



Studying the present, understanding the past

Estudiando el presente para entender el pasado

O. Caballero¹, M. V. Paredes-Aliaga², M. Costa-Pérez¹, E. Bueno¹, S. Álvarez-Parra³,
A. Vilaplana¹ & E. Manzanares^{1,2}

¹ Departament de Botànica i Geologia, Facultat de Ciències Biològiques, Universitat de València, c/ Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot, València, Spain.

² Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, c/ Catedrático José Beltrán Martínez 2, 46980 Paterna, València, Spain.

³ Departament de Dinàmica de la Terra i de l'Oceà and Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona, c/ Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, Spain.



Corresponding author:

O. Caballero
oscachor@alumni.uv.es

Journal webpage:

<http://cienciasdaterra.novaidfct.pt/>

Copyright:

© 2021 O. Caballero *et al.* This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Abstract

Actuopaleontology is an essential discipline to understand the fossil record. It uses the present as a key to understand the past. Actualistic paleontology has been largely used in a vast array of paleontological fields such as ichnology, paleoart or functional morphology. Given its relevance in current and past paleontological studies, here we examine the advantages of this discipline, focusing in four recent works. In them, the study of contemporary groups allows us to know better if it is possible: to know how reliable is amber when studying extinct arthropods communities; to make trophic inferences about extinct elasmobranchs by dental microwear analysis; to reconstruct the morphology of certain fishes depending on its ecological niche or to find the type of flight in extinct birds considering their humerus morphology.

Keywords: actuopaleontology, amber, dental microwear, birds, placoderms.

Resumen

La actuopaleontología es una disciplina esencial para entender el registro fósil: emplea el presente como clave para entender el pasado. La paleontología actualística ha sido enormemente utilizada en una gran variedad de especialidades paleontológicas como la icnología, el paleoarte o la morfología funcional. Dada su relevancia en los estudios paleontológicos tanto actuales como pasados, vamos a examinar las ventajas de esta disciplina centrándonos en cuatro trabajos recientes donde estudios en grupos actuales permiten conocer mejor la biología de organismos del pasado. En estos artículos el estudio de grupos contemporáneos permite saber cómo de fiable es el ámbar a la hora de conocer las poblaciones de artrópodos fósiles, realizar inferencias tróficas en elasmobranchios fósiles analizando el microdesgaste dental, reconstruir la morfología que podrían tener ciertos peces en función de su nicho ecológico o averiguar cuál podría ser el tipo de vuelo de aves extintas conociendo la morfología de su húmero.

Palabras clave: actuopaleontología, ámbar, microdesgaste dental, aves, placodermos.

ISSN: 0254 - 055X
eISSN: 2183 - 4431

1. Introducción

El registro fósil nos proporciona gran cantidad de información sobre los seres vivos que han habitado la Tierra a lo largo del tiempo. Sin embargo, la información contenida en los fósiles está, en la mayoría de los casos, sesgada. Para poder hacer frente a esos sesgos, es de gran utilidad la actuopaleontología o paleontología actualística (Richter, 1928): una disciplina que usa los procesos y patrones que se observan en el presente para inferir y correlacionar con aquellos que ocurrieron en el

pasado. De esta manera, podemos comprender cómo se utilizaban ciertas estructuras, cuál era el tipo de alimentación de algunos animales, los procesos de formación de determinados yacimientos, etc., resultando así esencial para entender el registro fósil. La actuopaleontología ha sido ampliamente utilizada en una gran cantidad de campos paleontológicos como la tafonomía, la anatomía comparada, la icnología o la morfología funcional; pero hay muchos más ejemplos del uso de esta disciplina. Aquí presentamos cuatro trabajos basados en los principios de la actuopaleontología y mediante los cuales

podremos comprobar la importancia de su uso en los estudios paleontológicos. Estos están centrados en el estudio del microdesgaste dental en elasmobranquios (Paredes-Aliaga *et al.*, 2019), el estudio morfológico del húmero en aves (Costa-Pérez *et al.*, 2019), el estudio de la morfología caudal del placodermo *Dunkleosteus terrelli* (Ferrón *et al.*, 2017) y el estudio de las comunidades de artrópodos actuales atrapadas en resina (Solórzano Kraemer *et al.*, 2018). Poniendo la mira en futuros trabajos y en las posibilidades que ofrecen las nuevas técnicas usadas en paleontología y los estudios multidisciplinares, la actuopaleontología se plantea como una disciplina indispensable.

2. Análisis del microdesgaste dental en elasmobranquios

El análisis del microdesgaste dental surge en los años 70 debido al interés por conocer las dietas de los primeros homínidos, demostrando ya por aquel entonces su utilidad (Grine, 1977; Rensberger, 1978; Walker *et al.*, 1978). Desde aquel momento se ha ido aplicando a una gran cantidad de taxones, tanto actuales como extintos (peces, conodontos, dinosaurios, mamíferos, etc.) (O'Leary & Teaford, 1992; Purnell, 1995; Schubert & Ungar, 2005; Purnell *et al.*, 2012, 2013). Esta técnica se basa en la relación existente entre la dureza del alimento que se ingiere y el patrón de microdesgaste que se presenta en la superficie dental (Ungar *et al.*, 2008). Así pues, conocida la dieta de un taxón y el patrón de microabrasiones presentes en la superficie dental, se puede inferir en el tipo de alimento ingerido por un organismo cuya dieta es conocida. Esta relación es la que emplean Paredes-Aliaga *et al.* (2019) para tratar de inferir las posibles dietas de elasmobranquios extintos. Para ello, se generó una base de datos basadas en el análisis cuantitativo del microdesgaste dental en 40 taxones actuales en relación con la dieta conocida por medio de un estudio bibliográfico. Una vez generado el marco de comparación, se incorporaron dientes fósiles de elasmobranquios para determinar su aplicabilidad al registro fósil. Los resultados obtenidos sugieren que la morfología dental probablemente sea un indicador de cómo se procesa el alimento mientras que el microdesgaste dental aporta una información más aproximada acerca del tipo de alimento ingerido por el taxón. Así pues, este tipo de inferencias unidas a estudios morfofuncionales de los dientes, pueden llegar a resultar de gran interés en el campo de la paleontología debido a la escasez de especímenes con contenido estomacal fosilizado (ver Shimada, 1997; Boucot, 2013).

3. Estudio del húmero en aves actuales

Las aves son el grupo con mayor diversidad de especies entre los tetrápodos y ocupan una amplia variedad de hábitats y nichos ecológicos. Gran parte de este éxito evolutivo se puede atribuir a su locomoción aérea, de modo que la variabilidad morfológica del ala de las aves refleja la adaptación a diferentes estrategias locomotoras (Norberg, 2002). El estudio del origen y la evolución del vuelo en aves se ha ido reforzando en los últimos años con la disponibilidad, cada vez mayor, de fósiles completos y bien conservados; especialmente aquellos procedentes de yacimientos abundantes y/o de conservación excepcional (Liu *et al.*, 2017). Sin embargo, comprender la biología de las especies extintas no siempre resulta fácil solo con el estudio de los fósiles. En el caso de las aves, se conoce bastante bien el mecanismo del vuelo, sin embargo, no existe un consenso respecto a su origen, desarrollo o las características específicas de las primeras aves. El estudio de las especies actuales sirve como modelo para realizar inferencias en especies extintas emparentadas, como demuestran recientes estudios en el campo de la evolución de las aves (Serrano *et al.*, 2015; 2017). El estudio preliminar de Costa-Pérez *et al.* (2019) sobre aspectos morfofuncionales del húmero de aves modernas (Neornithes) pone de manifiesto la ventaja de estos estudios para establecer métodos y marcos comparativos aplicables a fósiles, para así obtener información paleobiológica que el estudio directo no puede proporcionar. Este trabajo muestra cómo la forma del húmero parece estar significativamente influenciada por el factor filogenético, además de identificar patrones morfológicos relacionados con la adaptación del húmero para la locomoción en sus distintas formas (tanto aves voladoras, como buceadoras y no voladoras). De esta forma, se podrían utilizar dichos patrones para inferir el tipo de locomoción (o, más específicamente, de vuelo) en aves extintas a partir de datos morfométricos de húmeros fósiles.

4. Estilo de vida y morfología en el placodermo *Dunkleosteus terrelli*

La información disponible sobre la morfología del cuerpo de los primeros vertebrados es limitada, principalmente, en cuanto a la región post-torácica. Esto se debe a la rápida desarticulación del esqueleto dérmico y a la falta de un endoesqueleto bien osificado (Ferrón *et al.*, 2017). *Dunkleosteus terrelli* (Devónico Superior) es conocido únicamente por

algunas placas del escudo cefálico desarticuladas y algunos restos articulados de aletas pectorales incompletas (Carr, 2010; Carr *et al.*, 2010). Por este motivo, las reconstrucciones corporales de esta especie se basan normalmente en taxones mejor preservados y cercanamente emparentados. Sin embargo, el plan corporal de los peces (la forma de su cuerpo y aletas) está determinado en gran medida por su estilo de vida, es decir, por aspectos como el nicho alimentario o su tipo de natación; haciendo posible reconocer diferentes ecomorfotipos (Lindsey, 1978; Webb, 1984). Esta correlación ecomorfológica ha sido empleada por Ferrón *et al.* (2017) para establecer un marco comparativo basado en tiburones actuales mediante el cual predecir algunos aspectos anatómicos de vertebrados acuáticos extintos a partir de datos paleoecológicos y viceversa. El estilo de vida y la posición de *D. terrelli* en la cadena trófica son conocidos por datos sedimentológicos, tafonómicos, paleogeográficos y biomecánicos, de manera que es considerado un nadador y depredador activo en el vértice de la cadena trófica (Carr, 1995; Anderson & Westneat, 2009). Con estos datos, Ferrón *et al.* (2017) infieren que la morfología de su zona caudal sería similar a la que presenta el grupo ecológico de los tiburones pelágicos activos como el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*). Por tanto, *D. terrelli* poseería una aleta caudal de gran envergadura con el lóbulo ventral bien desarrollado y los ángulos heterocercos e hipocercos amplios.

5. Sesgo de conservación en ámbar

El ámbar es resina fósil con una alta importancia científica debido a que, en ocasiones, permite conservar la anatomía de los organismos que han quedado incluidos en su interior como bioinclusiones, especialmente artrópodos (Labandeira, 2014). El ámbar facilita la preservación tridimensional de los organismos, e incluso, se han podido encontrar ejemplos de relaciones biológicas (Arillo *et al.*, 2018). El ámbar, por tanto, nos muestra una ventana al pasado, pero ¿cómo de exacto puede ser el ámbar? Para valorar el sesgo de conservación en ámbar y los posibles procesos tafonómicos implicados, Solórzano Kraemer *et al.* (2018) realizaron un estudio donde se compararon los registros de artrópodos actuales atrapados dos tipos distintos de trampas artificiales (adhesivas y trampas Malaise), con aquellos incluidos en resina actual de la especie de leguminosa *Hymenaea verrucosa*. Debido a su naturaleza, las trampas adhesivas capturan artrópodos asociados

a árboles, mientras que las trampas Malaise atrapan artrópodos asociados a hábitats menos arbóreos. Los resultados mostraron que el registro de artrópodos encontrados en la resina actual era muy similar al de las trampas adhesivas frente a las trampas Malaise y que, por lo tanto, era una representación fidedigna de los artrópodos que viven en el propio árbol o cerca de él. Estos resultados permiten inferir que el ámbar, al ser generado de la resina de los árboles, es una buena referencia a la hora de estudiar las poblaciones de artrópodos que vivían cerca de los troncos de los árboles. Sin embargo, no son una buena muestra de aquellos organismos que viven en los bosques pero que no usan los árboles regularmente, como pueden ser los lepidópteros, o bien de aquellos organismos que viven en ecosistemas acuáticos o en la copa de los árboles (Solórzano Kraemer *et al.*, 2018). Por otro lado, algunos organismos que sí que habitan en los árboles, pero no en las cotas resiníferas, podrían haberse encontrado en la resina debido a comportamientos de depredación sobre los organismos atrapados en ella (como las hormigas del género *Nylanderia*) (Solórzano Kraemer *et al.*, 2018). Otros organismos podrían aumentar su abundancia en el ámbar por razones etológicas (los escarabajos del género *Mitosoma* parecen estar implicados en la producción de resina) o porque fueron muy abundantes en algún período, como los dípteros durante el Mioceno (Solórzano Kraemer *et al.*, 2018). Todos estos resultados obtenidos mediante comparaciones con trampas actuales permiten explicar la abundancia o la escasez de ciertos taxones y llegar a una mejor comprensión de las paleocomunidades de artrópodos encontradas en el ámbar.

6. Conclusiones

Los cuatro ejemplos aquí expuestos son una pequeña muestra de las investigaciones cuya base es la actuopaleontología y de la importancia de esta dentro de los distintos campos de la paleontología, desde estudios tafonómicos pasando por la morfología funcional y la paleoecología. El desarrollo de nuevas técnicas de estudio permite que este tipo de estudios sean más complejos tanto a nivel individual, como en el caso de *Dunkleosteus terrelli*, como a nivel de comunidad, como en los estudios de las poblaciones de artrópodos atrapados en el ámbar. Es sobre todo en los estudios de reconstrucción de las comunidades del pasado donde este tipo de estudio actuopaleontológicos demuestran un gran valor al suplir la pérdida de información que se da en el registro fósil.

Agradecimientos

Queremos agradecer a los revisores, Humberto Ferrón y Francesc Gascó, por su inestimable ayuda, así como a los editores del XVIII EJIP por darnos la oportunidad de publicar este resumen. S.Á-P. cuenta con el apoyo de la Secretaría de Universidades e Investigación de la Generalitat de Catalunya y el Fondo Social Europeo (2019FI_B 00330).

Referencias

- Anderson P. & Westneat M. (2009) - A biomechanical model of feeding kinematics for *Dunkleosteus terrelli* (Arthrodira, Placodermi). *Paleobiology* 35(2), 251–269.
- Arillo A., Blagoderov V. & Peñalver E. (2018) - Early Cretaceous parasitism in amber: A new species of *Burmazelmira* fly (Diptera: Archizelmiridae) parasitized by a *Leptus* sp. mite (Acari, Erythraeidae). *Cretaceous Res.* 86, 24–32.
- Boucot A. J. (2013) - *Evolutionary paleobiology of behavior and coevolution*. Elsevier, 725 p.
- Carr R. K., Lelièvre H. & Jackson, G. L. (2010) - The ancestral morphotype for the gnathostome pectoral fin revisited and the placoderm condition. In: Elliott D. K., Maisey J. G., Yu X. & Miao, D. (Eds.), *Morphology, phylogeny and paleobiogeography of fossil fishes*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 107–122.
- Carr R. K. (1995) - Placoderm diversity and evolution. *B. Mus. Natl. Hist. Nat.* 17(1–4), 85–125.
- (2010) - Paleoecology of *Dunkleosteus terrelli* (Placodermi: Arthrodira). *Kirtlandia* 57, 36–55.
- Costa-Pérez M., Serrano F. J. & Martín-Serra A. (2019) - Evolución morfofuncional del húmero en las aves modernas (Neornithes). In: *Libro de Resúmenes de las XXXV Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, 83–86.
- Ferrón H. G., Martínez-Pérez C. & Botella H. (2017) - Ecomorphological inferences in early vertebrates: reconstructing *Dunkleosteus terrelli* (Arthrodira, Placodermi) caudal fin from palaeoecological data. *PeerJ* 5, e4081.
- Grine F. E. (1977) - Analysis of early hominid deciduous molar wear by scanning electron microscopy: a preliminary report. *Proceedings of the Electron Microscopy Society of Southern Africa* 7, 203–230.
- Labandeira C.C. (2014) - Amber. In: Laflamme M., Schiffbauer J. D. & Darroch S. A. F. (Eds.), *Reading and Writing of the Fossil Record: Preservation Pathways to Exceptional Fossilization*. The Paleontological Society Papers, 20, 163–217.
- Lindsey C. C. (1978) - Form, function and locomotory habits in fish. In: Hoar W.S. & Randall D. J. (Eds.), *Physiology, Volumen VII-Locomotion*. Academic, 100 p.
- Liu D., Chiappe L. M., Serrano F., Habib M., Zhang Y. & Meng Q. (2017) - Flight aerodynamics in enantiornithines: Information from a new Chinese Early Cretaceous bird. *PLoS ONE* 12(10), e0184637.
- Norberg U. M. (2002) - Structure, form, and function of flight in engineering and the living world. *J. morphol.* 252(1), 52–81.
- O’Leary M. & Teaford M.F. (1992) - Dental microwear and diet of Mesonychids. *J. Vertebr. Paleontol.* 12, 83–91.
- Paredes-Aliaga M. V., Martínez-Pérez C., Ferrón H. G., Romero A. & Botella H. (2019) - Dental microwear or dental morphology for trophic inferences on extinct elasmobranch? In: *63rd Annual Meeting of The Palaeontological Association*, Valencia, Spain.
- Purnell M. A. (1995) - Microwear on conodont elements and macrophagy in the first vertebrates. *Nature* 374, 790–800.
- Purnell M. A., Seehausen O. & Galis F. (2012) - Quantitative three-dimensional microtextural analyses of tooth wear as a tool for dietary discrimination in fishes. *J. R. Soc. Interface* 9(74), 2225–2233.
- Purnell M. A., Crumpton N., Gill P. G., Jones G. & Rayfield E.J. (2013) - Within-guild dietary discrimination from 3-D textural analysis of tooth microwear in insectivorous mammals. *J. Zool.*, 291, 249–257.
- Rensberger J. M. (1978) - Scanning electron microscopy of wear and occlusal events in some small herbivores. In: Butler P. M. & Joysey K.A. (Eds.), *Development, Function and Evolution of Teeth*, Academic Press, 415–438..
- Richter R. (1928) - Aktuopaläontologie und Paläobiologie, eine Abgrenzung. *Senck.* 10, 285–292.
- Schubert B. & Ungar P. S. (2005) - Wear facts and enamel spalling in tyrannosaurid dinosaurs. *Acta Palaeontol. Pol.* 50, 93–99.
- Serrano F. J., Palmqvist P. & Sanz J. L. (2015) - Multivariate analysis of neognath skeletal measurements: implications for body mass estimation in Mesozoic birds. *Zool. J. Linn. Soc.* 173(4), 929–955.
- Serrano F. J., Palmqvist P., Chiappe L. M. & Sanz J. L. (2017) - Inferring flight parameters of Mesozoic avians through multivariate analyses of forelimb elements in their living relatives. *Paleobiology* 43(1), 144–169.
- Shimada K. (1997) - Paleocological relationships of the Late Cretaceous lamniform shark, *Cretoxyrhina mantelli* (Agassiz). *J. Paleontol.* 71(5), 926–933.
- Solórzano Kraemer, M.M., Delclòs, X., Claphman, M.E., Arillo, A., Peris, D., Jäger, P., Stebner, F., Peñalver, E. (2018) - Arthropods in modern resins reveal if amber accurately recorded forest arthropod communities. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 115(26), 6739–6744.
- Ungar P. S., Scott R. S., Scott J. R. & Teaford M. (2008) - Dental microwear analysis: Historical perspectives and new approaches. In: Irish J. D. & Nelson G. C. (Eds.), *Technique and Application in Dental Anthropology*, Cambridge University Press 389–425.
- Walker A., Hoeck H. N. & Perez L. (1978) - Microwear of mammalian teeth as an indicator of diet. *Science* 201, 908–910.
- Webb P. W. (1984) - Body form, locomotion, and foraging in aquatic vertebrate. *Am. Zool.* 24, 107–120.