

CURSO DE POSTGRADO

INTRODUCCIÓN A LA MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA

DOCENTE/S: Dr. Jorge Esteve Serrano, Dra. Fernanda Serra (ayudante de clases prácticas)

MODALIDAD: Presencial

FUNDAMENTACIÓN

El estudio de la configuración biológica ha fascinado a los investigadores desde los tiempos de Charles Darwin. Comprender y analizar las variaciones en la forma es esencial para desentrañar la evolución y el desarrollo de los organismos. La capacidad de evaluar la diversidad de la forma orgánica ha llevado a la creación de diversas metodologías, desde enfoques simples basados en análisis bivariantes hasta aproximaciones más complejas que emplean análisis multivariantes.

Dentro de las técnicas de análisis más avanzadas se destaca la morfometría geométrica. Este método utiliza coordenadas espaciales, lo que facilita la comparación tanto entre individuos como entre poblaciones diferentes. La variación en las coordenadas espaciales entre individuos o poblaciones permite visualizar de manera gráfica la diversidad de la forma orgánica en su conjunto, en lugar de representarla simplemente como puntos en un gráfico. Sin embargo, surge la pregunta de si los resultados son verdaderamente representativos, por lo que la implementación de estadística matemática es fundamental en la validación de los resultados.

Este curso ofrecerá, a través de clases teórico-prácticas, las herramientas computacionales fundamentales, desde la digitalización y recopilación de datos espaciales, pasando por su visualización gráfica, hasta llegar a las herramientas de análisis y evaluación estadística de los resultados. La morfometría geométrica ha demostrado ser invaluable no solo en biología y paleontología, sino también en disciplinas como arqueología, antropología, medicina y tafonomía. Por lo tanto, se utilizarán diversos ejemplos en este curso para familiarizar al estudiante con diversas problemáticas.

Un curso de morfometría geométrica proporciona a los participantes una serie de competencias y habilidades que son fundamentales para entender y aplicar esta técnica en diversos campos. Algunas de las competencias que se pueden adquirir en un curso de morfometría geométrica incluyen:

1. Entender los fundamentos teóricos de la morfometría geométrica, incluyendo conceptos como coordenadas espaciales, variabilidad morfológica y agometría.
2. Adquirir habilidades en el uso de herramientas computacionales para la digitalización de datos espaciales y la manipulación de conjuntos de datos morfométricos.

3. Aprender técnicas de digitalización y toma de datos para capturar información morfológica de manera precisa y eficiente.
4. Utilizar software especializado para visualizar gráficamente datos morfométricos, permitiendo una comprensión más profunda de las variaciones en la forma.
5. Aplicar métodos estadísticos para analizar y evaluar la variabilidad morfológica, incluyendo pruebas de significancia y otras herramientas estadísticas relevantes.
6. Desarrollar la capacidad de interpretar de manera crítica los resultados obtenidos a partir de análisis morfométricos, comprendiendo su relevancia en el contexto biológico o científico específico.
7. Aplicar los conceptos de morfometría geométrica en diferentes campos, como biología, paleontología, arqueología, antropología, medicina y tafonomía.
8. Desarrollar habilidades para abordar problemas y desafíos específicos relacionados con la variabilidad morfológica, utilizando enfoques morfométricos como herramientas de resolución.
9. Aprender a comunicar de manera efectiva los hallazgos morfométricos, tanto de forma escrita como oral, en un contexto científico.

Estas competencias permiten a los participantes aplicar la morfometría geométrica como una herramienta valiosa en la investigación y el análisis morfológico, contribuyendo al entendimiento de la variabilidad en la forma biológica en diferentes disciplinas científicas.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este curso es brindar conocimiento y herramientas, tanto teóricas como prácticas, para aplicar el método de morfometría geométrica en la investigación científica.

OBJETIVOS PARTICULARES

1. Adquirir los conocimientos básicos de Morfometría Geométrica.
2. Digitalización adecuada de especímenes en cada caso de estudio.
3. Adquirir las habilidades necesarias para el manejo de los distintos softwares.
4. Comprender la variación de la forma intra- e interespecífica.
5. Analizar estadísticamente la variación de la forma y comprender su significado.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Introducción, conceptos básicos, datos morfométricos, aproximación en 2D y 3D, software disponible, principales métodos en morfometría geométrica, aspectos teóricos y prácticos de implementación.

PROGRAMA ANALÍTICO

1. Introducción: antecedentes, forma, tamaño y morfología biológica.
2. Datos morfométricos: equipamiento, landmarks, semilandmarks y contornos. Aproximación en 2D y 3D. Mediada de error.
3. Softwares disponibles, ventajas e inconvenientes. Práctica: recolección de coordenadas
4. Métodos de superposición: *Partial Procrustes Superimposition*, *Procrustes superimposition*, *Bookstein's edge matching*. Visualizando formas y cambios de forma.
5. Estudio de la variación de la forma I: *Vectors of Landmark Displacement*, *Thin-Plate Spline Deformation Grids*.
6. Estudio de la variación de la forma II: PCA de *Landmark Coordinates* o *Warp Scores*. Cuantificación y comparación estadística de la variación de la forma.
7. Adquisición de experiencia práctica en la adquisición y en el tratamiento de datos utilizando R, particularmente los paquetes *Stereomorph* y *geomorph*. Se cubrirán las etapas principales de un análisis morfométrico en R: recopilación de datos, tratamiento estadístico de la variación en la morfología y visualización de patrones de variación.
8. Distinguir grupos: CVA y análisis discriminante. Evaluación estadística de la diferencia de forma media. Práctica: trabajo en grupo.
9. Regresión y alometría. Práctica: trabajo en grupo.
10. Covariación entre la forma y variables independientes: PLS.
11. Simetría y asimetría.
12. Integración morfológica y modularidad.
13. Presentación de un proyecto final individual en donde se apliquen los conceptos aprendidos.

DESTINATARIOS

Profesionales o estudiantes de postgrado en ciencias de la Tierra (preferentemente geólogos, geoquímicos, químicos, físicos, agrónomos, biólogos).

CUPO: 20

MODALIDAD TEÓRICA-PRÁCTICA:

Se realizarán clases teóricas por parte del profesor en las cuales se expondrán los conceptos y fundamentos. Además, se combinará con clases prácticas usando el software libre accesible de uso común por la comunidad científica (R, PAST, IMP y MorphoJ). Las presentaciones de cada clase, así como ejemplos prácticos estarán disponibles en la plataforma web de la Universidad de Córdoba (Argentina). Los seminarios-discusiones se realizarán sobre la base de artículos científicos, usando bases de datos proporcionadas por el profesor y/o bases de datos propias de los estudiantes (i.e. series de fotografías de ejemplares).

EVALUACIÓN:

Presentación de un proyecto final individual en donde se apliquen los conceptos aprendidos.

El proyecto debe contar con:

Introducción: Pregunta científica, hipótesis y objetivos.

Metodología: Cómo aplicaría los conceptos aprendidos en el curso, de qué manera llevaría a cabo el análisis del problema

Presentación de posibles resultados y discusión.

CARGA HORARIA: (indicar frecuencia del dictado de clases)

Curso de 30 horas y 1 semana de duración:

1. 21 horas presenciales: 3 horas de teoría seguida de una introducción a los ejercicios prácticos y práctica. El último día se destinarán 6 horas a la presentación de los proyectos y discusiones.
2. 9 horas de práctica no presencial.

MATERIAL:

Los estudiantes necesitarán de un laptop para poder realizar la parte práctica del curso. El software es de código abierto y acceso libre. Cada estudiante puede usar su propio material ya fotografiado como caso de estudio. Para aquellos estudiantes que no tengan una colección para poder usar en el curso se les proporcionará ejemplares fósiles o animales actuales ya fotografiados.

REQUERIMIENTOS: aula con WiFi, cañón con conexión hdmi o adaptador, pizarrón.

FECHA: 16 – 27 de septiembre del 2024

HONORARIOS: SIN HONORARIOS

BIBLIOGRAFÍA

Klingenberg C.P. 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*. 11: 353–357

Klingenberg C.P. 2014. Studying morphological integration and modularity at multiple levels: concepts and analysis. *Philosophical transactions of the royal society b: biological sciences*. 369: 20130249.

Klingenberg C.P. 2015. Analyzing fluctuating asymmetry with geometric morphometrics: concepts, methods, and applications. *Symmetry*. 7: 843–934.

Klingenberg C.P. 2016. Size, shape, and form: concepts of allometry in geometric morphometrics. *Development Genes and Evolution*. 226: 113–137

Webster, M., & Sheets, H. D. 2010. A practical introduction to landmark based geometric morphometrics. In J. Alroy and G. Hunt (eds). *Quantitative Methods in Paleobiology*. Paleontological Society Papers. Vol. 16. Published by the Paleontological Society and printed by Yale University Printing and Publishing Services, New Haven, CT. 163–188

Zelditch, M., Swiderski, D., Sheets, D.H. & Fink, W. 2004: *Geometric Morphometrics for Biologists*, 1–478. Academic Press, San Diego