



## **Resolución Consejo Directivo**

**Número:** RESCD-2023-2689-E-UBA-DCT#FCEN

CIUDAD DE BUENOS AIRES

Martes 19 de Diciembre de 2023

**Referencia:** EX-2023-06081922- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión  
11/12/2023

---

### **VISTO:**

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Geología, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado Métodos en Paleontología Cuantitativa para el año 2024,

### **CONSIDERANDO:**

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 11 de diciembre de 2023,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113º del Estatuto Universitario,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD**

**DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

## **R E S U E L V E:**

**ARTÍCULO 1º:** Aprobar el nuevo curso de posgrado Métodos en Paleontología Cuantitativa de 80 horas de duración, que será dictado por el Dr. Diego Pol.

**ARTÍCULO 2º:** Aprobar el programa del curso de posgrado Métodos en Paleontología Cuantitativa que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el primer cuatrimestre de 2024.

**ARTÍCULO 3º:** Aprobar un puntaje máximo de 4 (cuatro) puntos para la Carrera del Doctorado.

**ARTÍCULO 4º:** Establecer que el presente Curso no será arancelado (CATEGORÍA 1).

**ARTÍCULO 5º:** Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

**ARTÍCULO 6º:** Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase GEOLOGIA#FCEN y resérvese.

## **ANEXO**

### **PROGRAMA**

#### **Unidad 1: Fundamentos de la Paleontología Cuantitativa**

Conceptos de datos y de cuantificación en paleontología y el registro fósil. Historia y evolución de métodos cuantitativos en la Paleontología. Aplicación de métodos estadísticos a la paleontología. Principios de probabilidad en el análisis de datos fósiles. Estadísticas descriptivas y modelización para información paleontológica. Importancia de la estadística en la reconstrucción de la historia de la vida. Software utilizado para el análisis de datos paleontológicos, incluyendo PAST y manejo de datos paleontológicos básicos en R. Modelización y cuantificación descriptiva.

#### **Unidad 2: Análisis de Patrones de Biodiversidad**

Curvas de diversidad y métodos de estimación, incluyendo rarefacción y extrapolación. Métodos de contabilización de ocurrencias fósiles y rangos temporales de taxones. Manejo y análisis de Paleobiology Database. Aplicación de técnicas de muestreo avanzadas para la compensación de sesgos en el registro fósil. Interpretación estadística de los sesgos de preservación y muestreo. Análisis de tipos de diversidad en diferentes taxones y escalas temporales. Índices de diversidad y equidad y su interpretación en contextos paleo ecológicos y evolutivos. Evaluación de la fidelidad del registro fósil en la representación de la biodiversidad pasada y su uso en reconstrucciones ambientales y climáticas.

#### **Unidad 3: Análisis Cuantitativo de Formas y Morfometría Geométrica**

Fundamentos de la morfometría para la cuantificación de formas biológicas. Captura de datos morfométricos. Morfometría geométrica y tradicional y sus aplicaciones. Landmarks y semilandmarks: conceptos, adquisición, y digitalización. Tamaño vs. forma en morfometría. Análisis de Procrustes Generalizado. Métodos de superposición: Procrustes, Resistant Fit, EDMA. Ajuste y superposición de semilandmarks. ‘Thin plate spline’: transformación y visualización. Deformación de superficies en 2D y 3D. Herramientas de análisis multivariado y análisis factorial. Regresión multivariada. Alometría: asociación entre tamaño y forma. Discusión sobre la correlación de formas y funciones en contextos paleobiológicos. Interpretación de la variación morfológica en contextos filogenéticos y adaptativos.

#### Unidad 4: Disparidad Morfológica y Espacio Morfológico

Conceptualización de la disparidad morfológica. Cuantificación de la variabilidad morfológica. Morfospacios: definición y utilidad. Nichos ecológicos y morfológicos. Métodos de medición de la disparidad en base a diferentes tipos de datos. Análisis de coordenadas principales y de clústeres para grupos taxonómicos. Interpretación de los patrones de ocupación del morfoespacio a través del tiempo. Disparidad vs. diversidad: implicaciones evolutivas y ecológicas. Estudios de caso en variabilidad morfológica. Correlaciones ecológicas y funcionales de la disparidad morfológica.

#### Unidad 5: Métodos Cuantitativos en Filogenia

Cuantificación y codificación de morfología para la reconstrucción filogenética. Aplicación de Parsimonia y Métodos Bayesianos. Parsimonia, árboles de consenso, inestabilidad por entradas faltantes en paleontología. Calibración estratigráfica de árboles filogenéticos basados en ocurrencias fósiles. Modelos probabilísticos y Métodos Bayesianos para estimación de árboles filogenéticos con datos temporales (tip-dating). Análisis de soporte estadístico para hipótesis filogenéticas, influencia de taxones fragmentarios en análisis de parsimonia. Uso de software especializados en reconstrucción filogenética.

#### Unidad 6: Evolución de caracteres, tasas y tendencias evolutivas

Análisis de caracteres morfológicos, mapeos en árboles filogenéticos y reconstrucciones ancestrales. Tasas evolutivas: evaluación de la velocidad de cambio morfológico a lo largo del tiempo y entre clados, aplicación de modelos evolutivos. Modelos de cambio evolutivos, pruebas de modelos browniano, direccional y estabilizante y su ajuste a los datos fósiles. Caminatas aleatorias (random walks) y modelos de cambio morfológico. Series de tiempo en paleontología: identificación de tendencias evolutivas mediante el análisis de series temporales del registro fósil. Exploración de técnicas de series de tiempo para discernir tendencias evolutivas y eventos ecológicos en el registro fósil. Tendencias en dinámicas de especiación y extinción: implementación de modelos de nacimiento-muerte para inferir tasas de especiación y extinción a través de la historia evolutiva.

#### Unidad 7: Métodos Cuantitativos en Paleo biogeografía

Patrones de distribución fósil y sus implicaciones en la biogeografía histórica. Conceptos de dispersión y vicarianza en la interpretación de patrones biogeográficos. Delimitación de áreas biogeográficas para el registro fósil. Enfoques filogenéticos en la paleo biogeografía para inferir patrones de ancestralidad y dispersión. Análisis de eventos de vicarianza, dispersión y extinción a través de métodos cuantitativos basados en criterio de parsimonia y en métodos probabilísticos. Evaluación de cambios en la distribución geográfica en respuesta a eventos climáticos y geológicos.

## BIBLIOGRAFIA

Libros:

- Alroy, J., & Foote, M. (Eds.). (2010). "Quantitative Methods in Paleobiology". Paleontological Society Special Papers, 16.
- Benton, M.J., & Harper, D.A.T. (2009). "Introduction to Paleobiology and the Fossil Record." Wiley-Blackwell.
- Drummond, A. J., & Bouckaert, R. R. (2015). "Bayesian Evolutionary Analysis with BEAST". Cambridge University Press.
- Elewa, A. M. T. (Ed.). (2004). "Morphometrics: Applications in Biology and Paleontology". Springer.
- Felsenstein, J. (2004). "Inferring Phylogenies". Sinauer Associates.
- Foote, M., & Miller, A.I. (2007). "Principles of Paleontology." W.H. Freeman and Company.
- Goloboff, P. A. (2022). From observations to optimal phylogenetic trees: phylogenetic analysis of morphological data: Volume 1. CRC Press.
- Goloboff, P. A. (2022). Refining Phylogenetic Analyses: Phylogenetic Analysis of Morphological Data: Volume 2. CRC Press.
- Hammer, Ø. & Harper, D.A.T. (2006). "Paleontological Data Analysis." Blackwell Publishing.

- Lieberman, B. S. (2000). "Paleobiogeography: Using Fossils to Study Global Change, Plate Tectonics, and Evolution". Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Monteiro, L. R. (Ed.). (2013). "Morphometrics with R". Springer.
- MacLeod, N., & Forey, P. L. (Eds.). (2002). "Morphology, shape and phylogeny". CRC Press.
- Soul, L. C., & Wright, D. F. (2021). Phylogenetic comparative methods: a user's guide for paleontologists. Cambridge University Press.
- Upchurch, P., McGowan, A. J., & Slater, S. C. (Eds.). (2011). "Palaeogeography and Palaeobiogeography: Biodiversity in Space and Time". CRC Press.
- Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., & Sheets, H. D. (2012). "Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer". Elsevier.

Artículos:

- Foote, M. (1997). "The Evolution of Morphological Diversity". *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28, 129-152.
- Foote, M., & Sepkoski, J. J. (1999). "Morphological Diversity in the Evolutionary Radiation of Paleozoic and Post-Paleozoic Crinoids". *Paleobiology*, 25(sp2), 1-115.
- Guillerme, T., Cooper, N., Brusatte, S. L., Davis, K. E., Jackson, A. L., Gerber, S., ... & Donoghue, P. C. (2020). Disparities in the analysis of morphological disparity. *Biology letters*, 16(7), 20200199.
- Harmon, L. J., Losos, J. B., Jonathan Davies, T., Gillespie, R. G., Gittleman, J. L., Bryan Jennings, W., ... & Ricklefs, R. E. (2010). "Early bursts of body size and shape evolution are rare in comparative data". *Evolution*, 64(8), 2385–2396.
- Hunt, G. (2007). "The relative importance of directional change, random walks, and stasis in the evolution of fossil lineages". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(47), 18404–18408.
- Kemp, T. S. (2007). "The concept of correlated progression as the basis of a model for the evolutionary origin of major new taxa". *Proceedings of the Royal Society B*:

Biological Sciences, 274(1621), 1667–1673.

- Kuo, P. C., Benson, R. B., & Field, D. J. (2023). The influence of fossils in macroevolutionary analyses of 3D geometric morphometric data: A case study of galloanseran quadrate. *Journal of Morphology*, 284(6), e21594.
- Mongiardino Koch, N., Garwood, R. J., & Parry, L. A. (2021). Fossils improve phylogenetic analyses of morphological characters. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1950), 20210044.
- Mitchell, J. S., Etienne, R. S., & Rabosky, D. L. (2019). Inferring diversification rate variation from phylogenies with fossils. *Systematic Biology*, 68(1), 1-18.
- Pie, M. R., & Weitz, J. S. (2005). "A null model of morphospace occupation". *The American Naturalist*, 166(4), E1–E13.
- Pol, D., & Goloboff, P. A. (2020). The impact of unstable taxa in coelurosaurian phylogeny and resampling support measures for parsimony analyses.
- Puttick, M. N., Guillerme, T., & Wills, M. A. (2020). The complex effects of mass extinctions on morphological disparity. *Evolution*, 74(10), 2207-2220.
- Raup, D. M., & Sepkoski, J. J. (1982). "Mass extinctions in the marine fossil record". *Science*, 215(4539), 1501–1503.
- Sanmartín, I., & Ronquist, F. (2004). "Southern Hemisphere biogeography inferred by event-based models: Plant versus animal patterns". *Systematic Biology*, 53(2), 216–243.
- Uyeda, J. C., Hansen, T. F., Arnold, S. J., & Pienaar, J. (2011). "The million-year wait for macroevolutionary bursts". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(38), 15908–15913.

Digitally signed by MARTI Marcelo Adrian  
Date: 2023.12.19 11:41:02 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Marcelo Martí  
Secretario  
Secretaría de Posgrado  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Digitally signed by LEVI Valeria  
Date: 2023.12.19 17:03:17 ART  
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Valeria Levi  
Vicedecana  
Decanato  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales