

## **13. MOOC: ingeniería inversa como método de aprendizaje de la anatomía animal**

**Luz Calia Miramontes Sequeiros<sup>1</sup>, Antonio Palanca Soler<sup>2</sup> y  
Nicolás Palanca Castán<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Laboratorio de Anatomía Animal, Facultad de Biología, Universidad de Vigo, España

<sup>3</sup>Laboratorio de Anatomía Animal, Facultad de Biología, Universidad de Vigo, España y  
Departamento de Neurociencia, Carl von Ossietzky University, School of Medicine and  
Health Sciences, Oldenburg, Alemania

### **Resumen**

Presentamos un MOOC basado en el aprendizaje que se genera gracias al intercambio de información y la participación en una enseñanza conjunta, utilizando la más moderna tecnología en la interacción con los alumnos. Es un intento de salirse de la homogeneidad estática de los conocimientos y permitir al alumno desarrollar todo su potencial investigador aplicando ingeniería inversa al estudio de la anatomía animal y profundizando para ello en el estudio de su funcionamiento hasta llegar a entender dicha anatomía. La plataforma que utilizamos es de desarrollo propio y fue creada con el objetivo de responder a situaciones educativas y además es gestionada, sin ánimo de lucro, por la Fundación Laboratorio de Anatomía Animal. <http://fundacionanatomia.es/MOOC/>.

### **Palabras clave**

MOOC, biología, ingeniería inversa, anatomía animal.

### **Los cursos en línea masivos y abiertos y la innovación educativa**

Conocidos como MOOCs (*Massive Online Open Courses*) están orientados al aprendizaje y conllevan pruebas de evaluación, tienen carácter masivo, no requieren la asistencia a un aula y sus materiales son accesibles en internet de forma gratuita (Siemens, 2005). Existen diferentes tipos de MOOCs, en función de los objetivos, metodologías y resultados que se esperan (Daniel, 2012; Siemens, 2012).

### **Nuestro MOOC**

Este MOOC es un intento de salirse de la homogeneidad estática de los conocimientos y permitir al alumno desarrollar todo su potencial investigador, apli-

cando los métodos de la ingeniería inversa al estudio de la anatomía animal, lo que supone profundizar en el estudio de su funcionamiento hasta el punto de que podamos llegar a entenderla.

La atención es individualizada respetando la diversidad de los alumnos y adaptándose a sus conocimientos previos y a su capacidad. Se requiere que el alumno disponga de un ordenador y conexión a internet. Se tiene la opción de utilizar un software libre. Los materiales didácticos son gratuitos. No existen tasas por matrícula y los certificados que se soliciten tienen un coste mínimo para poder mantener el campus virtual.

Con el fin de proporcionar una primera ayuda para manejar el software que utilizaremos a lo largo del curso, se ponen a disposición del alumno unas guías o tutoriales que ayudarán a la instalación y a dar los primeros pasos en cada uno de los programas informáticos libres como el MorphoJ, Tpsdig, Geogebra, Blender, Gimp, Mesquite, Diva-Gis, Grass-Gis, Xfuzzy, R, Abaqus, AnimatLab, Kinovea, OpenSim, Scratch, WinMorph, JFLAP, Pajek, SoundRuler, etc... y compararlos con otros comercializados como CorelPhotoPaint, Matlab, SPSS, Global Mapper, AutoCAD Map 3D, 3dsMax, Sound Forge, Melodyne, etc.

Se ofertan una serie de temas cuyo orden de selección será recomendado por el profesor atendiendo a los conocimientos y la experiencia previa del alumno. Tenemos ya preparados: mamíferos cetáceos odontocetos, peces teleósteos, anfibios anuros del género rana, y mamíferos carnívoros cánidos. Otros temas como lepidópteros ropalóceros o el roedor *Mus musculus*, están en preparación.

En el presente curso utilizamos todos los recursos disponibles metodológicamente: la abducción, la deducción y la inducción, a fin de lograr una comprensión integral del tema planteado: la abducción y la deducción para obtener una comprensión conceptual del fenómeno y la inducción para la verificación cuantitativa. En la etapa de la abducción el objetivo es explorar los datos, encontrar patrones de comportamiento y sugerir premisas plausibles. La deducción se utiliza para construir hipótesis lógicas y verificables fundadas en las premisas, en anteriores trabajos y en la bibliografía existente en este momento y la inducción es la verificación de las hipótesis a fin de asentar tesis o principios nuevos.

Las etapas, cuando se finalicen correctamente por parte del alumno, serán justificadas una a una o en su conjunto mediante un certificado a petición del interesado. Los trabajos parciales o finales pueden ser publicados en nuestras revistas *online* (*Revista de Fenología y Anatomía; Atlas de Anatomía Animal*) para respetar los derechos de autor y permitir ser citados, sin perjuicio de, según su calidad e interés, poder ser enviados a revistas científicas indexadas.

### **Ejemplo del desarrollo del tema: cetáceos odontocetos**

Los objetivos son:

1.- Conseguir a lo largo de 10 ejercicios aprender a procesar fotografías anatómicas mediante un software básico con el fin de abordar una investigación en anatomía animal comparada y su presentación a partir de un material puesto a disposición del alumno por la Fundación Laboratorio de Anatomía Animal.

2.- Adquirir conocimientos avanzados sobre el cráneo de los mamíferos, con especial referencia a los cetáceos odontocetos.

3.- Capitalizar las debilidades de las técnicas morfométricas y la falta de atención de los anatomistas a las propiedades de la geometría paramétrica aplicada por ingenieros y matemáticos a otro tipo de problemas, para obtener, en el campo de los cetáceos odontocetos, conclusiones que pueden alcanzar un gran interés científico.

4.- Encontrar nuevas ideas en el campo de la anatomía animal comparada y evolución. Aprender a aceptar riesgos creativos, ser críticos, autónomos intelectuales y estar en condiciones de enfrentarse a las fronteras del conocimiento.

*Material a disposición del alumno:*

1.- Selección de fotografías de 18 cráneos de diferentes especies en vista dorsal y caudal, correspondientes a las especies representadas en nuestro banco de datos de 414 fotografías de cráneos de 27 especies de cetáceos odontocetos obtenidas por nosotros en el Museo de Historia Natural de París.

2.- 45 radiografías en vista dorso-ventral y lateral de cráneos de *Delphinus delphis* del archivo del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles (Los Angeles County National History Museum).

3.- Fotografías de 10 secciones de cráneo de *Phocena phocena* preparadas a partir de material congelado del “Húsavík Whale Museum” (Islandia).

*Ejercicios propuestos:*

Ejercicio 1.- Utilizando la selección de 18 fotografías en vista dorsal obtener matrices de morfocoordenadas a partir de *landmarks* anatómicos utilizando el software Tpsdig.

Ejercicio 2.- Procesar las matrices de morfocoordenadas y poner de manifiesto los cambios de forma mediante el software MorphoJ.

Ejercicio 3.- Utilizando la selección de 18 fotografías en vista dorsal ajustarlas a un modelo geométrico provisional mediante el software Geogebra.

Ejercicio 4.- Obtener matrices de morfocoordenadas a partir de los *landmarks* matemáticos utilizando el software Tpsdig.

Ejercicio 5.- Proceso de la matriz de morfocoordenadas mediante el software MorphoJ.

Ejercicio 6.- Obtención de modelos explicativos de la variación interespecífica. Las geometrías de los modelos deben ser simples y representar una proyección en el plano de un “sólido primitivo” en caso de estar trabajando en 2D o al propio sólido (prisma rectangular, esfera, cilindro, cono, cuña, toroide) en el caso de 3D. Utilizaremos el software Geogebra (para 2D) y el Blender (para 3D).

Ejercicio 7.- Pasar a tablas los valores de los diferentes parámetros y ver sus relaciones. Utilizaremos el software R, Pajek y Mesquite. Si la morfogénesis sigue unas proporciones primarias preestablecidas a lo largo de la evolución, solo hará falta dar valores a un solo parámetro para que se forme una u otra representación de la anatomía completa. Los valores representarán de alguna forma a la especie y el intervalo de los mismos a agrupaciones taxonómicas superiores.

Ejercicio 8.- Utilizando la selección de 18 fotografías en vista caudal correlacionar nuevos valores calculados en esta vista con los valores de los parámetros obtenidos anteriormente en vista dorsal. Se puede emplear el software Geogebra.

Ejercicio 9.- Repetir los 8 primeros ejercicios estudiando la variación intraespecífica de las especies con mayor número de ejemplares fotografiados.

Ejercicio 10.- Completar los modelos tomando en cuenta las radiografías de *Delphinus delphis* y las secciones longitudinales y transversales de *Phocena phocena*.

De cada ejercicio se ponen ejemplos de resultados obtenidos por los colaboradores que participaron en la puesta a punto de este MOOC. Así, para el ejercicio primero, la ayuda consistiría en un ejemplo de definición de los *landmarks* anatómicos. Para ello habría que bajar el archivo Zip con el procesamiento de 159 imágenes de cráneos de odontocetos en vista dorsal y los 159 archivos correspondientes a las matrices de morfocoordenadas en \*.tps, abrir los archivos \*.tps con el software Tpsdig, y verificar el código que se puede ver en un programa de lector de \*.txt como el Bloc de notas.

También se adjunta un diccionario anatómico de términos científicos sobre las anatomías estudiadas y que facilitarán al alumno la presentación de sus trabajos.

### **Plataforma virtual utilizada <http://fundacionanatomia.es/MOOC/>**

La plataforma es de “desarrollo propio” y su objetivo es responder a situaciones educativas sin perseguir un objetivo económico. Está sostenida por la Fundación Laboratorio de Anatomía Animal, que fue creada en el año 2000, por iniciativa de nuestro equipo de investigación con el objetivo de promover, asesorar, gestionar e incentivar actividades cuyo fin es tanto el conocimiento como la gestión integrada de los espacios naturales (ver servidor web <http://www.anatolab.es>). La planificación, diseño y complejidad depende exclusivamente de nuestras necesidades docentes, disponiendo de todos los recursos de las nuevas tecnologías, no viéndose restringida por contenidos o materiales de aprendizaje de otras plataformas.

### Referencias bibliográficas

Atlas de Anatomía Animal. Disponible en: <http://fundacionanatomia.es/fundacion/revistas.html>.

Daniel, J. (2012). Making Sense of MOOCs: Musings in a Maze of Myth, Paradox and Possibility. *Journal of Interactive Media in Education*, 3, diciembre.

Revista de Fenología y Anatomía. Disponible en: <http://fundacionanatomia.es/fundacion/revistas.html>.

Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning (ITDL)*, enero.

Siemens, G. (2012). MOOCs are really a platform. *Elearnspace*, 25 de julio.

# PRESENTE Y FUTURO PRESENTE E FUTURO DE LA DOCENCIA UNIVERSITARIA DA DOCENCIA UNIVERSITARIA



PEDRO MEMBIELA  
NATALIA CASADO  
M.<sup>a</sup> ISABEL CEBREIROS  
(EDITORES)



# SEPARATA

**EE** EDUCACIÓN  
DITORA



**Presente y futuro  
de la docencia universitaria**

**Presente e futuro  
da docencia universitaria**

Pedro Membiela, Natalia Casado y M<sup>a</sup> Isabel Cebreiros (editores)

**Educación Editora**

Edita Educación Editora

Roma 55, Barbadás 32930 Ourense

*email:* [educacion.editora@gmail.com](mailto:educacion.editora@gmail.com)

Imprime: Tórculo Comunicación Gráfica, S.A.

ISBN: 978-84-15524-28-1

D.L.: OU 118-2016