

## Introducción a la Morfometría Geométrica y sus aplicaciones en Biología Evolutiva y Paleontología

### Motivación y objetivos del curso

Hace 20 años, se proclamaba una "revolución" en la morfometría ya que los análisis clásicos, basados en mediciones lineales, estaban siendo suplantados por enfoques geométricos usando coordenadas. Desde aquel entonces, la Morfometría Geométrica ha madurado hasta consolidarse como una disciplina rica y cohesiva que abarca de manera completa el estudio de la variación y covariación de las morfologías de los seres vivos. Esto llevó a su adopción por parte de todas las disciplinas con interés en analizar de manera efectiva los cambios morfológicos, sus causas y patrones (biología Evolutiva, del desarrollo, Paleontología, Sistemática, etc) con la consecuente demanda de información y cursos al respecto. Además, lejos de haber terminado, el desarrollo teórico de la MG está en plena reformulación y consolidación. Nuevos métodos y aplicaciones innovadoras, desarrollos de software y equipos están constantemente apareciendo en la literatura especializada mientras que se va adquiriendo, así mismo, una mejor comprensión de las metodologías más clásicas.

Este curso busca proporcionar una introducción al análisis cuantitativo del tamaño y conformación de los organismos haciendo una exploración de los distintos métodos de colección y análisis de datos. Se buscará cubrir las aplicaciones en los diversos estudios evolutivos y paleontológicos incluyendo potenciales errores, mal interpretaciones o sesgos que pueden ser ignorados incluso por profesionales iniciados en el tema.

**Profesor responsable:** Dr. Ignacio M. Soto

**Docentes colaboradores:** Dr. Raúl O. Gómez, Dra Valeria Carreira y Dr. Eduardo Soto.

**Total de horas teórico-prácticas:** 48 (cuarenta). Son 20 horas de teóricas, 12 horas de laboratorio (3 Trabajos prácticos) y 16 horas de seminarios que incluyen la discusión de trabajos publicados y la presentación de un análisis original de cada alumno.

**Formato de dictado:** Lunes a Sábado, 8 hs diarias.

### Programa analítico

1. Introducción al estudio de la Morfología. Desarrollo histórico. Conceptos y principios filosóficos aplicados a la morfología en Biología. Morfometría tradicional y geométrica. El desarrollo de la Morfometría en los últimos 20 años.
2. La base matemática detrás de la Morfometría Geométrica. Capturas de la geometría de los especímenes: Criterios, tipo de datos y equipos para su colecta. Precisión y exactitud.

Dra. IRINA IZAGUIRRE  
DIRECTORA  
DPTO. ECOLOGIA GENETICA Y EVOLUCION



3. Cuantificación de las morfologías. Utilización de *landmarks* y contornos. Superposición de Procrustes y Análisis de Elípticos de Fourier. Estudios en 3 dimensiones
4. Tamaño, conformación y forma. Tamaño versus conformación: el tratamiento y estudio de los efectos alométricos.
5. Visualizaciones e interpretaciones del cambio morfológico. Rejillas de Deformación, Deformaciones Parciales, Relativas, Trayectorias fenotípicas.
6. Análisis estadísticos asociados a la Morfometría. Estudios Multivariados (Componentes Principales, Análisis Discriminantes), Análisis de Varianza (ANOVAS; MANOVAS; MANCOVAS), técnicas de remuestreo y estimación de distribuciones nulas.
7. Aplicación de la MG a estudios biológicos/ paleontológicos: Tipos de asimetría y análisis de la asimetría de la conformación. Trayectorias ontogenéticas. Morfologías en un contexto filogenético: Determinación de patrones de evolución morfológica, filomorfoespacios, trayectorias evolutivas.

### Forma de evaluación

Cada alumno deberá realizar un trabajo final escrito, el cual deberá ser entregado vía correo electrónico (tiempo máximo de entrega: dos semanas desde la finalización del curso).

### Recursos necesarios para el dictado del curso

Para el dictado del curso se requiere un cañón para proyectar las clases (el docente llevará su propia computadora portátil). Para los trabajos prácticos se requiere que los alumnos tengan a disposición ordenadores durante la clase (cantidad mínima de ordenadores: 1 ordenador cada dos alumnos). Los alumnos podrían utilizar su propio ordenador (de existir esa posibilidad).

**Fecha de dictado tentativo: Diciembre 2013/ Febrero 2014**

### Bibliografía

- Adams D.C., Rohlf FJ and D. E. Slice. 2004 Geometric Morphometrics: Ten Years of Progress Following the 'Revolution' *Ital. J. Zool.*, 71:5-16
- Adams, D.C. and E. Otárola-Castillo. 2013. geomorph: an R package for the collection and analysis of geometric morphometric shape data. *Methods in Ecology and Evolution*. 4:393-399
- Adams, D. C. and Rohlf F. J. 2000. Ecological character displacement in *Plethodon*: biomechanical differences found from a geometric morphometric study. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 97, 4106-4111.
- Bookstein FL (1996) Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis. *Bulletin of Mathematical Biology*, 58, 313-365.

  
Dra. IRINA IZAGUIRRE  
DIRECTORA  
DPTO. ECOLOGIA GENETICA Y EVOLUCION



Cardini, A & A. Loy 2013. Virtual Morphology and Evolutionary Morphometrics in the new millennium. *Hystrix* 24 (1): 1-140.

Claude, J. 2008. *Morphometrics with R*. Springer, New York.

Collyer, M. L. and D.C. Adams. 2013. Phenotypic trajectory analysis: Comparison of shape change patterns in evolution and ecology. *Hystrix*. (In Press)

Elewa A.M.T. 2010. *Morphometrics for non morphometricians*. Springer Heilderberg, New York.

Gerber, S., Eble, G. J. & Neige, P. 2008. Allometric space and allometric disparity: a developmental perspective in the macroevolutionary analysis of morphological disparity. *Evolution* 62, 1450–1457.

Iwata H and Y Ukai. 2002. SHAPE: A Computer Program Package for Quantitative Evaluation of Biological Shapes Based on Elliptic Fourier Descriptors. *Journal of Heredity* 93: 384-385

Klingenberg, C. P. 2009. Morphometric integration and modularity in configurations of landmarks: Tools for evaluating a-priori hypotheses. *Evol. Dev.* 11, 405–421.

Klingenberg C. P. 2010. Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. *Nature Reviews Genetics*, 11,623–635.

Klingenberg CP and Gidaszewski NA. 2010. Testing and quantifying phylogenetic signals and homoplasy in morphometric data. *Systematic Biology*, 59, 245–261.

Klingenberg CP and Leamy LJ. 2001. Quantitative genetics of geometric shape in the mouse mandible. *Evolution*, 55, 2342–2352.

Klingenberg C. P. and McIntyre G. S. 1998. Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of fluctuating asymmetry with Procrustes methods. *Evolution*, 52, 1363–1375.

Klingenberg, C.P. and Monteiro, L. R. 2005. Distances and directions in multidimensional shape spaces: implications for morphometric applications. *Systematic Biology*, 54, 678–688.

Klingenberg, C. P. and Zaklan, S. D. 2000. Morphological integration between developmental compartments in the *Drosophila* wing. *Evolution*, 54, 1273–1285.

Monteiro, L. R. & Nogueira, M. R. 2010. Adaptive radiations, ecological specialization, and the evolutionary integration of complex morphological structures. *Evolution* 64, 724–744.

Rohlf, F. J., and L. F. Marcus. 1993. A revolution in morphometrics. *TREE* 8: 129-132.

Sidlauskas, B. Continuous and arrested morphological diversification in sister clades of characiform fishes: a phylomorphospace approach. *Evolution* 62, 3135–3156 (2008).

Zelditch, M. L., D.L. Swiderski, H. D. Sheets, and W.L. Fink. 2004. *Geometric Morphometrics for Biologists – A primer*. Elsevier Academic Press, London, UK. 443 pp.

Dra. IRINA IZAGUIRRE  
DIRECTORA

UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Referencia Expte. N° 485.606/06

Buenos Aires,

04 DIC 2013

**VISTO**

la nota del 24/09/2013 de la Dra. Irina Izaguirre Directora del Departamento de Ecología, Genética y Evolución, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Introducción a la morfometría geométrica y sus aplicaciones en biología evolutiva y paleontología**, que será dictado durante el segundo cuatrimestre de 2013 (del 9 al 14 de diciembre de 2013) por el Dr. Ignacio M. Soto con la colaboración del Dr. Raúl Gómez, la Dra. Valeria Carreira y el Dr. Eduardo Soto,

**CONSIDERANDO:**

lo actuado por la Comisión de Doctorado el 26/11/2013,  
lo actuado en la Comisión de Enseñanza, Programas, Planes de Estudio y Posgrado  
lo actuado en la Comisión de Presupuesto y Administración  
en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo N° 117 del Estatuto Universitario,

EL DECANO DE LA FACULTAD DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
"AD-REFERENDUM" DEL CONSEJO DIRECTIVO  
**RESUELVE:**

**Artículo 1°:** Autorizar el dictado del curso de posgrado **Introducción a la morfometría geométrica y sus aplicaciones en biología evolutiva y paleontología** de 48 horas de duración.

**Artículo 2°:** Aprobar el programa del curso de posgrado **Introducción a la morfometría geométrica y sus aplicaciones en biología evolutiva y paleontología**, obrante a fs 65 - 67 del expediente de la referencia.

**Artículo 3°:** Aprobar un puntaje máximo de dos (2) puntos para la Carrera de Doctorado.

**Artículo 4°:** Aprobar un arancel de 300 módulos. Disponer que los montos recaudados sean utilizados conforme a lo dispuesto por Resolución CD N° 072/03.

**Artículo 5°:** Comuníquese a la Dirección del Departamento de Ecología Genética y Evolución; a la Biblioteca de la FCEN y a la Subsecretaría de Postgrado con fotocopia del programa (fs 65 - 67). Comuníquese a la Dirección de alumnos sin fotocopia del programa. Cumplido archívese.

3954

Resolución D N° \_\_\_\_\_  
SP/iga/27/11/2013

Dr. JORGE ALIAGA  
SECRETARÍA ACADÉMICA AUXILIAR

Dr. JORGE ALIAGA  
DECANO