

# Desarrollo de tutoriales para promover el auto-aprendizaje entre estudiantes de postgrado.

María Puig<sup>\*</sup>, Theocharis A. Plomaritis<sup>\*+</sup>, Irene Laiz<sup>\*\*</sup>, Juan José Muñoz Pérez<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, <sup>+</sup>Centro de Investigación Marino y ambiental (CIMA), Universidad de Algarve (Portugal), <sup>\*\*</sup> Departamento de Física Aplicada, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz.

[maria.puig@uca.es](mailto:maria.puig@uca.es)

**RESUMEN:** Gran parte de los graduados en Ciencias del Mar o disciplinas similares carecen de una formación básica en programación científica y modelización numérica. Como consecuencia, cuando acceden a ciertos estudios de postgrado, encuentran grandes dificultades para seguir los contenidos de muchas asignaturas. Otra consecuencia directa de esta falta de formación es que, el profesor se ve obligado a reducir el programa de la asignatura. Varios profesores han llevado a cabo un esfuerzo cooperativo para promover el auto-aprendizaje de los alumnos. Se desarrollaron tutoriales centrados en dos asignaturas del Máster de Oceanografía que consistieron en: (i) una guía para la lectura, tratamiento y representación gráfica de datos oceanográficos y meteorológicos con Matlab y (ii) una aplicación interactiva para visualizar, evaluar y analizarlos resultados del modelo morfodinámico XBEACH-G. En general, esta metodología incrementó el nivel de satisfacción de los estudiantes con las asignaturas implicadas, ya que les proporcionó un método de aprendizaje activo, flexible y autónomo. Además, este aumento en la motivación les permitió entender el gran potencial de la programación científica y los modelos numéricos y su relevancia tanto para la investigación académica como para el sector empresarial. El uso de los tutoriales demostró ser una estrategia de educación inclusiva capaz de atender las necesidades de estudiantes con diferentes grados de formación, aptitud y capacidad de aprendizaje, generando por lo tanto un ambiente de aprendizaje más eficiente en el que todos los estudiantes, protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje, pudieron desarrollar su máximo potencial de manera progresiva a su propio ritmo. Por último, el trabajo cooperativo entre el profesorado, que se ha convertido a día de hoy en una nota distintiva del sistema educativo actual, permitió el intercambio de ideas y materiales. En un futuro, se espera continuar con esta filosofía y desarrollar nuevas estrategias bajo el enfoque constructivista.

**PALABRAS CLAVE:** Innovación docente, enseñanzas técnicas, tutoriales, pedagogía, educación inclusiva.

## INTRODUCCIÓN

Por lo general, los alumnos graduados en Ciencias del Mar, Ciencias Ambientales o disciplinas similares poseen un escaso conocimiento sobre programación (p.ej. Matlab, Fortran y Python) y modelización numérica, por lo que cuando se matriculan en el posgrado de Oceanografía, no son capaces de seguir las clases de asignaturas de alto contenido numérico como Oceanografía Física y Oceanografía Costera. Del mismo modo, el profesorado presenta dificultades a la hora de impartir las clases ya que el ajustado programa del curso y el escaso tiempo del que dispone provoca la imposibilidad de conocer adecuadamente y ajustarse a las necesidades individuales de cada alumno. Todo ello produce una desmotivación tanto entre los estudiantes como en el profesorado.

Este mismo fenómeno se ha observado también en los alumnos que deciden cursar carreras de ciencias (1,2,3,4,5,6). Durante el primer año, estos estudiantes rápidamente se desaniman y desmotivan ya que poseen dificultad para

entender las asignaturas de Matemáticas y Física (1,2), y no las consideran fundamentales para su desarrollo intelectual (3). Ante esta problemática, (1,2) diseñaron clases virtuales introductorias y de refuerzo de contenidos matemáticos, con el fin de que los alumnos de nuevo ingreso pudiesen adquirir las habilidades necesarias para comprender la asignatura de Física. En concreto, los autores grabaron un conjunto de videos de corta duración (entre 4 y 8 minutos), donde mostraron conceptos básicos de matemáticas que podían ser consultados en cualquier momento. (5,6) elaboraron una colección de vídeos de las clases destinados a aquellos alumnos que por motivos de trabajo no podían asistir a las clases y a los estudiantes extranjeros, que tenían problemas en seguir la clase debido al idioma. En general, este tipo de herramientas favorecieron un mayor entendimiento y permitieron un aprendizaje mucho más motivado e inclusivo.

La educación inclusiva atiende las necesidades de todo tipo de alumnado y permite que los estudiantes aprendan juntos independientemente de sus habilidades y destrezas,

cultura, raza, género y nivel. Cuando este tipo de aprendizaje es aplicado en la educación superior se hace referencia a los procesos en los cuales el currículum, la pedagogía y la evaluación se transfieren de un modo accesible, significativo y relevante [7]. Las diferencias individuales de cada alumno en este tipo de educación son bienvenidas y sirven para enriquecer el aprendizaje de los demás.

El presente estudio desarrolla un aprendizaje inclusivo para los alumnos de las asignaturas de Oceanografía Física y Oceanografía Costera del Máster de Oceanografía de la Universidad de Cádiz, con el fin de que se desenvuelvan con éxito en el mundo de la programación y modelización numérica. Además, investiga las concepciones alternativas que muestran los estudiantes con el objetivo de orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje y dar a conocer a los alumnos sus propios conocimientos, carencias y potencialidad. El trabajo describe en primer lugar la metodología llevada a cabo (Sección 2); a continuación, muestra los principales resultados obtenidos (Sección 3) y por último, presenta las conclusiones (Sección 4).

### METODOLOGÍA

Durante la primera sesión el profesorado involucrado en las asignaturas anteriormente descritas evaluó e identificó las necesidades de cada estudiante, asegurándose de que cada uno de ellos tomaba conciencia de sus propias necesidades, aptitudes y potencial. A partir de lo observado se diseñaron dos tutoriales: una guía para la lectura, tratamiento y representación gráfica de datos oceanográficos y meteorológicos con Matlab y una guía de una aplicación interactiva que visualiza, evalúa y analiza los resultados del modelo morfodinámico XBEACH-G (8).

Por un lado, el tutorial de Matlab se utilizó en la asignatura de Oceanografía Física con el fin de que los estudiantes aprendieran a procesar datos meteorológicos y oceanográficos, comenzando por los comandos de programación más básicos (p.ej. Figura 1) y progresando paulatinamente hasta cubrir todos los contenidos de la asignatura (p.ej. Figura 2). Los estudiantes fueron divididos en grupos de 2 ó 3 personas para llevar a cabo las tareas asignadas mediante la ayuda del tutorial, fomentando así el trabajo cooperativo. Cabe destacar que el tutorial no proporcionaba una solución directa a las cuestiones planteadas, si no que explicaba la metodología (matemática o de programación) necesaria para solventar cada ejercicio (p.ej. Figura 3).

### 3. Antes de empezar a programar

#### 1. A veces conviene comenzar los programas con los comandos "clear" y/o "clc"

```
clear
clc
```

- "clear" borra las variables de la memoria del Matlab. Es conveniente hacerlo para liberar la memoria del sistema salvo que vayamos a utilizar variables generadas en otro programa.
- También podemos borrar solo variables específicas. Por ejemplo, si queremos borrar la variable "velocidad", escribiríamos: `clear velocidad`

"clc" limpia el texto de la pantalla de comandos

Figura 17. Ejemplo del tutorial que muestra el significado y uso de dos comandos básicos de programación.

### 4. Crear una zona geográfica

➔ Creamos un programa, por ejemplo, "set\_region.m", donde extraemos y guardamos los datos de batimetría para la zona de interés:

```
% Programa para extraer una zona geográfica concreta
clear
clc
% Coordenadas del Golfo de Cádiz
lat_min=34.5; lat_max=38;
lon_min=-11; lon_max=-5.;
```

Definimos la proyección geográfica y le asignamos las coordenadas de latitud y longitud de nuestra zona.

```
m_proj('mercator','lat',[lat_min lat_max],[lon_min lon_max],1);
```

Indicamos las coordenadas de la zona de interés

```
m_gbha_b('save','Gulf_of_Cadiz');
```

Extraemos la batimetría con resolución alta

Guardamos la batimetría extraída en un fichero de datos Matlab con el nombre que queramos (ej.: "Gulf\_of\_Cadiz")

Figura 2. Ejemplo del tutorial que presenta el funcionamiento de herramientas avanzadas de dibujo.

### 7. Promediar una matriz de 2D

➔ Si tenemos una matriz, la función "nanmean" calcula el valor medio (ignorando los NaN) por columnas.

Ej.: Imaginemos que tenemos una matriz B de 4 filas y 3 columnas que contiene valores NaN. El comando "nanmean(B)" calcula la media por columnas.

```
>> B = [10, 15, NaN; 27, 18, 33; 45, NaN, 17; 31, 18, 10]
B =
    10    15   NaN
    27    18    33
    45   NaN    17
    31    18    10

>> nanmean(B)
ans =
    28.2500    17.0000    20.0000
```

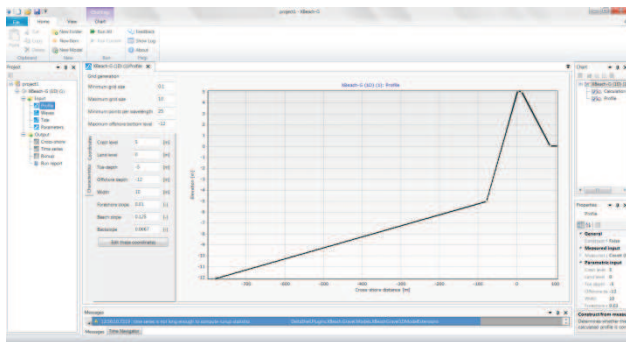
➔ Si queremos calcular el valor medio por filas, hay que indicar que queremos hacer el cálculo en la segunda dimensión (las filas).

```
>> B = [10, 15, NaN; 27, 18, 33; 45, NaN, 17; 31, 18, 10]
B =
    10    15   NaN
    27    18    33
    45   NaN    17
    31    18    10

>> nanmean(B,1)
ans =
    12.5000
    26.0000
    31.0000
    19.6667
```

Figura 3. Ejemplo del tutorial mostrando cómo se promedia una matriz 2D por columnas y filas.

Por otro lado, el segundo tutorial fue especialmente diseñado para el módulo de Evolución Costera Multiescalar de la asignatura de Modelado de Sistemas Costeros (9). Durante las primeras sesiones de clase, los estudiantes se familiarizaron con la plataforma interactiva del XBeach-G y estudiaron los procesos morfodinámicos costeros. En la siguiente sesión se dividieron en pequeños grupos de 2 y 3 personas y, después de formalizar una pregunta científica con la ayuda del profesor, diseñaron una serie de experimentos numéricos con el fin de obtener una respuesta. Los siguientes pasos consistieron en analizar y estudiar los parámetros de entrada y salida del modelo (Figura 4 y 5), y por último, cada grupo preparó un informe en formato de artículo científico.



**Figura 4.** Pantalla principal del XBeach-G mostrando la estructura de la carpeta de entrada y salida (izq.), y los parámetros de entrada de la batimetría (dcha.).



**Figura 5.** Pantalla principal del XBeach-G mostrando la estructura de la carpeta de entrada y salida (izq.), las características del oleaje en un momento concreto de la simulación (centro) y los parámetros de salida (dcha.).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Primer grupo de tutoriales

Los tutoriales del Matlab ayudaron a encontrar la solución de las tareas planteadas. Por ejemplo, para calcular el valor medio estacional de un parámetro meteorológico distribuido a lo largo de una región geográfica (p.ej. mapas de viento y presión atmosférica), los alumnos pudieron consultar en el tutorial cómo promediar una matriz por filas o columnas (Figura 3), dejando que fuesen ellos los que decidieran qué método exacto debían utilizar para ese caso concreto.

Las tutorías que se realizaron en el despacho del profesor durante el transcurso de la asignatura ayudaron y proporcionaron mayor seguridad a los estudiantes. Además, gracias a ellas se pudo conocer la opinión personal de los alumnos sobre los tutoriales. Así pues, se supo que los estudiantes con una base media y alta en programación consideraron la información de los tutoriales completa; mientras que para los alumnos con un nivel bajo no fue suficiente y necesitaron una ayuda extra por parte de los compañeros y profesores.

### Segundo grupo de tutoriales y la plataforma

La combinación de la plataforma y el tutorial permitió que los alumnos se adentraran en el mundo de la modelización científica a partir de distintos niveles de programación. Además, hizo posible que después de una breve explicación de la interface los estudiantes fueran capaces de configurar un modelo por sí solos con la ayuda de la guía. El uso de los tutoriales y de la plataforma ayudó a romper la barrera de falta de conocimiento informático, que es necesaria para implementar y ejecutar un modelo numérico y para analizar datos.

En general, los alumnos escogieron temas acordes a sus intereses cuando trabajaron con la plataforma. Por ejemplo, aquellos con experiencia en geología estuvieron principalmente interesados en ver el efecto del oleaje en la geomorfología costera, mientras que aquellos con formación en oceanografía estuvieron más interesados en observar la variación de los parámetros oceanográficos en el modelo. Este comportamiento también se observó en los grupos que se formaron entre los alumnos; por lo que los artículos científicos que realizaron tuvieron temáticas muy variadas.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo desarrolla un aprendizaje en el cual los estudiantes comprenden el potencial que posee la programación y el modelaje numérico. En general, la metodología propuesta tuvo un gran éxito entre los estudiantes ya que se ofreció un aprendizaje activo, flexible y adaptado a las necesidades de cada uno.

Las concepciones alternativas de cada alumno fueron cambiando a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje y se fomentó el trabajo cooperativo entre los grupos, puesto que los alumnos trabajaron juntos para alcanzar el objetivo común de aprender programación y modelización. Los tutoriales proporcionaron un aprendizaje inclusivo y estimularon las habilidades y destrezas de cada uno. Por último, se creó un ambiente de trabajo cómodo donde cada estudiante pudo expresar sus ideas y dudas.

## REFERENCIAS

- I. Laiz, F.F. López-Ruiz, A. Aboitiz, A. López-Ruiz. Development of multimedia didactic materials to promote self-directed learning in Physics. *Proceedings of the ICERI2015 Conference*, **2015**, pp. 7732-7737, 2015. ISBN: 978-84-608-2657-6.
- I. Laiz, F.F. López-Ruiz, A. López-Ruiz. Desarrollo de Material Didáctico Multimedia para el Aprendizaje Personalizado en las Asignaturas de Física. *Investigar con y para la Sociedad*, **2015**, 3, 1897-1901. ISBN: 978-84-686-6906-9.
- I. Laiz, I. Mora-Pérez. On the use of audiovisual resources to motivate first-year students in the subject of physics. *Proceedings of the EDULEARN16 Conference*, pp. 4720-4724, **2016**. ISBN: 978-84-608-8860-4.
- J. Guerrero García, P. Arnáiz Sánchez, M.P. García Sanz, L.M. Hernández Abenza. Introducción de las pizarras digitales interactivas en la enseñanza presencial y no presencial.

*Experiencias de innovación educativa en la Universidad de Murcia*, **2010**, pp. 353-364. ISBN: 978-84-8371-319-8.

- P. López-García, M. Navarro-Pons, J.J. Muñoz-Pérez, G. Anfuso-Melfi. Audiovisual resources as a useful tool to improve the teaching of Coastal Engineering (Marine Science BSc degree), *Proceedings of the EDULEARN14 Conference*, **2014**, pp. 6117-6124. ISBN: 978-84-617-0557-3.
- M. Navarro-Pons, J.J. Muñoz-Pérez, G. Anfuso, J. Román-Sierra, L. Moreno. Success on increasing number of students that pass the coastal engineering subject. *Proceedings of the EDULEARN14 Conference*, **2014**, pp. 4443-4448. ISBN: 978-84-617-0557-3.
- C. Hockings. Inclusive learning and teaching in higher education: a synthesis of research, **2010**. <https://www.heacademy.ac.uk/>. Último acceso el 08/05/2017.
1. R.T. McCall, G. Masselink, T.G. Poate, J.A. Roelvink, L.P. Almeida, M. Davidson, P.E. Russell, Modelling storm hydrodynamics on gravel beaches with XBeach-G. *Coastal Engineering*, **2014**, 91(0), 231-250.
  2. D. Roelvink, A.J.H.M. Reniers, *A guide to modeling coastal morphology*. *Advances in Coastal and Ocean Engineering*, *World Scientific*. **2011**, 12, 272 pp.