23-24

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
CUARTO CURSO

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS AMBIENTALES

CÓDIGO 61014022

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

23-24

MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS AMBIENTALES

CÓDIGO 61014022

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

Nombre de la asignatura	MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS AMBIENTALES
Código	61014022
Curso académico	2023/2024
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL
Título en que se imparte	GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES
Curso	CUARTO CURSO
Periodo	SEMESTRE 2
Tipo	OPTATIVAS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

El medio ambiente es un sistema complejo en el que concurren fenómenos de origen muy diverso y donde 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 algunos fenómenos medioambientales de interés en términos de ecuaciones matemáticas. Además nos iniciaremos en la simulación computacional de dichos modelos, haciendo uso de un ordenador e implementando algunos métodos numéricos cuyo estudio abordaremos a lo largo del curso.

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 **Bases Físicas del Medio Ambiente, Energía y Medio Ambiente, 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 matemáticos y a la implementación computacional de los mismos haciendo **uso del ordenador**. Para poner énfasis en la parte más práctica y aplicada de esta asignatura, se realizarán simulaciones de problemas medioambientales sencillos y haremos uso de herramientas informáticas, lenguajes de programación y pequeños programas informáticos 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 la simulación medioambiental desde una perspectiva

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

cuantitativa, predictiva y científica, y serán un punto importante dentro del currículum general del estudiante interesado en el estudio del medioambiente.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

La asignatura Modelización y Simulación de Sistemas Ambientales tiene 5 **créditos ECTS**. Esto equivale aproximadamente a unas **125 horas de estudio** en el cuatrimestre (16 semanas), es decir, **aproximadamente una dedicación por parte del estudiante de unas ocho horas de trabajo por semana**. **Para afrontar con éxito la asignatura será necesario disponer de este tiempo de dedicación semanal.**

Para obtener un **máximo aprovechamiento de esta asignatura recomendamos a todos los estudiantes seguir la modalidad de la evaluación continua (Modalidad A)** explicada en el apartado "Sistema de Evaluación" de esta guía. Sin embargo, hay que ser conscientes de que esto consistirá en la realización de las Pruebas de Evaluación continua (PECs) distribuidas a lo largo del cuatrimestre, siguiendo un calendario de entregas fijado en el curso virtual.

Para seguir la materia se recomienda haber cursado las materias básicas de física, matemáticas, química 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 esta asignatura 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. Además, 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 Medio Ambiente** y **Meteorología y Climatología**.

Para que pueda poner en práctica la simulación de algunos modelos, también **es necesario disponer de un ordenador** y es muy **aconsejable que el estudiante tenga un cierto manejo del mismo, sea capaz de instalar programas sencillos y conozca alguno de los lenguajes de programación más usuales para realizar cálculos matemáticos**. Aunque en esta asignatura hay libertad para trabajar en cualquier lenguaje de programación o software de cálculo simbólico, es recomendable conocer o tener cierta soltura en el manejo

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

de alguno de ellos: C, C++, FORTRAN, python, Mathematica, octave, Maple, etc.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	MARIA DEL MAR SERRANO MAESTRO (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	mserrano@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7126
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

Nombre y Apellidos	EMILIA CRESPO DEL ARCO
Correo Electrónico	emi@fisfun.uned.es
Teléfono	91398-7123
Facultad	FACULTAD DE CIENCIAS
Departamento	FÍSICA FUNDAMENTAL

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Como se indica en el apartado "Metodología" de esta Guía, el **Curso Virtual** es el instrumento fundamental para la tutorización y seguimiento del aprendizaje.
El curso virtual será la principal plataforma de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. A través del mismo, el Equipo Docente propondrá material de estudio, problemas resueltos, pruebas de evaluación e 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 el curso virtual para el seguimiento de la asignatura**.
No obstante, el estudiante también podrá realizar consultas al Equipo Docente a través del correo, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades. Los datos personales de contacto del Equipo Docente son:
Dra. Dña Mar Serrano Maestro (Coordinadora de la asignatura)
e-mail: mserrano@fisfun.uned.es
Tel.: 91 398 7126
Departamento de Física Fundamental. **Despacho 2.01** Biblioteca Central UNED (Senda del Rey 5, 28040 Madrid)
Horario de atención al estudiante: miércoles lectivos, de 12:00 a 14:00h y de 15:00 a 17:00h
Nota importante: Las necesidades del servicio pueden exigir cambios en la composición de los Equipos docentes durante el curso académico. En cualquier caso la información actualizada sobre composición del Equipo docente es la que se recoge en el apartado "Equipo Docente" de la presente Guía.

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

En el enlace que aparece a continuación se muestran los centros asociados y extensiones en las que se imparten tutorías de la asignatura. Estas pueden ser:

•**Tutorías de centro o presenciales**: se puede asistir físicamente en un aula o despacho del centro asociado.

•**Tutorías campus/intercampus**: se puede acceder vía internet.

Consultar horarios de tutorización de la asignatura 61014022

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

En esta asignatura el estudiante adquirirá las siguientes **competencias específicas** del Grado en Ciencias Ambientales:

CE01	Adquirir las habilidades necesarias para elaborar e interpretar datos y mapas medioambientales
CE02	Conocer los métodos de análisis medioambiental para la evaluación, conservación y gestión de recursos naturales
CE03	Conocer los métodos de análisis medioambiental para la evaluación y gestión de los riesgos asociados a la actividad industrial
CE04	Saber describir y analizar las relaciones entre los fenómenos naturales, para predecir su evolución y efecto en el medio ambiente
CE05	Adquirir las técnicas necesarias para la toma de datos, su tratamiento e interpretación con rigor y precisión
CE06	Adquirir la capacidad de construir modelos para el procesamiento de datos para la predicción de problemas medioambientales
CE07	Adquirir la capacidad de observación y comprensión del medio ambiente de una forma integral
CE09	Saber aplicar técnicas de clasificación y caracterización de los procesos y sistemas medioambientales

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

CE13	Adquirir la capacidad para abordar problemas del medio ambiente desde un punto de vista interdisciplinar

En esta asignatura el estudiante desarrollará, además, las siguientes **competencias generales** del Grado:

CG01	Gestión autónoma y autorregulada del trabajo. Competencias de gestión y planificación, de calidad y de innovación
CG02	Gestión de los procesos de comunicación e información a través de distintos medios y con distinto tipo de interlocutores, con uso eficaz de las herramientas y recursos de la Sociedad del Conocimiento
CG03	Trabajo en equipo desarrollando distinto tipo de funciones o roles Coordinación del trabajo, capacidad de negociación, mediación y resolución de conflictos
CG04	Compromiso ético, especialmente relacionado con la deontología profesional. Fomento de actitudes y valores éticos, especialmente vinculados a un desempeño profesional ético
CG05	Conocer y promover los Derechos Humanos, los principios democráticos, los principios de igualdad entre mujeres y hombres, de solidaridad, de protección ambiental, de accesibilidad universal y de diseño para todos, y de fomento de la cultura de la paz
CB1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

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.

CONTENIDOS

TEMA 1: Modelos. Modelos matemáticos.

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

TEMA 3: Modelos de equilibrio: Modelos climáticos simples.

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

TEMA 4: Modelos continuos.

TEMA 5: Modelos discretos.

METODOLOGÍA

La metodología de la asignatura está basada en la enseñanza a distancia con el apoyo de la **plataforma virtual de la UNED, Ágora**. Gracias a las herramientas proporcionadas por la plataforma y al correo personal, el estudiante recibirá a través del **curso virtual** las orientaciones, el material de estudio y el apoyo del Equipo Docente.
Para 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. El Equipo Docente proporcionará un conjunto de **ejercicios resueltos** de cada tema y, además, propondrá **trabajos y actividades prácticas evaluables** orientados a afianzar los conocimientos mediante la aplicación de los métodos estudiados sobre problemas variados de interés medioambiental.
Todos estos materiales estarán disponibles en el curso virtual. A través del curso virtual el estudiante también podrá hacer consultas, preguntar sus dudas sobre los contenidos y transmitir sus inquietudes tanto al Equipo Docente como a sus compañeros.
El **trabajo continuo del estudiante** a la hora de realizar las actividades propuestas a lo largo del cuatrimestre y las correcciones proporcionadas por el Equipo Docente permitirán un **aprendizaje basado en la práctica**.
El **trabajo autónomo del estudiante** es esencial para la consecución de los objetivos propuestos en la asignatura. El curso virtual dispondrá de suficientes elementos de ayuda (páginas con información, herramientas para el entrega de tareas, foros de discusión, tablón de noticias, etc.) para ayudar a cumplir los objetivos propuestos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

La prueba presencial de junio y/o septiembre son los exámenes 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**.

Criterios de evaluación

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

La evaluación de esta asignatura consiste en dos partes:

1) Evaluación de la parte práctica: Elaboración de un trabajo (obligatorio) (30% 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) (70% 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 (que corresponde al 42% de la calificación final) y otra parte de evaluación asociada a la calificación del examen presencial (que corresponde al 28% de la calificación final).

Modalidad B: consistente en la realización únicamente de la prueba presencial (examen de 2 horas a realizar en el lugar de examen o el centro asociado) que corresponde al 70% de la calificación final. Esta modalidad es la que permite evaluar de 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.

Nota importante: Para obtener un máximo aprovechamiento de esta asignatura recomendamos a todos los estudiantes seguir la modalidad de la evaluación continua (Modalidad A). Sin embargo, hay que ser conscientes de que esto consistirá en la realización de las Pruebas de Evaluación continua (PECs) distribuidas a lo largo del cuatrimestre, siguiendo un calendario de entregas fijado en el curso virtual.

% del examen sobre la nota final	70
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	7
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	2
Comentarios y observaciones	

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

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. Tiene una duración de dos horas y consta de problemas teórico/prácticos relativos a todos los temas del programa de la asignatura. 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 4 puntos en la modalidad A (el 28% de la calificación de la asignatura), si bien se ha de obtener una calificación superior a 2 puntos (nota mínima de corte) para que se pueda sumar a la correspondiente calificación de la evaluación continua (el 42% de la califación de la asignatura). 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, que es el 70% de la calificación global).

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? Si

Descripción

Información sobre la evaluación continua de la parte teórica

Los estudiantes que opten por la modalidad A realizarán durante el curso una serie de actividades evaluables. Los problemas propuestos tendrán un calendario de entrega determinado, acorde al ritmo de estudio recomendado del temario de la asignatura, que se notificará al inicio del curso. La entrega de los problemas se realizará dentro del curso virtual. La calificación máxima de estos problemas corresponde al 42% de la calificación de la asignatura, que se sumará a la calificación obtenida en el examen presencial siempre que en el examen se supere la calificación mínima de corte. La calificación de la evaluación continua durante el curso se conservará para la convocatoria extraordinaria de septiembre.

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final 42%

Fecha aproximada de entrega 5 PECs distribuidas a lo largo del cuatrimestre

Comentarios y observaciones

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? Si

Descripción

Evaluación de la parte práctica: Elaboración de un trabajo (obligatorio) (30% de la calificación global)

Criterios de evaluación

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.

Ponderación en la nota final 30

Fecha aproximada de entrega 15/06/2024

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

Criterios generales para la evaluación final

1. Es imprescindible obtener una calificación igual o superior a 5 puntos en el trabajo obligatorio (30% asignatura)

2. Es imprescindible obtener una calificación igual o superior a 5 puntos en la parte teórica obligatoria (70% asignatura).

3. La nota final de la asignatura será la media ponderada de las dos notas anteriores: la del trabajo y la nota de la parte teórica: Calificación final asignatura=0.3*(Calificación trabajo)+0.7*(Calificación de la parte teórica)

Según las dos modalidades de evaluación, siempre que se supere la nota de corte, la nota final de la asignatura se calculará:

Modalidad A: Calificación final asignatura=0.3*(Calificación trabajo)+0.42*(Calificación Evaluación Continua)+0.28*10/4*(Calificación examen sobre 4)

Modalidad B: Calificación final asignatura=0.3*(Calificación trabajo)+0.7*(Calificación examen sobre 10)

Convocatoria ordinaria de junio

Para ser evaluado en la convocatoria ordinaria de junio será necesario presentarse al examen presencial en esta convocatoria y se aplicarán los criterios generales.

Convocatoria extraordinaria de septiembre

Para ser evaluado en la convocatoria extraordinaria de septiembre será necesario presentarse al examen presencial en esta convocatoria y se aplicarán los criterios generales. Se recuerda que la calificación obtenida en la evaluación continua durante el curso se conservará para la convocatoria extraordinaria de septiembre.

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

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.

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,

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

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

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

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

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Los estudiantes dispondrán de diversos medios de apoyo al estudio, entre los que se pueden destacar:

- Las **bibliotecas** de los Centros Asociados y de la Sede Central, donde el estudiante dispone, al menos, de una parte de la bibliografía complementaria 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, así como con sus compañeros, a través de los foros y del correo del curso virtual. **Se recomienda la participación del estudiante en las actividades propuestas en el curso virtual, y acceder regularmente al mismo, ya que podrá encontrar información actualizada sobre aspectos relacionados con la organización académica del curso, las pruebas de evaluación continua y obtendrá el material didáctico necesario para la preparación de la asignatura**. En concreto, el Equipo Docente proporcionará **apuntes de estudio, documentos de trabajo y ampliación, así como un conjunto de ejercicios resueltos y propuestos** de cada tema.

Por otra parte, existen algunos **lenguajes de programación de acceso libre** (gwbasic, maxima, octave,...) que, por su sencillez, pueden resultar útiles para la resolución de problemas de cálculo numérico y para comprobar algunos resultados. La Facultad de Ciencias de la UNED ha integrado para descarga un compendio de **herramientas informáticas** de cálculo y para presentación de trabajos científicos. Puede acceder a información en la página Descarga de software de la Facultad.

Para realizar los trabajos propuestos es necesario hacer uso de algún programa de cálculo simbólico o lenguaje de programación. Si bien existen soluciones comerciales (como Mathematica o Intel Compiler) es recomendable el uso de software libre o gratuito para el desarrollo de los códigos. Algunas de las librerías más comunes en computación permiten resolver directamente muchos de los problemas planteados. Recordamos que el objetivo de la asignatura no es hacer un uso mecánico de estas librerías, sino desarrollar soluciones propias que, eso sí, pueden compararse con los resultados obtenidos con ellas.

C, C++, FORTRAN

Existen compiladores gratuitos para Linux (gcc), MacOS (Xcode) y Windows (Visual Studio). Algunas librerías como GSL o Armadillo hacen más sencillo el trabajo con álgebra matricial. Librerías como LAPACK resuelven directamente muchos de los problemas planteados en los ejercicios, y pueden usarse para comparar los resultados con respecto a los desarrollos propios.

PYTHON

Es posible usar directamente el compilador de python o alguna de las suites de programación e IDE más usuales como anaconda, spyder o scipy. Librerías como matplotlib , numpy o pandas pueden facilitar también el trabajo de programación.

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B

PROGRAMAS DE CÁLCULO SIMBÓLICO

Existen programas como maxima u octave orientados al cálculo simbólico que pueden resultar menos complejos que la programación de alto nivel. Estos programas (además de los programas de pago Mathematica o Maple) resuelven con diversos comandos la mayor parte de los problemas planteados, por lo que pueden usarse para comparar las soluciones propias desarrolladas por los estudiantes.

También la UNED oferta a los estudiantes una versión gratuita de **Maple**. Maple es un programa matemático de propósito general capaz de realizar cálculos simbólicos, algebraicos y de álgebra computacional.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

gnuplot es un programa muy versátil para la representación de datos. Python, maxima y octave permiten también la representación usando funciones o librerías auxiliares. En última instancia, pueden usarse programas de ofimática como LibreOffice, OpenOffice, Excel o Numbers. El programa Easy Java Simulations, también de libre acceso, ofrece posibilidades de representación gráfica de funciones y de integración numérica.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.

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/
1CA32B46541C32ACED37BE14C9D5EA6B