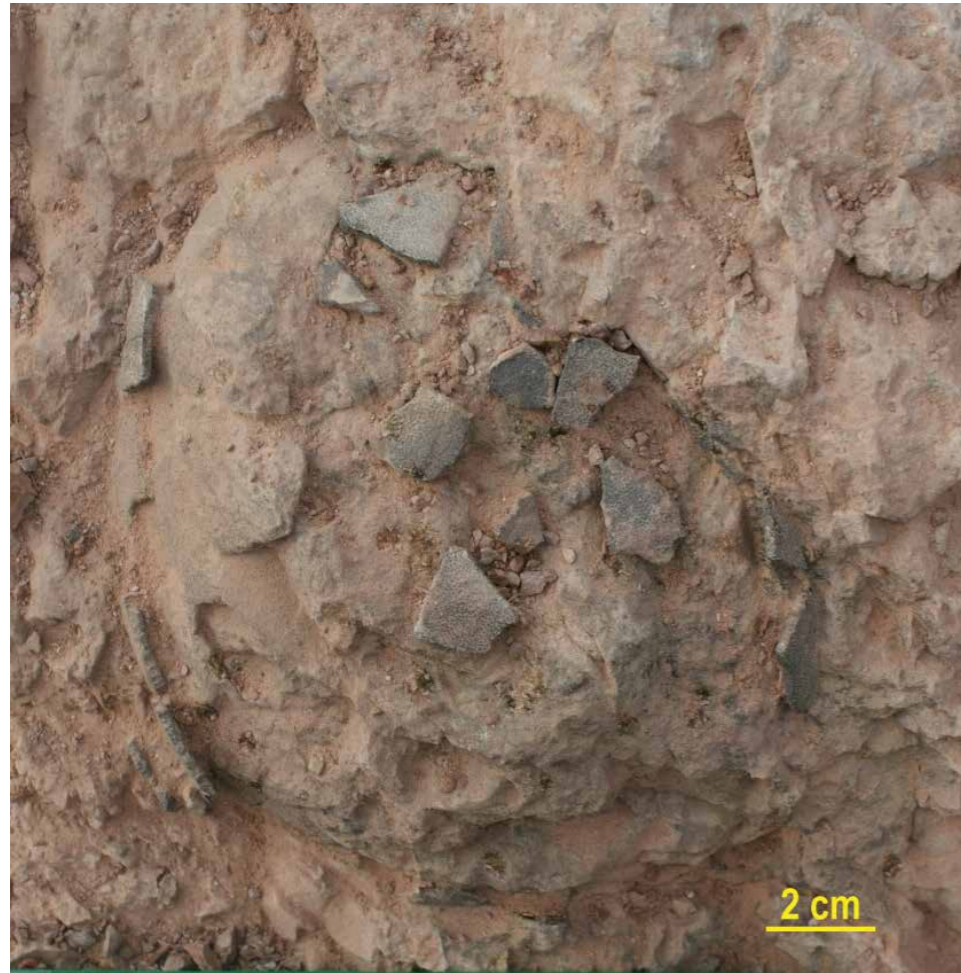




“Iniciativas como el Laboratorio Paleontológico de Loarre no sólo permiten hacer ciencia puntera en entornos rurales sino que ayudan a atraer vocaciones científicas.”

# Paleontología en Loarre: huevos de dinosaurio formados por cristales

Elisa Laita y Miguel Moreno-Azanza



◀ Uno de los huevos en el yacimiento de Loarre.

España, *Aragosaurus* (Sanz et al., 1987). Teruel acoge otros grandes yacimientos como los dinosaurios de la mina de Ariño (Alcalá et al., 2012) y el conjunto paleontológico de Riodeva, donde se descubrió el dinosaurio más grande de Europa (Royo-Torres et al., 2006). Arén, en la provincia de Huesca, es un yacimiento de especial importancia, donde nuestro equipo ha encontrado los últimos dinosaurios que habitaron en Europa (Pereda-Suberbiola et al., 2009) *Arenysaurus ardevoli*. Además de huesos, las huellas de dinosaurio (icnitas en jerga paleontológica) abundan en las tres provincias, en yacimientos como las Cerradicas de Galve, El Paso en Zaragoza, o Aren-1 en Arén (e.g. Castanera et al., 2011). Sin embargo, en lo referente a huevos de dinosaurio, hasta el descubrimiento de Loarre solo se habían encontrado diminutos fragmentos de cáscaras, nunca un huevo completo.

El yacimiento de huevos de dinosaurio de Loarre (conocido como el yacimiento de Santa Marina1) se encuentra en las sierras exteriores del Pirineo (Moreno Azanza et al., s.f. 2021). Fue descubierto por el geólogo formado en la Universidad de Zaragoza, José Manuel Gasca, que mientras realizaba deporte por la zona supo diferenciar una serie de cáscaras de huevos de dinosaurio que se disponían de manera circular, marcando la presencia de huevos dentro de las rocas.

El yacimiento de Santa Marina1 fue excavado durante los años 2020 y 2021 y, en él, no solo se encontraron cientos de huevos enteros aislados, sino también acumulaciones de huevos que se correspondían con las puestas enteras de las dinosaurias. Los bloques de rocas que contenían estas acumulaciones de huevos se extrajeron del yacimiento protegidos con capas de yeso y arpillera, algo que coloquialmente se conoce en paleontología como “momias” y se trasladaron al Laboratorio Paleontológico de Loarre, donde actualmente se están preparando.

Transportar las momias, algunas de dos toneladas, hasta nuestros laboratorios en la Universidad de Zaragoza suponía un grave problema logístico. La solución fue simple, aunque ha requerido un considerable esfuerzo por parte de nuestro equipo. El Laboratorio Paleontológico de Loarre nació con el objetivo de que este material paleontológico fuese preparado, depositado y expuesto en el pueblo de Loarre. Para desarrollar estas tareas, se creó un laboratorio y una sala expositiva en la que presentar los resultados obtenidos hasta el momento, haciendo ambos espacios visitables al público en un edificio singular, instalado en la entrada del pueblo.

Abrir una sala expositiva en torno a un yacimiento que aún no se ha estudiado tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Podemos decir que, en vez de musealizar los

### 1. ¿POR QUÉ UN LABORATORIO PALEONTOLÓGICO EN LOARRE?

**L**oarre es un pequeño pueblo de 353 habitantes de la provincia de Huesca bien conocido por su castillo románico del siglo XI, uno de los mejores preservados de Europa. En el entorno del pueblo de Loarre se han rodado películas famosas como “El reino de los cielos” (Scott, 2005) o “Irati” (Urkijo, 2022).

Desde 2019, Loarre es conocido no solo por su extraordinario castillo: en la sierra que se alza sobre el pueblo apareció un gigantesco yacimiento de huevos de dinosaurio.

Sin duda, Aragón es un referente en cuanto a la paleontología de dinosaurios. Los restos de dinosaurios que se han encontrado en Aragón han sido mayoritariamente en forma de huesos, con cientos de yacimientos en las tres provincias. Destacan los yacimientos de Galve, en Teruel, donde fue descrito el primer dinosaurio en



Parte del equipo del Laboratorio Paleontológico de Loarre preparando una “momia” en el yacimiento de Loarre.

Imágenes cedidas por los autores.

fósiles, estamos musealizando a los paleontólogos y geólogos. Nuestro discurso expositivo gira sobre el trabajo científico y la recuperación del patrimonio, sin que por ello escaseen fósiles espectaculares. Esta iniciativa ha sido posible gracias al apoyo tanto de las entidades locales, como Ayuntamiento de Loarre, Comarca de la Hoya de Huesca/Plana de Uesca y Gobierno de Aragón, como al proyecto Paleolocal, financiado por fondos Next Generation. Este proyecto gira en torno a una solución novedosa a un problema clásico: la preparación y estudio paleontológico son procesos que se extienden en el tiempo, y pueden pasar décadas desde que un hallazgo se descubre hasta que produce un retorno para la zona. La paleontología está muy ligada al entorno rural. Los fósiles se descubren en afloramientos, que escasean en las ciudades, y puede ser un revulsivo para una zona despoblada, como demuestran los centros satélites del Museo de Ciencias Naturales y de Dinópolis, repartidos por las tres provincias aragonesas. Pero esta espera de décadas entre hallazgo y repercusión causa una sensación de patrimonio robado en las comunidades locales. Nuestra idea es musealizar el hallazgo desde el minuto cero, haciendo que el patrimonio repercuta en la población local lo antes posible (Moreno Azanza et al., 2023).

#### Fachada exterior del Laboratorio Paleontológico de Loarre.



Imagen por Laura de Jorge.

## 2. ¿QUÉ RELACIÓN TIENEN LOS HUEVOS DE DINOSAURIO CON LOS CRISTALES?

Una de las cosas que más llama la atención del laboratorio de Loarre es su fachada. Pintada por Tere Sempe, de El Atelier, cuenta muchas más cosas de las que parece a simple vista. El color dominante es el rojo, de las arcillas de Santa Marina, y una dinosauria domina la pared principal. Los huevos tampoco faltan en la composición, pero llama la atención un gran abanico de cristales de carbonato de miles de colores que cruzan la fachada más larga del museo. ¿Qué tienen que ver con el hallazgo de Loarre?

Los huevos de dinosaurio, al igual que los huevos de las aves o los reptiles actuales, son huevos amniotas, es decir huevos complejos, con varias envueltas que protegen al embrión, evitando entre otras cosas que se deshidrate (Mikhailov, 1991). La última expresión de esta protección es la cáscara mineral. Esta cáscara está recubierta por una cutícula orgánica con función bactericida, que incrementa la protección. El interior del huevo proporciona alimento y agua al embrión, y la parte más interna de la cáscara proporciona calcio para la formación de sus huesos. Además, es una cáscara porosa, que permite el paso del aire para que respire el embrión.

El huevo amniota apareció en la Tierra hace unos 350 millones de años y fue una gran revolución para los vertebrados. Antes de la aparición de este tipo de huevo todos los animales ponían huevos similares a los de las



pixabay

ranas o los peces, sin esas envueltas protectoras que impedían la desecación. Estos animales necesitan de un medio acuoso para reproducirse por lo que tenían que vivir en el agua o muy cerca de ella. En el momento que apareció un huevo amniota, cuya estructura garantizaba el desarrollo del embrión fuera del agua, los vertebrados pudieron alejarse de ella y conquistar todos los ecosistemas terrestres.

El linaje de los amonitas se divide en dos grandes ramas. Por un lado, los sinápsidos, el grupo que en el Triásico dará lugar a los mamíferos. Por otro lado, los saurópsidos, un grupo muy exitoso, del cual se irán escindiendo progresivamente los lepidosaurios (lagartos y serpientes), las tortugas, los cocodrilos, y nuestros protagonistas, los dinosaurios. Muchos dinosaurios se han extinguido, como los dinosaurios de Loarre, pero otros muchos han llegado a nuestros días. Las aves son un clado muy exitoso de dinosaurios que hoy en día cuenta con más de 11000 especies. Recomendamos al lector que reflexione sobre este dato la próxima vez que se siente a comer un filete de pollo.

**“Los huevos de dinosaurio, al igual que los huevos de las aves o los reptiles actuales, son huevos amniotas, es decir huevos complejos, con varias envueltas que protegen al embrión.”**



pixabay

“En el caso de las tortugas, por ejemplo, es muy fácil diferenciar sus huevos porque son los únicos cuya cáscara está hecha de aragonito.”

Volviendo a los huevos, la cáscara del huevo amniota es un biomaterial o biomineral complejo compuesto de carbonato de calcio y proteínas que forman una red muy intrincada con relación cristalográfica entre las partes orgánicas e inorgánicas. La fase proteica sirve de armazón y plantilla para regular la cristalización de la fase mineral que, si bien está restringida a las propiedades cristalográficas del carbonato cálcico, presenta texturas y organizaciones muy diferentes dependiendo del organismo al que pertenezca el huevo (Mikhailov, 1991).

La fase de carbonato de calcio se puede presentar con dos estructuras cristalinas diferentes, la de calcita y la de aragonito. Estos minerales son polimorfos, es decir, tienen la misma composición química pero distinta estructura, organizando los iones calcio y carbonato en redes cristalinas diferentes. La calcita cristaliza en el sistema trigonal y el aragonito en el sistema rómbico. Existe un tercer polimorfo del carbonato, llamado vaterita, que es más raro y también metaestable, pero que algunas aves utilizan de forma accesoria en sus cáscaras de huevo.

Casi todos los animales ponen huevos cuya cáscara está formada por el polimorfo de calcita, que es el más estable para el carbonato de calcio en las condiciones actuales de nuestro planeta, pero también hay un grupo de amniotas (las tortugas), que utilizan para sus huevos el polimorfo de aragonito. Es un misterio porque este grupo, que se separó del resto de amniotas hace 250 millones de años, utiliza un polimorfo más inestable, pero está claro que esta "decisión" evolutiva se ha vuelto irreversible ya que, todas las tortugas que presentan cáscara mineralizada hoy en día, precipitan aragonito.

Además del carbonato de calcio, hay más de mil proteínas que están implicadas en la formación de la cáscara. Por ejemplo, hay algunas proteínas con carga negativa para atraer los iones calcio, o proteínas que fijan el calcio y favorecen la nucleación de los cristales, determinando la morfología de los mismos. Otras proteínas influyen en las propiedades mecánicas de la cáscara, en la formación de capas orgánicas como la cutícula, que aporta protección antibiótica, o en el color de la cáscara de huevo. Finalmente, hay cientos de proteínas implicadas en la regulación hormonal que desencadena la formación del huevo.

A pesar de la complejidad de este mecanismo, las aves, como por ejemplo las gallinas, ponen un huevo cada 21 horas, pero tardan solo 6 horas en construir la cáscara que tiene 1 mm de espesor. Es, sin duda, uno de los crecimientos cristalinos más rápidos que existen en la naturaleza. Para que un cristal de calcita se forme, hace falta un aporte continuo de iones calcio, un proceso que puede llevar muchos años en determinados ambientes geológicos. Sin embargo, una gallina, que pone alrededor de 300 huevos al año, estaría cristalizando 3 cm de calcita en ese tiempo.

De manera simplificada, podemos decir que la cáscara de un huevo está formada por muchas columnas de carbonato de calcio, llamadas unidades de cáscara, entre las que se encuentran los poros por donde entra el aire para que pueda respirar el embrión. Estas unidades de cáscara tienen distintos componentes según la especie. En todos los casos están formadas por una membrana orgánica, un núcleo de cristalización del que surge una capa de carbonato formada por un abanico de cristales que radian desde ese núcleo, y una capa de cristales prismática. Esta estructura se identifica en casi todos los huevos amniotas de cáscara mineralizada, aunque no está claro que tenga un origen homólogo. Lo más



pixabay

probable es que haya evolucionado independientemente en cada uno de los grupos, en un caso de convergencia evolutiva causado por las limitaciones que impone la cristalografía.

La textura que tienen estas unidades de cáscara es diferente según la especie, por lo que estudiar las cáscaras de huevo y, especialmente, las de los huevos fósiles nos permite identificar a qué grupo de animales pertenecían.

En el caso de las tortugas, por ejemplo, es muy fácil diferenciar sus huevos porque son los únicos cuya cáscara está hecha de aragonito, por lo que si encontramos una cáscara de este mineral que se ha preservado en el registro fósil, inmediatamente sabemos que pertenecía a un huevo de tortuga. Además, carecen de capa prismática, y la única capa presente es la de estructura radial.

En el caso de huevos cuya cáscara está hecha de calcita, es necesario estudiar su estructura cristalina para llegar a determinar qué especies los produjeron. Podría decirse, por tanto, que las cáscaras de huevo de dinosaurio son "fósiles de cristal" cuya estructura cristalina nos da información sobre el grupo de animales al que pertenecían.

### 3. ¿CÓMO ESTUDIAMOS LA ESTRUCTURA CRISTALINA DE LA CÁSCARA?

Una de las técnicas más utilizadas y más útil para determinar la estructura cristalina de las cáscaras de huevos actuales y fósiles es la microscopía electrónica de barrido (MEB o SEM, por sus siglas en inglés). El SEM es lo más parecido a una navaja multiusos, y permite al paleontólogo estudiar la cáscara de huevo a diferentes niveles. Gracias a esta técnica podemos obtener imágenes de mucho aumento y gran profundidad de foco de la morfología de las unidades de cáscara, permitiendo identificar texturas y estructuras biocristalinas, pero también, y esta es la aplicación más novedosa y con potencial, nos permite hacer "mapas de cristales" que muestran la estructura cristalina de la cáscara.

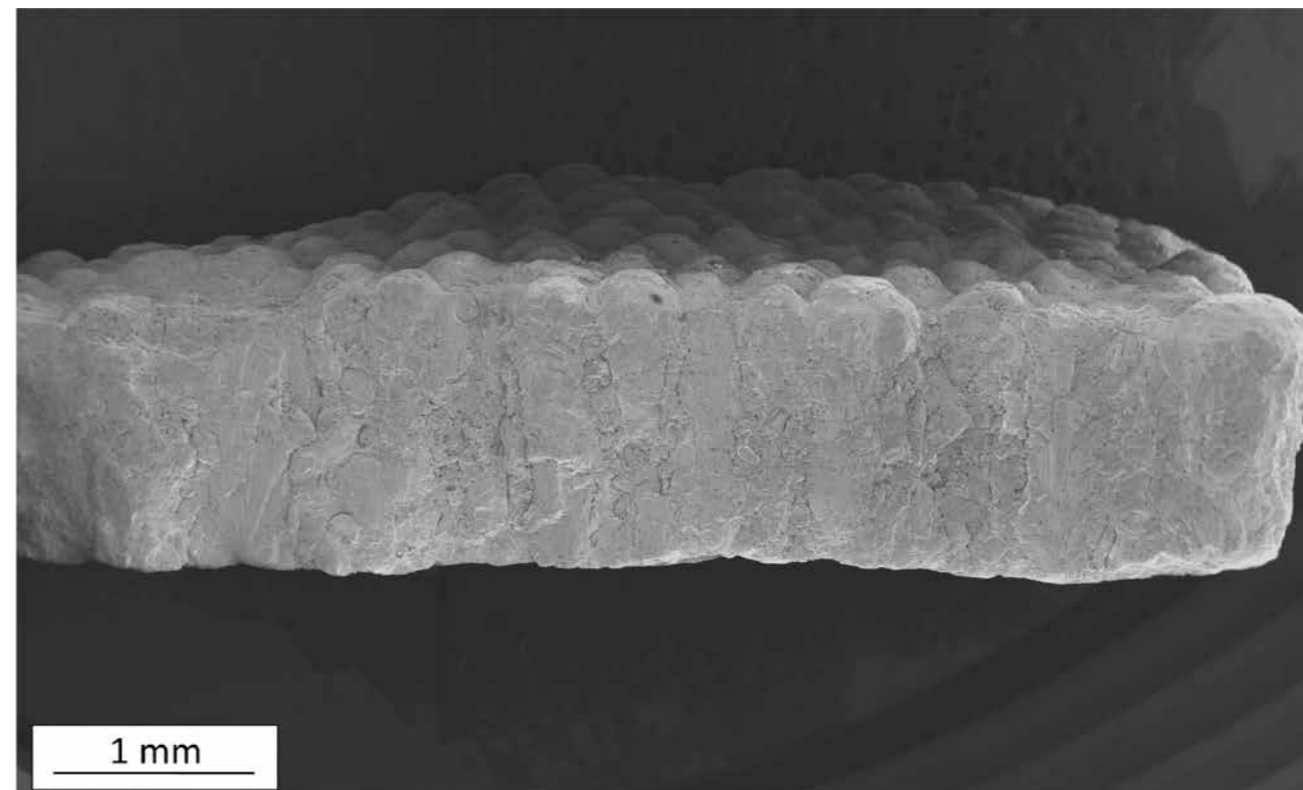


Imagen morfológica de la cáscara de un Huevo fósil de Loarre tomada al SEM.

#### Distintos tipos de cáscara de huevo.

<p><b>Dinosaurios terópodos</b> Elongatoolithidae</p>	<p><b>Dinosaurios saurópodos</b> Megaloolithidae</p>
<p><b>Tortugas terrestres</b> Testudoolithidae</p>	<p><b>Cocodrilos</b> Krokoolithidae</p>

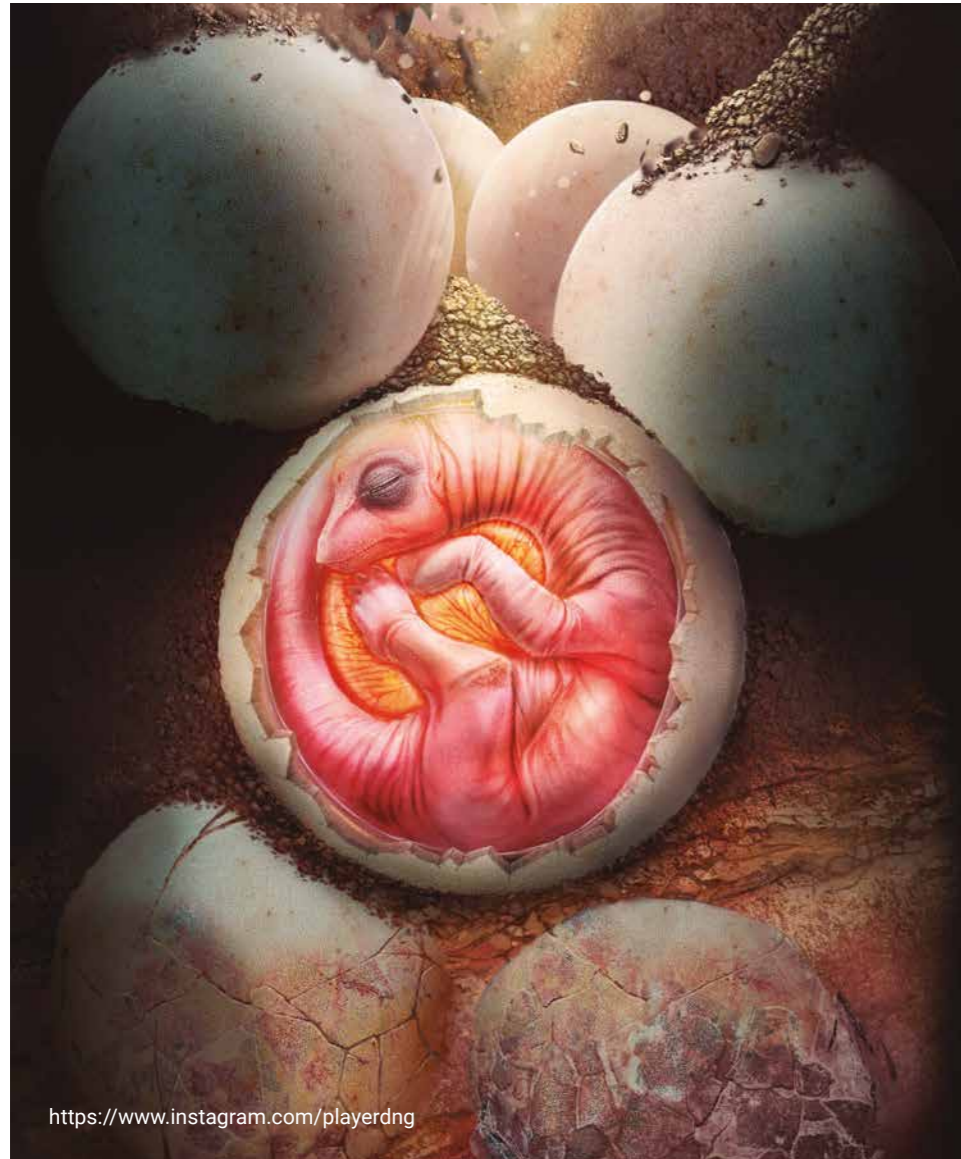
Dibujos modificados de Albert G. Sellés y Miguel Moreno-Azanza.

Estos "mapas de cristales" se obtienen mediante difracción de electrones retrodispersados, conocida por sus siglas en inglés como EBSD (*Electron Backscatter Diffraction*). Esta técnica, que se utiliza frecuentemente en ciencias de materiales, mineralogía y cristalografía, consiste en determinar la fase cristalina (o polimorfo) de los minerales que forman la cáscara, así como la orientación relativa de estos cristales. Este proceso se puede repetir a espacios regulares, distanciados por una micra, elaborándose mapas que reflejan la orientación de los cristales para poder determinar cómo es la estructura de la cáscara del huevo, cristal a cristal (Moreno-Azanza et al., 2013).

Gracias a esta técnica se ha podido caracterizar la estructura cristalina de distintos huevos y explorar los procesos de formación de la cáscara. Por ejemplo, en el caso de los huevos de los geckos se ha observado que los cristales de calcita nuclean en la parte externa del huevo, y crecen desde la superficie de la cáscara hacia dentro del huevo, al contrario que en el resto de amniotas, donde la cristalización ocurre de dentro hacia afuera.

Si se compara la estructura de la cáscara de huevo de las aves actuales, por ejemplo de una gallina, con la del huevo de otros dinosaurios se observa que, en realidad,

**“Una de las técnicas más utilizadas y más útil para determinar la estructura cristalina de las cáscaras de huevos actuales y fósiles es la microscopía electrónica de barrido.”**



<https://www.instagram.com/playerdng>

◀ **Proceso desde que la dinosauria pone el huevo hasta que este se desarrolla, nace y finalmente fosiliza.**

son bastante similares (recordad, son parientes muy cercanos). Desde los núcleos orgánicos se forman cristales aciculares o tabulares que crecen libremente, formando un abanico radial. Cuando los cristales de un núcleo orgánico chocan con los del núcleo adyacente, o con las capas inferiores del huevo, se detiene el crecimiento. De este modo, sólo los cristales con el eje cristalográfico *c* en orientación perpendicular a la superficie de la cáscara pueden crecer libremente, formando la capa prismática. A mayor escala, lo que se observa, tanto en los huevos de las aves como en los de los dinosaurios, es una reorientación progresiva de los cristales de calcita según el eje cristalográfico *C*. Esto indica que los procesos que intervienen en la formación del huevo de las aves actuales son similares a los que tenían los huevos de dinosaurios.

De hecho, algunos estudios demuestran que el crecimiento cristalino de las cáscaras de los huevos de dinosaurios próximos a las aves sigue una serie de ecuaciones matemáticas que son muy similares a las de las cáscaras del huevo de gallina.

**“Del yacimiento de Santa Marina 1 se han recuperado más de 100 huevos de dinosaurios.”**

### VISITA EL LABORATORIO PALEONTOLOGICO DE LOARRE

Actualmente la preparación de fósiles y las investigaciones científicas continúan en el Laboratorio Paleontológico de Loarre. El centro cuenta con una sala expositiva y un laboratorio de preparación y existen dos modalidades de visita: visita libre y visita guiada. En la visita libre se puede acceder a la sala expositiva mientras que, en la visita guiada, los propios científicos que están allí trabajando realizan las explicaciones a los visitantes. Durante la visita guiada también se accede al laboratorio donde se pueden ver (y tocar) los fósiles y cómo se están preparando para poder estudiarlos y exhibirlos.

El hecho de poder acceder al laboratorio es algo que diferencia al Laboratorio Paleontológico de Loarre de otros centros. La idea es que la gente que visite el laboratorio pueda entrar en contacto con los fósiles y sea consciente del trabajo que hay detrás tanto a nivel científico como de preparación. Además, existe la posibilidad de hacer visitas al yacimiento de Santa Marina para grupos bajo reserva previa.

Las actividades que se desarrollan en el centro están disponibles en la página web del mismo: <https://huevosdeloarre.com>; así como en las redes sociales: @OODinoLab en Instagram y X, y Laboratorio paleontológico de Loarre, en Facebook.

### REFERENCIAS

- Alcalá, L., Espílez, E., Mampel, L., Kirkland, J. I., Ortega, M., Rubio, D., González, A., Ayala, D., Cobos, A., Royo-Torres, R., Gascó, F., & Pesquero, M. D. (2012). A New Lower Cretaceous Vertebrate Bonebed Near Ariño (Teruel, Aragón, Spain); Found and Managed in a Joint Collaboration Between a Mining Company and a Palaeontological Park. *Geoheritage*, 4(4), 275-286. <https://doi.org/10.1007/s12371-012-0068-y>
- Castanera, D., Barco, J. L., Díaz-Martínez, I., Gascón, J. H., Pérez-Lorente, F., & Canudo, J. I. (2011). New evidence of a herd of titanosauriform sauropods from the lower Berriasian of the Iberian range (Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 310(3), 227-237. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.07.015>
- Mikhailov, K. E. (1991). Classification of fossil eggshells of amniotic vertebrates. *Acta Palaeontologica Polonica*, 193-238.
- Moreno Azanza, M., Ezquerro Ruíz, L., Pérez Pueyo, M., & Gasca, J. M. (s. f.). Huevos de dinosaurio en las sierras exteriores de Huesca. *Lucas Mallada*, 23, 61-81.
- Moreno Azanza, M., Núñez Lahuerta, C., Ezquerro Ruíz, L., de Jorge Aranda, L., Pérez Pueyo, M., Laita, E., Bauluz Lázaro, B., Yuste, A., Puértolas Pascual, E., Díaz Berenguer, E., Gasca, J. M., Medrano Aguado, E., Parrilla Bel, J., Moya Costa, R., Barco Rodríguez, J. L., Solvas, C., Hidalgo Sanz, J., Maíllo, J., Sanz, C., ... Catalán, K. (2023). Paleontología de proximidad: Cómo los huevos de dinosaurio de Loarre están acercando la ciencia al mundo rural. *Naturaleza aragonesa: revista de la Sociedad de Amigos del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*,



Visita al Laboratorio Paleontológico de Loarre.

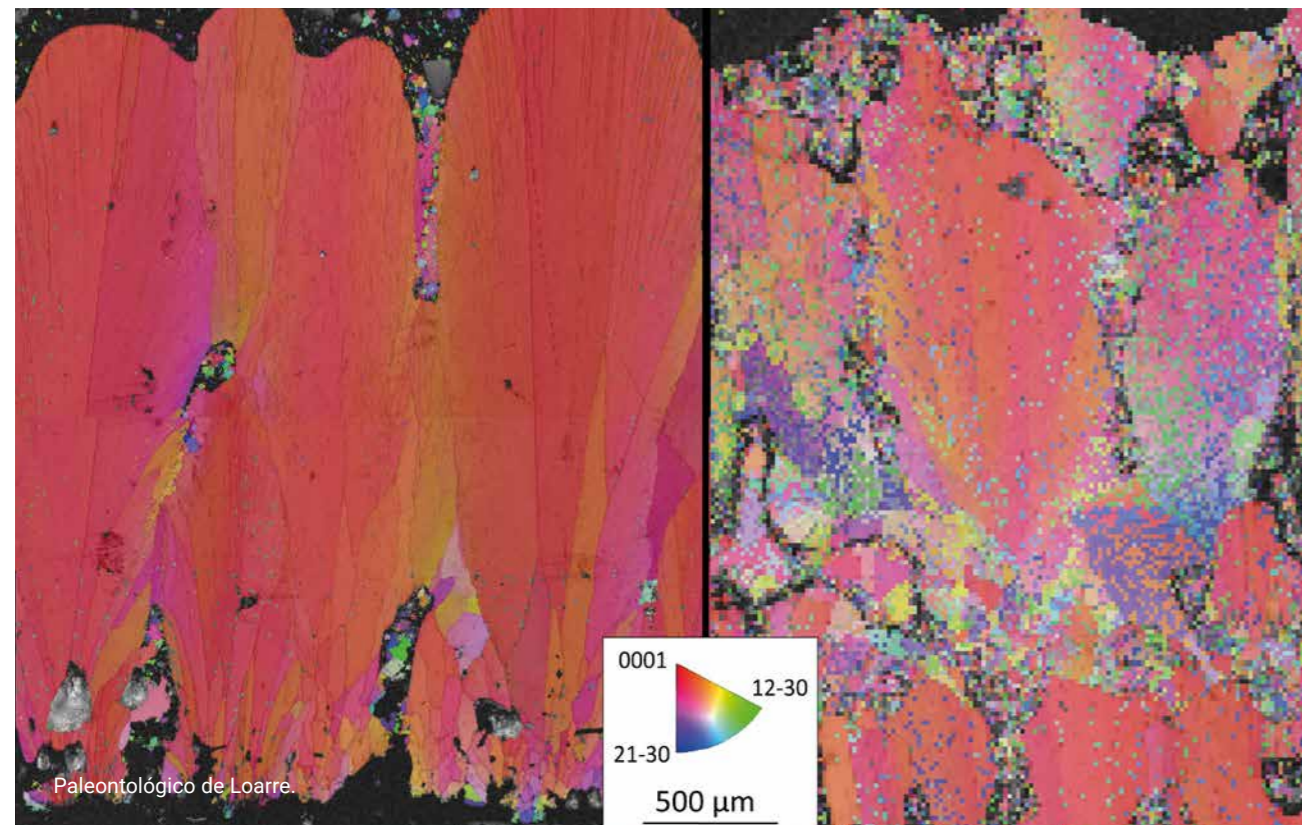
La técnica de la difracción de electrones retrodispersados también permite entender cómo fosilizan los huevos. Hay que tener en cuenta que una cáscara fósil ha podido experimentar diversas transformaciones y procesos geológicos. Por ejemplo, se ha podido ver modificada por procesos de disolución y cristalización de carbonato de calcio. Los “mapas de cristales” obtenidos con el EBSD permiten no solo visualizar la estructura cristalina de la cáscara sino también identificar aquellas zonas en las que la cáscara ha sufrido modificaciones posteriores. Es importante detectar correctamente este tipo de procesos para no interpretar la estructura de la cáscara de manera errónea y asignarla a un dinosaurio que no corresponde (Moreno-Azanza et al., 2016).

#### 4. ¿QUÉ SABEMOS DE LOS HUEVOS DE LOARRE?

Del yacimiento de Santa Marina 1 se han recuperado más de 100 huevos de dinosaurios. Nuestros estudios con SEM nos han permitido determinar que pertenecen al grupo de huevos fósiles conocido como *Megaloolithus Sirugei*. Este tipo de huevo se ha encontrado también en otras zonas de España, así como en Francia y Rumanía, y pertenecen a dinosaurios saurópodos titanosaurios del Cretácico Superior (hace aproximada-

mente 68 millones de años). Estamos empezando los estudios con EBSD, pero hemos encontrado cáscaras inusualmente gruesas en este yacimiento, algunas de más de un centímetro de espesor, frente a los 2 o 3 milímetros de las cáscaras normales. ¿Es una condición

**Fragmentos de cáscara de huevo fósiles de Loarre. Mapas de figuras de polos invertidas (IPF) mostrando la orientación del eje cristalográfico C, contruidos en base a datos de EBSD. A la izquierda se muestra una cáscara no alterada, mostrando la orientación preferente de los ejes C con la dirección de crecimiento de la cáscara (rojos y naranjas). A la derecha, una cáscara recristalizada mostrando reorientaciones de los cristales (azules, verdes amarillos y morados). En el centro, leyenda mostrando la orientación según los índices de Miller.**



patológica, por enfermedad de la madre, o se trata de un proceso de fosilización anómalo? Sea cual sea la respuesta, el EBSD va a jugar un papel fundamental en encontrarla.

Además, estudiando el sedimento de las rocas en las que se encuentran los huevos, se han encontrado también fragmentos de cáscara de huevos de otras especies. Estos fragmentos, de menos de un milímetro cuadrado, eran transportados por el río que inundaba ocasionalmente el área de nidificación de Santa Marina. En este caso la estructura cristalina y las imágenes de morfología han permitido determinar que pertenecían a dinosaurios terópodos (unos pequeños dinosaurios carnívoros) y a cocodrilos. Ambos animales vivieron y anidaron cerca durante el Cretácico Superior cuando las titanosaurias hicieron sus nidos en esa zona.

#### 5. UN FUTURO POR CRISTALIZAR

El huevo amniota es, como hemos contado, uno de los mayores éxitos evolutivos de los vertebrados, y hoy en día sirve para unir dos ramas tan opuestas de la Geología como son la Paleontología y la Mineralogía. Al mismo tiempo, fósiles y minerales son los principales objetos geológicos a la hora de despertar la pasión por nuestra ciencia. Iniciativas como el Laboratorio Paleontológico de Loarre no sólo permiten hacer ciencia puntera en entornos rurales sino que ayudan a atraer vocaciones científicas. Quizás la geóloga que revolucione la minería sostenible de aquí a veinte años, despertó su curiosidad viendo brillar el aragonito de un huevo de tortuga en nuestras vitrinas, o tocando un huevo de dinosaurio en nuestro laboratorio.

40, 3-11.

- Moreno-Azanza, M., Bauluz, B., Canudo, J. I., Gasca, J. M., & Fernández-Baldor, F. T. (2016). Combined Use of Electron and Light Microscopy Techniques Reveals False Secondary Shell Units in Megaloolithidae Eggshells. *PLOS ONE*, 11(5), e0153026. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153026>
- Moreno-Azanza, M., Mariani, E., Bauluz, B., & Canudo, J. I. (2013). Growth Mechanisms in Dinosaur Eggshells: An Insight from Electron Backscatter Diffraction. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 33(1), 121-130.
- Pereda-Suberbiola, X., Canudo, J. I., Cruzado-Caballero, P., Barco, J. L., López-Martínez, N., Oms, O., & Ruiz-Omeñaca, J. I. (2009). The last hadrosaurid dinosaurs of Europe: A new lambeosaurine from the Uppermost Cretaceous of Aren (Huesca, Spain). *Comptes Rendus Palevol*, 8(6), 559-572. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2009.05.002>
- Royo-Torres, R., Cobos, A., & Alcalá, L. (2006). A Giant European Dinosaur and a New Sauropod Clade. *Science*, 314(5807), 1925-1927. <https://doi.org/10.1126/science.1132885>
- Sanz, J. L., Buscalioni, A. D., Casanovas, M. L., & Santafé, J. V. (1987). Dinosaurios del Cretácico inferior de Galve (Teruel, España). *Estudios Geológicos*, 43(Extra), Article Extra. <https://doi.org/10.3989/egol.8743Extra625>
- Scott, R. (Director). (2005). *Kingdom of Heaven*. 20th Century Fox, Scott Free Productions.
- Urkijo, P. (Director). (2022). *Irati*. Baint Zinema, Ikusgarri Films, Kilima Media, ETB.

#### AGRADECIMIENTOS

El Laboratorio Paleontológico de Loarre es una iniciativa conjunta de la Universidad de Zaragoza y el Ayuntamiento de Loarre, y está financiado por la Comarca de La Hoya de Huesca/Plana de Uesca. El Proyecto Paleolocal está financiado por los proyectos PLEC2021-008203 y PID2021-1226120B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR, el Gobierno de Aragón [Grupo E18-23R: Aragosaurus: Recursos Geológicos y Paleoambientales. La publicación es parte de las ayudas JDC2022-048348-I y RYC2021-034473-I, financiadas por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea “NextGenerationEU”/PRTR”-

Elisa Laita  
Dpto. de Geología  
Universidad de Jaén

Miguel Moreno-Azanza  
IUCA  
Universidad de Zaragoza