

Análisis Paleontológico Comparativo y Geográfico de Fósiles entre Chile, Argentina y la Antártida

F.Arancibia, V.Alvarez, O.Holzapfel, I.Pinilla, V.Teran

IMT-2200 | Octubre 2024

Contexto y motivación

La paleontología es una disciplina científica que estudia la historia de la vida en la Tierra a través de los fósiles, proporcionando una ventana única hacia los ecosistemas y la biodiversidad de épocas pasadas. En regiones como Chile, Argentina y la Antártida, los hallazgos fósiles ofrecen una oportunidad invaluable para estudiar la evolución de las especies y los ecosistemas.

Según Alexander Vargas, director de la Red Paleontológica de la Universidad de Chile, en un reportaje de La Tercera, Chile posee episodios únicos en la evolución del planeta, dados por su geografía, que aún permanecen en gran parte sin ser revelados. Sin embargo, a pesar de la relevancia científica de estos hallazgos, la paleontología ha sido un área del conocimiento subestimada en Chile, tanto a nivel académico como en términos de inversión en investigación.

Una de las bases fundamentales de este proyecto es la teoría de la deriva continental, la cual sostiene que los continentes actuales no siempre han estado en las mismas posiciones. Hace millones de años, Sudamérica, la Antártida y otras regiones formaban parte del supercontinente Gondwana. A medida que estos enormes bloques de tierra se desplazaban sobre la superficie terrestre, las especies que los habitaban también migraban y se adaptaban a los cambios geográficos y climáticos.

Los fósiles encontrados en Chile, Argentina y la Antártida nos brindan una oportunidad única para estudiar cómo estaba conectada la vida entre estas regiones en el pasado. Al identificar y analizar estos fósiles, podemos reconstruir la historia de cómo especies como dinosaurios, plantas o moluscos migraron y evolucionaron en respuesta a los movimientos tectónicos. Este análisis nos permitirá entender mejor los patrones biogeográficos y las conexiones ecológicas entre estas áreas durante diferentes períodos geológicos.

Audiencia objetivo

Este análisis está dirigido principalmente a la comunidad científica, incluyendo paleontólogos y geólogos interesados en la historia de la vida en el hemisferio sur. Los resultados de este estudio serán de particular interés para quienes investigan los patrones de migración, extinción y evolución de especies en respuesta a los cambios geológicos y climáticos a lo largo de las eras. Además, el proyecto puede ser relevante para instituciones educativas y museos, al proporcionar datos que puedan enriquecer el entendimiento público sobre la paleontología y la historia de la Tierra.

Objetivos

Realizar un análisis comparativo y geográfico de la diversidad de fósiles en Chile, Argentina y la Antártida, además de entender cómo ha evolucionado la distribución de las especies fósiles a lo largo del tiempo en estas regiones.

Preguntas centrales: ¿Cómo se distribuyen las especies fósiles entre Chile, Argentina y la Antártida?, y ¿Qué similitudes o diferencias existen en su diversidad y ecología a lo largo del tiempo?

Objetivos específicos:

- i. Identificar y comparar las especies fósiles más comunes en cada región.
- ii. Analizar las diferencias y similitudes en la diversidad fósil entre las tres áreas geográficas.
- iii. Evaluar cómo ha cambiado la distribución de especies fósiles a lo largo del tiempo en cada región.
- iv. Explorar similitudes entre la distribución de especies fósiles en las costas de Chile y Argentina durante ciertos periodos geológicos.
- v. Examinar la relación entre los hábitos alimenticios de las especies fósiles y la estructura ecológica de estas regiones a lo largo del tiempo

El propósito de este análisis es generar un mejor entendimiento de los patrones biogeográficos y evolutivos de estas regiones, además los resultados podrían servir para:

- Identificar conexiones geológicas y biológicas entre las tres regiones durante distintos periodos geológicos.
- Contribuir a la conservación del patrimonio fósil y generar conciencia sobre la importancia de preservar las áreas ricas en fósiles.
- Apoyar la educación paleontológica, ofreciendo datos visualizados que pueden ser utilizados para ilustrar la evolución y los cambios en la biodiversidad de estas regiones.

Datos

Los datos para este proyecto provendrán de tres conjuntos de datos (Argentina, Antártida y Chile) extraídos del dataset de “ocurrences” de la Paleobiology Database (PaleoBioDB), una base de datos pública y ampliamente utilizada en investigaciones paleontológicas a nivel mundial. Este dataset contiene información detallada sobre fósiles encontrados en diversas ubicaciones geográficas y períodos geológicos.

Características de los datos:

Variables: Los datos incluyen múltiples atributos clave para el análisis, entre ellos se tienen:

Nombre aceptado: Nombre taxonómico de la especie fósil.

Rango taxonómico: Nivel taxonómico (especie, género, familia, etc.).

Ubicación geográfica: Coordenadas de latitud y longitud donde se encontró el fósil.

Período geológico: Intervalos de tiempo geológico (ej. Jurásico, Cretácico) en los que existieron las especies fósiles.

Ambiente sedimentario: Tipo de ambiente en el que se encontró el fósil (marino, terrestre, etc.).

Hábitos alimenticios: Información sobre el tipo de alimentación de la especie (carnívoro, herbívoro, omnívoro, etc.), cuando esté disponible.

Formato y volumen:

Formato: Los datos serán descargados en formato CSV.

Volumen: La base de datos contiene millones de registros fósiles, pero se descargarán aquellos correspondientes a Chile, Argentina y la Antártida. A continuación, el peso aproximado de cada dataset junto a sus filas y columnas:

Chile: El dataset tiene un tamaño aproximado de 19 MB, con 9.481 filas y 146 columnas.

Argentina: El dataset tiene un tamaño aproximado de 65 MB, con 31.881 filas y 146 columnas.

Antártida: El dataset tiene un tamaño aproximado de 22 MB, con 11.311 filas y 146 columnas.

Método de recolección de los datos:

Fuente pública: Los datos serán obtenidos mediante descargas directas de la página web Paleobiology Database (<https://paleobiodb.org/>). Esta base de datos es de acceso abierto y permite la reutilización de datos paleontológicos.

Muestra de los datos:

A continuación, se presenta un ejemplo de las principales columnas que se utilizarán en el análisis:

occurrence_no: Identificador único de cada fósil.

accepted_name: Nombre taxonómico aceptado del fósil.

early_interval y late_interval: Períodos geológicos donde vivió el fósil.

lat y lng: Coordenadas geográficas donde se encontró el fósil.

environment: Descripción del ambiente en que se encontró el fósil.

diet: Tipo de alimentación de la especie.

Estos datos serán clave para realizar el análisis comparativo y las visualizaciones geográficas, así como para responder las preguntas de investigación planteadas.

Repositorio de datos a utilizar: <https://github.com/ignaciopinilla/Proye-Imt2200>

Preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las especies fósiles más comunes en cada una de las tres regiones (Chile, Argentina y Antártida)?
2. ¿Qué diferencias y similitudes existen en la biodiversidad fósil entre estas regiones a lo largo de diferentes eras geológicas?
3. ¿Cómo varía la distribución de especies fósiles a lo largo del tiempo en cada región?
4. ¿Existen similitudes en la distribución de especies fósiles entre las costas de Chile y Argentina durante períodos geológicos específicos?

5. ¿Cómo se distribuyen las especies fósiles en las tres regiones según sus hábitos alimenticios, y qué nos puede decir esto sobre la estructura ecológica de la región en diferentes períodos geológicos?

Diseño tentativo

En el diseño tentativo se usarán los métodos computacionales y estadísticos que nos permitan interpretar y visualizar los patrones de distribución de fósiles a través de diferentes períodos geológicos. A continuación, los métodos que computacionales que se utilizarán:

1. Procesamiento y Limpieza de datos:

Para el procesamiento y limpieza de los datos extraídos de la Paleobiology Database, se emplearán herramientas de programación en Python, utilizando bibliotecas como Pandas y NumPy. Los datos serán filtrados por regiones geográficas y períodos geológicos de interés. Además, se eliminarán registros duplicados y se garantizará una correcta gestión de los valores nulos o faltantes, asegurando así la calidad y consistencia de los datos para el análisis posterior.

2. Análisis estadísticos descriptivos:

Se llevarán a cabo análisis estadísticos descriptivos para identificar las especies fósiles más comunes en cada una de las regiones. A través de estos análisis, se determinarán las distribuciones de frecuencia de las especies según el ambiente y el período geológico, lo que permitirá obtener una visión más clara de la composición paleobiológica de cada región.

3. Visualización geoespacial.

Para analizar correctamente la distribución geográfica de los fósiles, se emplearán técnicas de visualización geoespacial utilizando bibliotecas de Python como Matplotlib, GeoPandas, Folium, entre otros. Estas herramientas nos permitirán representar de manera visual e interactiva los patrones de distribución de los fósiles en las diferentes regiones geográficas.

4. Modelado de la distribución temporal:

Se evaluará cómo ha variado la distribución de especies fósiles a lo largo del tiempo, agrupando los datos por períodos geológicos y relacionando estos cambios con eventos geológicos importantes, como la separación de Gondwana por ejemplo.

5. Análisis comparativo de la diversidad:

Para comparar la diversidad de especies entre las regiones, se utilizarán índices de diversidad como el índice de Shannon o el índice de Simpson, que medirán la heterogeneidad y la

abundancia de especies. Estos análisis ayudarán a identificar posibles similitudes o diferencias en la biodiversidad fósil entre las regiones.

6.Agrupamiento y clasificación de especies fósiles:

Se implementarán técnicas de análisis de conglomerados (clustering), como k-means o jerárquico, para clasificar las especies fósiles en grupos con características similares, como hábitos alimenticios o ambientes sedimentarios. Estos grupos se analizarán para detectar patrones comunes entre las tres regiones.

Referencias:

- <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/por-que-chile-es-considerado-la-pieza-faltante-de-la-paleontologia-mundial/7OB7YAYGWJBERHAHYV5H6XQZHA/>
- <https://paleobiodb.org/#/>
- https://www.researchgate.net/publication/368875584_Variability_in_biological_diversity_of_dinosaurs_and_types_of_their_diet