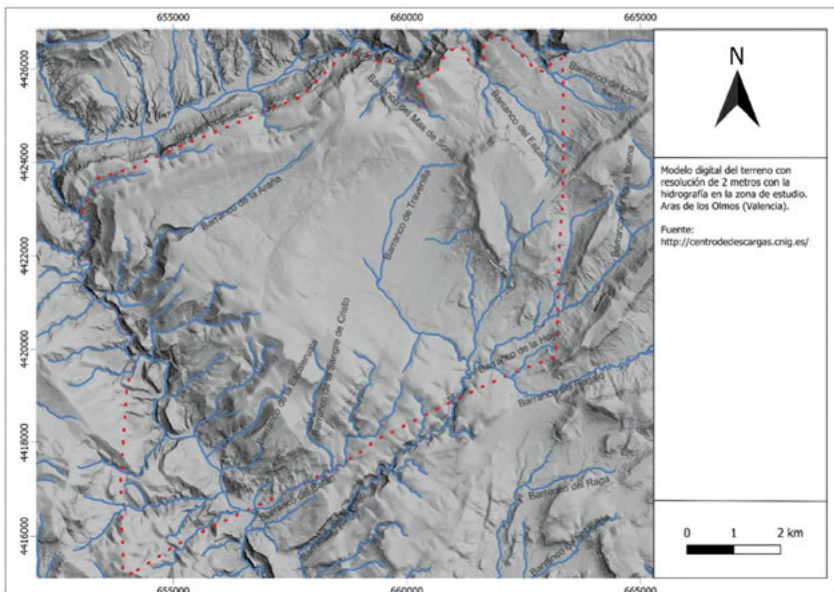


Figura 7. Usos del suelo en el término municipal.
Elaboración: E. Doñate.

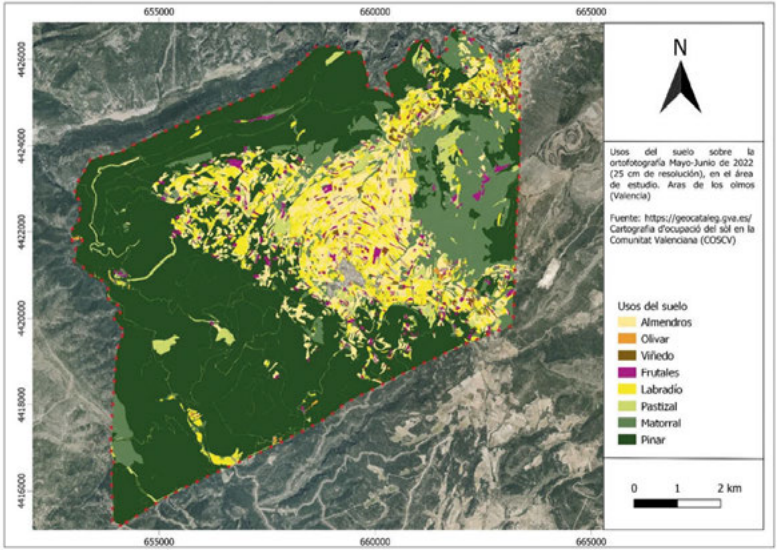
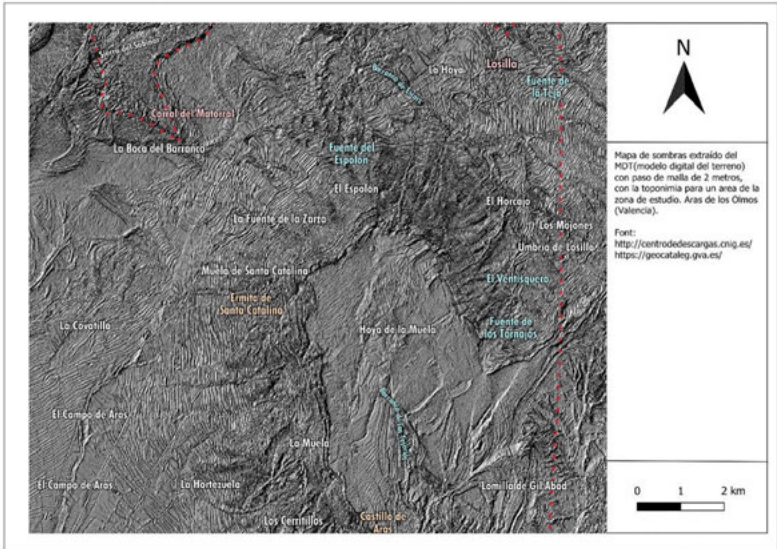


Figura 8. Detalle de la intensa parcelación y de los aterrazamientos históricos. Elaboración: E. Doñate



La ubicación del núcleo urbano, rodeado por campos de cultivo de bajo porte vegetal, la preserva del riesgo de que un incendio forestal afecte a las viviendas en un término municipal en el que se contabilizan 5.070 ha de terreno forestal, con extensa presencia de coníferas y matorral. De ahí, también, la imperiosa necesidad de mantener esos campos de cultivo en producción, para lo que se requiere la implicación de la población joven.

En el Censo Agrario de 2020 (INE, 2020) se recogen los datos básicos de las características de las explotaciones agrarias. Se contabilizaron 112 explotaciones, dirigidas por 115 personas. De ellas, 88 hombres (76,5% del total) y 27 mujeres (23,5 %). La edad media de todos ellos era de 64,14 años, por lo que se necesita ya un relevo generacional. Por grupos de edad se distribuía como sigue: menores de 25 años (1 persona), entre 25-34 años (4), entre 35-44 años (10), entre 45-54 años (14), entre 55-64 años (28) y 58 personas de 65 años o mayores. Este último grupo de edad alcanza el 50% del total de los jefes/as de explotaciones. Por nivel de formación agraria, 73 jefe/as de explotación indicaron tener experiencia agraria exclusivamente, 38 habían realizado cursos de formación agraria, y 4 tenían estudios universitarios y/o superiores agrarios.

En la actualidad, en Aras de los Olmos, los operadores certificados en el Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad Valenciana, que han notificado actividad de conformidad con el artículo 34.6 del Reglamento (UE) 848/2018, son en total 27 (16 hombres y 11 mujeres). Esta cantidad es muy destacable ya que representa el 37% de los jefe/as de explotación del municipio (CAE, 2023) implicados en aplicar prácticas respetuosas con el medio ambiente. En el proyecto EJP-Soil-Into-DIALOGUE estamos desarrollando procesos participativos con los agricultores para definir su identidad ecológica, aplicando la metodología desarrollada por el proyecto LIFT (Barnes et al., 2022).

Gracias a esa implicación ambiental, los agricultores de Aras de los Olmos se han podido beneficiar de algunas de las medidas subvencionadas por la Política Agrícola Común (PAC) de la Unión Europea, como por ejemplo de la Medida 11 (Agricultura Ecológica), a la que en el año 2022 accedieron 22 agricultores empadronados en el municipio, o los pagos para prácticas agrícolas beneficiosas para el clima y el medio ambiente, a la que se han acogido 40 beneficiarios. Esto implica que casi un 30% del importe de las subvenciones ha ido dirigido a medidas directamente

relacionadas con la sostenibilidad. Se han concedido otras ayudas a zonas con limitaciones naturales u otras limitaciones específicas, y a jóvenes y pequeños agricultores (Tabla 3).

Tabla 3. Beneficiarios de algunas de las medidas de la Política Agrícola Común (PAC) en Aras de los Olmos, año 2022.

Elaboración: J. Renovell.

Fuente: <https://www.fega.gob.es/es/datos-abiertos/consulta-de-beneficiarios-pac/descarga-de-ficheros>

Medida	Beneficiarios	Importe (€)	% respecto al total
II.1 Régimen de pago básico	38	113.952	86
II.4 Pago para prácticas agrícolas beneficiosas para el clima y el medio ambiente	40	60.121	12,73%
II.6 Pago para los jóvenes agricultores	3	6.091	1,28%
II.7 Ayuda asociada voluntaria	38	17.189	3,63%
II.9 Régimen para los pequeños agricultores	18	14.354	3,03%
IV/A.16 Agricultura ecológica [Med.11]	22	77.834	16,48%
IV/A.18 Ayuda a zonas con limitaciones naturales u otras limitaciones específicas [Med. 13]	12	23.043	4,87%
IV/A.24 Ayuda para el desarrollo local de LEADER, (DLP - desarrollo local participativo) [Med. 19]	1	7.717	1,63%
IV/A.4 Inversiones en activos físicos [Med.04]	2	89.927	19,04%
IV/A.6 Desarrollo de explotaciones agrícolas y empresas [Med.06]	3	62.000	13,12%
Total		472.228	

El objetivo fundamental de estas ayudas de la PAC es el de fomentar las prácticas que, a la vez que contribuyan al mantenimiento y mejora de la producción y calidad agrícola, incrementen la salud del suelo y el agua. Esa es la ambición de la propuesta de Ley de vigilancia del suelo (Comisión Europea, 2023), también conocida como propuesta de Ley de Salud del Suelo. Para poder cumplir con los objetivos que se propone esta Ley es necesario conocer el estado de partida y la contribución que los suelos agrícolas prestan al ecosistema. De ahí la importancia que tiene el aplicar por parte de los agricultores de Aras de los Olmos prácticas de gestión que favorezcan los servicios ecosistémicos del suelo.

En ese sentido, una de las prácticas más beneficiosas es la preservación de la cubierta vegetal en el campo, ya que incrementa el secuestro de carbono y su almacenamiento en el suelo. El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada es un indicador del verdor de los biomas. En Aras de los Olmos se observa con claridad un índice de verdor mucho menor coincidiendo con los meses en los que se incrementan las prácticas de laboreo y se reduce la cubierta vegetal en los campos (Figura 9). Una estimación para el conjunto del año, realizada por el European Soil Data Center, entre 2016 y 2017, muestra que en los suelos agrícolas de Aras de los Olmos el porcentaje medio anual entra en el rango del 0-5% de cubierta vegetal; la categoría más baja de todas (Figura 10).

Figura 9. Índice de vegetación de diferencia normalizada.
Elaboración: E. Doñate

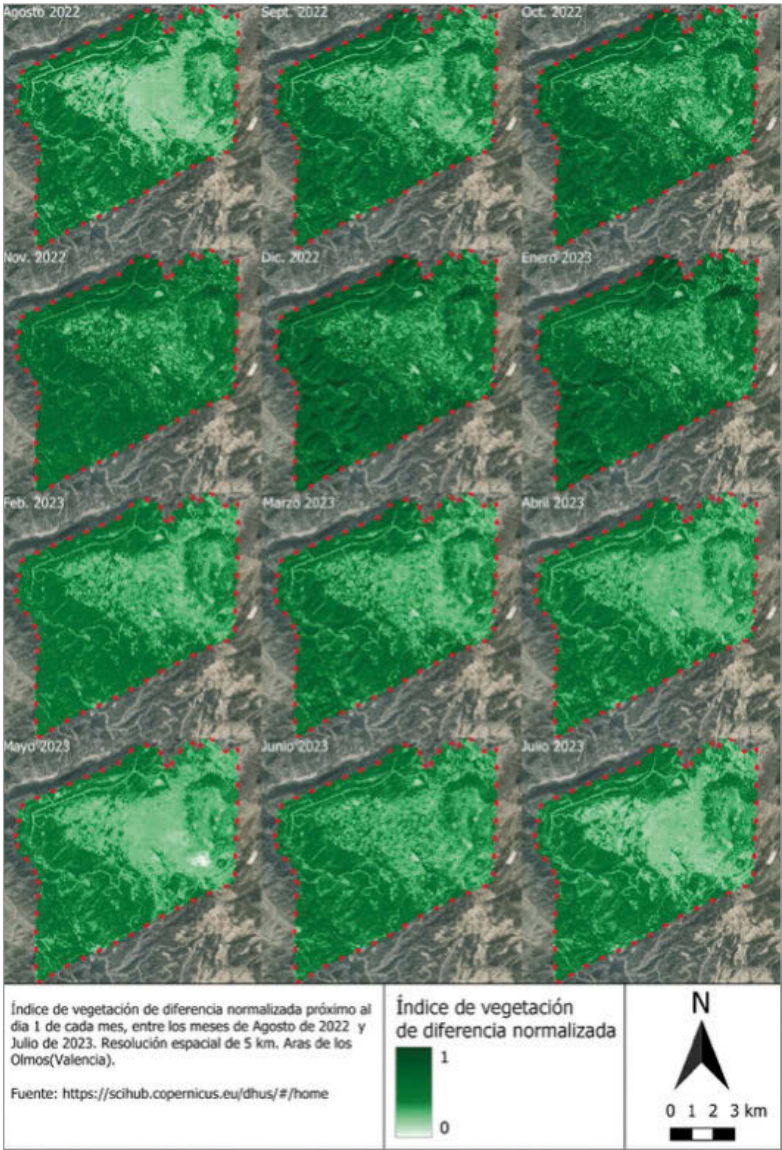
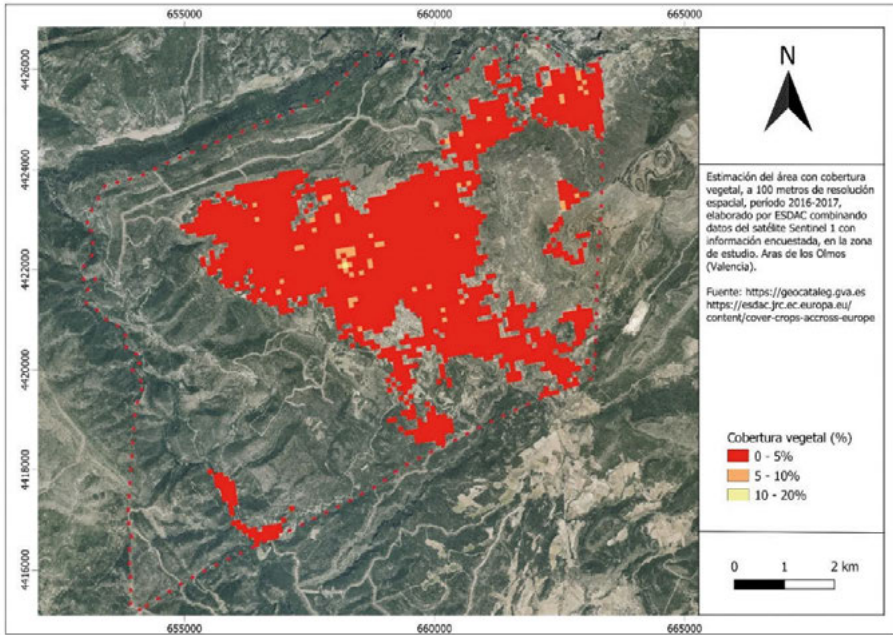
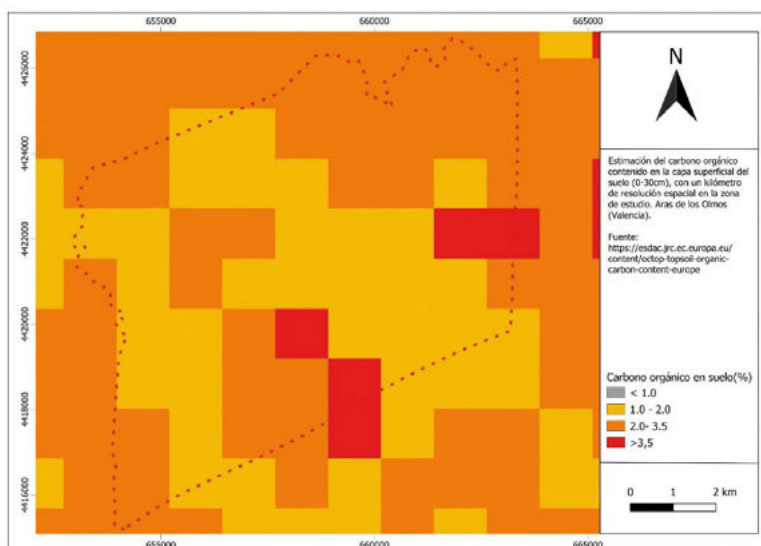


Figura 10.-Estimación % de cubierta vegetal en las zonas de cultivo. Recorte: E. Doñate



Estas imágenes visualizan claramente un menor porcentaje de carbono, en la capa superficial del suelo, en las zonas agrícolas que en los suelos de las zonas forestales del término municipal (Figura 11). El secuestro de carbono en los suelos agrícolas está en relación con las prácticas de gestión que utiliza el agricultor, las propiedades de las plantas, la incorporación de nutrientes, las propiedades intrínsecas del suelo, el microclima, o los patrones del paisaje, entre otros (Schröder et al., 2016; Lal, 2018). Las prácticas que se recomiendan para un balance positivo de carbono del suelo en la capa superficial (0-30 cm) son la agricultura de conservación, el cultivo con mantillo, los cultivos de cobertura, la enmienda con biocarbón y los sistemas agrícolas complejos (Lal, 2021).

Figura 11. Estimación del carbono orgánico contenido en la capa superficial del suelo (0-30 cm). Recorte: E. Doñate.



De igual forma que las imágenes de satélite evidencian el mayor índice de verdor en la zona forestal, también lo hacen los índices de humedad del suelo. La precipitación en el período que cubre nuestro estudio, entre agosto de 2022 y julio de 2023, fue de 494,20 mm, destacando los meses de enero-abril por la práctica ausencia de lluvias. Las temperaturas más bajas se presentaron en enero y febrero, y las más altas en julio y agosto (Figura 12).

Ello tuvo una clara influencia en el índice de humedad del suelo y en el de estrés hídrico. Los valores del índice oscilan entre 0 (condiciones de estrés hídrico) y 1 (condiciones húmedas). Como se observa en las Figuras 13 y 14, las lluvias más abundantes del mes de diciembre (que ya encontraron un suelo beneficiado por las lluvias caídas entre agosto y noviembre) favorecieron el que la humedad del suelo en enero y febrero fuera la más elevada, ayudado por las bajas temperaturas en esos meses y por ello una menor evapotranspiración. Sin embargo, las precipitaciones de mayo y junio aportaron un menor índice de humedad al suelo al coincidir con el aumento de la temperatura.

Estos datos son de interés para aplicar correctamente las prácticas de gestión del suelo. Nótese como el índice de estrés hídrico es mayor en las zonas agrícolas que en las forestales (Figuras 7 y 14). Sin embargo, en la zona forestal, es de destacar el menor índice de humedad durante todos los meses del año (Figura 13) en el cuadrante que cubre desde el puntal de los Colmenares al puntal de Molatilla (al suroeste); ello es debido a que es la única zona del término municipal con suelo clasificado como Leptosol lítico (Figura 2). Estos suelos se caracterizan por su escaso espesor, menos de 10 cm (IUSS Working Group WRB, 2015: 135, 173-174), lo que hace que, aunque haya podido desarrollarse la vegetación, su escaso espesor efectivo presente menor índice de humedad que los suelos con mayor potencia. Aún con ello, el índice de estrés hídrico en esa zona es menor que en la agrícola del municipio, debido a que las prácticas de gestión y la ausencia temporal de cubierta vegetal hacen que los suelos de los campos de cultivo preserven menos la humedad. Incluso, en el año de estudio, se llega a presentar un índice de estrés hídrico severo en esas áreas de cultivo durante los meses de verano (Figura 14).

Figura 12. Precipitación y temperatura en Aras de los Olmos, entre agosto de 2022 y julio de 2023

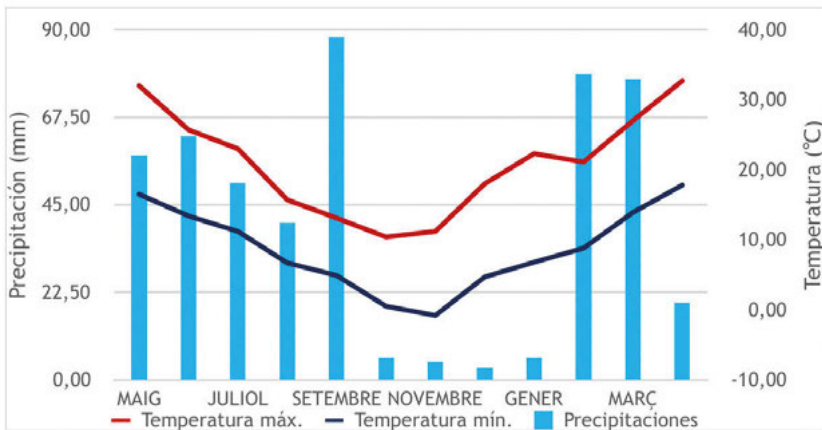


Figura 13. Índice de humedad del suelo entre agosto de 2022 y julio de 2023. Elaboración: E. Doñate

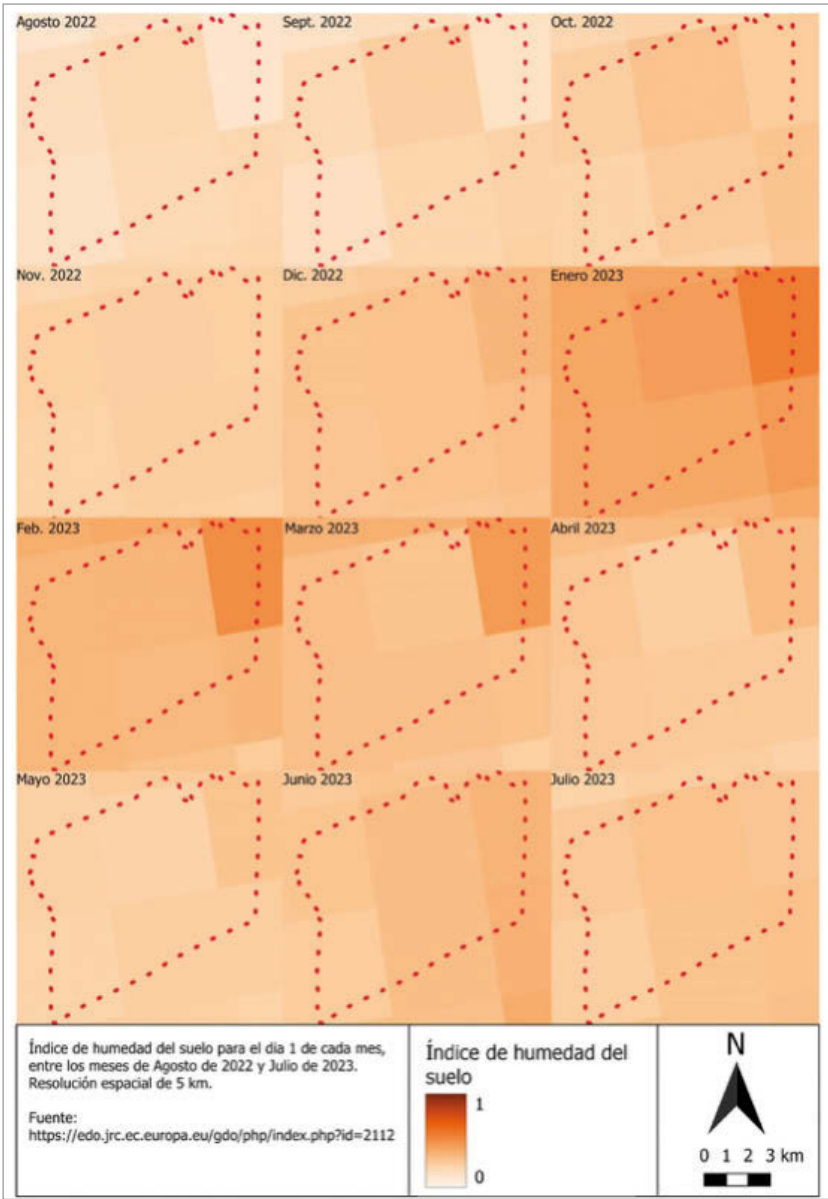


Figura 14. Índice de estrés hídrico, entre agosto de 2022 y julio de 2023. Elaboración: E. Doñate



El mayor estrés hídrico en los campos de cultivo tiene suma importancia a la hora de aplicar técnicas de gestión de estos, sobre todo frente a las previsiones de cambio climático, que adelantan un incremento de la temperatura, cambios en los patrones de precipitación y una mayor frecuencia y magnitud de los eventos extremos (IPCC, 2023). Los impactos de los escenarios de cambio climático en la producción agrícola han sido extensamente estudiados (Parry et al., 2004; IPCC, 2012; Altieri et al., 2015; Hatfield y Prueger, 2015; Arora, 2019; Arenas-Castro et al., 2020); un aumento en la temperatura media disrumpe las fases del cultivo, perjudicando el rendimiento de la maduración, afectando incluso a la distribución de las variedades de determinadas especies; a la vez, las olas de calor y los eventos extremos provocan importantes daños en los cultivos. Además, las precipitaciones irregulares afectan a los cultivos de secano en sus distintas fases de floración o de crecimiento del fruto, así como provocan una reducción en el nivel de los diferentes cursos de agua y acuíferos que proveen el agua para el regadío.

Todo ello lleva aparejado un descenso en la productividad de los campos, por lo que es de suma importancia considerar la necesidad de implementar prácticas agroecológicas (Altieri, 1995; Wezel et al., 2014; Palomo-Campesino et al., 2018; FAO, 2019; HLPE, 2019; Wezel et al., 2020; Altieri y Nicholls, 2020; Agroecology Europe, 2021; Prost et al., 2023). Entre las propuestas por la PAC destacan: una mínima cobertura del suelo, la rotación de cultivos en tierras arables, la fertilización sostenible, la reducción de fuentes de contaminación difusa por fosfatos, la protección frente a la contaminación por nitratos procedente de su aplicación en los campos, y el abandono de productos fitosanitarios o de pesticidas que representen un riesgo en la salud humana y en el medioambiente. Otras medidas dirigidas a la conservación y protección del suelo se centran en evitar la erosión para mantener los niveles de materia orgánica, así como realizar una gestión adecuada de rastrojeras y restos de poda que ayuden a mantener la estructura del suelo y evitar la compactación (Comisión Europea, 2021d; MAPA, 2023).

Por ello son fundamentales iniciativas de empresas como la de Amigos del Paisaje, de Aras de los Olmos, especializada en el cultivo ecológico de frutas en secano, que ha comenzado recientemente su actividad y ya le ha valido el “Reconocimiento Reserva de la Biosfera 2022 al Compromiso

Medioambiental” en la categoría “Conservación del Patrimonio Natural y Cultural”, otorgado por la Red Española de Reservas de la Biosfera (MITECO, 2023).

La implicación de los agricultores de Aras de los Olmos, pioneros en aplicar prácticas agroecológicas, debe servir de motor para la transferencia de conocimiento a los demás agricultores del municipio, con el objetivo de que la suma de estas prácticas lo conviertan en un Sistema Agroecológico a escala territorial. La preservación de la salud del suelo y de la calidad ambiental, así como los escenarios de cambio climático, recomiendan la movilización en esa dirección.

Agradecimientos

Este artículo se ha realizado en el marco de los proyectos SERENA (*Soil ecosystem services and soil threats modelling and mapping*) e Into-DIALOGUE (*More than a Dialogue between actors, seeking the integration of soil-based principles in agroecological systems*), del programa EJP-SOIL (Horizonte2020 de la Unión Europea: Acuerdo de subvención núm. 862695).

Referencias

- AGROECOLOGY EUROPE (2021). *Integrating agroecology into European agricultural policies. Position paper and recommendations to the European Commission on Eco-schemes*, https://www.agroecology-europe.org/wp-content/uploads/2021/07/AEEU_Positionpaper_Ecoschemes_FINAL_english.pdf
- ALTIERI, M. A. (1995). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*, Westview Press, Boulder.
- ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I.; HENAO, A.; LANA, M.A. (2015). “Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems”, *Agronomy for Sustainable Development*, 35, 869–890. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0285-2>
- ALTIERI, M.A., NICHOLLS, C.I. (2020). “Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene”, *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(3), 204–215, DOI 10.7764/ijanr.v47i3.2281
- ANTOLÍN TOMÁS, C.; AÑÓ VIDAL, C. (1998). “Capacidad de Uso de los suelos de la Comunidad Valenciana”, en: C. Antolín Tomás, C. (Coord.), *El suelo como recurso natural en la Comunidad Valenciana*, Valencia, Conselleria

d'Obres Publiques i Transports, Publicacions de Divulgació Tècnica, Col·lecció Territori 8, 111-131.

APARICIO VAYÁ, J.V., IRANZO GARCÍA, E.; HERMOSILLA, J. (2014). “Los regadíos tradicionales del eje del río Turia. Inventario de los sistemas de riego y de los elementos catalogados del patrimonio hidráulico”, en: Sanchis-Ibor, C., Palau-Salvador, G., Mangue Alférez, I., Martínez-Sanmartín, L.P. (Eds.), *Irrigation, Society, Landscape. Tribute to Thomas F. Glick*, València, Universitat Politècnica de València, 1155-1170, doi: <http://dx.doi.org/10.4995/ISL2014.2014.217>

ARENAS-CASTRO, S., GONÇALVES, J.F., MORENO, M., VILLAR, R. (2020). “Projected climate changes are expected to decrease the suitability and production of olive varieties in southern Spain”, *Science of the Total Environment*, 709, 136161, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136161>.

ARORA, N.K. (2019). “Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions”, *Environmental Sustainability*, 2, 95–96. <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00078-w>

BARNES, A.P., THOMPSON, B., TOMA, L (2022). “Finding the ecological farmer: A farmer typology to understand ecological practice adoption within Europe”, *Current Research in Environmental Sustainability*, 4, <https://doi.org/10.1016/j.crsust.2022.100125>

CAE-COMITÉ DE AGRICULTURA ECOLÓGICA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA (2023). <https://visor.caecv.com/caecv/buscador/operadores>

COMISIÓN EUROPEA (2019). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *El Pacto Verde Europeo*, Bruselas, 11.12.2019 COM(2019) 640 final, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF

COMISIÓN EUROPEA (2020a). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Estrategia de la UE sobre la biodiversidad de aquí a 2030, Reintegrar la naturaleza en nuestras vidas*, Bruselas, 20.5.2020 COM(2020) 380 final, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:a3c806a6-9ab3-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF

COMISIÓN EUROPEA (2020b). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Estrategia «de la granja a la mesa» para un sistema alimentario justo, saludable y respetuoso con el medio ambiente*, Bruselas, 20.5.2020 COM(2020) 381 final, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ea0f9f73-9ab2-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0004.02/DOC_1&format=PDF

COMISIÓN EUROPEA (2020c). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva*, Bruselas, 11.3.2020 COM(2020) 98 final, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_1&format=PDF

COMISIÓN EUROPEA (2021a). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Una Visión a largo plazo para las zonas rurales de la UE: hacia unas zonas rurales más fuertes, conectadas, resilientes y prósperas antes de 2040*, Bruselas, 30.6.2021 COM(2021) 345 final, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:6c924246-da52-11eb-895a-01aa75ed71a1.0018.02/DOC_1&format=PDF

COMISIÓN EUROPEA (2021b) Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Forjar una Europa resiliente al cambio climático – La nueva estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*. Bruselas, 24.2.2021 COM(2021) 82 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082>

COMISIÓN EUROPEA (2021c): Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, *Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030*, Bruselas, 16.7.2021 COM(2021) 572 final, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:0d918e07-e610-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0014.02/DOC_1&format=PDF

COMISIÓN EUROPEA (2021d): REGLAMENTO (UE) 2021/2115 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 2 de diciembre de 2021, por el que se establecen normas en relación con la ayuda a los planes estratégicos que

deben elaborar los Estados miembros en el marco de la política agrícola común (planes estratégicos de la PAC), financiada con cargo al Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA) y al Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader), y por el que se derogan los Reglamentos (UE) n.o 1305/2013 y (UE) n.o 1307/2013. <https://www.boe.es/doue/2021/435/L00001-00186.pdf>

COMISIÓN EUROPEA (2022): Propuesta de REGLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre la restauración de la naturaleza, Bruselas, 22.6.2022 COM(2022) 304 final 2022/0195 (COD), https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f5586441-f5e1-11ec-b976-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF

COMISIÓN EUROPEA (2023). Propuesta de Directiva Del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la vigilancia y la resiliencia del suelo (Ley de vigilancia del suelo), COM(2023) 416 final, 2023/0232 (COD), Bruselas 5.07.2023, https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13350-Salud-del-suelo-proteccion-gestion-sostenible-y-restauracion-de-los-suelos-de-la-UE_es

EJP-Soil-SERENA (2023). Soil Ecosystem seRvices and soil threats modE-lling aNd mApping. Currently available assessments of soil threats and ecosystem services: data, metadata, and methodologies, Deliverables 3.1.1, 3.1.2 <https://ejpsoil.eu/soil-research/serena>

FAO (2019). *TAPE Tool for Agroecology Performance Evaluation 2019. Process of development and guidelines for application. Test version.* Rome, <http://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/es/c/1257355/>

GVA-CONSELLERIA D'AGRICULTURA I MIG AMBIENT, GENERALITAT VALENCIANA (1996). *Proyecto LUCDEME (M.A.P.A), Mapa de Suelos de la Comunidad Valenciana*, Servei d'Estudis Agraris i Comunitaris. 115 p.

GVA- (2022a). Institut Valencià d'Estadística. Generalitat Valenciana. Aras de los Olmos. Ficha Municipal 2022. <https://pegv.gva.es/auto/scpd/web/FICHAS/Fichas/46041.pdf>

GVA-CONSELLERIA DE AGRICULTURA, DESARROLLO RURAL, EMERGENCIA CLIMÁTICA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA, GENERALITAT VALENCIANA (2022b). Superficies de cultivos por municipios 2022. Estimación.

<https://agroambient.gva.es/es/estadistiques-agricoles>

GVA- CONSELLERIA DE AGRICULTURA, DESARROLLO RURAL, EMERGENCIA CLIMÁTICA Y TRANSICIÓN ECOLÓGICA, GENERALITAT VALENCIANA (2022c). <https://agroambient.gva.es/es/mapes-interactius-per-municipis>

HATFIELD J.L., PRUEGER J.H. (2015). "Temperature extremes: Effect on plant growth and development", *Weather and Climate Extremes*, 10, 4-10. DOI: 10.1016/j.wace.2015.08.001

HERMOSILLA PLA, J. (Dir.) (2009). *Los regadíos históricos del Turia Medio: La Serranía y el Camp de Túria*, Regadíos Históricos Valencianos, Direcció General de Patrimoni Cultural Valencià, Conselleria de Cultura i Educació. Generalitat Valenciana, 288 p.

HLPE (2019). *Agroecological approaches and other innovations for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition*. <https://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe/hlpe-reports/report-14-elaboration-process/en/>

INE-INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2020). Explotaciones por tipo de cultivo. Censo Agrario 2020. <https://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?padre=8301&capsel=8585>

IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 p. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf

IPCC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*, Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 p., doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

IUSS Working Group WRB (2015). *Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015*, Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos, Informes sobre recursos mundiales de suelos 106, FAO, Roma, 218 p. <https://www.fao.org/3/i3794es/i3794es.pdf><https://www.fao.org/3/i3794es/i3794es.pdf>

LAL, R. (2018). "Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems", *Global Change Biology*, 24, 3285–3301, DOI: 10.1111/gcb.14054

LAL, R. (2021). "Soil management for carbon sequestration", *South African Journal of Plant and Soil*, 38(3), 231–237. <https://doi.org/10.1080/02571862.2021.1891474>

MAPA-MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2023). *Plan estratégico de la PAC de España (PEPAC)*, https://www.mapa.gob.es/es/pac/pac-2023-2027/plan-estrategico-v21_tcm30-659518.pdf

MITECO-MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (2023). <http://rerb.oapn.es/noticias-publicas/493-galardonados-de-los-ii-reconocimientos-biosfera>

PALOMO-CAMPESINO, S.; GONZÁLEZ, J.A.; GARCÍA-LLORENTE, M. (2018). "Exploring the Connections between Agroecological Practices and Ecosystem Services: A Systematic Literature Review", *Sustainability*, 10, 4339, <https://doi.org/10.3390/su10124339>

PARRY, M.L., ROSENZWEIG, C., IGLESIAS, A., LIVERMORE, M., FISCHER, G. (2004). "Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios", *Global Environmental Change*, 14, 53–67, doi:10.1016/j.gloenvcha.2003.10.008.

PROST, L., MARTIN, G., BALLOT, R. et al. (2023). "Key research challenges to supporting farm transitions to agroecology in advanced economies. A review", *Agronomy for Sustainable Development*, 43, 11, <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00855-8>

SCHRÖDER, J.J., SCHULTE, R.P.O., CREAMER, R.E., DELGADO, A., VAN LEEUWEN, J., LEHTINEN, T., RUTGERS, M., SPIEGEL, H., STAES, J., TÓTH, G., WALL, D.P. (2016). "The elusive role of soil quality in nutrient cycling: a review", *Soil Use and Management*, 32, 476–486, <https://doi.org/10.1111/sum.12288>

WEZEL, A., CASAGRANDE, M., CELETTE, F., VIAN, J.F., FERRER, A., PEIGNÉ, J. (2014). "Agroecological practices for sustainable agriculture. A review". *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 1–20, DOI 10.1007/s13593-013-0180-7

WEZEL, A., GEMMILL HERREN, B., BEZNER KERR, R., BARRIOS, E., RODRIGUES GONÇALVE, A.L., SINCLAIR, F. (2020). "Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review", *Agronomy for Sustainable Development*, 40, 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>

El proyecto paleontológico de Alpuente (Valencia): desarrollo social y económico a partir del patrimonio paleontológico

Maite Suñer

Museo Paleontológico de Alpuente

1. Introducción

Carcavilla *et al.* (2007) definen el patrimonio paleontológico como el conjunto de restos o partes de organismos, impresiones y huellas de su actividad vital que se han conservado en el registro geológico, y cuya singularidad, excepcionalidad, representatividad, interés científico, didáctico o cultural, los hace destacar y permiten reconstruir la evolución geológica de un lugar, las formas de vida que habitaron ese lugar en un momento determinado, su evolución biológica y el ambiente en que vivieron. Está formado por un patrimonio inmueble, constituido por yacimientos y secciones fosilíferas y por un patrimonio mueble, constituido por los ejemplares singulares *ex situ*, como ejemplares concretos o colecciones paleontológicas, ejemplares-tipo, museos paleontológicos y exposiciones de fósiles.

La riqueza del patrimonio paleontológico de un territorio obedece pues principalmente a la suma de dos factores: a la propia historia geológica del lugar y al conocimiento de dicha riqueza. El patrimonio paleontológico (en su sentido estricto) existe pues por sí mismo, pero sólo es posible hablar de riqueza de un patrimonio a partir del momento que se sabe de su existencia y se tiene conocimiento en profundidad de las características de este. Y sólo a través del conocimiento de algo, es posible iniciar las acciones que tengan por objetivo protegerlo, conservarlo o ponerlo en valor.

Por tanto, de cara a su conservación y puesta en valor, es importante que la comunidad científica transmita todo el esfuerzo y trabajos realizados sobre dicho patrimonio, así como los resultados de sus investigaciones de manera comprensible, es necesario que ésta participe en la valoración de este y en su definición legal y es conveniente también que colabore en su protección, gestión, y en su divulgación y aprovechamiento didáctico.

Por su parte, las administraciones, como responsables de la conservación y gestoras del patrimonio, es importante que comprendan el valor de este legado, la fragilidad en muchos casos del mismo y el esfuerzo y el trabajo llevado a cabo (en ocasiones incluso años y años de trabajo de campo, de laboratorio y/o de gabinete) antes de poder conocer en profundidad lo que se tiene delante, y es de interés que vean el potencial y alcance del mismo, no solo a corto plazo para su recuperación, puesta en valor y aprovechamiento, sino también a largo plazo, para posterior-

mente mantenerlo, difundirlo, actualizarlo, etc.

En este trabajo se expone el caso concreto de Alpuente (Valencia), en el que a partir del material que fue objeto de estudio de un equipo de investigación y con la premisa de que este patrimonio era un recurso con potencial científico y turístico, se consiguió llevar adelante un proyecto de desarrollo a través de un trabajo coordinado entre distintas instituciones y administraciones. Un proyecto de puesta en valor, de integración del territorio y de desarrollo social y económico a partir del patrimonio paleontológico.

2. Análisis del territorio: situación socioeconómica de la zona de intervención

La comarca en la que se centra el proyecto de desarrollo llevado a cabo, Los Serranos o La Serranía de Valencia, ofrece un enorme potencial derivado, entre otros, de su riqueza natural y cultural. Es por ello que para poder proponer y llevar a cabo cualquier tipo de actuación de desarrollo sostenible en el ámbito rural, en primer lugar se debe reflexionar sobre la propia realidad de la zona, cuál es su situación actual, sus recursos (económicos, materiales y personales) y sus deficiencias, investigando en especial en aquellas áreas en que el municipio destaque y de esta manera poder definir las necesidades y demandas de la población, para proponer y elaborar proyectos concretos y poner en marcha iniciativas de desarrollo.

Las características geomorfológicas de gran parte este territorio condiciona una climatología extrema y de gran dureza y, en consecuencia, un tipo de agricultura y ganadería adaptado a estas condiciones morfológicas y climáticas. Por otro lado, la dispersión de la población en distintos núcleos (en el caso concreto de Alpuente), el envejecimiento de la misma, con el consecuente aumento del número de personas dependientes, la emigración de los jóvenes a la ciudad o un mayor número de hombres que de mujeres entre la población en distintos periodos (Rodrigo, 2000; De Arriba, 2014) son factores que influyen de forma decisiva en la dificultad que existe para crear nuevas actividades económicas en regiones como ésta, en las que el índice de población se encuentra entorno a los 7 habitantes por km² (Burillo-Cuadrado et al., 2013), características sociodemográficas que pueden hacerse extensibles a una parte importante de la comarca.

La economía de la mayor parte de estos municipios ha estado basada, por un lado, en las extracciones de materiales primas en minas y canteras a cielo abierto y madera de sus bosques, pero principalmente en la ganadería y la agricultura, en su mayor parte de tipo extensivas, aunque en las últimas décadas el modelo de explotación ha estado cambiando, especialmente en el sector ganadero, que ha pasado de ser explotación familiar, a tomar un carácter algo más intensivo. Sus montes, algo devastados por el uso de la madera y el pastoreo, fueron reforestados en la segunda mitad del siglo XX, no obstante, concretamente en Alpuente, existe una zona de singular belleza (declarada ZEC, Zona de Especial Conservación) en la que queda una amplia área con numerosos ejemplares de sabinas albares, reducto de una anterior climatología, aún más dura y parte del municipio queda incluido dentro de la Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) del Alto Turia y Sierra del Negrete. En la actualidad, la construcción, la industria y el sector servicios, aunque muy débilmente, comienzan a emerger en estas regiones. El turismo, por otro lado, en su modalidad de turismo de interior o rural, poco a poco va haciéndose un espacio entre las actividades económicas.

La Real Villa de Alpuente es el núcleo principal de un término municipal que actualmente integra otras doce aldeas habitadas y que tiene una población que ronda los 700 habitantes. Durante la Edad Media fue la capital de un Reino de Taifas que abarcaba parte de las provincias de Valencia, Cuenca y Teruel y fue más adelante, frontera del reino en tiempos de Jaime I. El esplendor de siglos atrás ha quedado reflejado en sus calles y en sus edificios históricos.

La comarca de Los Serranos en general y el municipio de Alpuente en particular, presentan un gran potencial turístico. La actividad investigadora realizada ha servido de base para un proyecto de desarrollo local basado en el patrimonio paleontológico, lo que ha favorecido el ya creciente interés turístico por la zona y el aumento de visitantes en busca de un turismo cultural de calidad.

3. Dinosaurios en La Serranía, aproximación histórica

Rondaba el año 1842 cuando Sir Richard Owen acuñó el término Dinosauria, y es en 1868 cuando el clérigo e historiador de Castellfort, Segura Barreda, hace referencia a “algunos huesos disformes (...) en estado de

fosilización” hallados en las proximidades de Morella, que, sin especificar que fueran de dinosaurios, concluye que “no pueden ser de alguna especie conocida en nuestros tiempos”. Finalmente es al valenciano José Vilanova y Piera al que se le atribuye en 1872 la primera cita directa del hallazgo de fósiles de dinosaurios en nuestro país, haciendo referencia precisamente a estos fósiles de reptiles cretácicos. ¿Por qué dejamos estas anotaciones? Existe en la comarca de Los Serranos una cita que en ocasiones es de interés rescatar, y esta puede ser una de esas ocasiones: Don Vicente Mares, quien fue rector de la Iglesia Parroquial de Chelva (también aquí en la comarca de Los Serranos), cita en su obra 'La Fénix Troyana' de 1681: “(...) en la Yesa, a dos leguas de Chelva, se halló un sepulcro que, acomodando los huesos, cada uno en su puesto, tenía 20 palmos de largo. Y doce años hará que en Chelva, en la partida de la Torrecilla, se halló otro mucho mayor de estatura, del más agigantado hombre de nuestros tiempos, y en la Villa de Alpuente por los años 1671 hallaron otro de la misma forma”. Por lo que esta podríamos considerar que podría ser una primera referencia, aunque indirecta, a restos de dinosaurios en nuestro país, tal y como apuntan Gasulla et al. (2009).

Sin embargo, no será hasta 1915, cuando encontremos la primera cita explícita, en la que Ramón Trullenque (farmacéutico de la localidad de Carlet) “*da cuenta de un interesante hallazgo de huesos fósiles de reptiles jurásicos que ha hecho en Benagever (Valencia)*”, a la Real Sociedad Española de Historia Natural. Seguirán a esta cita otras de Francisco Beltrán (1920), José Royo y Gómez (1925; 1926a y b, entre otras) y las de Rothé (1959) y Albert de Lapparent (1963), ya en la segunda mitad de siglo. Trabajos realizados en esta región que serían posteriormente esenciales para la reactivación de los trabajos de excavación y estudio de los dinosaurios en la comarca (Galobart et al., 2008).

De esta parte de la historia de la paleontología en La Serranía, es de interés destacar el papel fundamental del paleontólogo castellonense José Royo y Gómez (1895–1961), que fue además pionero en el estudio de los dinosaurios en España. Royo y Gómez, durante la década de los años 20, tiene la oportunidad de estudiar varios fósiles procedentes del entorno de Benagéber, pertenecientes a dinosaurios del grupo de los terópodos y de los saurópodos. Lo que convierte a esta localidad en uno de los primeros municipios españoles en conocerse la presencia de

dinosaurios. En el Museo de Benagéber puede encontrarse por ejemplo una sala en su honor. Pérez-García et al., 2009 realizan una exhaustiva revisión de documentación inédita del Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales perteneciente a Royo y Gómez, lo que daría para al menos un capítulo más de este libro.

Señalar, que aunque de gran relevancia, el material recuperado hasta los años 80 del siglo XX, fue más bien escaso, aislado y/o fragmentario. Se desconoce además la ubicación de la mayor parte del mismo —tanto del material (dónde se encuentra actualmente), como de dónde se encontró—. Sin embargo, estos hallazgos no serían si no el prelude de lo que, llegado el día, se convertiría en una apuesta singular de desarrollo rural, de aprovechamiento de los recursos locales y de base de diversos proyectos de ‘inversión’ científica en la comarca.

Algunas décadas después, ya en los años 80, los Drs. J.V. Santafé y L. Casanovas, investigadores del *Institut de Paleontologia Miquel Crusafont* de Sabadell, comenzarán una serie de campañas de excavación en esta región y se iniciará el estudio detallado de los fósiles recuperados, el resultado de la cuales dio lugar al estudio y descripción de una nueva especie de saurópodo: *Losillasaurus giganteus* Casanovas-Cladellas, Santafé y Sanz 2001, hallado en un yacimiento próximo a la aldea de Losilla de Aras (término de Aras de los Olmos). Otro de los hallazgos más destacables tuvo lugar en los alrededores de la aldea de La Almeza (en el término municipal de Alpuente), a partir del cual se identificaron huesos de dinosaurios estegosaurios que fueron asignados a la especie *Dacentrurus armatus* los primeros encontrados en España (Casanovas-Cladellas et al., 1999 y referencias en él).

Con el hallazgo del saurópodo *Losillasaurus giganteus* puede decirse que se inició una nueva etapa en la que comenzaron a consolidarse los trabajos de paleontología en la zona. No obstante, tanto el ejemplar original de *Losillasaurus giganteus* como los restos de *Dacentrurus armatus* hallados en la zona, fueron trasladados en su momento hasta las instalaciones del entonces *Institut de Paleontologia de Sabadell* (anteriormente *Institut Miquel Crusafont*, hoy *Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont*) para ser preparados y estudiados, y una vez realizadas estas tareas, fue devuelto a la Comunidad Valenciana (ver Gascó-Lluna, 2022, para ampliar sobre el tema). El Institut Català de Paleontologia

cuenta de hecho en sus dependencias con una réplica del *Losillasaurus giganteus* que se realizó previamente a la devolución del material. En la actualidad el ejemplar original de *Losillasaurus* se encuentra depositado y expuesto en el Museo de Ciencias Naturales de Valencia, sito en los antiguos Jardines Reales de Viveros. El protagonismo de ambos ejemplares a lo largo de estos años no ha sido nada desdeñable, sin embargo, no ha sido hasta hace escasos años, cuando el impacto generado por ambos ha repercutido realmente en el ámbito local (refiriéndonos con ello a la comarca donde se encontró).

A finales del siglo XX se produjo un relevo generacional y un nuevo equipo de paleontólogos, formado por investigadores de la Universitat de València en colaboración con investigadores del *Institut Català de Paleontologia*, todos anteriores colaboradores de los Drs. Santafé y Casanovas-Cladellas (quienes iniciaron y consolidaron la andadura paleontológica en Los Serranos), continuó con los trabajos en la comarca en el marco de diversos proyectos de investigación.

Desde el año 1999 y hasta el 2010 este nuevo equipo, encabezado por los doctores Carlos de Santisteban y Ángel Galobart, estuvo realizando diversas campañas de excavación en la zona (a razón de una al año aproximadamente). Como resultado de estas campañas fueron recuperados tres esqueletos parciales de dinosaurios saurópodos, así como restos óseos y/o dientes de dinosaurios terópodos, tireóforos, ornitópodos y fósiles de otros vertebrados como cocodrilos, tortugas y peces (véase Suñer, 2023 y trabajos en él) y han sido localizados diversos yacimientos con huellas y rastros de dinosaurios (Santisteban y Suñer, 2023).

Por otro lado, los hallazgos casuales y los trabajos de seguimiento patrimonial, asociados a la ejecución de obras públicas realizadas en este sector de la comarca a lo largo de estos años, han aportado también nuevos e interesantes hallazgos (Suñer y Martín, 2009; Marin-Monfort et al., 2016; Gamonal et al. 2019, Sánchez-Fenollosa et al. 2021, 2022). También en los últimos años, otro equipo de investigación ha realizado excavaciones en al menos dos yacimientos, de la que se han recuperado restos de tireóforos (Company et al. 2010) y han revisado material de ornitópodo (Pereda-Suberbiola et al 2009).

Uno de los hallazgos más emblemáticos fue la localización en el año 1998 de un esqueleto de grandes dimensiones en las proximidades de

la aldea de Baldovar (término municipal de Alpuente). La necesidad de preparación de este material para su estudio dio lugar a una iniciativa conjunta entre la Diputación de Valencia, el Ayuntamiento de Alpuente y la Universitat de València —a propuesta del equipo investigador y a la vista del potencial e interés que aquello podía suscitar— consistente en la creación de un laboratorio donde poder preparar y trabajar con los fósiles. Esta propuesta de actuación en el ámbito local iba asociada a un proyecto de desarrollo de mayor envergadura que tenía por objetivo llevar adelante un proyecto de conservación, divulgación y exposición del patrimonio paleontológico, en el cual se contemplaba la posibilidad de crear una institución que pudiera albergar los nuevos hallazgos y realizar una puesta en valor de varios yacimientos paleontológicos tanto con restos indirectos como directos. En definitiva, un proyecto para, con y en el propio municipio.

4. Alpuente y la puesta en valor de su patrimonio

4.1. Aula de Recuperación Paleontológica -El laboratorio de paleontología.

En el año 2001 se inicia una primera fase del proyecto con la creación del Aula de Recuperación Paleontológica. Un espacio, emplazado en lo que fue la antigua escuela de niños, un edificio de finales del siglo XIX (Albir, 2015), estuvo en funcionamiento de manera continuada a lo largo de varios años gracias a la aportación de la Diputación de Valencia, que dispuso una beca bianual con la que poder dotar de personal el laboratorio temporalmente (a lo largo de tres convocatorias) y que se llevaran a cabo las tareas de preparación de los fósiles. A través de varios proyectos de investigación del Ministerio de Ciencia se pudo aportar más personal y parte del material necesario para estos trabajos. El Ayuntamiento por su parte, dispuso el espacio, habilitando el edificio, facilitó el alojamiento del personal y colaboró en la medida de sus posibilidades.

El interés que suscitó el Aula fue mayor incluso de lo esperado y sirvió para hacer ver que aquello claramente era una apuesta interesante.

La planta baja de este mismo edificio fue reformada en una segunda fase por parte del Consistorio y acondicionada como almacén donde depositar materiales y como área didáctica, en la que poder realizar actividades con niños.

Los tiempos han cambiado y paradójicamente las aportaciones económicas (imprescindibles para dar continuidad a los trabajos) en tiempos recientes han sido ya mucho más limitadas, de manera que la actividad, en lo que al laboratorio se refiere, se ha visto menguada. No obstante, el Aula es aún hoy un espacio visitable, por lo que la labor de divulgación del trabajo de preparación que requieren los fósiles y en definitiva, de divulgación del patrimonio paleontológico, prosigue con su actividad.

Figura 1. Imágenes del Aula de Recuperación de Alpuente, emplazada en la antigua escuela de niños. Se compone de una sala diáfana en la planta superior, en la que se realizan trabajos de laboratorio y se almacenan algunas piezas, y una planta baja empleada de almacén y para actividades didácticas. El acceso al Aula está permitido en horarios preestablecidos y son frecuentes las visitas de turistas y pequeños grupos a los que se les explica el trabajo de recuperación y salvaguarda del patrimonio que se lleva a cabo en la zona, así como las tareas de preparación fósil que se realizan en el Aula. A la izquierda una fotografía de la sala tomada hace unos años. A la derecha, la paleontóloga M.D. Marin-Monfort dando unas explicaciones durante una visita de los asistentes al XIV EJIP/I IMERP realizado en Alpuente en abril de 2016.



4.2. Yacimientos paleoicnológicos de ‘Corcolilla’ y ‘Cañada París’

Los trabajos de campo llevados a cabo en la zona dieron lugar también a la localización y posterior estudio de diversos yacimientos con huellas y rastros de dinosaurios. Para la siguiente fase del proyecto paleontológico de Alpuente, tuvo mucho que ver la coincidencia en el tiempo con la preparación de la candidatura a Patrimonio Natural de la Humanidad de

las “Icnitas de Dinosaurio de la Península Ibérica” (Idpi) en los años 2005 y 2008-2009 (Andrés y Pérez-Lorente, 2005; FCPT-IDPI, 2008-2009). La propuesta fue elevada a la UNESCO y evaluada, pero permanece en espera de ser resuelta. En cualquiera de los casos, todos los esfuerzos realizados no fueron en vano, puesto que la iniciativa dio lugar a una catalogación detallada y valorada, a la declaración como BIC de los distintos yacimientos icnológicos inventariados en cada comunidad autónoma y a la puesta en valor de algunos de ellos.

En el caso de la Comunidad Valenciana, fueron varios los yacimientos localizados y estudiados por uno de los miembros del mismo equipo investigador que inició este proyecto (Santisteban y Suñer, 2023)- y que fueron declarados en el año 2006 Bien de Interés Cultural con la categoría de Zona Paleontológica (Decreto 29/2006, de 3 de marzo, del Consell de la Generalitat). De entre ellos, como representación de los yacimientos de la Comunidad Valenciana se escogió para la propuesta Idpi el yacimiento de Tambuc del Santoniense-Campaniense (FCPT-IDPI 2008-2009), situado en Millares, la Canal de Navarrés, y estudiado por Santisteban y Suñer en 2003. Esta localidad queda muy alejada de la comarca de Los Serranos, sin embargo, en el caso concreto del municipio de Alpuente, esta propuesta ayudó a la activación de la puesta en marcha de un proyecto de intervención sobre el yacimiento icnológico de Corcolilla por parte de la Conselleria de Cultura, en el que se incluía una excavación (y por tanto la ampliación de la superficie sobre la que poder encontrar icnitas), una actuación para la conservación de las huellas y el acondicionamiento del yacimiento para las visitas. El proyecto finalizó con la construcción de una cubierta que protegiera de la incidencia directa de la lluvia y del sol, la colocación de una pasarela que acercara a la zona de mayor concentración de icnitas, una barandilla disuasoria, un panel informativo vertical a la entrada del yacimiento y varios pequeños paneles que mostraran una cartografía con las huellas y rastros presentes, además de la habilitación de una zona como aparcamiento.

El yacimiento cuenta con más de un centenar de huellas y varios rastros sobre areniscas de playa, atribuidas principalmente a terópodos y ornitópodos. Actualmente, este yacimiento es un espacio más que puede visitarse y aunque se desconoce el número exacto de visitantes que han pasado por allí, puesto que es un lugar abierto y fácilmente

accesible (dada su proximidad a la carretera), es bastante probable que el número sea incluso mayor al del Museo de Paleontología.

Sin embargo, los trabajos de prospección en la zona no cesaron y años después fueron localizados y estudiados nuevos yacimientos con huellas, entre los que puede destacarse el conocido como 'Cañada París' en el que se han realizado varias campañas de excavación, y en el que, durante el estudio del yacimiento, se localizaron en las proximidades restos directos de estegosaurios (Sánchez-Fenollosa et al, 2022).

En el yacimiento se han identificado alrededor de 50 icnitas y entre ellas pueden distinguirse 2 rastros prácticamente paralelos, uno de ellos constituido por al menos 22 icnitas, diez pares de huellas, unas correspondientes a manos, con forma semilunar o de herradura y otras con morfología circular u ovalada, correspondientes a los pies y que se interpreta que pudieron ser producida por un dinosaurio saurópodo. El segundo rastro se compone varias impresiones tridácticas, con características propias de un dinosaurio bípedo, sin poder ser asignadas claramente a ningún grupo concreto, aunque algunos rasgos podrían hacer pensar en un rastro de tipo carnívoro, un terópodo de talla media. (ver Santisteban y Suñer, 2023 para más detalles sobre ambos yacimientos). Hoy en día, este yacimiento goza también de la declaración como BIC (DECRETO 20/2015, de 13 de febrero, del Consell; DOCV núm. 7466 de 16.02.2015).

4.3. Museo Paleontológico de Alpuente

Por otra parte, y siguiendo cronológicamente las distintas fases del proyecto paleontológico de Alpuente, se planteó la habilitación de un nuevo espacio que fuera más allá de lo expositivo. El material hallado, las acciones y las actividades desarrolladas propiciaron la creación y reconocimiento por parte de la Conselleria de Cultura de una institución en la que depositar los hallazgos. Con la ayuda y financiación del IVADER (Instituto Valenciano de Desarrollo Rural de la Conselleria de Agricultura) y la Diputación de Valencia, el Ayuntamiento de Alpuente adquirió el inmueble (que entonces era propiedad de un particular), una antigua ermita del siglo XVI, y llevó adelante su rehabilitación (Albir, 2015).

La exposición que alberga el museo está compuesta por distintos ejemplares fósiles hallados en la zona, incluyendo restos de dinosaurios

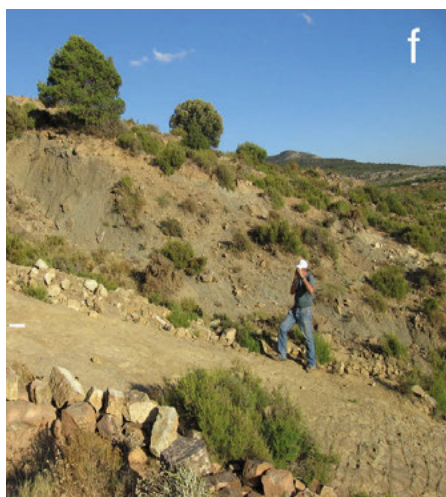
y otros vertebrados mesozoicos, restos vegetales, icnofósiles, minerales, rocas y estructuras sedimentarias. La visita gira entorno al ejemplar de saurópodo recuperado en las inmediaciones de la aldea de Baldovar y se acompaña de un audiovisual y diversas vitrinas con paneles explicativos.

Con una interesante puesta en escena, bastante alejada de los clásicos museos locales, los visitantes pueden descubrir cómo pudo ser la comarca durante el Mesozoico, cómo puede fosilizar un dinosaurio o cómo es el trabajo de los paleontólogos.

Una exposición a caballo entre las ‘colecciones enciclopédicas’ y los ‘museos didácticos’ descritos por Delgado-Buscalioni (2005), pese a no estar dotado de grandes partidas presupuestarias, tal y como suele ocurrir en este último tipo de museos señalado.

Figura 2. Yacimiento paleoicnológico de Corcolilla. **a.** Detalle de algunas de las icnitas tridáctilas. **b.** Vista general del yacimiento desde la zona de acceso desde donde puede apreciarse la pasarela, valla disuasoria y panel principal. **c.** Detalle del panel principal con ilustraciones de Oscar Sanisidro. **d.** Trabajos de excavación y limpieza en el yacimiento de Cañada Paris, realizados con la colaboración de investigadores y personal del ICP (en la imagen M. Llenas y A. Jorquera). **e.** Detalle de dos de las icnitas (par pie-mano) del rastro principal, identificadas como de tipo saurópodo. **f.** Vista general del yacimiento tras la limpieza, donde el profesor C. Santisteban toma fotografías para el estudio de las mismas.





El museo se concibe como un lugar en el que aprender disfrutando o disfrutar aprendiendo, sin olvidar la importancia del valor patrimonial que cada fósil o pieza requiere; e invitando, a través de algunos elementos muy concretos de la exposición, a conocer más sobre la información que pueden aportar los fósiles. El discurso es claro y sencillo, y a lo largo de la visita, que es siempre guiada (tanto en el Museo como en el Aula de Recuperación Paleontológica) se intentan reforzar sobre todo dos ideas, una, la importancia de la participación ciudadana y la concienciación en la salvaguarda del patrimonio y otra, en parte asociada a la anterior, el

esfuerzo y el trabajo llevado a cabo por todos los que de una manera u otra han colaborado para lograr tener un museo propio.

Al hilo de esta última idea, comentar, que una vez el proyecto se inició, se realizó una campaña local con el fin de animar a los vecinos a contribuir con aportaciones de los ejemplares fósiles que pudieran tener en sus casas, campaña que tuvo una gran aceptación y resultó muy positiva para poder completar la exposición. Desde entonces, el equipo de investigación que ha estado trabajando en la zona, ha mantenido un diálogo activo con los residentes locales con el fin de fomentar la apreciación por este patrimonio. Resaltar que actualmente, más de 20 años después del inicio del proyecto, casi el 40% de los fósiles que alberga esta pequeña institución, han sido localizados y/o donados por residentes de la zona y en torno al 56% de los yacimientos catalogados en el municipio, han sido encontrados por ellos.

Hasta la fecha, se han contabilizado más de 50.000 visitas desde su apertura en abril del 2006. Esta cifra dista mucho de parecerse a la que pudiéramos encontrar en un museo de similar tipología de una gran ciudad (Martí, 2010; García-Forner y Botella, 2014) o centros pequeños pero con una larga trayectoria, con una importante campaña de promoción detrás de apoyo, o con vías de comunicación principales o medios de transporte públicos próximos, no obstante, teniendo en cuenta la población residente en la localidad y las características del mismo, se consideran cifras más que interesantes. Y estos números hablan, tal y como indican García-Forner y Botella (2014) haciendo referencia al museo de Alpuente en concreto, de la importancia de este tipo de turismo cultural con un alto valor añadido para atraer visitantes a una de las regiones más despobladas de la provincia de Valencia.

En cualquier caso, y haciendo incidencia en los medios económicos y materiales de los que puede disponer una institución como ésta, pese a haberse inaugurado hace más de dieciocho años, el museo sigue presentando una imagen muy actual que no deja indiferente al visitante.

La visita puede completarse con diversas actividades didácticas. Se han diseñado una serie de propuestas para realizar en familia y/o con centros escolares con los que se ha observado una respuesta muy positiva y que está resultando ser una buena manera de acercar al público más joven esta ciencia. De esta forma se consiguen los dos objetivos inicia-

les con los que se concibió la exposición: que los que deseen aprender, disfruten con ello y los que se acercan hasta allí con el fin de disfrutar, puedan aprender algo al mismo tiempo.

El museo es de titularidad municipal y fue reconocido en el año 2006 por la Conselleria de Cultura con la Tipología de Museo de Ciencias Naturales e Historia Natural. (RESOLUCIÓN del 6 de septiembre de 2006; DOCV 5373 de 24.10.2006).

Figura 3. Imágenes de algunas de las actividades que se realizan de divulgación del patrimonio. a. El paleontólogo B. Holgado realizando una visita guiada al Yacimiento Icnológico de Corcolilla. b. el paleontólogo V.D. Crespo colaborando en la realización de un taller didáctico durante las jornadas anuales de puertas abiertas del Museo.



4.4 . Divulgación de la Paleontología a través de actividades complementarias.

El museo fue inaugurado en 2006, no obstante, ya desde 2005 se viene realizando al menos una jornada de puertas abiertas al año, a lo largo de las cuales los visitantes han podido conocer las instalaciones y disfrutar de la paleontología directamente de la mano de paleontólogos. Las jornadas han servido además de acicate para generar o estrenar nuevas actividades que después son ofrecidas a lo largo del año dentro del catálogo de actividades didácticas para centros escolares.

Es indudable el interés que suscita el mundo de los dinosaurios, por lo que, de cara a incrementar la cultura científica entre la ciudadanía, los dinosaurios y sus fósiles resultan un buen aliado. A partir de las acti-

vidades con las que cuenta el Museo Paleontológico de Alpuente se ha conseguido que los visitantes y el alumnado disfruten, en muchos de los casos, al aire libre, con diferentes propuestas en las que participan de manera activa, a la vez que se introducen algunos conceptos básicos del ámbito de la geología y/o de la paleontología y se trabajan diferentes aspectos del aprendizaje, como son la observación en detalle, el trabajo en equipo o la resolución de problemas (Suñer et al. 2021).

Talleres para los más pequeños, actividades para realizar en familia como el Rally Paleontológico o el Paleocaching —ofrecido en jornadas específicas—, o juegos en los que se emplean distintas plataformas virtuales de acceso abierto como recursos didácticos, son solo algunas de las propuestas educativas con las que se cuenta.

El museo complementa su agenda cada año con presentaciones de libros, charlas o exposiciones temporales y trata de establecer puentes con otros proyectos existentes con los que continuar divulgando las Ciencias (como el Cofre de la mar, Il·lustraciencia, etc.)

Recientemente se ha llevado a cabo la creación de una nueva ruta paleontológica por las proximidades de la aldea de La Torre (una de las 12 pedanías pobladas de Alpuente), donde pueden observarse estructuras y fósiles que nos hablan de la existencia de un antiguo gran arrecife durante el Jurásico (Gamonal et al., 2021).

Otro de los recursos y actividades que se ofrecen para disfrutar con la paleontología en Alpuente tiene como anfitrión la figura a tamaño real de un *Dacentrurus armatus*, el dinosaurio de tipo estegosaurio encontrado en la zona. Este corpóreo fue instalado en un parque situado frente a unas espectaculares vistas a la hoz del Reguero y la Villa de Alpuente y forma parte del proyecto “Camins de dinosaures” desarrollado por la Generalitat Valenciana, que engloba a unos 30 recursos (yacimientos, museos y colecciones museográficas) vinculados al patrimonio paleontológico y distribuidos por todo el territorio valenciano. Un dato curioso relacionado con esto, la Comunidad Valenciana es la comunidad autónoma que cuenta con más museos y colecciones museográficas de toda España con la tipología de Ciencias Naturales e Historia Natural (datos del Ministerio de Cultura de 2022), y sabemos que el número ya se ha incrementado.

En el caso de Alpuente, con motivo del acondicionamiento y puesta en valor de un paseo por el denominado Camino de los Huertos Medievales de Alpuente, se creó una pequeña ruta, que da comienzo precisamente desde el parque del dinosaurio con el corpóreo de *Dacentrurus*, la ruta es guiada a través de varios códigos QR a los que se accede a una serie de láminas y material didáctico siguiendo como guión el proyecto “Camins de dinosaures” y citando algunos de los diferentes lugares que pueden visitarse a lo largo de la geografía valenciana, incorporado algunas imágenes de los corpóreos incluidos en ese proyecto y tratando de vincular estos, con algunos de los hallazgos paleontológicos de la comarca de La Serranía. El municipio vecino de Aras de los Olmos cuenta, por ejemplo, con una figura de *Losillasaurus giganteus* también a escala real. Morella, Cincorres, Vallibona y Bejís, en la provincia de Castellón, Millares en el interior sur de la provincia de Valencia o la localidad de Agost, en la provincia de Alicante, donde puede encontrarse la conocida capa con elevada concentración de iridio que marca el límite K/Pg, son otros de los municipios con corpóreos al aire libre. Una manera más de poner de relieve el interesante patrimonio paleontológico de la Comunidad Valenciana.

4.5. Valoración del proyecto paleontológico de Alpuente: rendimiento económico frente a valoración sociocultural

En el presente apartado se desea realizar una serie de valoraciones que se consideran de interés para un análisis en conjunto del proyecto descrito.

Las 3.000 personas que de media visitan al año el museo, de entre los cuales un 10% son visitantes locales, no resultan, *a priori*, una cifra elevada en relación con los posibles ingresos directos obtenidos por las entradas al museo. Sin embargo, el impacto económico indirecto generado en un municipio que apenas llega a los 700 habitantes sí parece claro que ha sido positivo.

Además de las funciones de conservación del patrimonio que de por sí conlleva un museo, la realidad hoy en día es que este proyecto ha favorecido la creación de puestos de trabajo y el afianzamiento de algunos ya existentes, tanto directos como indirectos y ha contribuido en cierta medida a la fijación de población en el municipio, uno de los grandes problemas que la zona presenta en la actualidad. En 2022 (datos obtenidos de INE), sobre el 17% de las personas empleadas en Alpuente

trabajaban en el sector turístico (siendo el 20% la media en la Comunidad Valenciana) o se veían beneficiadas directa o indirectamente por este y por las acciones del museo.

La puesta en marcha del museo y las actividades que se realizan están atendiendo a una demanda social como es la del turismo familiar y el turismo cultural de calidad. Puede afirmarse que el turista que visita los distintos espacios habilitados queda gratamente sorprendido (Rodríguez-Sambonet y Estors, 2014, e informes anuales confeccionados a partir del Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Turística de Alpuente).

Se está atendiendo además a una demanda del sector educativo en cuanto a actividades relacionadas con las ciencias de la naturaleza se refiere y se ha contribuido a la concienciación de la población local, por lo que en ambos casos cumple una importante función social y educativa. El Museo ha pasado ya a ser un interlocutor, un ‘mediador’ entre los distintos sectores sociales en el sentido de Wagensberg (1998) (ver también trabajo de Castellanos, 2008, para más detalles).

Uno de los ejemplos más evidentes de la implementación en el territorio del museo y sus actividades se obtiene al escuchar a los niños de la población con qué naturalidad y fluidez expresan determinados términos relativos al patrimonio o a los museos (sin tener que hablar necesariamente de dinosaurios). Esta situación habría sido inimaginable hace unos años en una zona rural como la que se está hablando, y aún lo es en muchos otros lugares, y sin embargo, algunos de estos vocablos se cuelan en las casas de los pequeños de manera ya casi normal.

Por su parte, la población local ha pasado ser una parte activa en cuanto a la protección y preservación del patrimonio paleontológico se refiere, gracias a la colaboración y constante diálogo que existe entre la comunidad científica, ya afincada en la zona, y los vecinos.

Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades

Son conceptos habitualmente aplicados en los estudios sobre la viabilidad de una empresa o proyecto de emprendimiento, a través de los cuales se valoran la situación y posibilidades reales de una actividad económica en base a sus características internas (Debilidades y Fortalezas) o a factores externos (Amenazas y Oportunidades), análisis que también es posible aplicar a proyectos de desarrollo vinculados al patrimonio paleontológico,

tal y como ya ha sido propuesto por algunos autores como Cobos en 2011 (inédito). Simplificando de alguna manera este tipo de análisis, es posible hacer una valoración del caso mostrado.

El Proyecto Paleontológico de Alpuente ya ha sido puesto en marcha, no obstante, siempre se presentan nuevos retos a los que enfrentarse, por lo que, nuevas puertas se abren (o cierran) y es necesario realizar autoevaluaciones para valorar si los objetivos han sido cumplidos y plantearse estrategias de futuro.

Las ‘Debilidades’ y las ‘Amenazas’, representan aspectos, por lo general poco positivos, pero sobre los cuales se debe reflexionar y no dejar de lado.

Como dificultad o ‘Debilidad’ en cualquier proyecto que se ha puesto en marcha (más aún si se habla del ámbito de la cultura y en concreto del patrimonio mueble o inmueble), es la propia ubicación. No debe olvidarse que, en este caso, el municipio se encuentra fuera de las rutas turísticas habituales y que por tanto el desplazamiento debe ser más bien dirigido, por lo que aquello que se ofrezca no debe defraudar al visitante.

El aspecto económico, es también ineludible y una clara ‘Debilidad’ para los museos de tipo local. Es difícil, especialmente para pequeños municipios, hacer frente al mantenimiento y nuevas inversiones en sus instalaciones y exposiciones sin la ayuda externa de la Administración provincial, autonómica o del sector privado.

Otro dato curioso que invita a la reflexión en este sentido y que podemos extraer de las estadísticas de Museos y Colecciones Museográficas en España de 2022 publicadas por el Ministerio de Educación Cultura y Deportes, es que casi el 38% de los museos y colecciones museográficas de nuestro país se encuentran en municipios de menos de 2000 habitantes y en más del 45% de los casos en los que la gestión está soportada por administraciones locales, lo es de municipios de menos de 2000 habitantes.

En relación con las ‘Amenazas’ es importante tener presente la vulnerabilidad de algunos yacimientos y afloramientos, expuestos a la erosión y/o el vandalismo (entre otros). También en ocasiones es habitual considerar por ejemplo “la competencia directa en los alrededores”. Sin embargo, en casos como el mostrado, la experiencia y conocimiento sobre la relación entre el desarrollo rural y la economía, desmonta esta

suposición. La complejidad de las relaciones económicas en el ámbito rural escapa (en parte) a la economía convencional y sus indicadores (De Arriba, 2014). Tal y como indica este mismo autor, los procesos de desarrollo rural dependen también de factores extraeconómicos y las estrategias de ‘supervivencia’ en el medio rural se organizan en torno a diferentes formas de relación social (como el intercambio, la redistribución o la reciprocidad, que se traducen en colaboración y ayuda mutua, entre personas y en muchas ocasiones, también entre municipios). Por lo que, en este sentido, cualquier actuación que suponga una puesta en valor o aprovechamiento turístico en las proximidades, siempre y cuando sea coordinado, ordenado y con sentido, puede tener un efecto más positivo que negativo, como se demuestra en diversos ejemplos de actuaciones dentro del territorio nacional (Royo-Torres et al., 2001; Andrés-Moreno y Liñán-Guijarro, 1999; Alcalá y Cobos, 2007; Alcalá, L., 2018, Galobart et al., 2015).

Otra de las principales amenazas con la que se encuentran hoy en día los museos, más aún los de pequeño tamaño, son precisamente los nuevos valores de una parte de la actual sociedad. La consolidación de una visión de la economía, y en general de la manera de ver la vida, reduccionista, productivista, cuantitativa o cortoplacista, y en la que los efectos colaterales (medioambientales, personales, comunitarios, etc.) no parecen importar mucho a algunos (De Arriba, 2014), hace especialmente difícil sobrevivir a proyectos de este tipo, puesto que es la propia sociedad la que exige o presiona para estar tecnológicamente a la última, ser grande y sorprendente y que además cueste poco dinero. Así que el reto es de enorme complejidad para los gestores de este patrimonio. Si bien es cierto que otra parte importante de la sociedad no ha perdido algunos de los valores de cohesión comunitaria o ha redirigido sus miradas hacia lo sostenible, al aprovechamiento de los recursos sin excesos, a lo auténtico o a la búsqueda de lo común, algo que se convierte en una verdadera oportunidad.

En cuanto a la fortaleza que presenta este proyecto, es la propia riqueza paleontológica del lugar y el conocimiento que se tiene de ella, la que puede lograr que el proyecto se mantenga y prospere. A lo que hay que añadir, el interés de la propia población en seguir adelante con el proyecto. El interés científico de esta región es indudable, tanto por los

logros ya obtenidos como por el potencial fosilífero que aún albergan los sedimentos de esta comarca. Este interés científico ha atraído y atrae investigadores de diversos ámbitos e instituciones que sin duda ayudarán a ampliar el conocimiento y contribuirán a la protección del patrimonio por parte de las instituciones públicas y de la propia población.

Más allá del interés científico y patrimonial de los fósiles, la paleontología genera además una atracción e interés social como pocas otras disciplinas lo hacen, lo que implica un potencial didáctico y cultural (García-Forner y Botella, 2014). Los museos de Ciencias Naturales, y en especial de Paleontología, son sin duda atractivos por sí mismos, especialmente para cierto sector de la población, lo que puede representar una ventaja sobre otras instituciones culturales.

Figura.4. Museo Paleontológico de Alpuente. Vista general del interior del Museo **(a)**, exterior **(b)** y detalle de las vitrinas laterales **(c)** y vitrina central **(d)**. El Museo consta de una única sala diáfana con una vitrina central que permite el paso por encima y diversas vitrinas con una representación de los distintos fósiles, rocas y estructuras sedimentarias que se encuentran en la comarca. La visita incluye la proyección de un audiovisual que de manera amena presenta un recorrido a lo largo de la historia de la vida en La Tierra y pone de manifiesto la importancia del patrimonio recuperado en la zona y el trabajo realizado por la comunidad científica. El Museo actualmente cumple una importante función social en esta localidad de tan pocos habitantes.





Al rico patrimonio natural que presenta la región, hay que añadirle el interesante patrimonio cultural que posee, tanto arqueológico, como etnológico, y por el que la comarca también está haciendo una importante apuesta con la creación de espacios museísticos, la puesta en valor de yacimientos y la divulgación de sus recursos (Matoses e Hidalgo, 2015).

Asimismo, las propias características orográficas de la región y el hecho de existir una baja densidad de población, favorece que exista una escasa contaminación lumínica, por lo que puede decirse, que ésta es una de las mejores zonas de nuestro país para observar por la noche el cielo estrellado. Afirmación que viene claramente reforzada por la cantidad de observatorios astronómicos instalados en la zona, y por la declaración de Reserva y Destino Starlight por parte de la Fundación Starlight, que avala la calidad del cielo y que considera éste como algo a valorar y a resguardar, y lo entiende también como un recurso más para el turismo científico y cultural.

A todo esto, deben sumarse la creación de centros como Big History en el municipio de Aras de los Olmos o uno de los centros satélite de Dinópolis en Riodeva (provincia de Teruel), derivado de los hallazgos y estudios llevados a cabo en materiales también de la Formación Villar del Arzobispo por parte del equipo de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, en esta localidad, a escasos 50 kilómetros de la comarca. Entre estos hallazgos destacan los del conocido como “Gigante europeo”, *Turiasaurus riodevensis* o el ornitópodo recientemente definido *Oblitosaurus bunnueli*, los cuales no han hecho si no incrementar el interés por la zona.

Todas estas iniciativas y actuaciones paralelas en la zona o en áreas relativamente próximas, pueden llegar a converger en un punto común estableciéndose sinergias y convirtiéndose de esta manera en verdaderas oportunidades para todos y cada uno de los municipios o instituciones participantes.

La valoración general que puede hacerse del proyecto presentado en este trabajo es hasta el momento, positiva. La puesta en marcha de diversos espacios con interés paleontológico atrae cada año a la zona a miles de personas y a público especializado, lo que ha generado actividad económica y ha ayudado a la fijación de población, además de cumplir una labor social para con la población local, a través de actividades educativas y de divulgación del patrimonio de su comarca. No obstante, no se trata de una iniciativa que se ejecuta y finaliza con la apertura de un museo y la puesta en marcha de actividades, sino que debe existir una continuidad, y para que un proyecto de este tipo pueda tener continuidad (especialmente al tratarse de un municipio de tan escasa población), debe seguir contando con apoyo a distintos niveles, tanto de la administración, como de la comunidad local y científica, para que exista continuidad en la generación de conocimiento, en la protección, conservación y divulgación de este patrimonio.

Las dificultades y desencuentros a lo largo del camino no han sido pocos, ni seguirán siéndolos, así que la actitud de todas las partes implicadas es la que determinará el futuro del Museo y canalizará las energías y esfuerzos, convirtiéndolos en oportunidades y fortalezas o en dificultades añadidas o incluso en una amenaza. Todas y cada una de las piezas del engranaje son importantes para asegurar su mantenimiento y su continuidad.

Referencias bibliográficas

ALBIR, C. (2015). Alpuente, un ejemplo de aprovechamiento turístico del patrimonio Arquitectónico tradicional, Tradiarq. Congreso de Arquitectura tradicional y patrimonio de La Serranía Valenciana: 370-380.

ALCALÁ, L. (2018). Dinópolis, Halfway between Amusement Park and Science Museum: How to Develop Geotourism in A Region Undergoing Depopulation International Journal of Geoheritage and Parks. 2018, 6(2):40-71 DOI: 10.17149/ijgp.j.issn.2577.4441.2018.02.004

- ALCALÁ, L. y COBOS, A. (2007). Teruel: territorio paleontológico. Serie Fundamental, Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis, 11: 120 pp.
- ANDRÉS-MORENO, J.A. y LIÑÁN GUIJARRO, E. (1999). El patrimonio paleontológico como motor del desarrollo rural en Aragón. In: J.A. Gámez Vintaned & E. Liñán (Eds.): VI Jornadas Aragonesas de Paleontología: 25 años de Paleontología Aragonesa. Diputación de Zaragoza: 187-198.
- BURILLO-CUADRADO, M.P.; BURILLO-MOZOTA, F. y RUIZ-BUDRÍA, E. (2013). Serranía Celtibérica (España). Un proyecto de desarrollo rural para la Laponia del Mediterráneo. Instituto Celtiberia de Investigación y Desarrollo Rural, Universidad de Zaragoza, 40 pp.
- CARCAVILLA URQUÍ, L., LÓPEZ MARTÍNEZ, J. & DURÁN VALSERO, J.J. (2007). Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Cuadernos del Museo Geominero, 7, 360 pp.
- CASANOVAS, M.L., SANTAFÉ, J.V., SANTISTEBAN, C. & PEREDA SUBERBIOLA, X. (1999). Estegosaurios (Dinosauria) del Jurásico superior-Cretácico inferior de la Comarca de Los Serranos (Valencia, España). Revista Española de Paleontología. N° extr. Homenaje Prof. J. Truysols. 57-63.
- CASTELLANOS, P. (2008). Los museos de ciencias y el consumo cultural: Una mirada desde la comunicación. Editorial UOC. Colección Acción Cultura, Museos y patrimonio. 230pp.
- COMPANY, J.; PEREDA SUBERBIOLA, X. y RUIZ-OMEÑACA, J.I. (2010). New stegosaurian (Ornithischia, Thyreophora) remains from Jurassic-Cretaceous transition beds of Valencia province (Southwestern Iberian Range, Spain). Iberian Geology, 36(2), 243-252.
- DE ARRIBA, R. (2014). Investigación y desarrollo rural: una experiencia en Alpuente. En: El desarrollo territorial Valenciano. Reflexiones en torno a sus claves. Col·lecció Universitat i Territori. Ed. Vicerectorat de Participació i Projecte Territorial de la Universitat de València: 641-646
- GALOBART, A., SANTOS-CUBEDO, A., SUÑER, M y CANUDO, JI. (2008). Historia de los descubrimientos, excavación y estudio de los dinosaurios del Levante peninsular. En Dinosaurios del Levante Peninsular, Poza et al. (Eds). Fundación Omacha-ICP, p.90-107.
- GALOBART, A. et al (2015). Last european dinosaurs & geology: A divulgative network for an aspiring Geopark in Southern Pyrenees. European.

Geoparks Confrence. 3rd-6th September en Rokua (Finland). Book of abstracts. p.29.

GAMONAL, A., SUÑER, M., SANTISTEBAN, C. de (2019). New post-cranial remains of a large teleosaurid in the Villar del Arzobispo Formación, Alpuente, Valencia, Spain. IMERP 2019, Cuenca, Spain, p.27.

GAMONAL, A., ROMERO, J.D., SUÑER, M. y SANTISTEBAN, C. (2021). ¿Qué hace un arrecife como tú en un siLo como este? Itinerario paleontológico en la aldea de La Torre (Alpuente, Valencia, España). Ciencias da Terra, 125-129.

GARCÍA-FORNER, A. y BOTELLA, H. (2014). El potencial de la paleontología para el desarrollo rural en la Comunitat Valenciana. En: Medi ambient i desenvolupament territorial. 2on Congrés Universitat de València -Institut d'Estudis Comarcals. Col·lecció Universitat i Territori. Ed. Vicerectorat de Participació i Projectió Territorial de la Universitat de València: 31-42.

GASCÓ-LLUNA, F. (2022). Losillasaurus giganteus, el dinosaurio saurópodo gigante de Los Serranos (Valencia). AOBH, Cuadernos de Ciencia Abierta Aras de los Olmos Big History nº4, 14pp.

GASULLA, J.M.; ORTEGA, F.; PÉREZ, A. y SANZ, J.L. (2009). Las actuaciones en la comarca de Els Ports a finales del siglo XIX y principios del XX. En: Dinosaurios, Lagartos Terriblemente Grandes. Un paseo por la exposición (coords. Poza, B., Santos- Cubedo, A., Vila, B. y Suñer, M.). EDC Natura, Fundación Omacha, 39-46.

MARIN-MONFORT, MD.; HOLGADO, B.; GARCÍA-MARFNEZ, D.; BASTIR, M. and SUÑER, M. (2016). First European evidence of pupal chambers on dinosaur bones from the Jurassic-Cretaceous boundary (Valencia, Spain). En: Conference proceedings. 1st IMERP-XIV EJIP. Alpuente (Valencia), p. 67.

MARTÍ, J. (2010). Turismo y museos en la ciudad de Valencia. En: Museos y parques naturales: Comunidades locales, administraciones públicas y patrimonialización de la cultura y la naturaleza. Iñaki Arrieta Urtizberea (Ed.) Servicio Ed. De la Univ. Del País Vasco. pp.63-90.

MATOSSES, I. e HIDALGO, J. (2015). Arquitectura Tradicional y Patrimonio de la Serranía Valenciana. Varios autores. General de Ediciones de Arquitectura. 440pp

PEREDA-SUBERIOLA, X.; RUIZ-OMEÑACA, J.I. y COMPANY, J. (2009). Primera descripción de restos esqueléticos de dinosaurio ornitópodo en la Formación Villar del Arzobispo (tránsito Jurásico-Cretácico): yacimiento

de Cerrito del Olmo (Alpuente, Valencia). *Geogaceta*, 47, 13-16.

PÉREZ-GARCÍA, A.; SÁNCHEZ-CHILLÓN, B. y ORTEGA, F. (2009). Aportaciones de José Royo y Gómez al conocimiento sobre los dinosaurios de España. *Paleolusitana, Journal of Paleontology and Paleoecology*, 1, 339-364.

RODRIGO, C. (2000). La Serranía: análisis geográfico comarcal. Ed. Centro de Estudios de La Serranía. 431 pp.

RODRÍGUEZ-SAMBONET, A. y ESTORS, C. (2014). Turismo cultural y plusvalía económica en Alpuente. En: *Medi ambient i desenvolupament territorial*. 2on Congrés Universitat de València –Institut d’Estudis Comarcals. Col·lecció Universitat i Territori. Ed. Vicerectorat de Participació i Projecció Territorial de la Universitat de València. Pp. 395-399.

ROYO-TORRES, R.; COBOS, A. y ANDRÉS, J. A. (2001). La Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel: un modelo de promoción paleontológica. En: XVII Jornadas de Paleontología. Los fósiles y la Paleogeografía, Albarracín (eds. Meléndez, G., Herrera, Z., Delvene, G. y Azanza, B.). Sociedad Española de Paleontología y Área y Museo de Paleontología de la Universidad de Zaragoza, 5, 627-633.

SÁNCHEZ-FENOLLOSA, S., SUÑER, M. and COBOS, A. (2022). New fossil sites with stegosaurian remains from the Upper Jurassic of the eastern Iberian Peninsula (Spain). *Diversity* 14(12). doi.org/10.3390/d14121047.

SÁNCHEZ-FENOLLOSA, S., SUÑER, M., GAMONAL, A. and SANTISTEBAN, C. (2021). First evidence of a non-thalatosuchian mesoeucrocodylian from the Upper Jurassic of Spain (Villar del Arzobispo FormaZon, Alpuente). *Comunicações Geológicas*, 108, Especial I, p.149-152. DOI: <https://doi.org/10.34637/stdj-wn53>.

SANTISTEBAN, C. de y SUÑER, M. (2003). Rastros de huellas de dinosaurios en carbonatos inter-supramareales del Cretácico superior, cuenca ibérica suroccidental, Valencia, España). In: Pérez-Lorente (coord.): *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España*. Instituto de Estudios Riojanos. p. 147-160.

SANTISTEBAN, C. de y SUÑER, M. (2023). Icnitas de dinosaurio de la Formación Villar del Arzobispo en Alpuente (Valencia), los yacimientos de Cañada París y Corcolilla. En: *Guía de campo de las XXXVIII Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología*. Suñer-Fuster, M.y Marquina-Blasco, R. (Eds.), Edita Sociedad Española de Paleontología. p.3-11.

SUÑER, M. (2023). Los vertebrados mesozoicos de la comarca de Los Serranos (Valencia) y el Proyecto Paleontológico de Alpuente. En: Guía de campo de las XXXVIII Jornadas de Paleontología de la Sociedad Española de Paleontología. Suñer-Fuster, M. y Marquina-Blasco, R. (Eds.), Edita Sociedad Española de Paleontología. p. 15-19.

SUÑER, M. y MARTÍN, M. (2009). Un nuevo yacimiento del tránsito Jurásico-Cretácico de Alpuente (Los Serranos, Valencia, España): resultados preliminares. *Paleolusitana, Journal of Paleontology and Paleoecology*, 1, 441-447.

SUÑER, M., SEPÚLVEDA., A. y POZA, B. (2021). Actividades y recursos didácticos sobre dinosaurios: el proyecto paleontológico de Alpuente (Valencia). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2021 (29.1), 79-89.

TRULLENQUE, R. (1915). Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 15, 103-104.

WAGENSBERG, J. (1998). “A favor del conocimiento científico (los nuevos museos)”, Conferencia inaugural de la Fundación Giovanni Agnelli, Turín, Inédito.

10

Ateneu de Natura de Castelló de la Plana

Enric Forner i Valls

Ateneu de Natura

Introducción

Dentro de la VI edición de la universidad de verano en Aras de los Olmos, organizada por la Universidad de València, UVSocietat, el ayuntamiento de Aras de los Olmos, el centro de divulgación Big History y la fundación el Olmo, con la colaboración de otras instituciones, entre ellas Ateneu de Natura, bajo el título de “Paleontología y desarrollo rural”, celebrada en Aras de los Olmos (La Serranía), entre el 6 y el 7 de julio de 2023, se invita por la organización a desarrollar una clase sobre las actividades realizadas por la asociación Ateneu de Natura.

Ateneu de Natura es una asociación sin ánimo de lucro que tiene como objetivos la divulgación de las ciencias naturales y la protección del patrimonio natural. Para perseguir sus objetivos impulsa una serie de actividades y promueve distintas investigaciones. Parte de un concepto sencillo: como sólo se aprecia lo que se conoce hay que investigar, estudiar, para luego mostrar, enseñar el patrimonio natural a la ciudadanía. Por necesidad y por convicción, para conseguir sus fines actúa en red con otras asociaciones e instituciones. Tiene su sede en Castelló de la Plana (la Plana Alta). Cumple ahora 25 años.

El título, de esta edición de la universidad de verano, “Paleontología y desarrollo rural”, tiene subyacente la consideración de que los yacimientos de dinosaurios (en los que siempre se focaliza la paleontología en el ámbito popular) suelen localizarse en un entorno rural en zonas actualmente deprimidas o que padecen despoblamiento, donde el turismo paleontológico podría jugar un papel positivo dinamizador.

No es casualidad, claro. La población (y el desarrollo económico) se concentra en la costa, y en la parte que es baja, planicies y terrenos aluviales, que son los más fértiles y con acceso al agua dulce. Justo en la intersección de la costa con los cursos de agua. Por definición estas zonas están conformadas, de forma más general, por niveles cuaternarios como mucho terciarios y soportan además una intensa modificación antrópica. Para encontrar terrenos secundarios (los dinosaurios no voladores se extinguen en el límite K/T, hace 66 millones de años) hay que avanzar tierra adentro. En este viaje hacia el interior alejándose de la costa nos distanciamos del desarrollo. Por tanto, no es casual que los yacimientos del Jurásico y del Cretácico, con restos de dinosaurios, se encuentren en zonas rurales del interior con dinámicas económicas actuales muy limitadas.

Tabla 1. Relación de todos los dinosaurios descritos en territorio valenciano.

Fuente: Casanovas et al., 2001; Gasulla et al., 2015; Malafaia et al., 2019; Santos-Cabedo et al., 2021,2023. Elaboración propia.

Dinosaurios valencianos descritos	Localidad tipo	Edad
<i>Losillasaurus giganteus</i> Casanovas et al., 2001	Aras de los Olmos	Titoniense
<i>Morelladon beltrani</i> Gasulla et al., 2015	Morella	Barremiense
<i>Vallibonavenatrix cani</i> Malafaia et al., 2019	Vallibona	Barremiense
<i>Portellsaurus sosbaynati</i> Santos-Cubedo et al.,2021	Portell de Morella	Barremiense
<i>Protathlitis cincitorrensis</i> Santos-Cubedo et al. 2023	Cincitorres	Barremiense

Es obvio que no es ajeno a la materia de esta VI edición el hecho que Aras de los Olmos, el pueblo que acoge la universidad de verano, que está enclavado en un entorno rural de baja densidad de población, la Serranía, intente, entre otros muchos aspectos, generar una dinámica de desarrollo con la paleontología. Es decir, trata de consolidar otro elemento de atracción turística. Dispone ya de un magnifico centro divulgativo, el Big History, y la llamativa recreación a tamaño natural del *Losillasaurus giganteus* Casanovas, Santafé & Sanz. 2001, ejemplar descubierto dentro del termino municipal, cerca de la pedanía de Losilla y primer dinosaurio descrito con material encontrado en tierras valencianas (Tabla 1). Aras de los Olmos tenia en 1.900, para entonces Aras de Alpente, 1.257 habitantes, en cambio en el 2022 sus vecinos eran sólo 380. La perdida de población respecto el último censo del siglo XIX es del 70 % (Tabla 2).

Figura 1. Recreación a tamaño natural de *Vallibonavenatrix cani* (Malafaia et al., 2019 en Vallibona).

A la izquierda de la cola, el pueblo de Vallibona (els Ports); encima de la cabeza de *Vallibonavenatrix cani* el paquete de calcáreas del miembro Barra de Morella de la formación Margas del Forcall (Aptiense); los restos aparecieron al fondo a la derecha del bosque iluminado por los últimos rayos del sol) en la Fm. Arcillas de Morella (Barremiense). Foto: E. Forner.



No sería diferente a la situación de Aras de los Olmos la que presenta la comarca dels Ports. Incluso más dramática en Vallibona (Fig. 1), donde la caída de la población actual (2022) ha sido del 96% respecto el censo de 1900 (Tabla 2). También dispone Vallibona de yacimiento con dinosaurio descrito: *Vallibonavenatrix cani* Malafaia, Gasulla, Escaso, Narváez, Sanz 2019. El nombre de género también hace referencia al topónimo local, literalmente: la cazadora de Vallibona. El nombre de especie está dedicado a Juan Cano el descubridor del holotipo. El estrato donde apareció la formación arcillas de Morella, de edad Barremiense, Cretácico Inferior, es más moderno que el de Aras de los Olmos, final Titoniense, tránsito al Cretácico. Dispone también Vallibona de un pequeño museo, creado por influjo de la descripción del dinosaurio, en el que alberga reproducciones

de los huesos que sirvieron para describir la especie y una muestra del resto de fósiles, invertebrados, del término municipal. En esta parte del museo se concretó la colaboración de Ateneu de Natura aportando todos los fósiles, de invertebrados, su clasificación, etiquetado y el contenido de los pósters divulgativos (Fig. 2). La instalaciones son modestas, más si las comparamos con las magníficas del centro Big History. Para acabar con el paralelismo, dispone también Vallibona, como Aras de los Olmos, de una recreación a tamaño natura de la *Vallibonavenatrix*. La feroz cazadora custodia atenta el pueblo, sobre el valle estrecho del río Servol (Fig.1). En Vallibona también se han descrito dos fósiles de invertebrados, dos equínidos singulares y escasos: *Paraorthopsis royo*i (Lambert, 1935) y *Heteraster guali* Forner, 2018.

Tabla 2. Variación de la población en municipios con dinosaurio descrito en territorio valenciano.

Localidad tipo	Comarca	Habs.1900	Habs. 2022	%2022/1900
Aras de los Olmos	la Serranía	1.257	380	30,23
Morella	els Ports	7.355	2475	33,65
Vallibona	els Ports	1.708	61	3,57
Portell de Morella	els Ports	1.067	178	16,68
Cinctorres	els Ports	1.537	412	26,81

Variación de la población entre los censos de 1900 y 2022 en los municipios valencianos en los que se ha descrito un dinosaurio. Fuente INE (2023). Elaboración propia.

Ateneu de Natura siempre ha contribuido, en la medida de sus posibilidades, a la divulgación del patrimonio paleontológico y ha estado muy presente en los pequeños pueblos del interior.

Figura 2. “Espai Vallibonavenatrix”, museo paleontológico de Vallibona (els Ports)

Vitrina de invertebrados y cartel divulgativo. Arriba a la izquierda se aprecian tres elementos de la exposición de Ateneu de Natura “Fòsils sobre ceràmica”. En la vitrina, izquierda, sobre la etiqueta azul, apoyados encima de bases de metacrilato, topotipos de los dos invertebrados descritos en Vallibona. Foto: V. Gual.

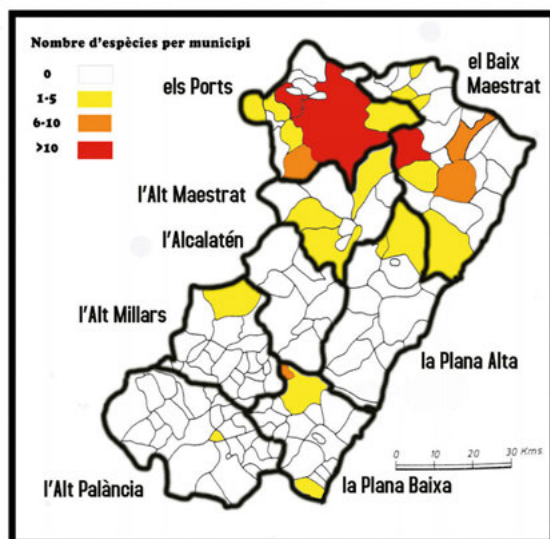


Al menos, para las comarcas del norte del País Valencià, no es diferente la vinculación entre de la riqueza paleontológica y las zonas rurales deprimidas, si analizaremos los fósiles de invertebrados o el conjunto de toda la riqueza paleontológica respecto a lo que pasa con la visión restringida que hemos obtenido, considerando sólo a los dinosaurios. Según los datos de 2013 (Forner, 2011; Forner & Gual, 2013), como se puede observar en la figura 3, también se concentra en las zonas rurales interiores la mayor parte de la riqueza paleontológica. Los datos recogen las descripciones realizadas entre 1859, con los primeros fósiles valencianos descritos por Vilanova en 1859 en Xert (el Baix Maestrat) y el catálogo compilado el 2013. Resulta evidente la concentración en el noroeste, en las comarcas dels Ports y l'Alt Maestrat y la parte de poniente del Baix Maestrat, con la subcomarca de la Tinença de Benifassà. Todas con intensos procesos de despoblación.

Figura 3. Número de especies fósiles descritas por municipio.

Periodo analizado 1859-2013.

Fuente: tomado de Forner & Gual, 2013.



Por todo ello parece coherente y sería redistributivo hacer una inversión importante en infraestructura y medios humanos para potenciar como elemento de atracción turística, en una zona rural con fuerte despoblamiento, las posibilidades que puede ofrecer la paleontología. El ejemplo de Dinopolis, tan cercano y exitoso, avala la propuesta.

Flota en el ambiente, entre los paleontólogos, la sensación de una gran ocasión perdida, de haber creado un museo y centro de investigación sobre dinosaurios en Morella, en la fabrica Giner, aprovechando la riqueza paleontológica dels Ports y que podía haber una sensibilidad favorable des de la Presidencia de la Generalitat. No la hubo. Quizás, Aras de los Olmos, puede encabezar el próximo intento. A día de hoy ya ha conseguido mucho más, partiendo de una situación menos ventajosa.

Actividades desarrolladas por Ateneu de Natura

Para dar un cierto orden al relato de las principales actividades que Ateneu de Natura (ADN) ha desplegado en sus 25 años de historia y que continúa desarrollando en la actualidad se van a agrupar en nueve apar-

tados. Se va insistir, de forma no proporcionada, en los aspectos de divulgación, investigación y desarrollo en el campo de la paleontología, por ser la materia escogida en la VI edición de la Universidad de Verano de Aras de los Olmos, pero en ADN se ha intentado potenciar por igual el resto de ramas de las ciencias naturales (malacología, ornitología, botánica, etc.).

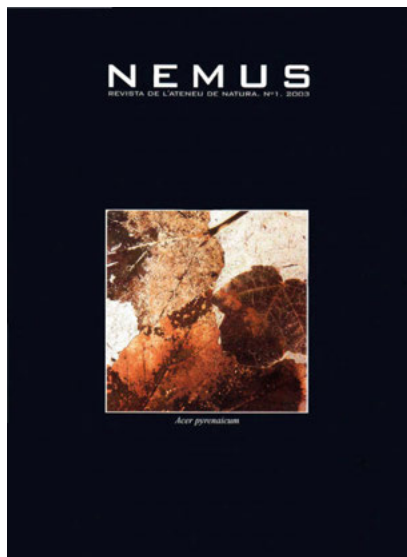
1. Revista Nemus.
2. Cursos.
3. Excursión con especialista.
4. Conferencias.
5. Premio ADN de divulgación de las Ciencias Naturales.
6. Colaboración con museos
7. Fomento de estudios sobre patrimonio natural.
8. Participación y organización en congresos.
9. Exposiciones.

1. Revista Nemus.

Figura 4. Portada del primer número de Nemus.

Acer pyrenaicum Rérolle, 1884-1885, hojas fósiles de arce del Vallesiense (Terciario) de la Cerdanya, según Barrón (1996).

Fuente: Nemus 1, 2003. Foto: E. Forner.



El proyecto más importante para Ateneu de Natura es la publicación de la revista *Nemus*.

En su nacimiento se tuvo en consideración distintos aspectos. En primer lugar, que se percibía como una carencia no disponer de una revista científica valenciana dedicada a las ciencias naturales. No dispone de ella la Universitat Jaume I, que, es cierto, no tiene facultad de Biología ni de Geología. Pero tampoco la Universitat de València. En el estudio de catalogación (Forner & Gual, 2013) de las especies nuevas fósiles descritos en las comarcas del norte del País Valencià, en 150 años, más de 130 especies fueron descritas, nunca se había publicado ninguna especie en una edición valenciana. Directamente no han existido. Tampoco se encontró ninguna descripción en la lengua propia del país. El Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN, 1999) recomienda la publicación en la lengua local y en otra de amplia difusión. Hoy, ya sólo el inglés parece que cumple el segundo perfil.

En segundo lugar, se consideró que disponer de un medio cercano podría fomentar, incitar, facilitar, la concreción de muchos estudios que dormían en un cajón sin plasmarse en una publicación. Pongamos como ejemplo: en ornitología había grandes periodos de censos de aves en espacio naturales, con muchos datos, series largas con censos semanales ininterrumpidos durante más de 20 años que no se habían publicado. Se pensaba que sería un buen medio para incitar a las propias asociaciones, tanto a los socios de Ateneu de Natura, como de las otras organizaciones que han colaborado en el proyecto, como Grup Au de Castelló, o la asociación Paleontològica i Mineralògica d'Onda, por ejemplo, para activar entre los miembros la necesidad de volcar los estudios en una publicación. Y así ha sido en parte.

En tercer lugar, también pesó la dificultad de publicar en la lengua propia valenciana en lugar de las lenguas impuestas. Tener que cambiar de lengua para publicar tus estudios y utilizar otra que no es la del entorno que se estudia es siempre un freno, una dificultad añadida, al esfuerzo de trasladar las investigaciones a un registro formal publicable. Quizá pudiera parecer inviable diseñar una revista de ciencias naturales por una asociación sin ánimo de lucro en Castelló de la Plana y preferentemente en catalán, en una lengua que no es la del imperio militar, económico y cultural que domina el mundo, el inglés. Para una reflexión sobre el uso de las lenguas

en el mundo científico se puede ojear el trabajo de Forner (2019). La cuestión se intentó solucionar con un bilingüismo parcial en inglés (resumen, pies de figuras y tablas, también descripción y diagnóstico de las especies nuevas) acompañando a la lengua del trabajo. Por otra parte, tenemos la suerte (es una manera de decirlo no sé si muy afortunada) que el catalán, como el resto de las lenguas generadas por la descomposición del latín, es todavía una secuela, las cenizas, del imperio anterior, que ha dominado en el mundo científico antes del actual: el imperio romano. Por tanto, por ejemplo, no hay paleontólogo o botánico actual, incluidos los anglosajones, que no haya estudiado algún texto en latín, en francés o en italiano. Quien ya lee un texto especializado en una lengua románica puede leerlo en cualquier otra lengua derivada del latín. Salvo limitación intelectual o prejuicio racista. La primera, no obstante, es impensable en un lector de un artículo científico. Nemus, que está accesible en la red, tiene entradas de todos los países del mundo, el origen que ostenta el récord es USA.

En cuarto lugar, tuvo importancia la intención de establecer un elemento que diera cohesión, estabilidad cuasi institucional a ADN. Un ancla que diera consistencia a la asociación Ateneu de Natura. Algo en que reconocerse los asociados y estar satisfechos de la pertenencia a la asociación ADN por la actividad que está desarrolla. Una conferencia, incluso un congreso, una exposición o un curso son efímeros. Una publicación periódica perdura.

Y, finalmente, en quinto lugar, se valoró de forma importante que pudiera ser la primera revista para autores noveles. Aquellos principiantes que aun no tienen capacidades o confianza para lanzarse a un trabajo en inglés en una revista de impacto. O que no lo necesitan y les es más fácil iniciarse con una revista próxima. Hemos tenido muchos primeros autores. Y hemos sido con ellos generosos, pacientes, didácticos, incluso les hemos ayudado a adecuar el trabajo a las exigencias de un texto científico. Y estamos contentos de lo uno y de lo otro. De que se estrenen en Nemus y de que hayamos podido dedicarles tiempo a ayudarles a empezar. En este sentido hemos sido una revista “marota”, acogedora y protectora.

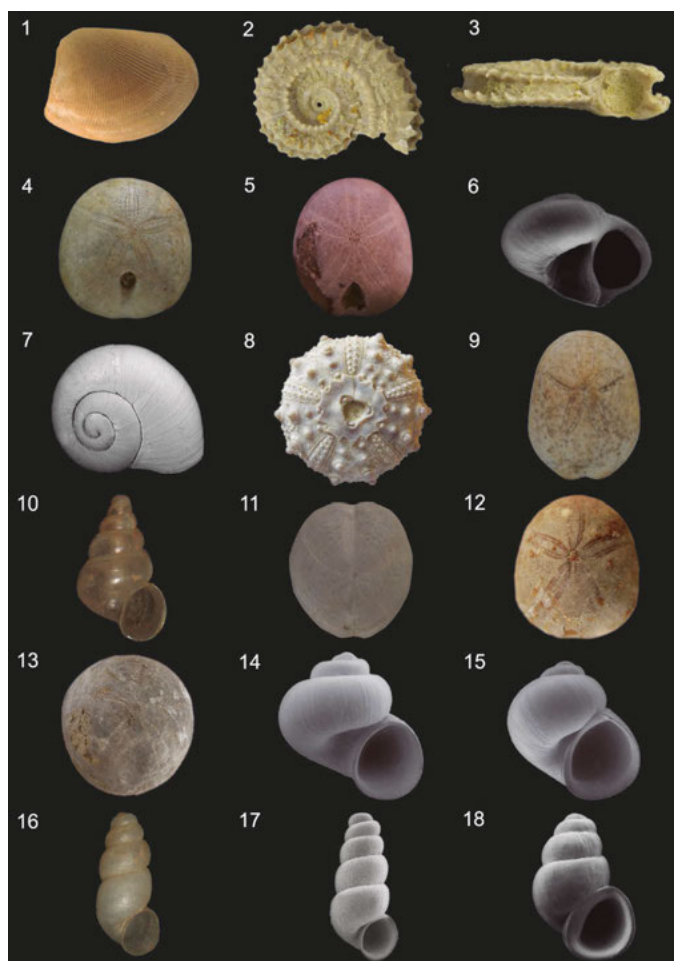
Nemus es una revista científica de ciencias naturales que justo ahora cumple 20 años desde que salió de la imprenta su primer ejemplar en 2003. En la actualidad se publica anualmente, cada otoño.

Nemus es la única revista valenciana donde se han descrito especies nuevas de fósiles para la ciencia. En los nueve primeros números de

Figura 5. Especies del reino Animalia descritas en Nemus.

Los 18 taxones nuevos (Animalia) descritos en los 9 primeros números de la revista Nemus. **1:** *Acila (Truncacila) castagni* Forner, 2012. **2:** *Calzadina* gen. nov. Forner 2014. **3:** *Calzadina segurai* Forner, 2014. **4:** *Nucleolites usoi* Forner, 2016. **5:** *Plagiochasma saurai* Forner, 2016. **6:** *Navalis* gen. nov. Quiñonero-Salgado & Rolán, 2017. **7:** *Navalis perforatus* Quiñonero-Salgado & Rolán, 2017. **8:** *Goniopygus emmae* Forner, 2017. **9:** *Petalobrissus ossoi* Forner, 2017. **10:** *Palaospeum lopezsoriano* Quiñonero-Salgado & Rolán, 2017. **11:** *Heteraster guali* Forner, 2018a. **12:** *Phyllobrissus garciavivesi* Forner, 2018b. **13:** *Conulus sanzgarcai* Forner, 2018. **14:** *Islamia ayalga* Ruiz-Cobo, Alonso, Quiñonero-Salgado & Rolán, 2018. **15:** *Islamia pistrini* Ruiz-Cobo, Alonso, Quiñonero-Salgado & Rolán, 2018. **16:** *Spiralix (Burgosia) vetusta* Quiñonero-Salgado, Alonso & Rolán, 2018. **17:** *Moitessieria pesanta* Quiñonero-Salgado, Alonso & Rolán, 2019. **18:** *Spiralix tuba* Quiñonero-Salgado, Alonso & Rolán, 2019. Tomado de Forner & Gual (2019).

Fotos: autores de las especies; confección lamina: V. Gual.



Nemus se describieron 18 taxones nuevos del reino Animalia (Forner & Gual, 2020), 2 géneros y 16 especies, de los cuales 10 eran fósiles y 8 actuales (Fig. 5). Del reino Plantae, han sido 11 los taxones nuevos que se han descrito por los botánicos valencianos (Ferrer-Gallego et al. 2010) en el mismo periodo, hasta el 2009 (Fig. 6).

Es también la única revista valenciana donde se ha descrito una especie fósil en la lengua del país. Ahora casi todo se describe en inglés. En el siglo XIX casi todo en francés.

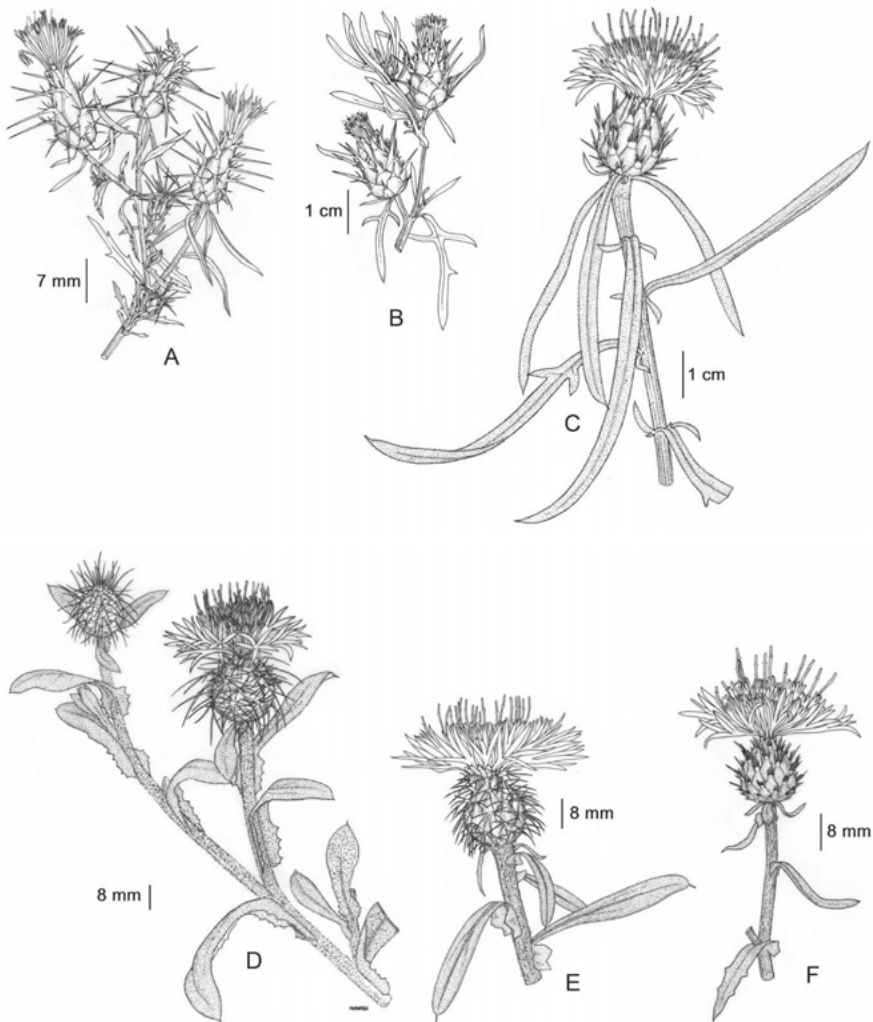
Actualmente es la única revista de ciencias naturales que se publica en el estado español plenamente española. Estrictamente española, que sólo publique en las lenguas españolas no hay ninguna. Estrictamente anglosajona, que únicamente publiquen en inglés, hay bastantes. Que se pueda publicar en todas las lenguas españolas, no existe otra que Nemus. Que prohíban publicar en la mayoría de las lenguas españolas y solo lo permitan en inglés y castellano, o alguna otra combinación, sin completar todas las españolas, también hay unas cuantas.

Debería llevar a reflexión que la única revista plenamente española, o por ejemplo la primera revista que ha publicado una especie nueva en euskera no sea de Madrid, que debería ser la capital de todos los españoles, ni siquiera de Euskalerría, sino que se publica en Castelló de la Plana.

Parece un punto sorprendente que una revista de este tipo surja y se mantenga de la sociedad civil y no de otras instituciones que serían más apropiadas, o más previsibles, como universidades y museos. Ha contado, eso sí, con el respaldo continuo o intermitente de instituciones públicas, como la Acadèmia Valenciana de la Llengua, de la conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana, de la Diputació de Castelló y ayuntamientos como el de Castelló de la Plana, Vila-real, Onda y Borriana y otras diversas fundaciones y instituciones privadas que a lo largo de 20 años han decidido colaborar en un proyecto que parecía improbable. En sus inicios fue muy importante el respaldo de la fundació Caixa Castelló, hasta un cierto punto, hasta que se consumo el robo de las cajas por parte de la banca privada. La palabra robo es inapropiada. Cierto. Se queda corta. Pero es que ningún código penal o diccionario llegó a imaginar que aquellos que se ven desposeídos de sus bienes, los impositores propietarios de las cajas aun tengan que poner dinero, vía sus impuestos, para gratificar a los que les desposeen. Como premio,

Figura 6. Híbridos y variedades botánicas descritas en Nemus.

A: *Centaurea* × *sanchisiana*. **B:** *C. sanchisiana* var. *malvarosae*. **C:** *C. sanchisiana* var. *pectiniformis*. **D:** *C. seridis* subsp. *jacobi*. **E:** *C. sanchisiana* nothosubsp. *borrianensis*. **F:** *C. sanchisiana* nothosubsp. *borrianensis* var. *erectispina*. Tomado de Ferrer-Gallego et al., 2010. Dibujos a pluma y tinta: R. Roselló.



quizás merecido, a nuestra pasividad, la elite financiera ha dispuesto empeorar el servicio que nos ofrecían, despedir a los empleados, cerrar las sucursales y condenar a los usuarios a un trato desconsiderado o imposible para los mayores y cambiar a su antojo, empeorándolas para el cliente, las condiciones previamente firmadas. El *pacta sunt servanda* (los pactos se han de cumplir), principio general del derecho vigente desde la república romana tampoco ha supuesto un límite. Y claro está, han arrasado la obra social y cultural de las cajas, dejando un pequeño residuo de escaparate y con finalidad meramente publicitaria.

2. Cursos.

A lo largo de estos veinticinco años se han organizado cursos en colaboración con otras instituciones.

Como por ejemplo con la Universitat Jaume I y la colaboración del ayuntamiento de la ciudad donde se imparten, bajo la misma fórmula de cursos de *universitat d'estiu* se impartieron diversos años en Vinaròs (el Baix Maestrat). Por cierto, el primero de ellos sobre Dinosaurios, el verano del 2001, con la participación de algunos de los grandes dinosauriólogos del estado José Luís Sanz García y Francisco Ortega Coloma, con una clase práctica en la misma cantera de “la Parreta” (Morella), donde se estaba realizando una excavación por el equipo que dirigían dichos paleontólogos, que han descrito dos de los dinosaurios valencianos (Tabla 1) y en el caso del primero también es autor del *Losillasaurus giganteus*.

Como por ejemplo con la *Institució Catalana d'Història Natural*, con la que se ha organizado cursos en Castelló de la Plana, con la colaboración del ayuntamiento de la ciudad a través del Planetario sobre el censo de la biodiversidad de moluscos marinos en las tanatocenosis de playa, con prácticas en la misma playa del Pinar de Castelló de la Plana, justo enfrente del Planetario, y en la de Platgetes de Orpesa (la Plana Alta).

También se desarrollaron cursos con la única colaboración de la fundació Caixa Castelló que dejaba las aulas, bajo el título “10x10” que eran de inicio, en cada caso al conocimiento de las especies más comunes de la materia que trataba el curso (ornitología, malacología marina o continental, paleontología, etc). Se desarrollaban en la ciudad de Castelló de la Plana.

3. Excursión con especialistas.

Esta actividad, tiene una clara vocación interna, para los socios, aunque si queda aforo se abre a simpatizantes. Consiste en organizar una excursión de un día o un fin de semana donde se visita una zona relevante por su patrimonio natural acompañados de un especialista. Por ejemplo, visitar la zona húmeda del Prat de Cabanes acompañados por el ornitólogo que mejor lo conoce. O visitar las formaciones naturales de *ginjoler* o azufaifo (*ziziphus jujuba*) del cabo de Gata con una botánica que los ha estudiado. Claro está, las estancias se acompañan con una parte lúdica: de turismo cultural de la zona y acercamiento a la gastronomía local. Tienen éxito.

4. Conferencias.

Ateneu de Natura organiza conferencias para divulgar estudios de ciencias naturales. Todos los jueves de febrero en Castelló de la Plana, se programa a un ciclo “*La Natura al teu abast*” donde se da preferencia a los estudios publicados en el último Nemus.

Puntualmente se organiza en pueblos concretos charlas para divulgar alguna investigación que resulta de proximidad para el sitio elegido. Se organiza siempre contando con la colaboración de alguna asociación local y del ayuntamiento. Por poner un ejemplo reciente, en el último Nemus publicado, el 12, se describía un fósil invertebrado del municipio de Ares del Maestrat (l'Alt Maestrat). Pueblo que por cierto comparte la misma raíz etimológica que Aras de los Olmos. Con la participación de una asociación local “*Les 4 denes*” y el soporte del ayuntamiento se impartió en el ámbito divulgativo una charla de explicación de la nueva especie que lleva el topónimo del municipio: *Acriaster aresensis Forner*, 2022 (Forner et al., 2022). La respuesta de público de los pueblos ante la posibilidad de disfrutar de actos culturales, frecuentemente y quizás esto suponga una cierta sorpresa, es mejor que en las ciudades (Fig. 7).

Figura 7 .Conferencia de Ateneu de Natura en Ares del Maestrat presentando una especie nueva fósil.

Charla divulgativa de presentación de la nueva especie, *Acriaster aresensis* Forner, 2022, en el pueblo donde se encontró el fósil: Ares del Maestrat (l'Alt Maestrat).

Foto: Ximo Segura.



5. Premio ADN de divulgación de las Ciencias Naturales.

Ateneu de Natura estableció un premio de divulgación de las ciencias naturales. No para el científico o institución con mejores trabajos de investigación sino para aquel o aquella que era capaz de destacar en la tarea, complicada, de hacer llegar el fruto de sus investigaciones, en el ámbito de las ciencias naturales, a un publico general.

Por cierto, que el primero se adjudicó a José Luís Sanz García, el dinosauriologo que más esfuerzo a dedicado a popularizar sus investigaciones, a criterio de Ateneu de Natura. (Fig. 8).

Figura 8. Entrega del primer premio ADN a la divulgación de la ciencias naturales.

A la izquierda el homenajeado el paleontólogo José Luís Sanz García que recibe la obra de la ceramista de Aldaia (l'Horta Sud) Cristina Guzman i Traver; a la derecha la socia de ADN, Vicenta Vallès i Folguera, encargada de la *laudatio*.



6. Colaboración con museos.

La colaboración que a lo largo del tiempo ha establecido Ateneu de Natura con los museos, en el ámbito paleontológico, se puede agrupar en tres apartados.

1) Aportaciones de material a los museos

Donaciones, aportaciones de material tipo o no, fruto de las investigaciones de sus socios. Conviene resaltar, que la revista *Nemus*, exige en concordancia con el CINZ (ICZN, 1999) que el material tipo que sirve de base a la descripción de especies de forma obligatoria se debe depositar en un museo accesible a los investigadores si se quiere publicar en la revista. En ocasiones también se ha gestionado que colecciones completas se depositen en museos.

Se han depositado fósiles por parte de Ateneu de Natura y sus socios en los siguientes museos.

- Museu de la Universitat de València d'Història Natural (MUVHN).
- Col·lecció Museogràfica Municipal de Paleontologia i Mineralogia d'Onda.
- Museu de la Valltorta.
- Col·lecció Museogràfica de Cinctorres.
- Museu de les Terres de l'Ebre. Amposta.
- Museu de Geologia - Museu de Ciències Naturals de Barcelona (MGB).
- Dinopolis.
- Museo de Ciencias Naturales, Universidad de Zaragoza.
- Museum National d'Histoire Naturelle de París.
- Musée cantonal de géologie, Lausanne, Suïssa (MGL).
- Natural History Museum Vienna, Austria (NHMW).

2) Ateneu de Natura también ha participado en exposiciones organizadas por otras instituciones, como por ejemplo la exposición sobre el geólogo Royo y Gómez organizada por el ayuntamiento de València, a la que se aportó, entre otras cosas, topotipos de los raros equínidos que llevan su nombre descritos por Lambert (1928, 1935) con el material que le remitió el geólogo de Castelló de la Plana: *Maestratina royo*i (Lambert, 1928), *Paraorthopsis royo*i (Lambert, 1935) y *Pygorhynchus royo*i (Lambert, 1935).

3) Ayudar a crear colecciones museísticas, como el caso comentado del museo de Vallibona, Espai Vallibonavenatrix (Fig. 2)

7. Fomento de estudios sobre patrimonio natural.

Las actividades desarrolladas por Ateneu de Natura han fomentado la concreción de una serie de estudios sobre el patrimonio natural. Se ha mejorado, notablemente, el conocimiento de la fauna de pequeños caracoles que vive en el interior de las fuentes, que presenta un alto grado de endemismo, con la descripción de nuevas especies.

Se ha ampliado el conocimiento de la avifauna tanto en espacios naturales como en el entorno urbano, como es el caso de Castelló de la Plana (Castany, 2014; Tirado, 2016; Castany & Tirado, 2019; Tirado, 2022).

En paleontología se ha dado un impulso muy importante al conocimiento de la fauna de invertebrados, especialmente de la cuenca sedimentaria del Maestrat.

En malacología marina se ha hecho importantes contribuciones en el ámbito de la introducción de especies alóctonas en el Mediterráneo occidental, indicadores indirectos del calentamiento del agua del mar.

Quizá los botánicos valencianos eran los menos necesitados de una publicación como *Nemus*, por tener otras opciones, y, sin embargo, la han valorado positivamente y han respaldado la revista con sus continuos trabajos, centrados, fundamentalmente, en la vegetación valenciana.

8. Organización y participación en congresos.

Ateneu de Natura ha organizado congresos y jornadas, como, por ejemplo, dentro del campo de la paleontología los diversos congresos de “*Paleontologia vila d’Onda*” en colaboración con el ayuntamiento de la ciudad y la asociación Paleontológica y Mineralógica de Onda.

También se ha participado, frecuentemente, en colaboración de congresos que organizaban otras entidades como en los dos últimos años la *X Jornades d’Etnobotànica en llegua catalana*, celebradas en Guardamar del Segura en el 2022 o la XXIV Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural, que celebraba su 150 aniversario, en València durante el 2021. O lo hará en octubre con las XXVIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología que se celebraran en València, en el marco del Jardín Botánico, del 4 al 8 de octubre de 2023.

9. Exposiciones.

La exposición se ha considerado por Ateneu de Natura un buen método para acercar a la gente a una parte del patrimonio natural, en general desconocido, de forma agradable. Se piensa que no está exenta la finalidad divulgativa con la de buscar la alta calidad estética de aquello que se muestra, para despertar, más fácilmente, la estima del público por su propio patrimonio natural, a veces ignorado.

En el pasado se realizaron exposiciones sobre las conchas de moluscos marinos actuales y fósiles, por ejemplo, en Vinaròs (el Baix Maestrat) y Onda (la Plana Baixa) o sobre vegetales fósiles en el Edifici Vidriola, en Castelló de la Plana (la Plana Alta).

Actualmente Ateneu de Natura tiene en marcha cuatro exposiciones “Fósiles sobre cerámica” que estuvo expuesta en el mismo local, el Teatro Municipal, mientras se impartió este curso de la Universidad

de Verano, en Aras de los Olmos. La exposición esta compuesta de 50 imágenes de fósiles sobre cerámica (azulejo). La exposición es de formato pequeño, fácil de transportar en un coche y de colgar en una sala, biblioteca o vestíbulo, no necesariamente grande, en cualquier local o escuela. El material son azulejos especiales a los cuales se ha transferido una imagen paleontológica. Todos los fósiles corresponden a ejemplares de museos o colecciones particulares de dos cuencas sedimentarias: la de Ribesalbes, continental, un lago que ha generado un yacimiento de conservación excepcional (Konservat-Lagerstätte), del Mioceno y la del Maestrat, que estuvo activa desde el Jurásico superior hasta el final del Cretácico inferior.

Se han desarrollado unas propuestas de actividades didácticas complementarias a la exposición para introducir la paleontología en educación primaria, en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, o complementar actividades en institutos. En el Col·legi Santa Maria de Vila-real (la Plana Baixa) (Fig. 9) se dio también una charla con los alumnos mayores del grupo de ciencias de presentación de la revista e introducción de cómo se redacta un artículo científico. La exposición nació durante la COVID y de momento ha estado expuesta además de Aras de los Olmos y Vila-real, en Vallibona y en la biblioteca de una escuela de primaria, Horta Vella, de la Ràpita (el Montsià). Está programada desde los puentes de diciembre hasta las fiestas de Sant Antoni al Forcall (els Ports), otro pueblo del interior con una gran riqueza paleontológica donde a fecha del 2013, se habían descrito 18 especies fósiles (Forner & Gual, 2013). Después todavía se han descritos tres equínidos *Hemidiadema forcallensis* Clement, 2015 del Aptiense; *Nucleolites usoi* Forner, 2016 y *Plagiochasma saurai* Forner, 2016, del Barremiense de la F. Artoles, que elevaría la cifra a 21. Todas de invertebrados. Pero dentro del término municipal también aflora la Fm. Arcillas de Morella, que ya ha dado cuatro nuevas especies de dinosaurios para el conjunto de la comarca dels Ports (Tabla 1) con alguno más hay en estudio, no se puede descartar que en el futuro se descubra nuevos yacimientos que lleven como resultado incrementar el censo de municipios con dinosaurio descrito.

Figura 9. Exposición “Fósiles sobre cerámica” en un instituto de Vila-real.

Ateneu de Natura también se acerca a los centros de primaria y secundario con las exposiciones de formato pequeño como elemento didáctico para introducir la paleontología. Col·legi Santa Maria de Vila-real (la Plana Baixa).

Foto: Carl Nugent.



La exposición “Orquídiades autòctones” es una colección de imágenes del fotógrafo Lluís Ibàñez Melià (Benicarló, 1955) sobre flores de orquídeas de especies de la zona del Ports, el Baix Maestrat, Ports de Beceit y el Port de Caro, en formato pequeño.

La exposición desde el 2018 se ha exhibido en 13 lugares: en Castelló de la Plana, en el edificio Menador; en Vila-real (la Plana Baixa); en València en el Jardí Botànic; en les Coves de Vinromà (la Plana Alta); en Monterdre (França); en la Pobla de Benifassà (el Baix Maestrat); en Santa Coloma de Gramenet (el Barcelonès); en Borriana (la Plana Baixa); en Benicarló (el Baix Maestrat); en Vinaròs (el Baix Maestrat); en la Sénia (el Montsià); y, de momento, en Guardamar del Segura (el Baix Segura)

Pòsters fòssils castellonencs.

Esta exposición recoge en un conjunto de 12 pósters montados en cartón pluma, que recoge imágenes de todos los fósiles descritos en las

comarcas de Castelló. Se han expuesto en diferentes institutos como material didáctico de introducción de la paleontología.

Actualmente se exhibe en Vallibona, en el Espai Vallibonavenatrix.

Quan dormen els arbres.

Exposición de formato grande (14 fotos de 135 x 90 cm y un texto de igual tamaño), del fotógrafo Lluís Ibàñez Melià sobre árboles monumentales que tienen nombre propio, realizadas en la noche estrellada de un espai bastante libre de la contaminación lumínica: la Tinença de Benifassà y su entorno.

Se ha expuesto en el Jardín Botánico de València (en el edificio de *l'Estufa freda*); en Castelló de la Plana (en el Museu de Belles Arts); en Benicarló (MUCBE). Se exhibió repartida, siete fotografías en cada pueblo, entre Vallibona y Pena-roja (el Matarranya) con motivo de la rogativa entre los dos pueblos, la *setena*, que cada siete años conmemora que, tras una peste terrible, los únicos siete solteros del pueblo que quedaron, todos hombres, fueron a Pena-roja a buscar pareja para refundar el pueblo. En Pena-roja se exhibió en la ermita gótica de la *Verge de la Font*. En el pueblo que acoge el curso, Aras de los Olmos se pudo visitar en el centro de divulgación científica y medioambiental Big History, entre el 2 de mayo y el 15 de agosto de 2022, y ahora hay una copia permanente. Su última estancia, de momento, ha sido en Amposta, en el Museu de les Terres de l'Ebre.

Para más explicación, visual, se remite a la fig. 10 y para su comprensión, conceptual, al texto que sigue, que es el que acompaña a las 14 fotografías.

Figura 10. *Ginebre de Ginero* (*Juniperus oxicedrus*) de Pena-roja
(el Matarranya)

Fotografía de Lluís Ibàñez Melià, que forma parte de la exposición de Ateneu de Natura:
Quan dormen els arbres. Un árbol con nombre propio, situado en el sendero entre
Vallibona i Pena-roja donde pasa cada siete años una rogativa, y la vía láctea.



Quan dormen els arbres

Ara, és negra nit al cor de la Tinença de Benifassà. La lluna és nova i s'han presentat tots els estels, tots. S'ha entaulat el silenci i fa un punt de fred: els arbres dormen.

Quan dormen els arbres tothom els imita.

I encara els pocs que vetlen respecten, de forma exquisida, la quietud. Ningú, ni l'oïda més fina del ratolí, sent quan gira el coll el gran duc. Els senglars i els teixons han baixat, al fons de la vall, vora riu, per trobar menjar. Les cabres salvatges, seguint una precaució genètica, dormen al fons del carrascar sense fer el més mínim soroll, tot i que fa més d'una centúria que no les cacen els llops.

Quan dormen els arbres muden l'intercanvi de gasos.

Mentre somien no expulsen oxigen, no ens omplin el rebost de l'atmosfera perquè nosaltres, desagraïts, puguem respirar. Ni inspiren anhidrid carbònic reduït com poden el que nosaltres, desconsiderats, afegim a la Terra. No cal patir, però, en despertar tornaran als seus treballs quotidians: a fer sucre de la llum del sol i a baratar CO₂ per oxigen. Ho fan per ells mateixos, per seguir vivint i deixar la llavor per la generació següent. Com tots els ésser vius. Però, amb una discreció i un altruisme esplèndids. Nosaltres ens ho trobem tot per atzar i sense donar-li importància, com el pa regalat que no se sap apreciar. Sovint ens oblidem que som uns paràsits. Tots els animals ho som. Per viure ens hem de menjar els vegetals o uns animals que han menjat vegetals abans o uns animals que han menjat animals que a la seua vegada s'havien alimentat devorant vegetals. Per viure hem de respirar l'oxigen que ell ens alenen. En canvi, ells que mouen la roda i són el principi de tot callen i quan es pon el sol descansen. Ara que dic això necessito pensar que dormen tranquils i que no els vindrà el malson d'un foc o d'una motoserra elèctrica o del traçat d'una carretera nova.

Quan dormen els arbres els homes també coven el son i els somnis.

Encara que a l'esquerpa, feréstega, tan salvatgement bella Tinença de Benifassà en resta poca de gent, molt poca, que viu arraconada en pobles menuts. Els masos fa anys que resten orfes. Cap llum els destorba ni emboira la volta del cel.

Quan dormen els arbres ningú els guaita el son.

O potser n'hi ha un. Només un caçador d'imatges, que els vol robar l'ànima, Lluís Ibàñez Melià (Benicarló, 1955). Qui fa anys va encetar el projecte de fotografiar Arbres amb nom propi. Al darrere, hi ha una reflexió profunda sobre el paisatge, la interacció entre els humans i l'espai. Al davant, l'amor pel propi territori. Tot passat pel sedàs de la seua estètica, en aquest treball, clàssica, sòbria, elaborada sense que es note i amb un punt de preciosisme.

A Ateneu de Natura hem volgut recuperar del fons d'un disc dur, on dormien, algunes de les fotografies de Lluís Ibàñez per mostrar-les. Perquè ens estimem el patrimoni natural i perquè ens agradaria compartir l'estima amb tu. Si, al remat, et mires amb bons ulls els arbres haurà valgut la pena. Deixa't portar: mira-ho i ja està. No hem establert cap compromís. No és el mateix que viure-ho, és cert, però si per uns instants obris bé els ulls i deixes navegar al cervell et podràs fer una idea, petita, d'allò que se sent quan dormen els arbres al cor de la Tinença.

Bibliografia

- CASANOVAS, M. L., SANTAFÉ, J. V., SANZ, J. L. (2001). “*Losillasaurus giganteus*, un nuevo saurópodo del tránsito Jurásico-Cretácico en la cuenca de “Los Serranos” (Valencia, España)”, *Paleontologia i Evolució*, 32-33, 99-122.
- CASTANY, J. (2014). “Seguiment d’aus urbanes a la ciutat de Castelló de la Plana de 2006 a 2012”, *Nemus*, 4, 75-92.
- CASTANY, J., TIRADO, M. (2019). “Evolució de les aus nidificants a la ciutat de Castelló de la Plana (E de la península Ibèrica) durant el període 2006-2017”, *Nemus*, 9, 128-145
- CLÉMENT, A. (2015). “Révision des espèces du genre *Hemidiadema* Agassiz, 1846 (Euechinoidea, Camaradonta, Glyphocyphidae), de l’Aptien (Crétacé inférieur) d’Espagne”, *Carnets de Géologie*, 15 (20), 279-330. doi:10.4267/2042/58204.
- BARRON, E. (1996). “Caracterización del género *Acer* Linné (Magnoliophyta) en el Vallesiense (Neogeno) de la comarca de la Cerdaña (Lérida, España)”, *Boletín Geológico y Minero*, vol. 107 (1), 38-54.
- GASULLA J. M., ESCASO F., NARVÁEZ I., ORTEGA F., SANZ J. L. (2015). “A New Sail-Backed Styracosternan (Dinosauria: Ornithomimidae) from the Early Cretaceous of Morella, Spain.”, *PLoS ONE* 10(12): e0144167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144167>
- FERRER-GALLEGO, P., ROSELLÓ, R., GÓMEZ, J., LAGUNA, E., PERIS, J. B. (2010). “Tàxons nous (Plantae) publicats a Nemus”, *Nemus*, 10 195-199.
- FORNER, E. (2011). “Espècies fòssils castellonenques”, *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, LXXXVII, 5-26.
- FORNER, E. (2012). “Una nova espècie del gènere *Acila* (Bivalvia: Nuculidae) de l’Aptià (Cretaci Inf.) de la Conca del Maestrat”, *Nemus*, 2, 9-14.
- FORNER, E. (2014). “*Calzadina segurai* gen. nov., sp. nov. (Mollusca: Gastropoda) de l’Albià de Cabanes de l’Arc (la Plana Alta, Conca del Maestrat)”, *Nemus*, 4, 17-26.
- FORNER, E. (2016). “Els neognatostomats (Echinodermata: Echinoidea) de la formació Artoles del Barremià de la conca del Maestrat”, *Nemus*, 6, 35-60.
- FORNER, E. (2017). “Equinoïdeus nous (Echinodermata: Echinoidea) del Campanià de Moyenne Moulouya, nord est del Marroc”, *Nemus*, 7, 51-72.

FORNER, E. (2018a). “*Heteraster guali* sp. nov. (Echinodermata: Echinoidea) de l’Aptià de la conca del Maestrat”, *Nemus*, 8, 33-53.

FORNER, E. (2018b). “*Phyllobrissus garciavivesi* un equínid nou de l’Aptià d’Onda (conca del Maestrat)”, *Nemus*, 8, 55-68.

FORNER, E. (2019). “L’ús de la llengua en un àmbit científic concret de les ciències naturals: paleontologia”, *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, XCV, 167-188.

FORNER, E., GUAL, V. (2013). “Primera addenda al catàleg de fòssils castellonencs”, *Nemus*, 3, 13-22.

FORNER, E., GUAL, V. (2020). “Tàxons nous (Animalia) publicats a *Nemus*”, *Nemus*, 10, 191-195.

FORNER, E., MORENO-BEDMAR, J. A. (2018). “*Conulus sanzgarcai* sp. nov. (Echinodermata: Echinoidea) de l’Aptià inferior de Coratxà (conca del Maestrat)”, *Nemus*, 8, 69-83.

FORNER, E., SAURA, M., BAYOT, J., GOMBAU, E. (2022). “*Acriaster aresensis* sp. nov. (Echinoidea: Cassiduloida) del Barremià d’Ares del Maestrat”, *Nemus*, 12, 208-220.

ICZN INTERNATIONAL COMMISSION ON ZOOLOGICAL NOMENCLATURE. (1999). *Codi internacional de nomenclatura zoològica*. Traducció del 2003. Institut d’Estudis Catalans, Barcelona. Traductor Xavier Bellés.

INE Instituto Nacional de Estadística <https://WWW.ine.es> (consulta del 26/06/2023).

LAMBERT, J. M. (1928). “Note sur quelques Echinides du Crétacé d’Espagne communiqués par M. le Prof. Royo y Gómez.”, *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 28, 147-157.

LAMBERT, J. M. (1935). “Échinides crétacés d’Espagne II. Sur quelques échinides crétacés d’Espagne. communiqués par M. le prof. Royo y Gómez”, *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 35, 521-526.

MALAFIA, E., GASULLA, J. M., ESCASO, F., NARVÁEZ, I., SANZ, J.L., ORTEGA, F. (2019). “A new spinosaurid theropod (Dinosauria: Megalosauroida) from the late Barremian of Vallibona, Spain: Implications for spinosaurid diversity in the Early Cretaceous of the Iberian Peninsula”, *Cretaceous Research*, <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2019.104221>.

QUIÑONERO-SALGADO, S., ALONSO, Á., ROLÁN, E. (2018). “*Spiralix* (Bur-

gosia) vetusta (Gastropoda: Moitessieriidae) a new species from Asturias (North of Spain)", *Nemus*, 8: 95-100.

QUIÑONERO-SALGADO, S., ALONSO, Á., ROLÁN, E. (2019). "*Spiralix tuba* (Gastropoda: Moitessieriidae) a new species from Spain", *Nemus*, 9, 112-117.

QUIÑONERO-SALGADO, S., ROLÁN, E. (2017a). "A new species of the genus *Palaospeum* Boeters, 1999 (Gastropoda: Moitessieriidae) from Spain", *Nemus*, 7, 13-17.

QUIÑONERO-SALGADO, S., ROLÁN, E. (2017b). "*Navalis perforatus* a new genus and new species (Gastropoda, Hydrobiidae) from Spain", *Nemus*, 7: 7-11.

QUIÑONERO-SALGADO, S., ROLÁN, E. (2019). "A new species of the genus *Moitessieria* Bourguignat, 1863 (Gastropoda: Moitessieriidae) from Catalonia, Spain", *Nemus*, 9: 105-111.

RÉROLLE, M. L. (1884-1885). "Études sur les végétaux fossiles de Cerdagne", *Rev. Scien. Nat. Montpellier*, (3), 4, 167-191, 252-298, 368-386.

RUIZ-COBO, J., ALONSO, Á., QUIÑONERO-SALGADO, S., ROLÁN, E. (2018). "Two new species of the genus *Islamia* Radoman, 1973 (Gastropoda : Hydrobiidae) from the north of Spain", *Nemus*, 8, 85-93.

SANTOS-CUBEDO, A., DE SANTISTEBAN, C., POZA, B., MESEGUER, S. (2021). "A new styracosternan hadrosauroid (Dinosauria: Ornithischia) from the Early Cretaceous of Portell, Spain", *PLoS ONE* 16(7): e0253599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253599>

SANTOS-CUBEDO, A., DE SANTISTEBAN, C., POZA, B., MESEGUER, S. (2023). "A new spinosaurid dinosaur species from the Early Cretaceous of Cincorres (Spain)", *Scientific Reports*, 13: 6471, <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33418-2>.

TIRADO, M. (2016). "La comunitat d'aus de l'aiguamoll del Quadre de Santiago (Benicàssim, E. de la península Ibèrica)", *Nemus*, 6, 93-121.

TIRADO, M. (2022). "Patrons de distribució de l'avifauna a la Plana de Castelló (E de la península Ibèrica)", *Nemus*, 12, 262-277.

VILANOVA, J. (1859). *Memoria geonósticoagrícola sobre la provincia de Castellón*, Madrid, Eusebio E. Aguado, 226 p.

