

Investigació Operativa

Codi: 102150
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501232 Empresa i Tecnologia	OB	2	2

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Professor/a de contacte

Nom: Gloria Estapé Dubreuil
Correu electrònic: Gloria.Estape@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)
Grup íntegre en anglès: No
Grup íntegre en català: Sí
Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Daniel Blabia Girau
Sergio Espluga Campabadal

Prerequisits

Per a una bona comprensió de l'assignatura, seria convenient tenir coneixements bàsics de tècniques quantitatives i matemàtiques equivalents a l'assignatura de Matemàtiques II del primer curs del Grau. Un coneixement bàsic de tècniques i mètodes algorísmics és igualment convenient. Per últim, l'anàlisi de les situacions en què es centra l'assignatura necessita dels elements bàsics sobre empreses i organitzacions que s'ofereixen a Economia de l'Empresa.

Objectius

L'assignatura d'Investigació Operativa (IO) forma part, conjuntament amb la d'Introducció a la Resolució de Problemes i Disseny d'Algorismes, d'una matèria del Grau d'Empresa i Tecnologia que s'ha anomenat Mètodes Quantitatius de Gestió.

Els objectius bàsics de l'assignatura són els següents:

- Presentar les bases de l'enfocament metodològic desenvolupat per la IO i adreçat a l'ajut a la presa de decisions en situacions problemàtiques i projectes de diferents àmbits de l'activitat empresarial - incloent l'economia social i pública - que permetin l'ús de tècniques quantitatives.
- Desenvolupar les eines i tècniques principals de resolució de problemes d'optimització, exposant-ne els resultats teòrics i algorismes de càlcul de solucions.
- Aplicar les diferents eines treballades a projectes i problemes reals de l'entorn organitzatiu i empresarial, fent també ús d'eines informàtiques tant genèriques com específiques.

En acabar el curs, els estudiants hauran de ser capaços de modelitzar situacions de l'entorn de les empreses i les organitzacions en les que la Investigació Operativa i els mètodes d'optimització puguin ser d'utilitat. En particular, han de poder seleccionar els elements que es considerin significatius per incloure en el model, triar

quin és el tipus de model més adient i resoldre'l emprant programari informàtic, i a continuació interpretar els resultats obtinguts, incloent l'anàlisi de la sensibilitat de la solució trobada. Així mateix, hauran de poder presentar de forma convenient les recomanacions que es desprenguin de l'anàlisi quantitativa realitzada, tant en l'àmbit de professionals de la IO com de la gestió empresarial. A més, podran valorar críticament la utilització de models de la IO en les situacions estudiades, tenint en compte la complexitat i incertesa de la presa de decisions en el món d'avui en dia.

Competències

- Aplicar els models analítics bàsics de l'optimització i la investigació operativa a la resolució de problemes complexos, principalment en els àmbits tàctics i operacionals de l'organització a partir del coneixement de tècniques de modelització.
- Capacitat de treballar en equip.
- Demostrar capacitat de planificació en funció d'objectius i recursos disponibles.
- Demostrar motivació per la qualitat en els objectius i en el desenvolupament del treball.
- Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Trobar solucions algorítmiques i utilitzar les eines de programació adequades per implementar-les en l'entorn d'una organització.

Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els models analítics bàsics de l'optimització i la investigació operativa a la resolució de problemes complexos, principalment en els àmbits tàctics i operacionals de l'organització a partir del coneixement de tècniques de modelització.
2. Comunicar amb experts d'altres camps i no experts.
3. Demostrar capacitat de planificació en funció d'objectius i recursos disponibles.
4. Demostrar motivació per la qualitat en els objectius i en el desenvolupament del treball.
5. Descriure el funcionament dels algorismes més comuns de grafs i de programació matemàtica, i saber utilitzar-los per a problemes concrets.
6. Fer presentacions orals adaptades a diferents audiències.
7. Redactar de manera adequada informes tècnics adaptats a les exigències dels destinataris.
8. Treballar en equip, compartint els coneixements i sabent-los comunicar a la resta de l'equip i l'organització.

Continguts

L'assignatura es desenvoluparà a partir de sis temes base, un d'ells transversal a tota la durada del curs (tema 0), i la resta que s'aniran introduint de forma més lineal; més una introducció a temes d'actualitat i la seva relació amb la disciplina de la Investigació Operativa. Són els següents:

Tema 0. El procés metodològic de la Investigació Operativa

Es tractarà del paper dels models en la presa de decisions i del paper de la IO en l'ajut a la presa de decisions en l'entorn de les organitzacions. Així mateix es revisaran les grans línies del procés metodològic que s'utilitza en la IO, incloent l'anàlisi conceptual d'un projecte o situació problemàtica, les diferents eines de disseny de models formals, i el procés de definició, validació i planificació de la implementació de la solució recomanada. La preparació i presentació de projectes i resultats, tant en forma oral com escrita, forma també una part important d'aquest procés.

Tema 1. El tractament de les restriccions a la presa de decisions: programació lineal

El tema pretén motivar l'anàlisi en profunditat del model de programació matemàtica que segurament és el més popular i més àmpliament utilitzat en la presa de decisions: la programació lineal. S'estudiaran les característiques bàsiques tant dels problemes com de les seves solucions, anant de la resolució gràfica a la

computacional (mètode del *simplex*) i a l'ús de programari genèric. L'anàlisi de la sensibilitat de la solució òptima ocuparà un lloc important en aquest tema, en el qual també es revisaran diverses aplicacions estàndard de la programació lineal en l'entorn de les organitzacions.

Tema 2. Entre la complexitat de la resolució i la precisió del resultat: programació sencera

S'introdueix la necessitat de l'ús de models de programació sencera i binària, així com la dificultat que presenta en general la seva resolució. Per a fer-ho es presenten, discuteixen i treballen els mètodes de separació i avaluació (*branch & bound*).

Tema 3. La captura de trets significatius no lineals: programació diferenciable restringida

S'analitzen situacions econòmiques relativament senzilles on es requereix l'ús d'un model no lineal, i es presenten tant les condicions teòriques que han de complir les solucions d'un d'aquests models (a partir de la funció lagrangiana generalitzada i les condicions de Karush-Kuhn-Tucker) com els mètodes numèrics bàsics per a intentar determinar-les de manera algorísmica.

Tema 4. Les xarxes: un entorn diferent de modelització de la presa de decisions

Presenta alguns dels principals problemes clàssics que es poden modelitzar a través de l'ús de xarxes, així com els algorismes més importants dissenyats per a resoldre'ls.

Tema 5. La Investigació Operativa i la Intel·ligència Artificial

El tema introdueix els principals conceptes bàsics de la IA, i en particular el seu ús a nivell de la presa de decisions; així com alguns exemples de les aplicacions i interseccions en algorismes que inclouen tècniques de les dues disciplines.

Metodologia

La metodologia docent de l'assignatura es centra principalment en l'aprenentatge basat en problemes, motivant l'estudiant a partir de la presentació i anàlisi de diferents projectes o problemes connectats amb la realitat de la gestió empresarial. En particular, es faran servir diversos meta-models clàssics de què s'ha nodrit la IO per al seu desenvolupament formal (problema de la dieta, de transport, del viatjant de comerç, etc.).

Aquest enfocament requereix d'una implicació especial dels estudiants en el desenvolupament de les sessions presencials (*activitat dirigida*) del curs, ja que són les seves iniciatives les que impulsen el desenvolupament de l'assignatura. És també per això que l'ordre dels temes del programa, i en particular el tema 0, no es seguirà de forma estricta, ja que el camí triat per a l'aprenentatge dependrà, en part, de les iniciatives dels propis estudiants.

En el curs es farà ús de programari informàtic de tipus genèric, incloent Microsoft®Excel Solver, però també d'altre més específic. L'objectiu és doble: servir d'eina d'ajut en la comprensió de les diferents tècniques matemàtiques de resolució de models formals; i permetre l'anàlisi de projectes i situacions conceptualment i numèricament més complexes, sense que calgui preocupar-se per les dificultats d'una resolució manual, i posant de relleu en canvi tant la modelització com la interpretació de tota la informació proporcionada pel programari.

Es recomana per tant de forma explícita als estudiants que portin els seus ordinadors portàtils a l'aula de classe quan s'utilitzi una instal·lació estàndard d'aula per a impartir-la, tant si es tracta de sessions teòriques com de *pràctiques d'aula*.

Es preveuen també la realització de *pràctiques de laboratori*. En algunes s'hi treballarà específicament amb programaris d'optimització més "professionals", permetent així veure les possibilitats de resolució de models de mida més gran.

Durant el curs es fomentarà el treball en equip i l'intercanvi col·laboratiu d'informació i d'eines per a la modelització i resolució de problemes. No obstant, el procés final d'aprenentatge ha de ser individual, posat de relleu per l'*activitat autònoma* de cada estudiant, que haurà de complementar i enriquir el treball iniciat a les

sessions dirigides del curs. *L'activitat supervisada*, al voltant de tutories reglades i consultes esporàdiques efectuades durant el curs, és igualment una eina imprescindible en l'adquisició dels coneixements que proporciona l'assignatura.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
A. Classes teoria	29,5	1,18	1, 4, 5
B. Pràctiques d'aula	8	0,32	1, 4, 5, 8
C. Pràctiques de laboratori	10	0,4	1, 3, 4, 5, 8
D. Presentacions orals	2	0,08	4
Tipus: Supervisades			
E. Tutories	15	0,6	3, 4
Tipus: Autònomes			
F. Lectura i estudi del material de curs i dels problemes presentats	31	1,24	1, 5
G. Preparació i resolució de casos pràctics	25	1	1, 3, 4, 5, 7, 8
H. Preparació i redacció d'informes orals i escrits	25	1	2, 4, 6, 7, 8

Avaluació

L'avaluació de l'assignatura es farà de forma progressiva i continuada durant tot el semestre. El sistema d'avaluació es basa en les següents evidències d'aprenentatge:

- **Aportacions individuals i en petit grup** efectuades a les sessions presencials del curs, incentivant així la participació activa dels estudiants en el seu propi procés d'aprenentatge.
- La **presentació d'informes, per escrit i oralment**, relatius a determinats problemes o projectes treballats durant el curs, i en particular a les pràctiques de laboratori de l'assignatura, amb l'objectiu de seguir l'evolució de cada estudiant en la comprensió i ús de les eines treballades, i de potenciar al mateix temps l'adquisició de competències transversals. Es demanaran tant informes tècnics sobre el model formulat i la seva solució com d'altres dirigits a l'organització que ha plantejat la situació estudiada.
- **Resolució de problemes i/o proves escrites** de petit format que permetin estructurar el cos de resultats teòrics de l'assignatura, així com reforçar la comprensió de les metodologies i tècniques algorísmiques bàsiques que s'hi treballen.
- Una **prova final**, en les darreres setmanes del semestre, per afavorir la consolidació del conjunt del material treballat durant el curs.

Criteris d'avaluació

La qualificació final de l'assignatura s'obtindrà a partir de la suma ponderada de les valoracions de les diferents evidències, tenint en compte que cada una de les quatre components citades té un pes específic diferent:

$N = 7\% \text{ (aportacions)} + 40\% \text{ (informes)} + 18\% \text{ (elements metodologia)} + 35\% \text{ (prova final)}$

Serà condició necessària per a poder efectuar aquesta suma ponderada que (1) cadascuna de les components tingui una puntuació positiva, i (2) que la qualificació obtinguda a l'examen final sigui igual o superior a 4,5.

Els estudiants que no hagin superat l'assignatura fent servir el càlcul anterior, o que no compleixin alguna de les condicions per poder-lo realitzar, podran participar en el procés de recuperació que es descriu més avall si compleixen un dels dos requisits següents:

(a) Compleixen les condicions (1) i (2) anteriors, i la qualificació total obtinguda (N) està entre 3,5 i 5 ($3,5 \leq N < 5$).

(b) Han obtingut una qualificació inferior a 4,5 en la prova final, però si s'apliquessin les ponderacions explicades més amunt, la qualificació final seria de 5,0 o superior.

No evaluable

Es considera que un estudiant que realitzi almenys una de les components de l'avaluació continuada ja no pot ser considerat NO AVALUABLE.

Calendari d'activitats d'avaluació

Les dates de les diferents activitats d'avaluació (exercicis, lliurament de treballs, ...) s'anunciaran amb suficient antelació durant el semestre.

La data de la prova final de l'assignatura està programada en el calendari d'exàmens de la Facultat.

*"La programació de les proves d'avaluació no es podrà modificar, tret que hi hagi un motiu excepcional i degudament justificat pel qual no es pugui realitzar un acte d'avaluació. En aquest cas, les persones responsables de les titulacions, prèvia consulta al professorat i a l'estudiantat afectat, proposaran una nova programació dins del període lectiu corresponent." **Apartat 1 del Article 115. Calendari de les activitats d'avaluació (Normativa Acadèmica UAB)***

Els i les estudiants de la Facultat d'Economia i Empresa que, d'acord amb el paràgraf anterior, necessitin canviar una data d'avaluació han de presentar la petició omplint el document Sol·licitud reprogramació prova que trobaran a https://eformularis.uab.cat/group/deganat_feie/reprogramacio-proves

Procediment de revisió de les qualificacions

Coincidint amb l'examen final s'anunciarà el dia i el mitjà en que es publicaran les qualificacions finals. De la mateixa manera s'informarà del procediment, lloc, data i hora de la revisió de les mateixes d'acord amb la normativa de la Universitat.

Procés de Recuperació

*"Per participar al procés de recuperació l'alumnat ha d'haver estat prèviament avaluat en un conjunt d'activitats que representi un mínim de dues tercers parts de la qualificació total de l'assignatura o mòdul." **Apartat 3 de l'Article 112 ter. La recuperació (Normativa Acadèmica UAB)***. Els i les estudiants han d'haver obtingut una qualificació mitjana de l'assignatura entre 3,5 i 4,9.

La data d'aquesta prova està programada en el calendari d'exàmens de la Facultat. L'estudiant que es presenti i la superi aprovarà l'assignatura amb una nota de 5. En cas contrari mantindrà la mateixa nota.

Irregularitats en actes d'avaluació

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, "en cas que l'estudiant realitzi qualsevol irregularitat que pugui conduir a una variació significativa de la qualificació d'un acte d'avaluació, es qualificarà amb 0 aquest acte d'avaluació, amb independència del procés

disciplinari que s'hi pugui instruir. En cas que es produeixin diverses irregularitats en els actes d'avaluació d'una mateixa assignatura, la qualificació final d'aquesta assignatura serà 0". **Apartat 10 de l'Article 116. Resultats de l'avaluació. (Normativa Acadèmica UAB).**

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
1. Aportacions a les sessions presencials del curs	7%	0	0	1, 4, 5
2. Presentació d'informes (orals/escrits)	40%	0	0	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8
3. Resolució de problemes i/o de proves escrites de petit format	18%	1,5	0,06	1, 3, 4, 5, 7
4. Prova final	35%	3	0,12	1, 5, 7

Bibliografia

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. (2019) *Introduction to Management Science, EBook, Global Edition*, Pearson Education, L. 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.

Al web de l'assignatura al Campus Virtual de la Universitat s'hi afegirà material complementari si es considera adient. Així mateix, aquest espai serà el referent de l'assignatura per a la publicació de material de treball durant el curs.

Programari

En el curs es faran servir eines informàtiques que tinguin implementats algorismes d'optimització, siguin de tipus genèric, com ara Microsoft®Excel Solver, o de caire més específic, com LINGO.