

# PROGRAMACIÓN LINEAL Y ENTERA

Curso 2013/2014

(Código: 61022062)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

La *Investigación Operativa* constituye hoy en día uno de los campos de las Matemáticas con mayor número de aplicaciones. Aunque muchos de los resultados que actualmente se engloban dentro de esta materia son conocidos desde antiguo, puede decirse que el auge de la disciplina, como parte diferenciada de las Matemáticas, es relativamente reciente pues se remonta a la segunda mitad del siglo veinte. En un ambiente de conflicto y con recursos escasos, muchos investigadores de diferentes campos del saber se esforzaron en buscar la mejor manera de hacer funcionar los sistemas, es decir, conjuntos de hombres y máquinas que actuaban coordinadamente a fin de lograr un objetivo determinado. A este nuevo enfoque destinado a optimizar la operativa de los sistemas, contribuyeron fundamentalmente las Matemáticas, dando origen a una nueva rama que pronto se desarrolló notablemente y permitió plantear nuevos problemas, junto con un amplio abanico de métodos de resolución, aplicables en los más diversos contextos.

La primera asignatura de la materia *Investigación Operativa* que se encuentra en el plan de estudios del grado de Matemáticas de la UNED es la *Programación lineal y entera*. Sin duda, los modelos de *Programación lineal y entera* son los modelos más importantes de la *Investigación Operativa*. Varias razones avalan esta afirmación. Entre ellas, podemos destacar la elegancia y solidez del planteamiento y desarrollo de las teorías matemáticas que los sustentan, la existencia de potentes algoritmos numéricos que resuelven problemas de grandes dimensiones, la multitud de aplicaciones reales que encajan dentro de dichos modelos, la posible utilización de los mismos como subrutina en otros modelos de *Investigación Operativa* y otras muchas.

El programa de la asignatura *Programación lineal y entera* comprende los temas que se consideran relevantes para comprender con profundidad dichos modelos. El estudio se estructura en tres grandes apartados: planteamiento y solución teórica del problema, algoritmos numéricos de resolución y aplicaciones prácticas de los mismos.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

La asignatura *Programación lineal y entera* supone una iniciación al estudio de los modelos matemáticos de optimización. Dentro del grado de Matemáticas es especialmente apropiada para el desarrollo de algunas de las competencias, tanto genéricas como específicas, que deben alcanzar los futuros graduados en Matemáticas.

En particular, el estudio de la *Programación lineal y entera* contribuye notablemente al desarrollo de las siguientes competencias:

**Competencias genéricas:** análisis y síntesis; aplicación de los conocimientos a la práctica; razonamiento crítico; toma de decisiones; motivación por la calidad; comunicación y expresión oral, escrita y en otra lenguas; comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica; uso de las TIC; gestión y organización de la información; manejo de bases de datos; ética profesional.

**Competencias específicas:** comprensión de los conceptos básicos y familiaridad con los elementos fundamentales para el estudio de las Matemáticas superiores; destreza en el razonamiento cuantitativo; habilidad para formular problemas procedentes de un entorno profesional, en el lenguaje matemático, de manera que faciliten su análisis y resolución; habilidad para formular problemas de optimización, que permitan la toma de decisiones, así como la construcción de modelos matemáticos a partir de situaciones reales; habilidad para la comunicación con profesionales no matemáticos para ayudarles a aplicar las matemáticas en sus respectivas áreas de trabajo; resolución de problemas; capacidad para tratar problemas matemáticos desde diferentes planteamientos y su formulación correcta en lenguaje matemático, de manera que faciliten su análisis y resolución; habilidad para extraer información cualitativa a partir de información cuantitativa; habilidad para



presentar el razonamiento matemático y sus conclusiones de manera clara y precisa, de forma apropiada a la audiencia a la que se dirige, tanto en la forma oral como escrita; capacidad de relacionar distintas áreas de las matemáticas; razonamiento crítico; capacidad de evaluar trabajos propios y ajenos; conocimiento de la lengua inglesa para lectura, escritura, presentación de documentos y comunicación con otros especialistas.

El estudio de esta asignatura permite adquirir los conocimientos básicos necesarios para completar la formación matemática e iniciar el estudio de otras disciplinas de los programas de grado, posgrado y doctorado. Asimismo, dada su decidida orientación hacia el mundo de las aplicaciones reales presenta una excelente proyección en el ámbito profesional.

### 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Los conocimientos previos para el desarrollo y estudio de esta asignatura requieren un buen manejo del Álgebra lineal, en particular, las ecuaciones lineales y el cálculo matricial. También es útil tener idea de la Geometría analítica para facilitar el seguimiento de algunos razonamientos mediante representaciones gráficas de resultados algebraicos.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Adquirir destreza en la manipulación de los modelos mediante métodos matemáticos, a fin de ganar conocimiento sobre el sistema modelado.
- Saber interpretar los resultados proporcionados por el modelo y saber cómo aplicarlos al sistema real.
- Conocer los elementos del modelo de programación lineal, distinguir sus hipótesis fundamentales y el dominio de sus aplicaciones.
- Saber resolver teóricamente el modelo de programación lineal.
- Conocer los principales algoritmos para la resolución práctica de problemas de programación lineal.
- Adquirir habilidad práctica en el manejo de dichos algoritmos y en la interpretación de sus resultados.
- Adquirir destreza en la revisión y replanteamiento de un modelo en base a la información proporcionada por los resultados de los algoritmos.
- Conocer los elementos del modelo de programación lineal entera.
- Conocer las principales familias de algoritmos para la resolución práctica de los problemas de programación lineal entera.
- Adquirir habilidad práctica en el manejo de dichos algoritmos y en la interpretación de sus resultados.
- Conocer algunos de los principales modelos de programación lineal y entera especializados en aplicaciones reales y estar familiarizado con los correspondientes algoritmos de resolución numérica.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

1. El modelo de programación lineal
  - 1.1 Modelos de optimización
    - 1.1.1 Optimización, sistemas y modelos
    - 1.1.2 Modelos matemáticos de optimización
    - 1.1.3 Elementos de un modelo matemático de optimización
    - 1.1.4 Planteamiento de un modelo de programación matemática
  - 1.2 El problema de programación lineal
    - 1.2.1 Hipótesis de la programación lineal
    - 1.2.2 Ejemplos de problemas de programación lineal
    - 1.2.3 Solución gráfica del problema de programación lineal



### 1.3 Conjuntos convexos

1.3.1 Definiciones y resultados básicos

1.3.2 Propiedades topológicas de los conjuntos convexos

1.3.3 Separación y soporte de conjuntos convexos

1.3.4 Conjuntos poliédricos

1.3.5 Representación de conjuntos poliédricos

### 1.4 Solución teórica del problema de programación lineal

## 2. Algoritmos de programación lineal

### 2.1 El algoritmo del simplex

2.1.1 Definiciones y notaciones. Sistema explícito

2.1.2 El álgebra del algoritmo del simplex

2.1.3 Algoritmo (primal) del simplex

2.1.4 Programa inicial de base

2.1.5 Convergencia de algoritmo del simplex

### 2.2 Dualidad

2.2.1 Definiciones

2.2.2 El teorema de la dualidad

2.2.3 Los teoremas de las holguras complementarias

2.2.4 El teorema del Lagrangiano

2.2.5 El algoritmo primal del simplex y la dualidad

2.2.6 Interpretación económica de la dualidad

2.2.7 El algoritmo dual del simplex

### 2.3 Formas especiales del método del simplex

2.3.1 El método del simplex revisado

2.3.2 El método del simplex para variables acotadas

2.3.3 El algoritmo de descomposición

### 2.4 Análisis de la solución óptima

2.4.1 Postoptimización

2.4.2 Análisis de sensibilidad



#### 2.4.3 Análisis paramétrico

### 3. Programación entera, transporte y asignación

#### 3.1 Introducción a la programación entera

##### 3.1.1 Definiciones

##### 3.1.2 Ejemplos y aplicaciones de problemas de programación lineal entera

#### 3.2 Algoritmos de programación entera

##### 3.2.1 Métodos de los planos de corte

##### 3.2.2 Método de ramificación y acotación

#### 3.3 El modelo del transporte

##### 3.3.1 Definición del modelo del transporte

##### 3.3.2 Propiedades del problema del transporte

##### 3.3.3 Algoritmo del transporte

#### 3.4 El modelo de asignación

##### 3.4.1 Definición del modelo de asignación

##### 3.4.2 Planteamiento como un problema de programación lineal

##### 3.4.3 Propiedades del problema de asignación

##### 3.4.4 El algoritmo de asignación

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [EDUARDO RAMOS MENDEZ](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La asignatura se impartirá siguiendo la metodología-didáctica a distancia propia de la UNED, que descansa fundamentalmente en dos pilares: los materiales didácticos y los canales de comunicación entre los alumnos y el equipo docente.

Los materiales didácticos incluyen las unidades didácticas preparadas por el equipo docente del curso. Estos materiales se pueden adquirir en los puntos de distribución de material, habituales de la UNED.

Los canales de comunicación, que permitirán una constante interacción entre los alumnos y el equipo docente, están integrados por toda la serie de medios disponibles actualmente: correo postal, teléfono, fax, correo electrónico, videoconferencia, cursos virtuales y foros de debate on-line, etc. Asimismo, los alumnos que lo deseen podrán concertar entrevistas personales con los miembros del equipo docente. Mediante los medios tecnológicos se crearán auténticos vínculos dinámicos de intercomunicación entre los todos los participantes en el curso, para simplificar eficazmente el esfuerzo que conlleva el estudio a distancia.



El método de estudio consistirá en que los alumnos deberán trabajar sobre las unidades didácticas, que serán autosuficientes, y dispondrán en todo momento de mecanismos para el seguimiento del aprendizaje, procedimientos de autoevaluación, etc. Este método de estudio permite compaginar, de una forma muy flexible, las obligaciones personales del alumno con el seguimiento de los estudios de grado.

## 8.EVALUACIÓN

Pruebas de evaluación a distancia.

Se recomienda realizar las pruebas de evaluación a distancia. Los plazos de entrega serán los generales marcados por el Consejo de Gobierno de la Universidad.

Pruebas presenciales.

Las pruebas presenciales consistirán normalmente de dos partes: una de teoría que incluirá una o dos preguntas de respuesta breve y otra de práctica que incluirá dos problemas. Normalmente, las preguntas de teoría supondrán un tercio de la calificación y los problemas los dos tercios restantes. El nivel de dificultad será similar a los propuestos en las pruebas de evaluación a distancia.

Las revisiones de los exámenes y reclamación de las calificaciones se podrán hacer contactando con el profesor de la asignatura por cualquier medio.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788492477654  
Título: PROGRAMACIÓN LINEAL Y ENTERA  
Autor/es: Ramos Méndez, Eduardo ;  
Editorial: EDICIONES ACADÉMICAS, S.A. (EDIASA)

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Comentarios y anexos:

Este texto desarrolla los contenidos de la asignatura y es autosuficiente para su preparación en el modelo de educación a distancia.

## 10.BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9780471636816  
Título: LINEAR PROGRAMMING AND NETWORK FLOWS (2nd. ed.)  
Autor/es: Sherali, Hanif D. ; Jarvis, John J. ;  
Editorial: 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): 9789701056219

Título: INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES (8ª)

Autor/es: Lieberman, Gerald J. ; Hillier, Frederick S. ;

Editorial: MC GRAW HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9789701701669

Título: INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Autor/es: Taha, Hamdy A. ;

Editorial: PEARSON-PRENTICE HALL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

#### Comentarios y anexos:

- BAZARAA, M. S.; JARVIS, J. J.; y SHERALI, H. D.: Linear programming and network flow. Wiley. 2005.  
*Existe una traducción en español de una edición anterior, Limusa-Wiley, 1998. Esta edición en español es suficiente para preparar la asignatura. Este libro es una de las referencias más adecuadas para el estudio de la programación lineal y entera a un nivel adecuado para el grado de Matemáticas.*
- BRONSON, R. y G. NAADIMUTHU: Schaum's outline of operations research. McGraw-Hill, 1997.  
*Es un libro de la serie Schaum con numerosos ejemplos y problemas. Existe una traducción al español, publicada por McGraw-Hill en 1993, con el título: "Investigación de Operaciones: Teoría y 310 problemas resueltos".*
- DANTZIG, G.: Linear programming and extensions", 10ª Edición, Princeton University Press, 1993.  
*Versión actual del libro original escrito por el padre de la programación lineal G. Dantzig publicado en 1963 por Rand Corporation.*
- HILLIER, F. S. y LIEBERMAN, G. J.: Introducción a la Investigación de operaciones. McGraw-Hill. 2006.



*Es una de las referencias más conocidas de Investigación Operativa. Incluye un CD con software de aplicación.*

- LUENBERGER, D. G.: Linear and Nonlinear Programming, Springer, 2003.

*Existe una traducción al español publicada por Adisson-Wesley, 1989, con el título "Programación lineal y no lineal". Es un libro bastante completo que incluye temas de ampliación, como la programación no lineal, que no se estudian en este curso.*

- SIMMONARD, M.: Programmation lineaire et extensions. Dunod. 1978.

*Una referencia clásica en el campo de la programación lineal, escrito con un nivel matemático muy adecuado.*

- SALKIN, H. M. y Mathur, K.: Foundations of integer programming. Elsevier. 1989.

*Uno de los libros más completos dedicados de manera especial a la programación lineal entera.*

- TAHA, H. A.: Operations research: An introduction, 8ª ed., Prentice Hall, 2006.

*Una referencia clásica en Investigación operativa. Incluye software. Existe una traducción al español de la sexta edición, editada por Prentice-Hall en 1998, con el título "Investigación de operaciones: una introducción". Esta edición en español es suficiente para el desarrollo de la asignatura.*

## 11.RECURSOS DE APOYO

## 12.TUTORIZACIÓN

### HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Miércoles de 16:30 a 20:30

Despacho 114, Facultad de Ciencias.

Tel.: (+34) 91 398 72 56

Fax: (+34) 91 398 72 61

Correo electrónico: [eramos@ccia.uned.es](mailto:eramos@ccia.uned.es)

