

Investigación Operativa

Código: 102150

Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2501232 Empresa y Tecnología	OB	2	2

Contacto

Nombre: Gloria Estape Dubreuil

Correo electrónico: gloria.estape@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)

Algún grupo íntegramente en inglés: No

Algún grupo íntegramente en catalán: Sí

Algún grupo íntegramente en español: No

Equipo docente

Daniel Blabia Girau

Sergio Espluga Campabadal

Prerequisitos

Para una buena comprensión de la asignatura sería conveniente tener conocimientos básicos de técnicas cuantitativas y matemáticas equivalentes a la asignatura de Matemáticas II del primer curso del Grado. Un conocimiento básico de métodos algorítmicos es igualmente conveniente. Por último, el análisis de las situaciones en que se centra la asignatura necesita de elementos básicos sobre empresas y organizaciones que se ofrecen en Economía de la Empresa.

Objetivos y contextualización

La asignatura de Investigación Operativa (IO) forma parte, junto con la de *Introducción a la Resolución de Problemas y Diseño de Algoritmos*, de una materia del Grado de Empresa y Tecnología denominada Métodos Cuantitativos de Gestión.

Los objetivos básicos de la asignatura son los siguientes:

- Presentar las bases del enfoque metodológico desarrollado por la IO y dirigido a la ayuda a la toma de decisiones en situaciones problemáticas y proyectos de diversos ámbitos de la actividad empresarial - incluyendo la economía social y pública - que permitan el uso de técnicas cuantitativas.
- Desarrollar las herramientas y técnicas principales de resolución de problemas de optimización, incluyendo resultados teóricos y algoritmos de cálculo de soluciones.
- Aplicar las distintas herramientas trabajadas en proyectos y problemas reales del entorno organizativo y empresarial, utilizando herramientas informáticas tanto genéricas como específicas.

Al finalizar el curso, los estudiantes deberán ser capaces de modelizar situaciones del entorno de las empresas y las organizaciones en las que la Investigación Operativa y los métodos de optimización puedan ser de utilidad. En particular, deben poder seleccionar los elementos que se consideren significativos para incluir en el modelo, elegir cuál es el tipo de modelo más adecuado y resolverlo utilizando software informático, así como interpretar los resultados obtenidos, incluyendo el análisis de la sensibilidad de la

solución encontrada. Asimismo, deberán poder presentar de forma conveniente las recomendaciones que se desprendan del análisis cuantitativo realizado, tanto en el ámbito de los profesionales de la IO como de la gestión empresarial. Además, podrán valorar críticamente la utilización de modelos de la IO en las situaciones estudiadas, teniendo en cuenta la complejidad e incertidumbre en la toma de decisiones en el mundo actual.

Competencias

- Aplicar los modelos analíticos básicos de la Optimización y la Investigación Operativa a la resolución de problemas complejos, principalmente en los niveles tácticos y operacionales de la organización a partir del conocimiento de técnicas de modelización.
- Capacidad de trabajar en equipo.
- Demostrar la capacidad de planificación en función de objetivos y recursos disponibles.
- Demostrar la motivación por la calidad en los objetivos y en el desarrollo de su trabajo.
- Encontrar soluciones algorítmicas y utilizar las herramientas de programación adecuadas para su implementación en el entorno de una organización.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

Resultados de aprendizaje

1. Aplicar los modelos analíticos básicos de la Optimización y la Investigación Operativa a la resolución de problemas complejos, principalmente en los niveles tácticos y operacionales de la organización a partir del conocimiento de técnicas de modelización.
2. Comunicación con expertos de otros campos y no expertos.
3. Demostrar la capacidad de planificación en función de objetivos y recursos disponibles.
4. Demostrar la motivación por la calidad en los objetivos y en el desarrollo de su trabajo.
5. Describir el funcionamiento de los algoritmos más comunes de grafos y de programación matemática, y saber utilizarlos para a problemas concretos.
6. Realizar presentaciones orales adaptadas a distintas audiencias.
7. Redactar de forma adecuada informes técnicos adaptados a las exigencias de sus destinatarios.
8. Trabajar en equipo, compartiendo los conocimientos y sabiéndolos comunicar al resto del equipo y la organización.

Contenido

La asignatura se desarrollará a partir de cinco temas, uno de ellos transversal durante todo el curso (tema 0), mientras que el resto que se irán introduciendo de forma más lineal. Un último tema hace hincapié en las relaciones entre IO y IA. Son los siguientes:

Tema 0. El proceso metodológico de la Investigación Operativa

Se tratará del papel de los modelos en la toma de decisiones, así como del papel de la IO en la ayuda a la toma de decisiones en el entorno de las organizaciones. Asimismo, se revisarán las grandes líneas del proceso metodológico que se utiliza en la IO, incluyendo el análisis conceptual de un proyecto o situación problemática, las diferentes herramientas de diseño de modelos formales, y el proceso de definición, validación y planificación de la implementación de la solución recomendada. La preparación y presentación de resultados, tanto en forma oral como escrita, toma también un papel destacado en este proceso.

Tema 1. El tratamiento de las restricciones a la toma de decisiones: programación lineal

El tema pretende motivar el análisis en profundidad del modelo de programación matemática seguramente más popular y ampliamente utilizado en la toma de decisiones: la programación lineal. Se estudiarán las características básicas tanto de los problemas como de sus soluciones, yendo de la resolución gráfica a la computacional (método del simplex) y al uso de software genérico. El análisis de la sensibilidad de la solución óptima ocupará un lugar importante en este tema, en el que también se revisarán diversas aplicaciones estándar de la programación lineal en el entorno de las organizaciones.

Tema 2. Entre la complejidad de la resolución y la precisión del resultado: programación entera

Se introduce aquí la necesidad del uso de modelos de programación entera y binaria, así como la dificultad

que presenta en general su resolución. Para ello se presentan, discuten y trabajan los métodos de separación y evaluación (*Branch & Bound*).

Tema 3. La captura de rasgos significativos no lineales: programación diferenciable restringida

Se analizarán situaciones económicas relativamente sencillas en las que se requiera el uso de un modelo no lineal. Se presentan tanto las condiciones teóricas que deben cumplir las soluciones de uno de estos modelos (a partir de la función lagrangiana generalizada y las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker) como los métodos numéricos básicos para intentar determinarlas de manera algorítmica.

Tema 4. Los modelos en red: un entorno diferente de modelización de la toma de decisiones

Este tema presenta algunos de los principales problemas clásicos que se pueden modelizar a través del uso de redes, así como los algoritmos más importantes diseñados para resolverlos.

Tema 5. La Investigación Operativa y la Inteligencia Artificial

Se introducen los principales conceptos básicos de la IA, y en particular su uso a nivel de la toma de decisiones; así como algunos ejemplos de las aplicaciones e intersecciones en algoritmos que incluyen técnicas de las dos disciplinas.

Metodología

La metodología docente de la asignatura se centra en el aprendizaje basado en problemas, motivando al estudiante a partir de la presentación y análisis de proyectos o problemas conectados con la realidad de la gestión empresarial. En particular, se utilizarán diversos meta-modelos clásicos a partir de los que la IO se ha desarrollado formalmente (problema de la dieta, de transporte, del viajante de comercio, etc.).

Este enfoque requiere una implicación especial de los estudiantes en el desarrollo de las sesiones presenciales (*actividad dirigida*) del curso, ya que son sus iniciativas las que impulsan el avance del programa. Por esa razón el orden de los temas del programa, y en particular el tema 0, no se seguirá de forma temporal estricta, sino que se desarrollará en función de las iniciativas de los propios estudiantes.

En el curso se utilizará software informático genérico, como por ejemplo Microsoft©Excel Solver, pero también específico. El objetivo es doble: fomentar la comprensión de las diversas técnicas matemáticas de resolución de modelos formales; y permitir el análisis de proyectos y situaciones conceptualmente y numéricamente más complejas, dejando a un lado las dificultades de una resolución manual, y poniendo de relieve en cambio tanto la modelización como la interpretación de la información proporcionada por el programa.

Se recomienda por lo tanto de forma explícita a los estudiantes que traigan sus ordenadores portátiles al aula de clase cuando ésta deba desarrollarse en una instalación estándar, tanto para sesiones teóricas como en las *prácticas de aula*.

Se preveen también *prácticas de laboratorio* durante el curso. En algunas de ellas se introducirá otro software "profesional" de resolución de problemas de optimización, con el objetivo de explorar las posibilidades de tratar situaciones en las que se requieran modelos de mayor tamaño. Asimismo, se potenciará el diseño, resolución y presentación de resultados basados en una situación "real".

Durante el curso se fomentará el trabajo en equipo y el intercambio colaborativo de información y herramientas para la modelización y resolución de problemas. No obstante, el proceso final de aprendizaje debe ser individual, puesto de relieve por la *actividad autónoma* de cada estudiante, que deberá complementar y enriquecer el trabajo iniciado en las sesiones dirigidas del curso. La *actividad supervisada*, con tutorías regladas y consultas esporádicas efectuadas durante el curso, es igualmente imprescindible para la correcta adquisición de los conocimientos que proporciona la asignatura.

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Actividades

Título		Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas				
A. Clases teóricas		29,5	1,18	1, 4, 5
B. Prácticas de aula		8	0,32	1, 4, 5, 8
C. Prácticas de laboratorio		10	0,4	1, 3, 4, 5, 8
D. Presentaciones orales		2	0,08	4
Tipo: Supervisadas				
E. Tutorías		15	0,6	3, 4
Tipo: Autónomas				
F. Lectura y estudio del material del curso y de los problemas presentados		31	1,24	1, 5
G. Preparación y resolución de casos prácticos		25	1	1, 3, 4, 5, 7, 8
H. Preparación y redacción de informes orales y por escrito		25	1	2, 4, 6, 7, 8

Evaluación

La evaluación de la asignatura se realizará de forma progresiva y continuada durante el semestre. El sistema de evaluación se basa en las siguientes evidencias de aprendizaje:

- **Aportaciones individuales y en pequeño grupo** efectuadas en las sesiones presenciales del curso, incentivando así la participación activa de los estudiantes su propio proceso de aprendizaje.
- La **presentación de informes, por escrito y/o oralmente**, relativos a determinados problemas o proyectos trabajados durante el curso, y en especial en las prácticas de laboratorio, con el objetivo de seguir la evolución de cada estudiante en la comprensión y uso de las herramientas introducidas, y de potenciar la adquisición de competencias transversales. Se pedirá tanto la preparación de informes técnicos sobre el modelo formulado y su resolución como otros dirigidos a la organización que ha planteado la situación estudiada.
- **Resolución de problemas y/o pruebas escritas** de pequeño formato que permitan estructurar el cuerpo de resultados teóricos de la asignatura, así como reforzar la comprensión de las metodologías y técnicas algorítmicas básicas de la misma.
- Una **prueba final**, en las últimas semanas del semestre, para favorecer la consolidación del conjunto del material trabajado durante el curso.

Criterios de evaluación

La calificación final se obtendrá partir de la suma ponderada de las valoraciones de las diversas evidencias, teniendo en cuenta que cada una de las cuatro componentes citadas tiene un peso específico distinto:

$$N = 7\% \text{ (aportaciones)} + 40\% \text{ (informes)} + 18\% \text{ (elementos metodología)} + 35\% \text{ (prueba final)}$$

Será condición necesaria para poder efectuar esta suma ponderada que (1) cada una de las componentes tenga una puntuación positiva, y (2) que la calificación obtenida en el examen final sea igual o superior a 4,5.

En el caso que un estudiante no supere la asignatura ($N < 5$) o que no cumpla alguna de las condiciones para poder calcular su calificación final, podrá participar en el proceso de recuperación que se describe a continuación si cumple uno de los requisitos siguientes:

(a) Comple las condiciones (1) y (2) anteriores y la nota final obtenida (N) está entre 3,5 y 5 (3,5<=N<5)

(b) Ha obtenido una calificación inferior a 4,5 en la prueba final de la asignatura, pero si se aplicasen las ponderaciones anteriormente descritas, la calificación final sería de 5 o superior.

No evaluable

Se considera que un estudiante que realice por lo menos una de las componentes de la evaluación continuada ya no puede ser considerado NO EVALUABLE.

Calendario de actividades de evaluación

Las fechas de las diferentes actividades de evaluación (ejercicios, entrega de trabajos, etc.) se anunciarán con suficiente antelación durante el semestre.

La fecha del examen final de la asignatura está programada en el calendario de exámenes de la Facultad.

"La programación de las pruebas de evaluación no se podrá modificar, salvo que haya un motivo excepcional y debidamente justificado por el cual no se pueda realizar un acto de evaluación. En este caso, las personas responsables de las titulaciones, previa consulta al profesorado y al estudiantado afectado, propondrán una nueva programación dentro del período lectivo correspondiente." Apartado 1 del Artículo 115. Calendario de las actividades de evaluación (Normativa Académica UAB)

Los y las estudiantes de la Facultad de Economía y Empresa que, de acuerdo con el párrafo anterior, necesiten cambiar una fecha de evaluación deben presentar la petición rellenando el documento Solicitud reprogramación prueba en https://eformularis.uab.cat/group/deganat_feie/solicitud-reprogramacion-de-pruebas

Procedimiento de revisión de las calificaciones

Coinciendo con el examen final se anunciará el día y el medio de publicación de las calificaciones finales. Asimismo se informará del procedimiento, lugar, fecha y hora de la revisión de las mismas de acuerdo con la normativa de la Universidad.

Proceso de Recuperación

"Para participar en el proceso de recuperación el alumnado debe haber sido previamente evaluado en un conjunto de actividades que represente un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura o módulo." Apartado 3 del Artículo 112 ter. La recuperación (Normativa Académica UAB). Los y las estudiantes deben haber obtenido una calificación media de la asignatura entre 3,5 y 4,9.

La fecha de esta prueba está programada en el calendario de exámenes de la Facultad. El estudiante que se presente y la superere aprobará la asignatura con una nota de 5. En caso contrario su nota final será la de la prueba final.

Irregularidades en actos de evaluación

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, *"en caso que el estudiante realice cualquier irregularidad que pueda conducir a una variación significativa de la calificación de un acto de evaluación, se calificará con un 0 este acto de evaluación, con independencia del proceso disciplinario que se pueda instruir. En caso que se produzcan diversas irregularidades en los actos de evaluación de una misma asignatura, la calificación final de esta asignatura será 0". Apartado 10 del Artículo 116. Resultados de la evaluación. (Normativa Académica UAB).*

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
--------	------	-------	------	---------------------------

1. Aportaciones en las sesiones presenciales del curso	7%	0	0	1, 4, 5
2. Presentación de informes (orales/por escrito)	40%	0	0	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8
3. Resolución de problemas y/o pruebas escritas de pequeño formato	18%	1,5	0,06	1, 3, 4, 5, 7
4. Prueba final	35%	3	0,12	1, 5, 7

Bibliografía

Daellenbach, Hans G. (1995). *Systems and Decision Making. A Management Science Approach*. Wiley.

Eiselt, H.A. - Sandblom, Carl-Louis (2012). *Operations Research: A Model-Based Approach*. Springer.
<https://link.springer.com/are.uab.cat/book/10.1007%2F978-3-642-31054-6>.

Gordon, G. - Pressman, I. - Cohen, S. (1990). *Quantitative Decision Making for Business* (3rd. ed.). Prentice-Hall.

Liberatore, Matthew J. - Nydick, Robert L. (2003). *Decision Technology. Modelling, Software and Applications*. Wiley.

Taylor, Bernard, III. *Introduction to Management Science, EBook, Global Edition*, Pearson Education, Limited, 2019. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/uab/detail.action?docID=5601327>.

Vanderbei, Robert J. (2020). *Linear Programming*. Springer.
<https://link.springer.com/are.uab.cat/book/10.1007%2F978-3-030-39415-8>.

Winston, Wayne W. (2003). *Operations Research. Applications and Algorithms* (4th. ed.). Duxbury Press.

En la web de la asignatura en el Campus Virtual de la UAB se añadirá material complementario si se considera necesario. Así mismo, este espacio será el referente de la asignatura para la publicación de material de trabajo durante el curso.

Software

En el curso se utilizarán herramientas informáticas que tengan implementados algoritmos de optimización, sean de tipo genérico, como Microsoft © Excel Solver, o más específicos, como LINGO.