

MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS AMBIENTALES

Curso 2015/2016

(Código: 61014022)

1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Código de la asignatura: 61014022

Curso: Cuarto

Tipo: Optativa

Cuatrimestre: Segundo

Créditos totales ECTS: 5

El medio ambiente es un sistema complejo en el que concurren fenómenos de origen muy diverso en el que están involucradas diferentes escalas de espacio y tiempo. Esa complejidad hace prácticamente imposible abordar todos los procesos a la vez. Por ello, cualquier estudio concreto relacionado con el medio ambiente requiere una simplificación que seleccione y trate en detalle los fenómenos relevantes a la escala en que nos interese y que, también, limite (o introduzca de forma paramétrica) los fenómenos menos relevantes en dicha escala. En esta asignatura nos adentraremos en el difícil arte de modelizar en términos de ecuaciones matemáticas algunos fenómenos medioambientales de interés. Además nos iniciaremos en la simulación computacional o implementación de dichos modelos, haciendo uso de algunos métodos numéricos cuyo estudio abordaremos a lo largo del curso.

2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

Modelización y Simulación de Sistemas Ambientales es una asignatura optativa ex-profeso que se imparte durante el segundo semestre del cuarto curso del grado en Ambientales. Tiene asociados 5 créditos ECTS (de 25 horas cada uno) y no tiene prácticas de laboratorio.

Esta asignatura se puede englobar dentro del Grado en una materia general denominada Tecnología Ambiental. Tiene relación con otras asignaturas como son las obligatorias Energía y Medioambiente, Contaminación Ambiental por Agentes Físicos, Meteorología y Climatología y la optativa Modelos Matemáticos en Ciencias Ambientales.

Considerando que el estudiante ya ha tomado contacto con las bases físicas y matemáticas necesarias para afrontar el estudio del medioambiente durante los tres primeros cursos del Grado, en esta asignatura se presta especial interés al análisis y desarrollo de modelos, al aprendizaje de métodos numéricos necesarios para resolver dichos modelos y a la implementación computacional de los mismos. Para poner énfasis en la parte más práctica y aplicada de esta asignatura, se realizarán simulaciones de problemas medioambientales sencillos. Para ello, haremos uso de herramientas informáticas, lenguajes de programación y pequeños programas que se utilizan habitualmente en el ámbito de la modelización y simulación del medioambiente.

Los conocimientos que el estudiante habrá adquirido después del curso revelarán la importancia de la modelización y simulación medioambiental desde una perspectiva cuantitativa, predictiva y científica, y serán un punto importante dentro del currículum general del estudiante interesado en el estudio del medioambiente.



3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Para seguir la materia se recomienda haber cursado las materias básicas de química, física, matemáticas y geología. Asimismo es recomendable que el estudiante tenga conocimientos elementales de cálculo vectorial, álgebra de matrices, trigonometría, análisis matemático y física del medio ambiente, por lo que es aconsejable que se estudie simultáneamente o después de las asignaturas obligatorias de las materias relacionadas con las Matemáticas y la Física.

El objetivo de la asignatura es introducir al estudiante a la representación del medioambiente en términos de modelos matemáticos simples que permitan simular y esquematizar la relevancia de los fenómenos implicados en el problema. Por ello, será importante saber cómo aproximar conjuntos de datos por funciones analíticas y también cómo obtener soluciones numéricas de problemas que tienen una difícil solución analítica. Por lo tanto, es necesario conocer la teoría de funciones analíticas y su representación gráfica, tener nociones básicas de cálculo diferencial e integral, cálculo de máximos y mínimos. Asimismo es necesario haber tenido contacto con espacios vectoriales y aplicaciones lineales, matrices y determinantes y tener los conocimientos básicos sobre ecuaciones diferenciales ordinarias. Estos temas constituyen parte del contenido de las asignaturas Matemáticas I (CC. Ambientales) y Matemáticas II (CC. Ambientales), que se estudian en el primer y segundo curso de Grado. En relación con la física implicada, también es recomendable que el estudiante haya cursado las asignaturas de Bases Físicas del Medioambiente y la de Meteorología y Climatología.

Para que pueda poner en práctica la simulación de algunos modelos, también es muy aconsejable que el estudiante tenga un cierto manejo del ordenador, sea capaz de instalar programas sencillos y conozca alguno de los lenguajes de programación más usuales para realizar cálculos matemáticos.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los resultados del aprendizaje que pretendemos para esta asignatura son:

- Describir el concepto de modelo y estudiar el uso de modelos matemáticos en Ciencias Ambientales.
- Entender la diferencia entre modelos discretos y continuos.
- Conocer la diferencia entre modelos espacialmente homogéneos y heterogéneos.
- Explicar los problemas relativos a la construcción y validación de modelos y establecer el análisis de sensibilidad.
- Saber estimar las diferentes escalas relevantes en los fenómenos naturales y, de acuerdo con ello, elegir las variables y parámetros de interés para construir un modelo.
- Estudiar la expresión matemática de algunos comportamientos generales.
- Saber verificar y validar un modelo por comparación con los datos experimentales.
- Analizar con detalle algunos modelos medioambientales clásicos.
- Aprender algunos métodos numéricos sencillos con los que poder obtener la solución numérica de las ecuaciones involucradas en algunos modelos de problemas medioambientales.
- Poder implementar computacionalmente un modelo, es decir, poder realizar las simulaciones de los modelos medioambientales.
- Saber adaptar y modificar un modelo medioambiental a nuevas situaciones.
- Poder realizar predicciones con las simulaciones del modelo.
- Saber analizar críticamente y poder extraer conclusiones de los resultados numéricos de las simulaciones, con rigor científico.

5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA



1.- Modelos. Modelos matemáticos.

- Construcción de un modelo: variables y parámetros; escalas espaciales y temporales.
- Validación de un modelo. Robustez y sensibilidad.
- Comportamientos genéricos y su modelización matemática: comportamiento lineal, comportamiento exponencial, oscilatorio y potencial, saturación e inhibición.

2.- Ecuaciones diferenciales ordinarias y elementos de cálculo numérico para la solución de modelos.

- Métodos de Euler.
- Métodos de Runge–Kutta.
- Sistemas de ecuaciones diferenciales.

3.- Modelos de equilibrio: Modelos climáticos simples.

- Modelos climáticos 0D. Influencia de albedo, emisividad y constante solar.
- Modelos 1D en altura.
- Modelos 1D en latitud: Modelo Budyko-Sellers.

4.- Modelos continuos.

- Introducción a los sistemas dinámicos. Espacio de fases; retrato de fase.
- Tipos de soluciones. Puntos fijos: centros, nodos, puntos de ensilladura.
- Estabilidad. Trayectorias en el espacio de fases: ciclos límite.
- Modelo de Lotka-Volterra.
- Modelos de poblaciones generalizados. Competición y cooperación.
- Geofisiología: modelo de Lovelock-Watson.
- Modelo de Lorenz.

5.- Modelos discretos.

- Iteraciones discretas. Modelo logístico.
- Poblaciones estructuradas: Modelos de Leslie.
- Autómatas celulares.

6.EQUIPO DOCENTE

- [MARIA DEL MAR SERRANO MAESTRO](#)
- [JULIO JUAN FERNANDEZ SANCHEZ](#)

7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la plataforma virtual de la UNED,



aLF. El estudiante recibirá las orientaciones y el apoyo del equipo docente a través de las herramientas proporcionadas por la plataforma, así como del correo personal del curso virtual.

Para el trabajo autónomo y la preparación de esta asignatura, los estudiantes deberán disponer de los apuntes proporcionados por el Equipo Docente que cubren ampliamente el temario de la asignatura. Además, el equipo docente propondrá actividades orientadas a afianzar los conocimientos mediante su puesta en práctica.

Todos estos materiales estarán disponibles en el curso virtual dentro de la plataforma aLF. A través del curso virtual el estudiante también podrá hacer consultas, preguntar sus dudas y transmitir sus inquietudes tanto al equipo docente como a sus compañeros.

8.EVALUACIÓN

La evaluación de esta asignatura consiste en dos partes:

1) Evaluación de la parte práctica: Elaboración de un trabajo (obligatorio) (50% de la calificación global)

Los estudiantes recibirán una relación de trabajos propuestos y elegirán uno obligatoriamente. La calificación será entre 0 y 10 puntos y para aprobarlo el estudiante habrá de superar un 5. Esta actividad es obligatoria y en el caso de no aprobar el trabajo el estudiante deberá repetirlo.

2) Evaluación de la parte teórica (obligatorio) (50% de la calificación global)

El estudiante puede optar por dos modalidades de evaluación para esta parte teórica:

Modalidad A: consistente en realizar una parte de evaluación continua a través de la resolución de problemas propuestos a lo largo del curso (para cada uno de los cinco temas) y otra parte de evaluación asociada a la calificación de la prueba presencial (examen).

Modalidad B: consistente en la realización de una prueba presencial única (examen de 2 horas a realizar en el lugar de examen o el centro asociado). Esta modalidad es la que permite valorar la parte teórica a los estudiantes que, por las circunstancias que sean, no puedan realizar en los plazos establecidos las actividades propias de la evaluación continua de la modalidad A.

El estudiante optará por la modalidad de evaluación A desde el momento en que participe en alguna de las actividades que componen la evaluación continua. La elección de esta opción es irreversible. Lógicamente habrá optado por la modalidad B si se presenta a la prueba presencial sin haber realizado ninguna de las actividades evaluables de la parte teórica propuestas durante el curso.

Información sobre la evaluación continua de la parte teórica

Los estudiantes que opten por la modalidad A, realizarán durante el curso cinco actividades evaluables. Los problemas propuestos de cada uno de los cinco temas tendrán un calendario de entrega determinado, acorde al ritmo de estudio recomendado del temario, que se notificará al inicio del curso. La entrega de los problemas se realizará dentro de la plataforma aLF del curso virtual. La calificación máxima de estos problemas es de 3 puntos (30% de la calificación de la parte teórica de la asignatura), que se sumarán a los puntos obtenidos en el examen (la prueba presencial que se realizará en el Centro Asociado/lugar de examen) siempre que en el examen se supere la calificación mínima. La calificación obtenida en la evaluación continua para la parte teórica durante el curso se conservará para la prueba presencial extraordinaria de septiembre.

Información sobre la prueba presencial (examen)

La prueba presencial de las dos modalidades A y B se realizará según el sistema general de Pruebas Presenciales de la UNED. La prueba presencial de ambas modalidades tiene una duración de dos horas y consta de problemas teórico/prácticos relativos a todos los temas del programa. Los exámenes de junio y septiembre (que se realizarán en el aula del Centro Asociado durante las Pruebas Presenciales de la UNED en los horarios establecidos según el Calendario Oficial de Exámenes de la UNED) podrán realizarse con todo tipo de apuntes, libros y calculadoras.

El estudiante que siga la modalidad A (evaluación continua) sólo deberá contestar a algunos de los problemas planteados



en el examen. La calificación máxima de esta prueba presencial será de 7 puntos en la modalidad A (el 70% restante de la calificación de parte teórica de la asignatura), si bien se ha de obtener una calificación superior a 3 puntos (nota mínima de corte) para que se pueda sumar a la correspondiente calificación de la evaluación continua. Si no se supera la nota mínima de corte, el estudiante no podrá aprobar la asignatura.

Por su parte, el estudiante que siga la modalidad B deberá contestar a todos los problemas/cuestiones que se propongan en el examen. La calificación máxima de la prueba será de 10 puntos en la modalidad B (100% de la calificación de parte teórica de la asignatura).

Criterios generales para la evaluación final

1. Es imprescindible obtener una calificación igual o superior a 5 puntos en el trabajo obligatorio.
2. Es imprescindible obtener una calificación igual o superior a 5 puntos en la parte teórica obligatoria.
3. La nota final de la asignatura será la media aritmética de las dos notas anteriores: la del trabajo y la nota de la parte teórica.

9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

El material didáctico necesario para el estudio y preparación de la asignatura será proporcionado por el Equipo Docente dentro del Curso Virtual de la asignatura.

10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780387988801
Título: DYNAMIC MODELING OF ENVIRONMENTAL SYSTEMS (2000)
Autor/es: Deaton, M. L. Y Winebrake, J. I. ;
Editorial: Springer Verlag, New York,

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780470857519
Título: A CLIMATE MODELLING PRIMER (2005)
Autor/es: Mcguffie, K. Y Henderson-Sellers, A ;
Editorial: Ed. John Wiley & sons.

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico



ISBN(13): 9780471496182
Título: ENVIRONMENTAL MODELLING, (2004)
Autor/es: Wainwright, J. ;
Editorial: Ed. John Wiley & sons.

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780935702583
Título: CONSIDER A SPHERICAL (1988)
Autor/es: Hartle, J ;
Editorial: UNIVERSITY SCIENCE BOOKS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9781891389177
Título: CONSIDER A CYLINDRICAL COW
Autor/es: Hartle, J ;
Editorial: UNIVERSITY SCIENCE BOOKS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

Estos libros forman la bibliografía complementaria:

DEATON, M. L. y WINEBRAKE, J. I.: *Dynamic Modeling of Environmental Systems*, Springer Verlag, New York, 2000. ISBN: 9780387988801.

WAINWRIGHT, J. y MULLIGAN, M.: *Environmental Modelling*, Ed. John Wiley & sons. 2004. ISBN: 9780471496182

McGUFFIE, K. y HENDERSON-SELLERS, A.: *A Climate Modelling Primer*, Ed. John Wiley & sons. 2005. ISBN: 0-470-85751-X

HARTLE, J.: *Consider a Spherical Cow*, University Science Books, 1988. ISBN: 9780935702583

HARTLE, J.: *Consider a Cylindrical Cow*, University Science Books, 2001. ISBN: 9781891389177.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



11.RECURSOS DE APOYO

Los estudiantes dispondrán de diversos medios de apoyo al estudio, entre los que destacan:

- La bibliotecas de los Centros Asociados, donde el estudiante dispone de, al menos, una parte de la bibliografía recomendada.
- El curso virtual. La asignatura se imparte virtualizada, de modo que los estudiantes tienen la posibilidad de entrar en cualquier momento en el Curso virtual y establecer contacto con el equipo docente de la Sede Central en los foros y a través del correo del curso virtual, así como con sus compañeros. Se recomienda la participación del estudiante en las actividades del Curso Virtual, donde podrá encontrar toda la información actualizada sobre aspectos relacionados con la organización académica del curso y el material didáctico para la asignatura.

Existen algunos lenguajes de programación elementales de acceso libre (en particular gwbasic y similares) que, por su sencillez, pueden resultar útiles para probar algunos resultados. La Facultad de Ciencias de la UNED ha integrado para descargar (en un pen drive por ejemplo) una serie de herramientas informáticas de cálculo y de presentación de trabajos científicos. Puede acceder a la información en la página [software y herramientas](#) de la Facultad.

Finalmente, el programa [Easy Java Simulations](#), también de libre acceso, ofrece posibilidades de representación gráfica de funciones y de integración numérica.

12.TUTORIZACIÓN

El Curso Virtual es el instrumento fundamental para la tutorización y seguimiento del aprendizaje de los estudiantes. Este curso virtual será la principal plataforma de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. A través del mismo, el Equipo Docente informará de los cambios, novedades, así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que estime oportuno. Del mismo modo, el estudiante encontrará en el curso las herramientas necesarias para plantear al Equipo Docente cualquier duda relacionada con la asignatura. Por consiguiente, es imprescindible que todos los estudiantes matriculados utilicen esta plataforma virtual para el estudio de la asignatura.

No obstante, el estudiante también tendrá acceso a realizar consultas al equipo docente a través del correo, teléfono y presencialmente, en los horarios establecidos para estas actividades indicados más abajo. En el caso de que ese día sea festivo, la guardia se realizará el siguiente día lectivo.

Los datos personales del equipo docente son:

Dra. Mar Serrano Maestro

e-mail: mserrano@fisfun.uned.es

Tel.: 91 3987126

Despacho: 208 de la Facultad de Ciencias de la UNED

Guardia: los miércoles, de 12:00 a 14:00h y de 15:00 a 17:00h

Dr. Julio Juan Fernández Sánchez

e-mail: jjfernandez@fisfun.uned.es

Tel.: 91 3987142

Despacho: 206 de la Facultad de Ciencias de la UNED

Guardia: los miércoles, de 12:00 a 14:00h y de 16:00 a 18:00h

Los despachos se encuentran situados en el edificio de la Facultad de Ciencias, Senda del Rey, 9. 28040 Madrid.

Para cualquier comunicación por correo ordinario con el equipo docente de esta asignatura en la Sede Central, la dirección postal es:

Departamento de Física Fundamental, UNED

Apdo. de Correos 60.141



13.Practicas

Esta asignatura no tiene prácticas.

