



## Teaching Guide

Identifying Data					2015/16
Subject (*)	Investigación Operativa	Code	614111305		
Study programme	Enxeñeiro en Informática				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
First and Second Cycle	1st four-month period	Third	Obligatoria	4.5	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Matemáticas				
Coordinador	Carpente Rodríguez, María Luisa	E-mail	luisa.carpente@udc.es		
Lecturers	Carpente Rodríguez, María Luisa	E-mail	luisa.carpente@udc.es		
Web	<a href="http://193.144.60.241/~io/">http://193.144.60.241/~io/</a>				
General description	<p>El futuro Ingeniero en Informática debería estar capacitado para trabajar en todos los departamentos de la empresa, aunque fundamentalmente se agrupen en el departamento de informática. Los campos más profesionalizados son: centros de cálculo, empresas de hardware, entidades financieras, de telecomunicaciones, de electricidad, de alta tecnología, de seguridad y consultoras informáticas. También es frecuente que se dedique al ejercicio libre de la profesión como analista y programador. Algunas</p> <p>de las actividades que puede llegar a realizar un Ingeniero en Informática son, fundamentalmente, las siguientes: dirección de informática y departamentos de desarrollo, dirección y organización de proyectos informáticos y centros de programación de datos, diseño, selección y evaluación de infraestructura de computación y lógica, mantenimiento de infraestructuras, optimización de métodos y medios de comunicación con el ordenador y los usuarios, concepción de proyectos y aplicaciones para su posterior análisis y ejecución, arquitectura, análisis y diseño de sistemas informáticos, técnicas de sistemas, bases de datos y comunicaciones, consultoría técnica, auditoría informática, inteligencia artificial y nuevas tecnologías en general, investigación, formación y docencia. Casi todas las salidas profesionales mencionadas, involucran procesos de tomas de decisiones, además de requerir una cierta destreza en el conocimiento de modelos matemáticos básicos. Por todo ello, es necesaria una formación básica en la ciencia de las decisiones: la Investigación Operativa. No se pretende con este curso formar a profesionales en este campo, pero sí familiarizar al estudiante con su metodología y aplicaciones. De aquí, el carácter práctico que se pretende dar al curso, donde prima la resolución de problemas y el manejo de herramientas informáticas básicas sobre el desarrollo exhaustivo de contenidos matemáticos relacionados con los temas propuestos para el curso.</p>				

## Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A1	Aprender de maneira autónoma novos coñecementos e técnicas avanzadas axeitadas para a investigación, o deseño e o desenvolvemento de sistemas e servizos informáticos.
A5	Saber especificar, deseñar e implementar sistemas intelixentes cando as solucións convencionais non resultaren satisfactorias.
A7	Saber especificar, deseñar e implementar un sistema de información, empregando bases de datos.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B3	Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo.
B4	Aprendizaxe autónoma.
B5	Traballar de forma colaborativa.
B7	Comunicarse de maneira efectiva en calquera contorno de traballo.
B8	Traballar en equipos de carácter interdisciplinar.
B9	Capacidade para tomar decisións.
B10	Capacidade de xestión da informática (captación e análises da información).
B11	Razoamento crítico.
B12	Capacidade para a análise e a síntese.



B13	Capacidade de comunicación.
B14	Coñecemento de idiomas.
B15	Motivación pola calidade.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.
C2	Dominar a expresión e a comprensión de forma oral e escrita dun idioma estranxeiro.
C3	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C4	Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía aberta, culta, crítica, comprometida, democrática e solidaria, capaz de analizar a realidade, diagnosticar problemas, formular e implantar solucións baseadas no coñecemento e orientadas ao ben común.
C5	Entender a importancia da cultura emprendedora e coñecer os medios ao alcance das persoas emprendedoras.
C6	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben afrontarse.
C7	Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.
C8	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Capacidad de análisis y síntesis. Puesto que la materia requiere abstraer un modelo matemático de una realidad casi siempre compleja.	A5	B1 B2	
Capacidad de organización y planificación. La metodología de la Investigación Operativa, los problemas planteados y los mecanismos de solución de tales problemas potencian claramente esta capacidad.		B2 B5 B7	
Conocimiento de una lengua extranjera. Mucha documentación, sobre todo de los paquetes informáticos utilizados, algunas de las referencias bibliográficas y gran parte de los recursos en la web están en inglés.		B4 B14	C2
Conocimientos de software informático relativo al ámbito de estudio. La dimensión de los problemas reales de Investigación Operativa hace necesario el uso de programas específicos de ordenador que realicen los cálculos, para así obtener una solución en un intervalo razonable de tiempo.	A5		C3
Capacidad de gestión de la información. Las situaciones planteadas a lo largo del curso involucran gran cantidad de datos que hay que saber organizar.	A7	B10	
Capacidad de resolución de problemas. El ámbito de aplicación de esta disciplina conduce, de una forma clara, a fomentar esta capacidad.	A1	B2 B3 B4 B5 B9 B11 B14	C1 C7 C8
Saber obtener información de forma efectiva a partir de libros, revistas especializadas y otros recursos documentales.		B4 B11	
Capacidad de trabajar en equipo e interactuar con personas de otras disciplinas. Los problemas que se plantean en Investigación Operativa conciernen a distintas realidades, por lo que se hace imprescindible la comunicación con expertos en otras materias para organizar y contextualizar la información.		B5 B7 B13	
Razonamiento crítico y capacidad de tomar decisiones. La metodología de trabajo de la Investigación Operativa hace necesario el cuestionarse la validez de una solución en el contexto real, lo que evidentemente fortaleza las capacidades mencionadas.		B9 B11	



Compromiso ético.			C4 C5 C7 C8
Conocer la metodología de trabajo de la Investigación Operativa.	A1	B1 B2 B3 B4 B5 B7 B15	
Saber interpretar problemas de diferentes contextos y saber si son susceptibles de ser formulados mediante un modelo de programación lineal.	A1 A5	B1 B2 B3 B4 B5 B11 B12 B15	C1 C2
Adquirir las destrezas necesarias para buscar una técnica de solución adecuada a los problemas formulados, saber implementarla con una herramienta informática e interpretar los resultados obtenidos de una manera adecuada.	A1 A5	B2 B3 B8 B9 B10 B11 B12	C1 C3 C6

Contents	
Topic	Sub-topic
1 Introducción.	1.1 Objetivos del curso. 1.2 Comentarios sobre el desarrollo histórico de la Investigación Operativa. 1.3 Los modelos en Investigación Operativa. 1.4 La Investigación Operativa y la Informática. 1.5 Descripción del programa.
2 Programación lineal. 2.1 Modelos de programación lineal y aplicaciones.	2.1.1 Formulación de modelos de programación lineal. Ejemplos. 2.1.2 Solución gráfica de problemas de programación lineal con dos variables. Interpretación. Definiciones básicas. 2.1.3 Problemas de programación lineal en forma estándar.
2.2 El método del Simplex.	2.2.0 Resolución de ecuaciones lineales simultáneas. Definiciones básicas: solución factible, variables básicas y no básicas, sistema canónico, solución factible básica. 2.2.1 Esquema básico de funcionamiento del método del Simplex. Beneficios relativos, criterio de entrada, criterio de salida (regla de la mínima proporción), elemento pivote, pivotaje. 2.2.2 El método del Simplex por tablas. 2.2.3 Problemas de cálculo: empates en el criterio de entrada, empates en el criterio de salida, degeneración, ciclaje. 2.2.4 Obtención de una solución factible básica inicial: Método de las dos fases y método de las penalizaciones. 2.2.5 Aspectos computacionales del Simplex y software recomendado.



2.3 Problemas especiales de programación lineal.	<p>2.3.1 El problema del transporte.</p> <p>2.3.1.1 Formulación del problema estándar de transporte.</p> <p>2.3.1.2 Obtención de una solución factible básica inicial: método de la esquina noroeste, método del coste mínimo y método de Vogel.</p> <p>2.3.1.3 Algoritmo de Stepping-Stone y método MODI.</p> <p>2.3.1.4 Problema de transporte a tiempo mínimo.</p> <p>2.3.2 El problema de asignación.</p> <p>2.3.2.1 Formulación del problema estándar de asignación.</p> <p>2.3.2.2 Método húngaro.</p>
3 Programación lineal avanzada. 3.1 El método revisado del Simplex.	<p>3.1.1 Conceptos básicos. Vector de multiplicadores.</p> <p>3.1.2 Desarrollo del método.</p> <p>3.1.3 Ventajas del método revisado del Simplex sobre el método del Simplex clásico.</p>
3.2 Teoría de la dualidad.	<p>3.2.1 Formulación del problema dual.</p> <p>3.2.2 Problemas primal-dual simétricos. Propiedades.</p> <p>3.2.3 Teoremas de dualidad.</p> <p>3.2.4 Condiciones de holguras complementarias.</p> <p>3.2.5 Problemas primal-dual asimétricos.</p> <p>3.2.6 Lectura de la solución dual óptima en la tabla óptima primal.</p> <p>3.2.7 Interpretación económica del problema dual. Precios sombra.</p>
3.3 El método dual del Simplex.	<p>3.3.1 Conceptos fundamentales.</p> <p>3.3.2 Desarrollo del método.</p> <p>3.3.3 Identificación de problemas no factibles.</p>
3.4 Análisis de sensibilidad y programación paramétrica.	<p>3.4.1 Modificaciones en los coeficientes de la función del objetivo.</p> <p>3.4.2 Modificaciones en las constantes de la derecha de las restricciones.</p> <p>3.4.3 Modificaciones en la matriz de coeficientes de las restricciones.</p> <p>3.4.4 Adición de nuevas variables.</p> <p>3.4.5 Adición de nuevas restricciones.</p> <p>3.4.6 Variación paramétrica de los coeficientes de la función del objetivo.</p> <p>3.4.7 Variación paramétrica de las constantes de la derecha de las restricciones.</p>
3.5 Programación lineal entera.	<p>3.5.1 Formulación de modelos. Aplicaciones.</p> <p>3.5.2 Enumeración y aproximación.</p> <p>3.5.3 Enumeración implícita.</p> <p>3.5.4 Algoritmo de ramificación y acotación.</p> <p>3.5.5 Aspectos computacionales.</p> <p>3.5.6 Programación binaria.</p> <p>3.5.7 Método de los planos de corte.</p>

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student's personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech		15	15	30
Laboratory practice		30	45	75
Multiple-choice questions		1.5	0	1.5
Objective test		2	0	2
Collaborative learning		1	1	2
Personalized attention		2	0	2

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description



Guest lecture / keynote speech	Algunas de las clases harán con presentaciones por ordenador, además de utilizar la pizarra.
Laboratory practice	Se realizarán ejercicios de pizarra sobre los contenidos y se presentarán soluciones con los paquetes de software recomendados.
Multiple-choice questions	Se harán varios ejercicios con preguntas cortas sobre aspectos prácticos y teóricos de la materia. Uno de los ejercicios será evaluable.
Objective test	Se evaluará la resolución de un ejercicio escrito propuesto de entre los distintos bloques temáticos del temario.
Collaborative learning	Se resolverán ejercicios en grupo que luego se pasarán a exponer al resto del alumnado de los grupos de prácticas.

### Personalized attention

Methodologies	Description
Laboratory practice Collaborative learning	Algunas prácticas se proponen de forma individual y personalizada y se evalúan de forma personalizada. También se proponen casos prácticos para resolver de forma conjunta en grupos de dos alumnos.

### Assessment

Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
Laboratory practice		Entrega de un problema propuesto para plantear y resolver con un software específico.	10
Multiple-choice questions		Se proponen 10 preguntas prácticas y teóricas sobre los temas de la asignatura.	50
Objective test		Se propone un ejercicio para resolver con alguna de las metodologías introducidas en el curso	40
Others			

### Assessment comments

--

### Sources of information

<b>Basic</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hillier, F. y Lieberman, G. (1996). Introducción a la Investigación de Operaciones. McGraw-Hill</li> <li>- Winston, W. y Venkataramanan, M. (2002). Introduction to Mathematical Programming. Vol. 1. Duxbury Press</li> <li>- Winston, W. (2004). Investigación de Operaciones. Paraninfo</li> <li>- Taha, H. A. (2004). Investigación de Operaciones. Pearson. Prentice Hall</li> <li>- Martín Martín, Q. (2003). Investigación Operativa. Pearson. Prentice Hall</li> <li>- Martín Martín, Q. (2005). Investigación Operativa. Problemas y ejercicios resueltos. Pearson. Prentice Hall</li> <li>- Ravindran, A. Philips, D. y Solberg, J. (1987). Operations Research: Principles and Practice. John Wiley &amp; Sons</li> </ul>
<b>Complementary</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gass, S. y Assad, A. (2005). An annotated Timeline of Operations Research. An Informal History. Kluwer Academic Publishers</li> <li>- Garfinkel, R. y Nemhauser, G. L. (1972). Integer Programming. Wiley</li> <li>- Hillier, F. y Lieberman, G. (1991). Introduction to Mathematical Programming. McGraw-Hill</li> <li>- (). Página con aplicaciones a casos reales de la Investigación Operativa: <a href="http://www.theorsociety.com/Science_of_Better/htdocs/prospect/index.asp">http://www.theorsociety.com/Science_of_Better/htdocs/prospect/index.asp</a>.</li> <li>- (). Página del proyecto R: <a href="http://www.r-project.org">http://www.r-project.org</a>.</li> <li>- (). Página del software LINDO: <a href="http://www.lindo.com">http://www.lindo.com</a>.</li> <li>- (). Página sobre el Simplex: <a href="http://www.phpsimplex.com">http://www.phpsimplex.com</a>.</li> <li>- Ríos Insua, S. (2006). Problemas de Investigación Operativa. Editorial Ra-ma</li> <li>- Bazaraa, M. (2005). Programación Lineal y Flujo en Redes. Limusa</li> </ul>



## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Álgebra/614111106

Matemática Discreta I/614111107

Computación Numérica/614111204

Algoritmos/614111206

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Técnicas Operativas de Xestión/614111647

### Subjects that continue the syllabus

### Other comments

(\*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.