



ISSN 2683-7862 (impresa) - ISSN 2683-7692 (en línea)

AZARA

Publicación de Divulgación Científica de la Fundación Azara y el Centro de Ciencias Naturales, Ambientales y Antropológicas de la Universidad Maimónides - Nº 9



**Museo Folklórico
de Londres
(Catamarca)**

**Astroturismo:
recuperando
el cielo
nocturno**

**Abriendo
la caja negra
del desarrollo:
¿qué es la
"evo-devo"?**



Los primeros mamíferos del Mesozoico de Chile



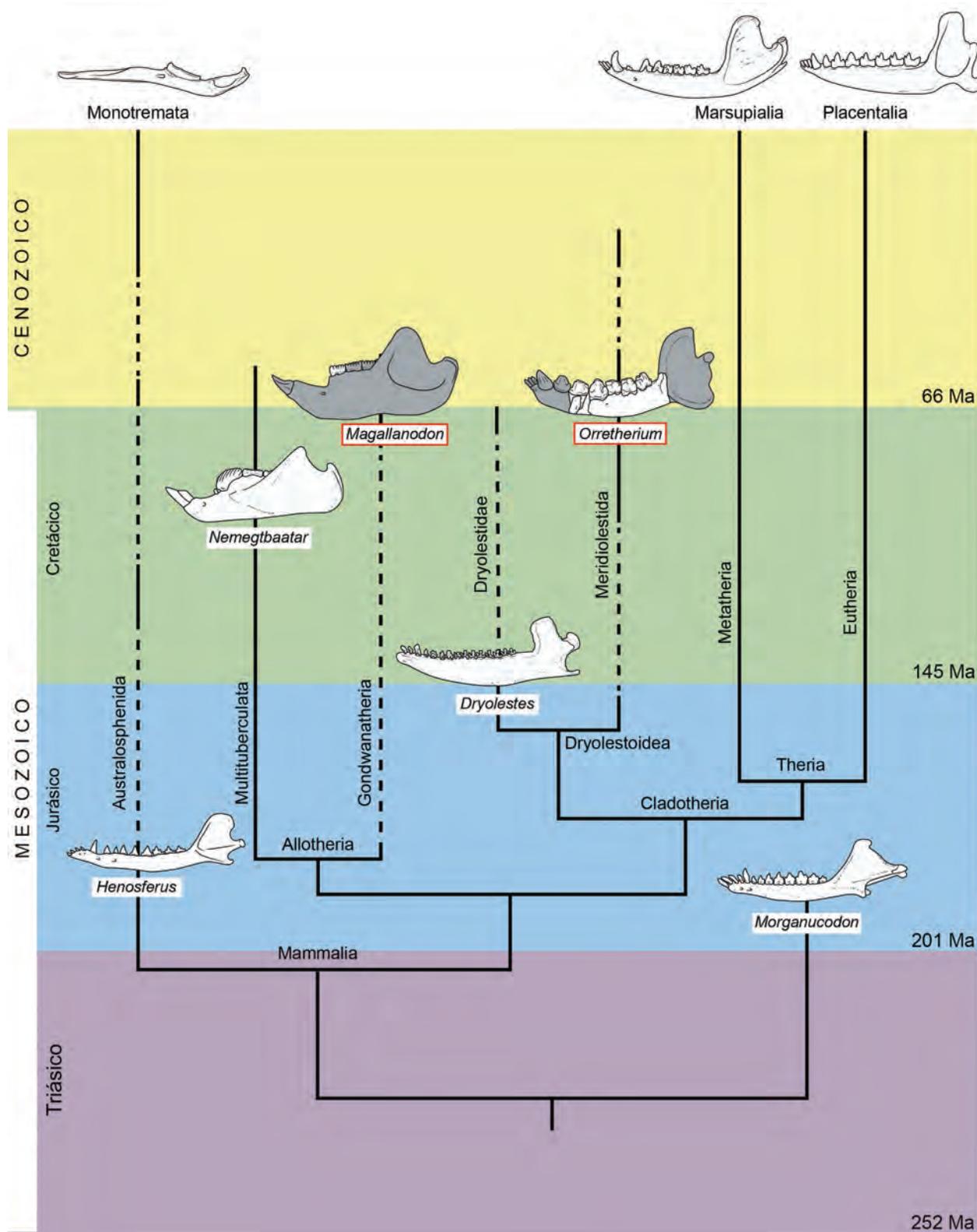
La historia de los descubrimientos de restos de mamíferos que vivieron durante la Era Mesozoica en América del Sur es relativamente nueva y datan de la década de 1950 cuando se descubrieron huellas jurásicas atribuidas a este grupo. Los últimos descubrimientos realizados en el extremo sur de Chile, en rocas de aproximadamente 70 millones de años de antigüedad, están aportando datos significativos para comprender la diversidad de los mamíferos que vivieron en los últimos momentos de la “era de los dinosaurios”.

Reconstrucción de *Orretherium tzen* en vida, dibujo realizado por Mauricio Álvarez.

La Era Mesozoica abarca el lapso de tiempo que va desde aproximadamente los 250 hasta los 66 millones de años atrás y es popularmente conocida como la “era de los dinosaurios”. Sin embargo, durante esta Era aparecen y se diversifican los primeros representantes de los grandes grupos de animales que viven en los ecosistemas actuales, como los anuros, los lagartos, las serpientes,

los cocodrilos, las aves y los mamíferos, además de otros grupos que se extinguieron al final del Mesozoico, como los pterosaurios (reptiles voladores) o los plesiosaurios y mosasaurios (reptiles marinos). Si bien los fósiles en las rocas de edad mesozoica son muy abundantes en todo el mundo, los restos de algunos grupos de animales son más difíciles de encontrar, ya sea porque fueron poco

abundantes en sus hábitats, porque vivían en ambientes poco propicios para que sus restos se fosilicen o porque sus restos son de muy pequeño tamaño y muy difíciles de encontrar, entre otras posibles explicaciones. Uno de estos grupos es el de los mamíferos. Estos animales no fueron tan variados en su número de especies y morfologías, en comparación con otros grupos de verte-



Árbol evolutivo resumido de los mamíferos, mostrando la posición de las dos especies encontradas en el Mesozoico de Chile.

Imagen: adaptada de Rougier *et al.*, 2021 y Martinelli *et al.*, 2021.

brados durante el Mesozoico, pero luego de la extinción masiva que marcó el final del Cretácico, experimentaron una explosión de diversidad morfológica que perduró durante todo el Cenozoico. De esta forma, durante este último se expandieron ecológicamente, llegando a los océanos (como las ballenas), los polos (como focas y osos), al aire (como los murciélagos), y los más variados ambientes como zonas boscosas, estepas, desiertos, montañas de gran altura, ríos y lagunas, entre otros. En la actualidad existen tres grandes grupos de mamíferos: (1) los monotremas, que incluyen mamíferos que se reproducen por huevos, como el ornitorrinco y el equidna; (2) los marsupiales, que se caracterizan porque sus crías pasan poco tiempo dentro del útero y completan su crecimiento agarradas a las glándulas mamarias en el interior o cerca de la bolsa marsupial (entre los marsupiales podemos nombrar a los canguros, los koalas, el demonio de Tasmania y las zarigüeyas, entre muchos otros); (3) el grupo de los placentarios, cuyas crías se desarrollan mayormente dentro del útero, e incluye a la vasta mayoría de los mamíferos vivientes (murciélagos, ballenas, elefantes, vacas, rino-

cerontes, conejos, cerdos), incluyendo al *Homo sapiens*.

Si bien los primeros mamíferos aparecieron durante la primera mitad del Mesozoico (hace unos 180 millones de años), aún conocemos muy poco sobre la historia de este grupo en esta Era y el descubrimiento de sus restos de fósiles no es una tarea fácil. Los restos de dinosaurios son conocidos en América del Sur desde el siglo XIX y, posiblemente sus restos (huesos de gran tamaño) ya eran conocidos por los nativos. Sin embargo, los primeros restos óseos de mamíferos de esta misma edad geológica recién fueron encontrados a inicios de la década de 1980 por el famoso paleontólogo José F. Bonaparte (1928-2020), o sea, hace aproximadamente 40 años, en la Patagonia argentina. Generalmente, los mamíferos del Mesozoico fueron de pequeño tamaño, con cuerpos no mayores a unos 40-50 centímetros de largo, y aparentemente numéricamente reducidos en especies. Por lo tanto, es lógico pensar que sus restos desarticulados, con dientes milimétricos, pasen desapercibidos en los extensos afloramientos rocosos, donde, por ejemplo,

es más frecuente encontrar fósiles de dinosaurios o cocodrilos, entre otros grupos. La complejidad de la dentición de los mamíferos hace que sus dientes sean la base para clasificarlos. Estos son los elementos más duros del esqueleto, y, por lo tanto, más resistentes por lo que quedan mejor preservados en el registro fósil. Rara vez se dispone de cráneos o esqueletos parciales de mamíferos mesozoicos en América del Sur, como fue el caso de *Vincelestes neuquenianus*, hallado en rocas de la Formación La Amarga de la provincia del Neuquén y de *Cronopio dentiactus*, de la Formación Candeleros, provincia de Río Negro, ambos en rocas de edad cretácica.

Los mamíferos del Mesozoico de Chile

Los restos de mamíferos mesozoicos en América del Sur son relativamente abundantes en la Patagonia argentina, con cerca de 20 especies descritas, y restos muy fragmentarios han sido mencionados para Brasil, Bolivia y Perú. Hasta hace unos años, los res-



Afloramientos de la Formación Dorotea (Cretácico Superior; Cuenca Magallanes) en el Valle de Las Chinas, Región de Magallanes, extremo sur de Chile, en donde fueron encontrados los mamíferos *Magallanodon baikashkenke* y *Orretherium tzen*. Foto: Felipe Trueba.



Campamento después de una nevada, durante trabajos de campo en febrero de 2021 en el Valle de Las Chinas. Foto: Jonatan Kaluza.

tos de mamíferos mesozoicos en Chile eran inexistentes. Durante febrero de 2017, luego de varios años de trabajos paleontológicos en la Formación Dorotea (Cuenca de Magallanes) en el Valle de Las Chinas, Cerro Guido, Región de Magallanes, extremo sur de Chile, el equipo liderado por dos de los autores (M.L. y A.O.V.) dio con el primer diente de un mamífero mesozoico, durante una estadía de descanso cuando se dirigían a buscar los restos de un dinosaurio titanosaurio. Al primer diente le sucedieron otros más y desde ese año, cada trabajo de campo brindó nuevos e importantes restos de mamíferos. Los restos de estos mamíferos, así como de otros fósiles aún en estudio, provienen

de capas de la Formación Dorotea, que tendrían una antigüedad de entre 72 y 74 millones de años, o sea, de fines del Cretácico Superior, el último periodo de la Era Mesozoica. Los trabajos de campo en la región son muy arduos, con viajes de campo que duran tres semanas e implican largas caminatas en terreno dificultoso, con largos y empinados ascensos a los cerros, acompañados de un constante viento frío que ocasionalmente incluye lluvia, nieve y la compañía ocasional de la fauna silvestre, entre ellos pumas.

Los primeros restos de mamíferos motivaron la búsqueda de más fósiles de pequeño tamaño, invirtiendo horas de *picking* en superficie. Para hallar

restos de microvertebrados, también, se suele utilizar la técnica de *screen-washing* con la cual se pudieron recolectar cientos de kilos de sedimentos embolsados para su transporte. Lo recolectado por ambas técnicas fue transportado al laboratorio para realizar la búsqueda minuciosa de fósiles, con la ayuda de una lupa binocular. La excavación en la capa fosilífera permitió identificar restos fósiles *in situ*, es decir, no erosionados ni dispersos en la superficie. Con estas tres técnicas principales, fue posible recuperar una gran cantidad de material fósil, no solo de mamíferos sino también de otros vertebrados que se encuentran aún en estudio.



Búsqueda de pequeños restos de vertebrados en superficie (*picking*). Foto: Felipe Trueba.



Lavado y secado de sedimento para ser procesado en laboratorio. Foto: Agustín G. Martinelli.

Los mamíferos del Valle de Las Chinas

El primer diente de un mamífero del Mesozoico de Chile fue publicado en el 2020, durante los primeros meses de la pandemia del COVID-19, con el nombre de *Magallanodon baikashkenke*. *Magallanodon* significa “diente de Magallanes”, en conmemoración por los 500 años de la circunnavegación de Hernando de Magallanes y por la región de Magallanes,

lugar del hallazgo, y la especie *baikashkenke* significa “valle del abuelo”, en lengua tehuelche, referente al Valle del Río de Las Chinas, donde fue encontrado.

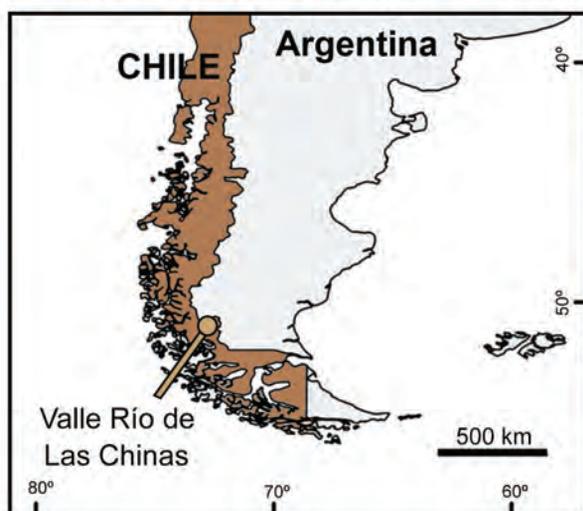
Los restos hasta ahora conocidos de *Magallanodon* incluyen dientes incisivos y molares, en un excelente estado de preservación que permitieron clasificarlo como perteneciente al grupo de los Gondwanatheria. Estos restos indican que *Magallanodon* era un animal relativamente grande para el Mesozoico, similar al tamaño de un

coipo y poseía una dentición adaptada para procesar vegetales duros, como equisetales (cola de caballo) y posiblemente los primeros pastos del Periodo Cretácico. Otro dato importante de resaltar es que *Magallanodon baikashkenke* fue recientemente registrado en la Formación Chorrillo en afloramientos localizados unos 30 km al sudoeste de El Calafate, en la provincia de Santa Cruz. Las formaciones geológicas Dorotea (en Chile) y Chorrillos (en la Argentina) son de edad similar y ambos registros de

Mammalia, Gondwanatheria

Magallanodon baikashkenke Goin, Martinelli, Soto-Acuña, Vieytes, Manríquez Márquez, Fernández, Pino, Trevisan, Kaluza, Reguero, Leppe, Ortiz, Rubilar-Rogers & Vargas 2020

Formación Dorotea - Cretácico Superior (~70 millones de años)



vista oclusal



vista interna (lingual)



5mm

Primer diente molariforme de la mandíbula izquierda.

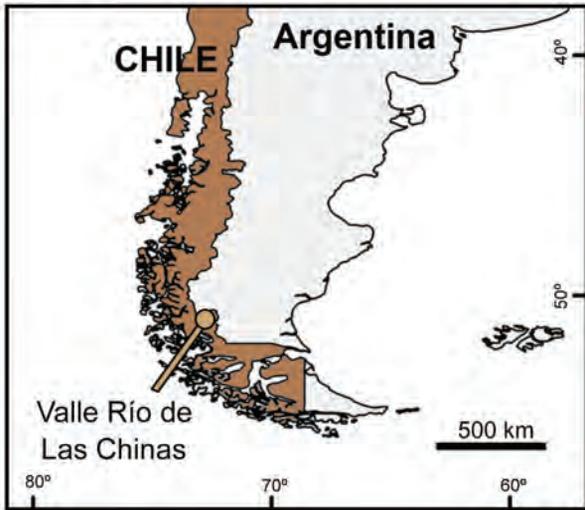
Magallanodon baikashkenke, el mamífero gondwanaterio con registro más austral para el Mesozoico.

Reconstrucción artística: Mauricio Álvarez.

Mammalia, Meridiolestida, Mesungulatiidae

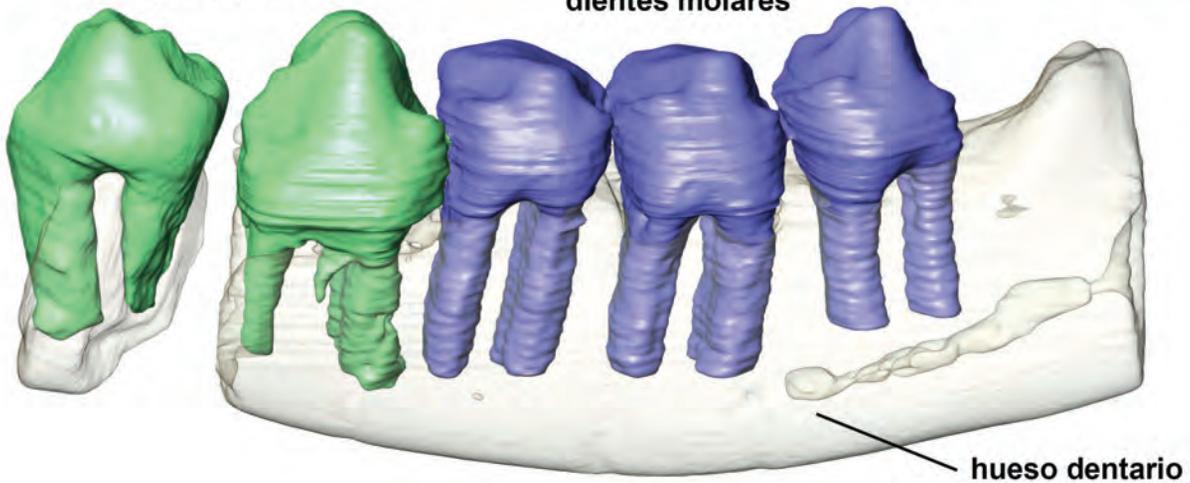
Orretherium tzen Martinelli, Soto-Acuña, Goin, Kaluza, Bostelmann, Fonseca, Reguero, Leppe & Vargas 2021

Formación Dorotea - Cretácico Superior (~70 millones de años)



dientes premolares

dientes molares



Orretherium tzen, el primer mamífero mesungulátido de Chile.

Reconstrucción en vida de Pedro H. M. Fonseca y modelo 3D transparente de la mandíbula generado a partir de una microtomografía.



Reconstrucción de *Orretherium tzen* en vida, escultura y foto realizada por Marcelo Miñana para la Fundación Azara.

Magallanodon amplían la distribución geográfica de este mamífero. El grupo de los gondwanaterios incluye animales con un aspecto similar a roedores, pero sin ningún parentesco. Los restos de gondwanaterios fueron encontrados en Madagascar (*Adalatherium hui* y *Vintana sertichi*), Tanzania (*Galulatherium jenkinsi*) e India (*Bharattherium bonapartei*) en rocas del Cretácico y en la Argentina se los registra desde el Cretácico (*Gondwanatherium patagonicum*) hasta el Eoceno (unos 40 millones de años; *Sudamerica ameghinoi*) y, existe también un registro en el Eoceno de la península antártica. *Magallanodon* es sumamente importante porque representa el registro más austral de un gondwanaterio para el Cretácico y una de las formas de mayor tamaño. Recientemente fue publicado el segundo mamífero mesozoico de Chile, encontrado en el mismo sitio y formación geológica que el *Magallanodon*. Este nuevo mamífero fue denomina-

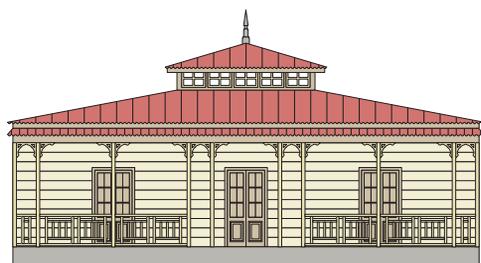
do *Orretherium tzen*. El origen del nombre *Orretherium* tiene dos raíces: *Orre* significa “dientes” en aonikenk, y *therium* significa “bestia” en griego, una terminación frecuentemente usada en géneros de mamíferos. Por otro lado, la especie *tzen* significa “cinco” en aonikenk, en referencia a tener preservados cinco dientes consecutivos en la mandíbula. Los restos hasta ahora conocidos de *Orretherium* consisten en una mandíbula izquierda con dos premolares y tres molares y, un último diente premolar del maxilar izquierdo. La mandíbula es robusta y no llega a alcanzar los tres centímetros de largo, siendo considerablemente menor que la longitud esperada en *Magallanodon*.

La dentición de *Orretherium* es relativamente simple en comparación a la que poseen los marsupiales y placentarios, que tienen un sistema de cúspides, crestas y cuencas especializado para el corte y machaque de los alimentos, que lleva el nom-

bre de patrón tribosfénico. *Orretherium* no es un mamífero tribosfénico, pero está emparentado cercanamente a ellos como un cladoterio (grupo que incluye formas pretribosfénicas y tribosfénicas propiamente dichas), dentro de la familia Mesungulatae. Los meridioléstidos fueron mamíferos que hasta el momento solo se han hallado en el sur de América del Sur, y sus registros se extienden desde el inicio del Cretácico Superior hasta el Mioceno, con formas relictuales que sobrevivieron a la extinción del Cretácico-Paleógeno. La morfología de *Orretherium tzen* es similar a la de *Mesungulatum houssayi* y *Coloniatherium cilinskii*, dos especies encontradas en rocas del Cretácico Superior (de unos 70 millones de años de antigüedad) de las provincias argentinas de Río Negro y Chubut, respectivamente, y *Peligrotherium tropicalis* del Paleoceno (unos 60 millones de años de antigüedad) de Chubut. Si bien *Peligrotherium* es una de las



VISITE EN SAN ANTONIO OESTE



MUSEO JACOBACCI

San Antonio Oeste · Patagonia Argentina



MUSEO JACOBACCI

Calles San Martín y Gral. Güemes (Costanera de la Ría, a 500 m del Puerto)
San Antonio Oeste · Provincia de Río Negro · Patagonia Argentina

A SOLO 8 KM DE LAS GRUTAS

Para consultar horarios y actividades según la época del año:

www.facebook.com/museojacobacci



AZARA
FUNDACIÓN DE HISTORIA NATURAL

formas mejor conocidas de los mesungulátidos (se conocen varias mandíbulas y al menos un cráneo casi completo), hasta el momento las especies del Cretácico están representadas por dientes aislados y/o mandíbulas que durante el proceso de fosilización perdieron la mayoría de sus dientes. Dentro de este panorama, el descubrimiento de *Orretherium* es de suma importancia porque la mandíbula preservada, de menos de tres centímetros de largo, posee los cinco dientes en posición, permitiendo conocer la variación de la morfología dental en esta especie, y por lo tanto ser una herramienta útil para ayudar a clasificar dientes que se encuentren aislados, con una posición en la mandíbula o maxilar a veces tentativa.

Durante fines de la Era Mesozoica los ecosistemas terrestres eran notoriamente diferentes a los actuales y los fósiles que se encuentran en rocas cretácicas de la región de Magallanes nos están develando una historia fascinante justo en el momento anterior a la gran extinción de los dinosaurios no avianos y otros reptiles (como por ejemplos los pterosaurios y mosasaurios). De la misma forma, el estudio de las asociaciones faunísticas y florísticas del Valle de Las Chinas, Chile, permitirá comprender la evolución de la biota austral y la relación paleogeográfica de la Patagonia con la península antártica a finales del Cretácico e inicio del Paleoceno. ■■■

Por Jonatan Kaluza

CONICET
Fundación Azara
Universidad Maimónides

Sergio Soto-Acuña

Red Paleontológica Universidad de Chile

Agustín G. Martinelli

CONICET
Museo Argentino de Ciencias Naturales
"Bernardino Rivadavia"

Marcelo Leppe

Instituto Antártico Chileno

Adrián Giacchino

Fundación Azara
Universidad Maimónides

Alexander O. Vargas

Red Paleontológica Universidad de Chile

Agradecimientos

Agradecemos por los trabajos de campo y de laboratorio a B. Aravena, C. Ferrada, C. Trevisan, D. Bajor, F. Suazo, H. Mansilla, H. Ortiz, J. Alarcón, J. A. Palma, J. P. Pino, L. M. E. Manríquez, F. Goin, M. Reguero, J. E. Bostelmann, L. Núñez, R. Otero, R. A. Fernández, S. Davis, V. Poblete, V. Milla, V. Muñoz, G. Aguirrezabala, M. Miñana, P. H. Fonseca, S. Apestequía y el personal del INACH y Estancia Cerro, a Daniela Poblete (Plataforma Experimental Bio-CT, Universidad de Chile) por las tomografías de *Orretherium* y a Stella Alvarez por aportes durante la edición del manuscrito.

Glosario

Picking. Este término es usado en paleontología para referirse a la búsqueda y colecta de fósiles sobre la superficie del afloramiento rocoso. Es decir, sin remover la roca se intenta coleccionar el mayor número posible de restos sueltos en la superficie, minuciosamente.

Screen-washing. Técnica para buscar micro restos de vertebrados fósiles que consiste en coleccionar roca/sedimento, remojarlo en agua y luego tamizarlo con zarandas de distintos tamaños para separar posibles restos fósiles (por ejemplo, dientes, escamas, vértebras).

Lecturas sugeridas

Alarcón-Muñoz, J., Soto-Acuña S., Manríquez, L., Fernández, R., Bajor, D., Guevara, J. P., Suazo Lara, F., Leppe, M. y Vargas, A. O. 2020. Freshwater turtles (Testudines: Pleurodira) in the Upper Cretaceous of Chilean Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences*, 102: 102652.

Bonaparte, J. F. y Migale, L. A. 2015. Protomamíferos y mamíferos Mesozoicos de América del Sur. *Fundación de Historia Natural Félix de Azara*, Buenos Aires. 2ª Edición.

Chimento, N. R., Agnolin, F. L., Tsuihiji, T., Manabe, M. y Novas, F. E. 2020. New record of a Mesozoic gondwanatherian mammaliaform from Southern Patagonia. *Science of Nature*, 107 (6): 49.

Goin, F. J., Martinelli, A. G., Soto-Acuña, S., Vieytes, E. C., Manríquez, L. M. E., Fernández, R. A., Pino, J. P., Trevisa, C., Kaluza, J., Reguero, M. A., Leppe, M., Ortiz, H., Rubilar-Rogers, D. y Vargas, A.O. 2020. First Mesozoic mammal from Chile: The southernmost record of a Late Cretaceous gondwanatherian. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile*, 69: 5-31.

Martinelli, A. G., Forasiepi, A. M. y Rougier, G. W. 2008. Australosféridos. Parientes cercanos de los enigmáticos monotremas. *Ciencia Hoy*, Buenos Aires, 18 (104): 52-62.

Martinelli, A. G., Forasiepi, A. M. y Rougier, A. G. 2021. Mamíferos en tiempos de dinosaurios. Desde la Patagonia, *Difundiendo Saberes* 18 (31): 10-22.

Martinelli, A. G., Soto-Acuña, S., Goin, F. J., Kaluza, J., Bostelmann, J. E., Fonseca, P. H. M., Reguero, M. A., Leppe, M. y Vargas, A. O. 2021. New cladotherian mammal from southern Chile and the evolution of mesungulátid meridiolestidans at the dusk of the Mesozoic Era. *Scientific Reports*, 11: 7594.

Rougier, G. W., Martinelli, A. F. y Forasiepi, A. G. 2021. Mesozoic mammals from South America and their forerunners. *Springer Earth System Sciences*, i-xvii + 388p.