

## NOTA DE DIVULGACIÓN

### Paleobiología de la conservación: sumando la ecología del pasado para comprender el presente

Fernando M. Archuby, Claudio G. De Francesco, Fernando Erthal, Matias N. Ritter & Fabrizio Scarabino

Grupo de Paleobiología de la Conservación en América del Sur

E-mail: [paleoconsas@gmail.com](mailto:paleoconsas@gmail.com)

#### RESUMEN

El cambio climático global está modificando de modo acelerado las características de los hábitats, y eso tiene un impacto sobre las comunidades que ya se encuentran alteradas por impactos antrópicos anteriores. ¿Cómo eran las comunidades no impactadas? Las únicas evidencias que tenemos están alojadas en los restos de los organismos, hallados sobre la superficie o en los primeros centímetros debajo del sedimento, en registros históricos y sitios arqueológicos. ¿Cómo serán esas comunidades en la nueva configuración climática? La paleontología tiene un amplio registro de las respuestas de las comunidades a los cambios ambientales, que pueden utilizarse como modelos para el diseño de planes de conservación de la biodiversidad. ¿Estamos en medio de una extinción en masa? La paleontología puede aportar significativamente a contestar esta pregunta, a partir del conocimiento de los fenómenos relacionados con las cinco extinciones masivas, y de otras de menor escala, registradas en los sedimentos y rocas pretéritos. La paleobiología de la conservación tiene el objetivo de contribuir a los proyectos de conservación con la información proveniente del registro de la vida en el pasado.

**PALABRAS CLAVE:** Conservación de la Biodiversidad, América del Sur, Tafonomía Actualista, Moluscos

Los conjuntos de restos de organismos que se preservan en los sedimentos de ambientes modernos, como es el caso de los moluscos, contienen cantidades significativas, aunque variables, de información ecológica de las comunidades de las que provienen. Su estudio es, por una parte, más simple, rápido y barato (aunque menos preciso) y tiene, entre otras, la ventaja de que incluye

versiones de los ecosistemas de las que no tenemos ni podemos obtener información en vida.

La paleobiología de la conservación (PC) persigue el objetivo de sumar, a la comprensión de los problemas de conservación de la biodiversidad, la profundidad temporal que pueden aportar los restos de organismos que murieron, ya sea hace pocos meses hasta millones de

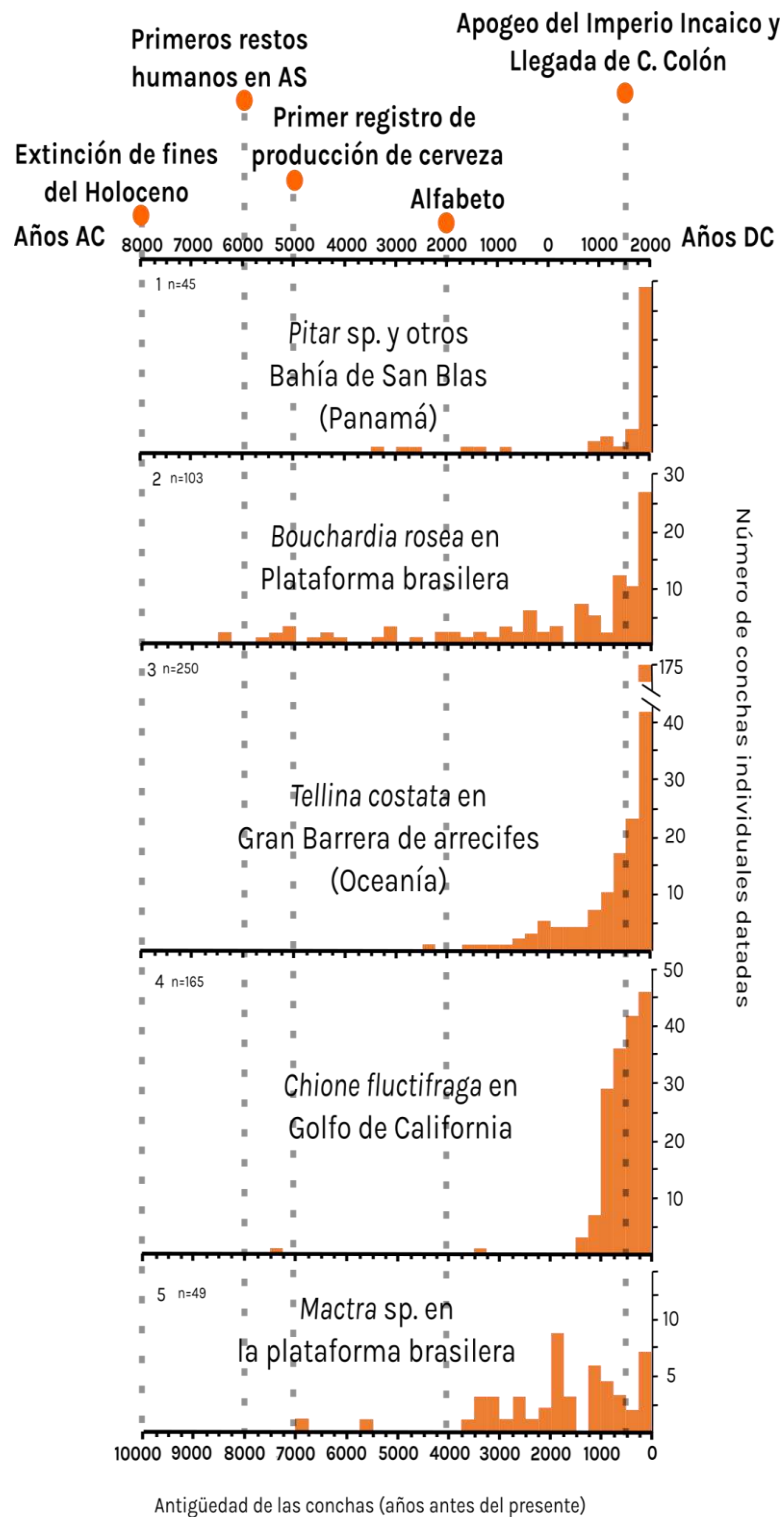
años. Cabe aclarar que los casos recientes aportan evidencias diferentes que los más antiguos (ver el apartado “Un poco de definiciones” en el que se amplía sobre este tema). Los estudios ecológicos clásicos se extienden por pocas décadas o apenas más de una centuria, pero el efecto de la intervención antrópica es mucho más antiguo, y solamente podemos integrarlo a la comprensión del estado actual de los ecosistemas a partir de sus restos. Por ejemplo, un trabajo reciente muestra que la presencia de *Homo sapiens* en América del Sur influyó en la extinción de finales del Pleistoceno: así de antiguos son los impactos antrópicos (Prates & Perez, 2021). Por otro lado, el registro de extinciones de la UICN toma como punto de partida los 1500 años d.C., restando importancia a las extinciones anteriores, muchas de las cuales están asociadas con la llegada de nuestra especie a diferentes geografías (por ejemplo, pardelas en las Islas Canarias; Kowalewski *et al.*, 2023). Buena parte del valor de este enfoque geohistórico reside en su potencial para detectar extinciones, extirpaciones y cambios en los ecosistemas que no pueden descubrirse mediante datos neontológicos.

### PERO...

Los conjuntos o ensamblajes de muerte presentan algunas complicaciones. Por una parte, sus componentes se depositaron a lo largo de un lapso de tiempo, y muy probablemente no coexistieron. Este último aspecto despierta suspicacias sobre su utilidad como indicadores de las comunidades de las que

provienen. Suelen mostrar un incremento en la diversidad alfa (que es la diversidad local, presente en cada comunidad) y disminución de la diversidad beta (que mide la diversidad a partir de las diferencias entre comunidades cercanas), aspecto que es más acentuado si el tiempo comprendido dentro del conjunto es mayor. Sin embargo, estos conjuntos promedian a las comunidades en el tiempo y, con ello, marcan sus tendencias generales, evitando los vaivenes de corto plazo que experimentan algunas poblaciones a raíz de extinciones locales.

Los restos pueden persistir en el fondo del océano durante milenios, representando no sólo una generación contemporánea, sino varias a lo largo del tiempo (Figura 1). Este fenómeno, llamado promediación temporal (*time averaging*), ha sido bien caracterizado en ambientes poco profundos. Por ejemplo, observaciones en ambientes marinos modernos frente a la costa sur de Brasil revelaron que estos depósitos en aguas someras (0-30 metros de profundidad) concentran individuos de menos de 6000 años de antigüedad, mientras que en aguas más profundas (>100 metros), las edades alcanzan alrededor de 15000 años y, curiosamente, estos materiales tienen un aspecto que muchos malacólogos considerarían reciente. Estos resultados tienen una importancia significativa para la Paleobiología y la Biogeografía de la Conservación. Las conchas proporcionan una ventana casi continua a los últimos milenios de la historia biológica marina.



**Figura 1.** Distribución de edades de diferentes muestras de ensambles de muerte (conchas) de moluscos (1, 3, 4 y 5) y de braquiópodos (2), en comparación con algunos hitos pasados, históricos y naturales. 5: datos de Ritter *et al.* (2023) (basada en Kowalewski, 2009 y referencias citadas allí).

### ¡A NO CONFUNDIR PRESENTE CON VIVO!

Gran parte de la malacofauna marina fue descrita por primera vez a partir de conchas vacías, y a nivel de los inventarios regionales esto se profundiza al ser

comparativamente menos importante un registro faunístico que la descripción de una nueva especie. Como consecuencia, muchas especies se registran para una zona en base únicamente a conchas. La

percepción de que los moluscos fósiles son únicamente aquellos que han sufrido fuertes grados de mineralización, sustitución o cambios drásticos de color parecen influenciar esa falta de consideración. La ausencia de registros detallados en términos geográficos, pero también de información sobre el estatus vivo-muerto del material de muchas especies complejiza esta situación al menos en Brasil y Uruguay. Así, un porcentaje no determinado aún de las especies de moluscos marinos supuestamente vivientes allí puede estar basado en conchas cuaternarias. Eventos oceanográficos excepcionales pudieron ocasionar reclutamientos excepcionales, mientras que también pueden existir pseudopoblaciones (partes de la metapoblación que no aportan al pool reproductivo) con reclutamiento recurrente. Material histórico transportado con arena de lastre u ofrecido como ofrenda contemporánea y conchas transportadas por macroalgas e inclusive también transportadas por icebergs agregan aún más complejidad al registro de la biodiversidad de moluscos.

### **EN TODO LO MALO HAY ALGO BUENO: ¿QUÉ PASA SI A LO LARGO DEL TIEMPO EN QUE SE ACUMULARON LOS RESTOS HUBO CAMBIOS?**

Si durante el lapso a lo largo del cual vivieron los restos que estudiamos el ambiente cambió, obtendremos elementos disímiles, y una señal ecológica confusa. Por ejemplo, durante una transgresión marina, un estuario (agua salobre) puede convertirse en un ambiente marino en cuyo

fondo se acumulan, todos juntos, especies de ambos tipos de ambiente. Pero si lo que cambió fue el grado de impacto humano en el ambiente, la diferencia que se observe entre las comunidades actuales y pasadas es evidencia de dicho impacto y, si ese impacto es anterior a los estudios científicos, es la única evidencia de ese cambio.

### **LOS ORÍGENES: PALEOBIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN, TAFONOMÍA Y TAFONOMÍA ACTUALISTA.**

La PC surgió como consecuencia de estudios exhaustivos de tafonomía actualista, que buscaban establecer cuán fieles son los conjuntos de muerte con respecto a las comunidades de las que provienen. En el caso de los moluscos marinos, detectaron que la fidelidad es buena, excepto en ecosistemas impactados: eureka! bajo ciertas condiciones, la baja fidelidad es indicativa de un impacto que, en base a datos científicos (todos ellos posteriores a los impactos), no habrían podido ser detectados.

La tafonomía es una disciplina de la paleontología, que se encarga de estudiar los procesos de alteración que sufren los restos biológicos desde la muerte del organismo hasta su enterramiento final. Y, lo más importante, modela la diferencia que existe entre la evidencia neontológica (los seres vivos) y la paleontológica (sus restos). Fue adoptada también por otras ciencias, como por ejemplo, la arqueología, para estudiar la suerte de restos no orgánicos tales como herramientas líticas (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema de la inserción de la paleobiología de la conservación en el marco teórico de las ciencias de la conservación (Basado en Dietl 2016 y referencias citadas allí).

Dentro de la tafonomía, la tafonomía actualista comprende a las técnicas que evalúan los patrones tafonómicos a partir de estudios actualísticos, ya sean estos experimentales o comparativos (basados en muestreos). Estas incluyen la cuantificación de la fidelidad de la información ecológica (e.g., composición taxonómica, abundancia) que se preserva en el registro sedimentario a través de comparaciones vivo-muerto (conchas vacías) y la comparación del estado de preservación de los restos entre ambientes, a través del análisis del grado de fragmentación, desgaste, bioerosión o incrustación (entre otros). En nuestra región se desarrollan valiosos esfuerzos de trabajo

en tafonomía actualista (ver Ritter *et al.*, 2016, 2023; Martínez *et al.*, 2020).

#### UN POCO DE DEFINICIONES.

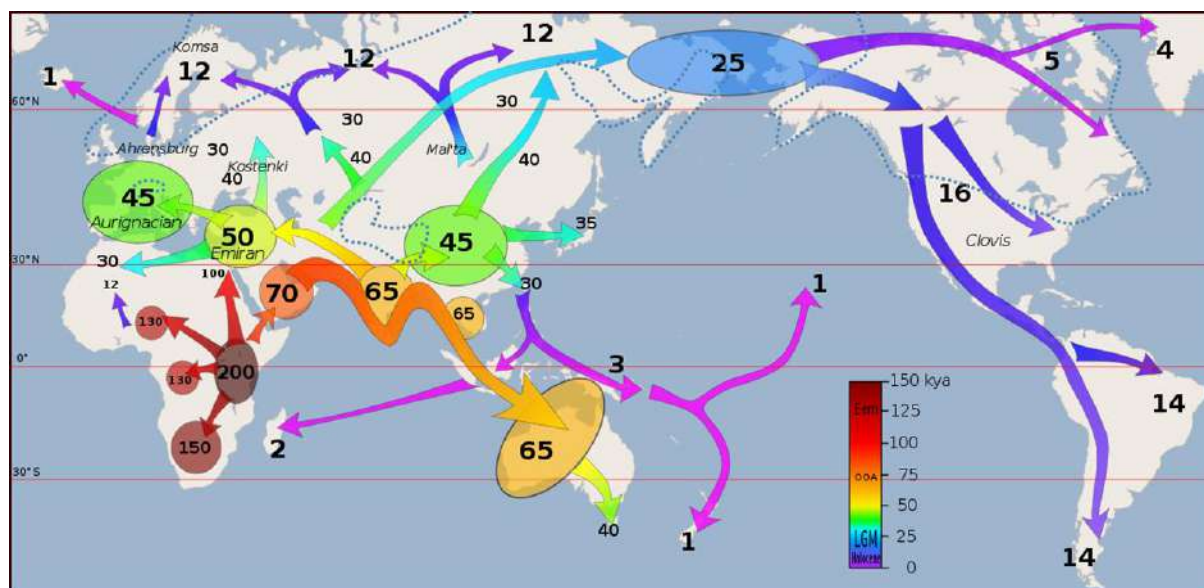
La PC tiene por objetivo el aprovechamiento de la información sobre la historia de la vida en el planeta, disponible en el registro paleontológico, para mejorar las acciones de conservación de la biodiversidad, aportando una perspectiva diacrónica fundamental. La información de relictos cercanos en el tiempo (*near-time conservation paleobiology*) aporta información de versiones inmediatamente anteriores de los ecosistemas actuales, mientras que los casos más antiguos (*deep-time conservation paleobiology*)

representan modelos para evaluar potenciales escenarios futuros.

### ¿AMÉRICA DEL SUR, SIRVE?

América del Sur se destaca por ser el último continente ocupado por *Homo sapiens* (Figura 3); sus ecosistemas experimentaron impactos por menos tiempo que lo ocurrido en otros continentes. Como consecuencia, permiten abordar

reconstrucciones más precisas de los impactos antrópicos, aportando a las decisiones de gestión ambiental. En toda su extensión, el continente cuenta con abundantes afloramientos que registran conjuntos de la diversidad biológica a lo largo de la historia de la vida. Con todo, América del Sur tiene un gran potencial para el desarrollo de estudios y aplicaciones de paleobiología de la conservación.



**Figura 3.** Historia de la dispersión de *Homo sapiens* (basado en Dbachmann. Wikimedia Commons. CC BY-SA 4.0).

### ¿LOS MOLUSCOS, SIRVEN?

Los moluscos cuentan con un extenso y muy rico registro fósil. Su estudio permite mejorar la comprensión de los fenómenos ecológicos actuales a partir de aportes de la paleontología, la arqueología y la historia. Los moluscos cumplen con condiciones óptimas para protagonizar el ensamble de la información ecológica actual con la pasada: poseen una concha mineralizada, son buenos subrogantes de las comunidades de las que son parte y suelen mostrar altos grados de similitud entre los conjuntos vivos y muertos

(fidelidad tafonómica). Esto último es un marco que debe ser contrastado en los ecosistemas sudamericanos. Así, con base en los moluscos, la PC permite entre otras cosas identificar impactos de origen antrópico anteriores a los registros científicos, incluyendo la extinción y extirpación de especies y las invasiones biológicas.

### CON LO MARINO NO ALCANZA.

En la actualidad existe un sesgo importante de conocimiento hacia los ambientes marinos costeros, un menor desarrollo de estudios en ambientes

dulceacuícolas y escaso conocimiento para los ambientes terrestres y de aguas profundas. Si bien la mayoría de los antecedentes proviene del hemisferio norte, en los últimos 20 años, América del Sur ha experimentado un notable crecimiento y avance en esta disciplina (Figura 4). Los

estudios han sido conducidos mayormente en ambientes costeros (estuarios, lagunas costeras) y continentales (lagunas, ríos, arroyos), utilizando como modelos a *Erodona mactroides*, *Tagelus plebeius* y *Heleobia parchappii* (entre otros).



**Figura 4. A:** Acumulación de restos de *Heleobia parchappii* en una laguna de la provincia de Buenos Aires, Laguna El Recado (Juan José Paso, partido de Pehuajó). **B:** Detalle de un testigo sedimentario extraído del fondo de una laguna pampeana, donde se observan restos de *Heleobia parchappii* correspondientes a los últimos 4000 años.

#### ¿SOLO LAS COMUNIDADES O SE PUEDE OBTENER MÁS INFORMACIÓN?

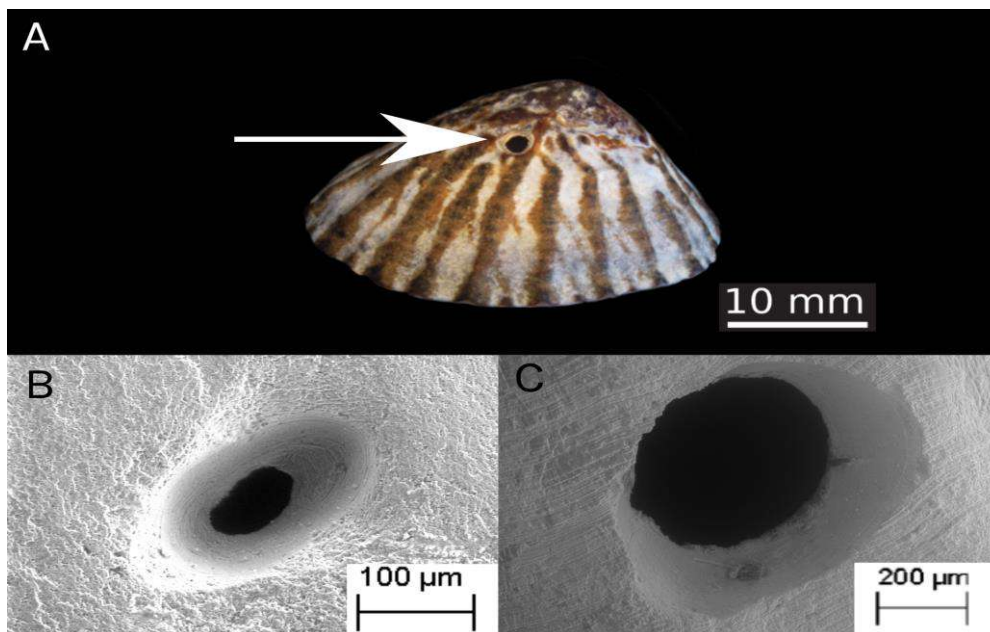
Un aspecto muy relevante de la creación y mantenimiento de la biodiversidad son las interacciones bióticas, que actúan como motores de la aparición de nuevas especies en una escala evolutiva.

Los moluscos registran en sus conchas valiosa información de interacciones bióticas, tanto de parasitismo, como depredación y amensalismo. El caso de la depredación por perforación, desarrollada principalmente por gasterópodos de las familias Muricidae y Naticidae, y en menor

medida por pulpos, se estudia a partir de una marcas muy ubicuas que consisten en perforaciones de forma circular, que atraviesan la concha de modo perpendicular.

Los gasterópodos depredadores se toman algunas horas o incluso días para terminar la perforación, con el raspado de la rádula y el ablandado con una glándula que secreta una especie de saliva ácida. Luego, introducen su probóscide y consumen a su

presa a través de ese agujero. Estas perforaciones recibieron el nombre de *Oichnus* Bromley, se las observa desde tiempos tan antiguos como el Paleozoico, y permiten el seguimiento de esta interacción biótica en escalas de tiempo no accesibles para la neontología. Es más, el estudio de esta interacción biótica es más simple desde los restos actuales de conchas perforadas que en vida.



**Figura 5.** Depredación por perforaciones, un tipo de interacción biótica que puede estudiarse a lo largo del tiempo geológico. **A.** Ejemplar de la lapa *Nacella magellanica*, en Puerto Lobos, Río Negro, Argentina, con una perforación de depredación, *Oichnus simplex* (indicada con una flecha). Las perforaciones de tipo *O. simplex* son realizadas mayormente por gasterópodos de la familia Muricidae, como por ejemplo *Trophon geversianus*. **B.** Imagen con microscopio electrónico de barrido de una perforación de depredación (*Oichnus ovalis*) presente en una concha de la lapa *Nacella magellanica*, en Puerto Lobos, Río Negro, Argentina. *O. ovalis* son realizadas por pulpos (por ejemplo, el pulpo tehuelche, *Octopus tehuelchus*). **C.** Imagen con microscopio electrónico de barrido de una perforación de depredación (*Oichnus simplex*) presente en una concha de la lapa *Nacella magellanica*, en Puerto Lobos, Río Negro, Argentina.

### ¿CÓMO SIGUE ESTO?

La PC promete aportar información muy relevante a los problemas y proyectos de conservación de la biodiversidad. Para ello, es necesario avanzar en dos líneas de modo paralelo: 1- avanzar en una base de datos de especies registradas como

conchas vacías en los diferentes ecosistemas y 2- realizar fechados que permitan estimar el nivel de promediación temporal de esos conjuntos. Con ello, la comparación con las comunidades vivas permitirá distinguir cambios recientes, evaluar si son de origen antrópico, encontrar taxones con distribuciones inesperadas, y



completar la idea de esos ecosistemas durante los últimos miles de años. Ritter y otros han avanzado, en el sur de Brasil, con la evaluación de la promediación temporal (3). La reevaluación de las bases de datos de biodiversidad viva, contemplando la posibilidad de que al menos algunos registros estén basados en conchas que no viven más en esos ecosistemas, es un asunto que debe ser encadenado paralelamente.

Desde el Grupo de Paleobiología de la Conservación de América del Sur buscamos conformar un conjunto de colegas comprometidos con el desarrollo de la PC (Figura 6). Además de los estudios en curso sobre bahías y plataformas interiores (Bahía de Ubatuba, Brasil), contamos con numerosas lagunas y estuarios a lo largo de la costa (Laguna de los Patos, Brasil; el Río de la Plata, Uruguay y Argentina), que son las lagunas más grandes y uno de los estuarios más grandes del mundo. Asimismo, contamos con numerosos lagos someros permanentes y temporales ubicados en la suave pendiente de la llanura argentina (Pampa) frente a la Cordillera de los Andes, zona de relevancia para fines paleoclimáticos ya que se ve afectada por variaciones interanuales en las precipitaciones. La costa marina patagónica, con sus golfos, constituye un escenario ideal para la evaluación y comparación de comunidades vivas y sus contrapartes muertas. Considerando el escenario actual de cambios globales impulsados por el hombre, nuestras ideas asumen como hipótesis de trabajo que es posible evaluar impactos anteriores examinando y

comparando los ecosistemas modernos con información paleoambiental recuperada de los registros geológicos y paleontológicos preservados en aquellas zonas acuáticas costeras y continentales.

#### REFERENCIAS CITADAS

- DIETL, G. P. 2016. Brave new world of conservation paleobiology. *Frontiers in Ecology and Evolution* 4: 10–12. <https://doi.org/10.3389/fevo.2016.00021>
- KOWALEWSKI, M. J. 2009. The youngest fossil record and conservation biology: Holocene shells as eco-environmental recorders. In G. P. Dietl & K. W. Flessa (Eds.), *Conservation Paleobiology: Using the Past to Manage for the Future* (pp. 7–29). Paleontological Society.
- KOWALEWSKI, M. J., NAWROT, R., SCARPONI, D., TOMAŠOVÝCH, A., & Y ZUSCHIN, M. 2023. Marine conservation palaeobiology: What does the late Quaternary fossil record tell us about modern-day extinctions and biodiversity threats? *Extinction*: 1–47. <https://doi.org/10.1017/ext.2023.22>
- MARTÍNEZ, S. A., ROJAS, A., & Y CABRERA, F. (Editores; 2020). *Actualistic Taphonomy in South America*. Springer. ISBN 978-3-030-20624-6. [doi.org/10.1007/978-3-030-20625-3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20625-3)
- PRATES, L., & PEREZ, S.I. 2021. Late Pleistocene South American megafaunal extinctions associated with rise of Fishtail points and human population. *Nature Communications* 12: 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22506-4>
- RITTER, M.D.N., ERTHAL, F., KOSNIK, M.A., KOWALEWSKI, M.J., COIMBRA, J.C., CARON, F., & KAUFMAN, D.S. 2023. Onshore-Offshore

Trends in the Temporal Resolution of Molluscan Death Assemblages: How Age-Frequency Distributions Reveal Quaternary Sea-Level History. *Palaios* 38: 148–157.

<https://doi.org/10.2110/palo.2021.041>

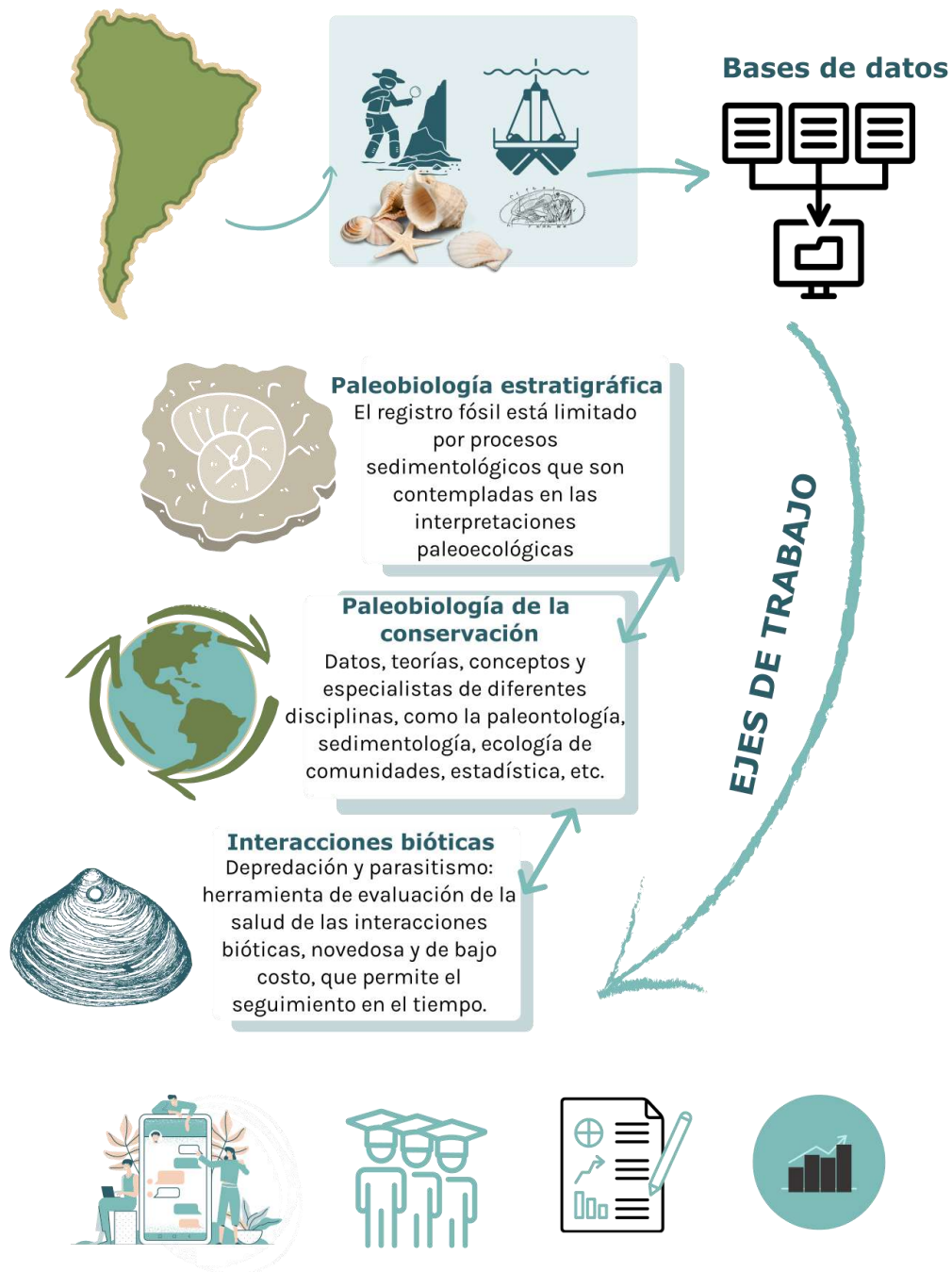
RITTER, M. DO N., DE FRANCESCO, C. G., ERTHAL, F., HASSAN, G. S., TIETZE, E., & MARTÍNEZ, S. A. 2016. Manifiesto of the South

American school of (actualistic) taphonomy. *Palaios* 31: 20–24.

RITTER, M. DO N, ERTHAL, F., & HORODYSKI, R. S. 2023. The Present Is the Key To the Past: Actualistic Taphonomy in South America.

*Palaios* 38: 109–110. <https://doi.org/10.2110/palo.2023.008>

## Grupo de Paleobiología de la Conservación en América del Sur



**Figura 6.** Esquema de trabajo del Grupo de Paleobiología de la Conservación en América del Sur.

**Grupo de Paleobiología de la Conservación en América del Sur**



**Dr. Fernando M. Archuby**



**Dr. Claudio G. De Francesco**



**Dr. Fernando Erthal**



**Dr. Matias N. Ritter**



**Mag. Fabrizio Scarabino**