Facultad de Ciencias

Graduado/a en Matemáticas

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Programación Combinatoria
(2022 - 2023)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Programación Combinatoria	Código: 549580908

- Centro: **Facultad de Ciencias**
- Lugar de impartición: **Facultad de Ciencias**
- Titulación: **Graduado/a en Matemáticas**
- Plan de Estudios: **2018 (Publicado en 2019-11-27)**
- Rama de conocimiento: **Ciencias**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  Matemáticas, Estadística e Investigación Operativa
- Área/s de conocimiento:
  Estadística e Investigación Operativa
- Curso: **4**
- Carácter: **Optativa**
- Duración: **Segundo cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Español/Inglés (75%/25%)**

2. Requisitos para cursar la asignatura

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: HIPOLITO HERNANDEZ PEREZ

- Grupo: **Teoría y Prácticas**

General
- Nombre: **HIPOLITO**
- Apellido: **HERNANDEZ PEREZ**
- Departamento: **Matemáticas, Estadística e Investigación Operativa**
- Área de conocimiento: **Estadística e Investigación Operativa**

Contacto
- Teléfono 1: **922845245**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **hhperez@ull.es**
- Correo alternativo: **hhperez@ull.edu.es**
- Web: **http://hhperez.webs.ull.es/**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:00	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	87
Todo el cuatrimestre		Viernes	08:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	87
Observaciones: El horario y lugar de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	**Hasta**	**Día**	**Hora inicial**	**Hora final**	**Localización**	**Despacho**
Todo el cuatrimestre		Miércoles	14:00	16:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	87
Todo el cuatrimestre		Viernes	08:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	87
Observaciones: El horario y lugar de tutorías pueden sufrir modificaciones puntuales que serán debidamente comunicadas en tiempo y forma.						

Profesor/a: **INMACULADA RODRIGUEZ MARTIN**

- Grupo: **Teoría y Prácticas**

General
- Nombre: **INMACULADA**
- Apellido: **RODRIGUEZ MARTIN**
- Departamento: **Matemáticas, Estadística e Investigación Operativa**
- Área de conocimiento: **Estadística e Investigación Operativa**

Contacto
- Teléfono 1: **922319185**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **irguez@ull.es**
- Correo alternativo: **irguez@ull.edu.es**
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho

Todo el cuatrimestre		Martes	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	97
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:00	13:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	97
Observaciones:						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	**Hasta**	**Día**	**Hora inicial**	**Hora final**	**Localización**	**Despacho**
Todo el cuatrimestre		Martes	14:30	17:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	97
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	13:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	97
Observaciones:						

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Estadística e Investigación Operativa**
Perfil profesional: **Graduado/a en Matemáticas**

5. Competencias

Generales

CG1 - Conocer la naturaleza, métodos y fines de los distintos campos de la Matemática junto con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.
CG2 - Reconocer la presencia de la Matemática subyacente en la Naturaleza, en la Ciencia, en la Tecnología y en el Arte. Reconocer a la Matemática como parte integrante de la Educación y la Cultura.
CG5 - Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

Básicas

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

Específicas

CE6 - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
CE8 - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

Tema 1: Introducción a la Optimización Combinatoria. Problemas Clásicos
1.1 Introducción a la Optimización Combinatoria
1.2 Problemas Clásicos de Optimización Combinatoria (asignación, transporte, etc.)
1.3 Problemas de localización

Tema 2: Problemas de rutas
2.1 Problema del viajante de comercio
2.2 Variantes del problema del viajante de comercio
2.3 Problemas con carga de mercancía
2.4 Problemas con varios vehículos
2.5 Métodos de resolución del problema del viajante de comercio y otros problemas de optimización combinatoria

Tema 3: Problemas de logística: telecomunicaciones, planificación y cadena de suministros
3.1 Problemas de telecomunicaciones
3.2 Problemas de planificación
3.3 Problemas de cadenas de suministros

Actividades a desarrollar en otro idioma

Uso de vocabulario en inglés en la presentación de los principales conceptos y otros contenidos de la asignatura.
Enunciado en inglés de algunos ejercicios propuestos.
Consulta de bibliografía y otros contenidos (páginas webs, manuales, vídeos, etc.) en inglés.
Presentación (total o parcialmente) de informes de prácticas de laboratorio en inglés.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

Cada alumno recibirá 30 horas de clases teóricas/magistrales donde se introducirán los conceptos básicos, se describirán problemas y se explicaran métodos de resolución de los problemas de Programación Combinatoria, y 27 horas de clases de prácticas en el aula o en el laboratorio informático. Durante las prácticas de aula se propondrán problemas para que el alumno adquiera destreza en el planteamiento y técnicas de resolución de problemas de Programación Combinatoria.

Mientras que en las prácticas informáticas, se empleará algún programa que permita resolver problemas de rutas, flujos, localización y logísticos, como pueden ser Python y las librerías para resolver modelos de programación entera mixta.
La actividad presencial se completa con 3 horas de realización de pruebas evaluativas.
Además de la actividad presencial, el alumno debe realizar un trabajo autónomo para preparar las clases teóricas y prácticas, así como para la preparación de las pruebas de evaluación.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	30,00	0,00	30,0	[CB3], [CG5], [CG2], [CG1]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	27,00	0,00	27,0	[CE8], [CE6], [CB3]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	34,00	34,0	[CB3], [CG5], [CG2], [CG1]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	33,50	33,5	[CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]
Preparación de exámenes	0,00	22,50	22,5	[CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

“Programación Matemática”, Ed. Diaz de Santos, J.J. Salazar González (2001). (ISBN:84-7978-504-7).

Bibliografía Complementaria

“The Traveling Salesman Problem and its variations”, Gregory Gutin, Abraham P. Punnen (2002)
“Vehicle routing: Problems, Methods, and Applications”. Second Edition. Paolo Toth, Daniele Vigo. MOS-SIAM Series on Optimization. 2014.
“Logistics”, David Bloomberg, Stephen LeMay y Joe B. Hanna (2002). (ISBN 978-0130101945)
“Combinatorial Optimization. Theory and Algorithms”, Bernhard Korte, Jens Vygen (2010). (ISBN 3-540-67226-5).

Otros Recursos

Google Colab (para programar en Python). https://colab.research.google.com/notebooks/intro.ipynb
Plataforma de docencia virtual de la universidad

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

El procedimiento de evaluación está regulado por los Estatutos de la ULL, por lo dispuesto en la Memoria de Modificación del Grado en Matemáticas de febrero de 2019 y por el vigente Reglamento de Evaluación y Calificación (REC) de la ULL (21/06/2022).

En la primera convocatoria, la adquisición de conocimientos y competencias se verificará mediante dos modalidades de evaluación: continua o única. Todo el alumnado está sujeto a evaluación continua, salvo quienes se acojan a la evaluación única, según se dispone en el artículo 5.4 del REC.

*** Modalidad evaluación continua:**
La evaluación continua está constituida por las siguientes pruebas:
- **Prácticas de laboratorio**: Constituye un 30% de la nota final de la asignatura. Se planteará al alumnado 3 problemas reales (10% de la nota final cada uno) que deberán resolver por medio de programas informáticos. Para evaluarlo se mirará el código y la capacidad para modificarlo cuando se cambian ligeramente las condiciones del problema.
- **Participación del alumno en las sesiones presenciales**: Supone un 10% de la nota final. Se evaluará la participación del alumno en clases (ejercicios realizados, contestación de preguntas, participación en las clases de laboratorio, etc.).
- **Pruebas escritas teórico/prácticas**. A lo largo del cuatrimestre se realizarán 3 pruebas escritas (que podemos denominar **seguimientos**) de los contenidos teórico-prácticos de la asignatura. Estas pruebas supondrán el 60% de la nota de la asignatura (20% cada prueba).

***Modalidad evaluación única:**
Realización del examen en la fecha que el Centro ha fijado para esta modalidad. En el caso de que un alumno opte por esta vía, además del examen de desarrollo (70% de la nota final), debe realizar alguna prueba que permita evaluar la capacidad para resolver problemas de optimización combinatoria mediante alguna herramienta informática (30%).

En la segunda convocatoria: los alumnos que optaron por la modalidad continua, tienen la opción de recuperar la parte de pruebas de desarrollos no superada. En todo caso, todos los alumnos tienen la opción de superar la asignatura por la modalidad de examen único, con las mismas particularidades que las reflejadas en la primera convocatoria. Ambos se realizarán el día, fecha y hora que el Centro le ha asignado dentro del periodo oficial destinado a las dos evaluaciones de la segunda convocatoria.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación

Pruebas de desarrollo	[CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]	Demostrar la capacidad de plantear, resolver y extraer conclusiones de los problemas planteados. **Nota**: En la Evaluación única este apartado tiene un peso de un 70% (debido a que las Técnicas de observación no se recogen en la evalacuación única).	60,00 %
Técnicas de observación	[CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]	Demostrar la capacidad de observación y crítica de modelos, métodos de resolución, etc, en problemas de optimización combinatoria planteados en las clases teóricas y prácticas. **Nota**: Este apartado es considerado para aquellos alumnos que se evaluán por evaluación continua.	10,00 %
Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas	[CE8], [CE6], [CB3], [CG5], [CG2], [CG1]	Demostrar la iniciativa, creatividad y destreza en el planteamiento y resolución de problemas prácticos de optimización combinatoria. Demostrar la habilidad en el uso de herramientas computacionales en la resolución de problemas de optimización combinatoria. **Nota**: En el caso de Evaluación única se realizará una prueba en las fechas fijada para esta modalidad, en el que se demuestran estas destrezas.	30,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

Después de realizar esta asignatura el alumnado será capás de:
- Saber formalizar matemáticamente problemas de Optimización Combinatoria.
- Conocer distintas metodologías para resolver dichos problemas, tales como las generaciones dinámicas de variables y restricciones en modelos lineales.
- Profundizar en los aspectos computacionales de los distintos métodos utilizados y aplicar los algoritmos estudiados a la resolución de distintos problemas relevantes de la Optimización Combinatoria.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

Con carácter general, el alumno durante el cuatrimestre recibe cada semana dos horas de teoría y dos horas de clases prácticas. Las clases prácticas se dividen entre clases prácticas en el aula y clases prácticas en el aula de informática. A pesar de que las clases teóricas suponen la mitad de la docencia presencial, la asignatura es eminentemente práctica por lo que las horas de teoría serán ilustradas con ejemplos prácticos.
A continuación se muestra el Cronograma de la asignatura junto con las pruebas evaluativas de la evaluación continua. El

examen para el caso de la modalidad de evaluación única ha sido fijado por el Centro.
La distribución de los temas y de actividades de enseñanza aprendizaje por semana es orientativo, pueden sufrir cambios según las necesidades de organización docente.
Se recomienda que el trabajo autónomo del alumno se realice semanalmente de forma proporcional a la docencia presencial.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Tema 1.	Presenciales: 4 horas teóricas	4.00	6.00	10.00
Semana 2:	Tema 1.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas de aula.	4.00	6.00	10.00
Semana 3:	Tema 1.	Presenciales: 4 horas teóricas + 2 horas de prácticas en aula de informática.	6.00	6.00	12.00
Semana 4:	Tema 1.	Presenciales: 2 horas de prácticas en aula de informática (y entrega de práctica1).	2.00	6.00	8.00
Semana 5:	Tema 2.	Presenciales: 2 horas teóricas + 3 horas de prácticas de aula. Seguimiento 1.	6.00	8.00	14.00
Semana 6:	Tema 2.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 prácticas de aula.	4.00	6.00	10.00
Semana 7:	Tema 2.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas en aula de informática (y entrega de práctica 2).	4.00	6.00	10.00
Semana 8:	Tema 2.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas de aula.	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	Tema 2.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas de aula. Seguimiento 2.	5.00	8.00	13.00
Semana 10:	Tema 3.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas en aula de informática.	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	Tema 3.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas de aula.	4.00	6.00	10.00
Semana 12:	Tema 3.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas de aula.	4.00	6.00	10.00
Semana 13:	Tema 3.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas en aula. Seguimiento 3.	5.00	8.00	13.00

Semana 14:	Tema 3.	Presenciales: 2 horas teóricas + 2 horas de prácticas en aula de informatica (y entrega de práctica 3).	4.00	6.00	10.00
		Total	60.00	90.00	150.00