

Optimización

Daniel Blabia Girau
Carlos F. Cabañero Pisa († 2010)
Margarida Corominas Bosch
Anna Espinal Berenguer
Norberto Márquez Álvarez
José A. Martín Fernández
José Luis Martínez Parra
Xavier Mas Casanova
David Pujolar Morales
Carlos Soldevilla Senar
Ricard Torres Bargalló
Xavier Verge Mestre

PID_00186448

Material docente de la UOC

Daniel Blabia Girau

Profesor titular de Investigación Operativa del Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Carlos F. Cabañero Pisa († 2010)

Se licenció en Dirección y Administración de Empresas en la Universidad de Barcelona. Fue máster en Logística Integral en el Instituto Catalán de la Logística. Fue profesor propio de los Estudios de Economía y Empresa de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) y coordinador del área de Organización de Empresas.

Margarida Corominas Bosch

Máster en Economía y empresa por la Universidad Pompeu Fabra. Actualmente es profesora ayudante de la Universidad Pompeu Fabra, y cursa el doctorado en Economía Matemática.

Anna Espinal Berenguer

Máster en Análisis económico organizado por el Departamento de Teoría e Historia Económica de la Universidad Autónoma de Barcelona. Actualmente es profesora interina de la Universidad Pompeu Fabra, donde también hace la tesis doctoral.

Norberto Márquez Álvarez

Licenciado en Ciencias Matemáticas en la Universidad de Valencia. Profesor titular de escuela universitaria en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Rovira i Virgili. Consultor de Investigación Operativa en los Estudios de Economía y Empresa de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC).

José A. Martín Fernández

Licenciado en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Doctor en Matemática Aplicada por la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC). Titular de universidad en la Universidad de Girona (UdG), en el Área de Estadística e Investigación Operativa. Consultor de los Estudios de Economía y Empresa de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC).

José Luis Martínez Parra

Doctor en Ingeniería Industrial y profesor titular de Investigación Operativa del Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Xavier Mas Casanova

Licenciado en Administración y Dirección de Empresas en la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Diplomado en Ciencias Empresariales en la Universidad de Barcelona (UB). Consultor de Logística en la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Director de Management y consejero delegado de Mediform Group.

David Pujolar Morales

Profesor titular de Investigación Operativa del Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Carlos Soldevilla Senar

Licenciado en Ciencias Matemáticas por la Universidad de Barcelona. Curso de doctorado Economía y Territorio, Análisis Cuantitativo. Analista de marketing de la empresa Schneider Electric. Profesor asociado del Departamento de Estadística, Econometría y Economía Española de la Universidad de Barcelona.

Ricard Torres Bargalló

Ph. D. en Managerial Economics and Decision Sciences, Universidad de Northwestern. Actualmente es profesor en la Universidad de Girona.

Xavier Verge Mestre

Profesor titular de Investigación Operativa del Departamento de Economía de la Empresa de la Universidad Autónoma de Barcelona.

El encargo y la creación de este material docente han sido coordinados por la profesora: Raquel Ferreras (2013)

Primera edición: febrero 2013

© Daniel Blabia Girau, Carlos F. Cabañero Pisa, Margarida Corominas Bosch, Anna Espinal Berenguer, Norberto Márquez Álvarez, José Antonio Martín Fernández, José Luis Martínez Parra, Xavier Mas Casanova, David Pujolar Morales, Carlos Soldevilla Senar, Ricard Torres Bargalló, Xavier Verge Mestre

Todos los derechos reservados
© de esta edición, FUOC, 2013

Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realización editorial: Eureka Media, SL
Diseño: Manel Andreu
Depósito legal: B-570-2013

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y de la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna manera ni por ningún medio, tanto electrónico como químico, mecánico, óptico, de grabación, de fotocopia, o por otros métodos, sin la autorización previa por escrito de los titulares del copyright.

Introducción

Como veréis en el índice, la asignatura tiene 6 créditos, repartidos en 7 módulos:

En el módulo “Las funciones de varias variables” los conceptos básicos de función de una variable se extienden a los de varias variables, lo cual es imprescindible, porque un fenómeno económico depende, en general, de diferentes factores; por ejemplo, el volumen de la cosecha de arroz en un ámbito geográfico determinado y correspondiente a un año determinado depende, entre otros factores, de la calidad y la cantidad de la siembra, del clima, de la cantidad de abono que se utilice, de la existencia de enfermedades de la planta, del uso de plaguicidas, etc., todo ello relacionado con el trabajo humano, el capital invertido, la organización del mencionado trabajo y la comercialización del producto final (ya que una buena comercialización puede dar lugar a un aumento de ventas y, por lo tanto, a un aumento de la superficie destinada a la cosecha de arroz...)

En el módulo “Optimización”, se quieren establecer las bases para la optimización con restricciones. Éste es un campo desarrollado actualmente según las necesidades teóricas y prácticas de la actividad económica. Para entender la razón de todo ello, y continuando con el ejemplo del arroz, es suficiente con pensar que existen restricciones obvias en el uso del factor capital (no se dispone de todo el dinero del mundo), que demasiado abono puede estropear la cosecha, que no se pueden ir contratando trabajadores indefinidamente, etc.

El módulo “Introducción a la investigación operativa” singulariza el enfoque de la investigación operativa, introduce cuestiones metodológicas junto con algunos problemas tipo y ofrece una breve pincelada de carácter histórico. También revisamos varios resultados básicos de la optimización matemática clásica necesarios para el desarrollo y la comprensión de los módulos posteriores, y presentamos los fundamentos para construir y resolver problemas lineales. En todos los casos, y como complemento indispensable para las explicaciones de carácter conceptual, proponemos varias actividades y ejercicios con el fin de ilustrar y aclarar los temas tratados y familiarizar al estudiante con el uso de las diferentes técnicas cuantitativas desarrolladas.

El módulo “El algoritmo simplex” constituye el núcleo del curso, dado que presentamos en el mismo, a lo largo de distintos apartados, el método simplex para resolver problemas lineales de optimización. Asimismo, enseñamos a detectar y a reconocer los diferentes tipos de soluciones que puede presentar un problema de carácter lineal y los problemas posibles de falta de convergencia del algoritmo. Como en el módulo anterior, proponemos al estudiante varios

ejercicios con el fin de capacitarlo para conseguir una comprensión real de los diferentes temas tratados.

El módulo “Dualidad” pasa revista, de forma elemental, a los resultados principales de la teoría de la dualidad en programación lineal. En este contexto, se enfatiza su utilidad tanto para desarrollar instrumentos de análisis económico, por ejemplo, el concepto de *precio sombra*, como para derivar variantes del algoritmo simplex, por ejemplo, el método del simplex dual o el simplex dual extendido. Como en los módulos anteriores, hacemos un uso muy amplio de actividades y tareas prácticas para facilitar la comprensión de los conceptos expuestos.

La asignatura se cierra con un módulo destinado a cubrir el denominado *análisis de sensibilidad* de problemas lineales; es decir, el análisis del impacto que tienen los cambios sobre la estructura o los parámetros del problema en la solución de éste.

Objetivos

En los materiales didácticos asociados a esta asignatura, el estudiante encontrará las herramientas y los contenidos necesarios para alcanzar los objetivos siguientes:

1. Representar gráficamente funciones de 2 variables.
2. Derivar parcialmente funciones de varias variables.
3. Optimizar funciones sometidas a restricciones.
4. Resolver problemas de optimización lineal mediante técnicas que permiten determinar el óptimo sin tener que recurrir a métodos analíticos.
5. Llevar a cabo, de manera sencilla, un análisis postóptimo sobre la manera como las perturbaciones sobre los diferentes componentes del problema original afectan a la solución.
6. Analizar situaciones en las cuales, sin abandonar el supuesto de linealidad, se incorporan restricciones sobre el rango de valores que pueden adoptar las variables y se introducen modelos especialmente útiles para el tratamiento de diferentes problemas de gestión empresarial.
7. Conocer las construcciones intelectuales con que operan los economistas para explicar el funcionamiento de los fenómenos económicos y tomar decisiones fundamentadas en criterios de racionalidad económica.
8. Entender las extensiones lógicas a situaciones más reales desde una perspectiva económica cuando, por limitaciones temporales, restringimos la exposición a modelos lineales de carácter estático en un horizonte determinista con certeza.

Contenidos

Módulo didáctico 1

Las funciones de varias variables

Ricard Torres Bargalló, Margarida Corominas Bosch
y Anna Espinal Berenguer (1 crédito)

1. Una primera aproximación a funciones multivariantes
2. Un viaje con el Gnuplot por funciones de dos variables
3. Funciones multivariantes: definiciones y resultados

Módulo didáctico 2

Optimización

Ricard Torres Bargalló, Margarida Corominas Bosch
y Anna Espinal Berenguer (1,5 créditos)

1. Conceptos básicos
2. Optimización sin restricciones
3. Concavidad y convexidad de funciones. Criterios de globalidad
4. Optimización con restricciones de igualdad
5. Optimización con restricciones de desigualdad

Módulo didáctico 3

Introducción a la investigación operativa

Xavier Verge Mestre, David Pujolar Morales

1. La investigación operativa
2. Problemas lineales
3. Formulación de problemas lineales
4. Resolución gráfica de problemas lineales continuos

Módulo didáctico 4

El algoritmo simplex

Daniel Blabia Girau

1. Formulación de problemas lineales
2. Conceptos y teoremas fundamentales
3. Funcionamiento del algoritmo simplex
4. Tipología de soluciones
5. Degeneración y bucles infinitos

Módulo didáctico 5

Dualidad

Xavier Verge Mestre

1. Formulación del problema dual
2. Relaciones en dualidad

3. Aplicación de las propiedades de los duales a la resolución de problemas lineales
4. Interpretación económica de la dualidad

Módulo didáctico 6

Análisis de sensibilidad

Daniel Blabia Girau

1. Fundamentos del análisis de sensibilidad
2. La base teórica del análisis de sensibilidad
3. Cambios en los parámetros del problema
4. Cambios en la estructura del problema

Anexo

Aplicación práctica de modelos de investigación operativa en problemas de logística empresarial

Norberto Márquez Álvarez, José Antonio Martín Fernández, Xavier Mas Casanova, Carlos Soldevilla Senar y Carlos F. Cabañero Pisa

1. Costes de logística
2. Esquema/resumen de investigación operativa
3. Aplicación de modelos d'investigación operativa a un problema de almacenamiento: Almacén de cocinas F&C
4. Aplicación de modelos de investigación operativa a un problema de gestión de compras: Caso ACEITES OLEO
5. Aplicación de modelos de investigación operativa a un problema de gestión de transporte: Caso Elecder-Power&Control

Bibliografía

Apóstol, T. (1967). *Cálculus*. Reverté.

Bazaraa, M.; Jarvis, J.; Sherali, H. (1990). *Linear Programming and Network Flows* (2.a ed.). Nueva York: John Wiley & Sons. Hay una traducción al castellano con la referencia siguiente: (1998). *Programación lineal y flujo de redes* (2.a ed.). México: Limusa.

Borrell, J. (1990). *Métodos matemáticos para la economía* (4.ª ed.). Madrid: Ediciones Pirámide.

Chiang, A. (1987). *Métodos fundamentales de la economía matemática*. Madrid: Ed: McGraw-Hill (México: 1990).

Hillier, F.; Lieberman, G. (2001). *Introducción a la investigación de operaciones* (7.a ed.). México: McGraw-Hill.

Luenberger, D. (1992). *Programación lineal y no lineal*. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana.

Prawda, J. (1980). *Métodos y modelos de investigación de operaciones* (vol. I). México: Limusa.

Ríos Insua, S. (1988). *Investigación operativa. Optimización*. Madrid: Editorial Centro de Estudios Ramón Areces.

Ríos Insua, S. (1996). *Investigación operativa* (3.a ed.). Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.

Salas, S.; Hille, E. *Calculus*. Ed. Reverté.

Sanz, P.; Vázquez, F.J. (1995). *Cuestiones de cálculo*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Sydaeter, K.; Hammond, P. (1995). *Mathematics for Economic Analysis*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall International.

Villalba, D.; Jerez, M.J. (1990). *Sistemas de optimización para la planificación y toma de decisiones*. Madrid: Pirámide.