



Año académico	2014-15
Asignatura	20329 - Introducción a la Optimización
Grupo	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT
Guía docente	A
Idioma	Castellano

## Identificación de la asignatura

<b>Asignatura</b>	20329 - Introducción a la Optimización
<b>Créditos</b>	2,4 presenciales (60 horas) 3,6 no presenciales (90 horas) 6 totales (150 horas).
<b>Grupo</b>	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT (Campus Extens)
<b>Período de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano

## Profesores

Profesor/a	Horario de atención a los alumnos					
	Hora de inicio	Hora de fin	Día	Fecha inicial	Fecha final	Despacho
Jairo Enrique Rocha Cárdenas	15:00h	16:00h	Miércoles	01/03/2015	13/06/2015	AT244
<a href="mailto:jairo@uib.es">jairo@uib.es</a>	11:00h	12:00h	Martes	01/03/2015	13/06/2015	AT244

## Contextualización

La optimización es una rama relativamente nueva de la matemática que se ha estudiado y desarrollado básicamente en las últimas seis décadas. Aún así, su crecimiento e interés han sido vertiginosos debido básicamente al desarrollo teórico y sus múltiples aplicaciones, no sólo en el ámbito continuo sino también de la optimización combinatoria.

Una propiedad fundamental de un programa lineal es que cuando el mínimo existe, lo hace sobre un vértice del poliedro que definen las desigualdades. El método Simplex, inventado por George Dantzig en 1947 mientras trabajaba en el Pentágono, Departamento de Defensa de EE. UU., es un proceso iterativo que depende de esta propiedad: busca un punto no interior al poliedro que mejore la función a optimizar. La simplicidad del método, su facilidad de implementación exacta y su velocidad han sido desde su descubrimiento los guardianes de su amplia popularidad en los medios académicos e industriales.

En 1984, Narendra Karmarkar describió un método polinomial para la PL que era 50 veces más rápido que el método Simplex en ciertos problemas y que según afirma Margaret Wright del Courant Institute of Mathematical Sciences, marcó el comienzo de la "revolución" de los métodos de punto interior.

Un año después se mostró que había una equivalencia entre el método de Karmarkar y los métodos de barrera clásicos. Estos métodos fueron ampliamente usados en los 60 para problemas de optimización no lineal pero perdieron popularidad en la siguiente década por su ineficiencia comparada con otros métodos y sus casos mal condicionados. Los otros métodos son métodos del lagrangiano aumentado y métodos de programación cuadrática secuencial que son populares hoy en día.





Año académico	2014-15
Asignatura	20329 - Introducción a la Optimización
Grupo	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT
Guía docente	A
Idioma	Castellano

La nueva perspectiva dada a los métodos de barrera condujo no sólo a mejorar la complejidad de los métodos para programación lineal sino también para programación no lineal, porque a diferencia del método Simplex, dichos métodos son generales.

La "revolución" de los métodos de punto interior llevó a un cambio de actitud acerca de la optimización continua. Hoy en día, en contraste con antes de 1984, nadie piensa que la programación lineal y no lineal son independientes. En la práctica actual, los programas comerciales de PL ofrecen métodos de punto interior junto con el Simplex porque, dependiendo de las características del problema, un método puede ser más rápido que el otro; algunos paquetes permiten que el usuario escoja el método.

## Requisitos

Los requisitos matemáticos son mínimos, únicamente cálculo multidimensional, álgebra lineal y métodos numéricos básicos. Por ejemplo, el estudiante debería saber sobre la velocidad de convergencia de los métodos iterativos.

## Recomendables

Es conveniente haber cursado las asignaturas obligatorias Cálculo Integral en Varias Variables y Métodos Numéricos I.

## Competencias

Los principios docentes para impartir esta asignatura son:

- 1- El desarrollo de habilidades más que la transmisión de conocimientos.
- 2- La autoformación.
- 3- La habilidad para buscar soluciones.
- 4- Evitar aplicar recetas.

Una de las habilidades más importantes que los estudiantes de matemáticas deben desarrollar es la de traducir problemas del mundo real en modelos de programación matemática. Es decir, definir las variables, las restricciones y la función a optimizar que representan cada problema concreto. Para ello, el libro de aplicaciones contiene 100 problemas de diferentes áreas resueltos. Esta habilidad junto con la de usar un paquete de optimización comercial le permitirán a un matemático resolver problemas de optimización complejos que la industria o la academia le proponga.

Se propone que el método Simplex sea sólo esbozado pero no estudiando en detalle por tres razones: la primera, el objetivo no es dominar la receta porque ésta se olvidará rápidamente; la segunda, el método en sí y sus desarrollos





Año académico	2014-15
Asignatura	20329 - Introducción a la Optimización
Grupo	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT
Guía docente	A
Idioma	Castellano

son poco generalizables o aplicables a otro tipo de problemas; y tercera, cualquier profesional que lo necesite usar, podrá copiar una de sus cientos de implementaciones fácilmente accesibles en Internet. De esta forma se habrá ganado un tiempo valioso, que es fundamental para poder cubrir otros temas más abiertos como la programación no lineal, la dualidad o la modelización de problemas de optimización.

### Específicas

- \* E6. Conocer algunas aplicaciones del cálculo matricial, y, en general, de los métodos lineales, en distintos ámbitos del conocimiento: ciencias, ciencias sociales y económicas, ingeniería y arquitectura..
- \* E26. Saber plantear y resolver analíticamente problemas de optimización relacionados con ámbitos no necesariamente matemáticos, aplicando los métodos estudiados para resolverlos..
- \* E41. Capacidad de realizar las diferentes etapas en el proceso de modelado matemático: planteamiento del problema, experimentación/pruebas, modelo matemático, simulación/programa, discusión de los resultados y refinamiento/replanteamiento del modelo..
- \* E42. Conocer los principios y resultados básicos de la Programación Matemática..
- \* E43. Plantear y resolver problemas de programación lineal y entera..

### Genéricas

- \* TG8. Capacidad de comprender y utilizar el lenguaje matemático y enunciar proposiciones en distintos campos de las matemáticas..
- \* TG9. Capacidad de asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos..
- \* TG10. Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la construcción de demostraciones, detección de errores en razonamientos incorrectos y resolución de problemas..

### Básica

- \* Se pueden consultar las competencias básicas que el estudiante tiene que haber adquirido al finalizar el grado en la siguiente dirección: [http://estudis.uib.cat/es/grau/comp\\_basiques/](http://estudis.uib.cat/es/grau/comp_basiques/)

## Contenidos

La asignatura proporciona una discusión sistemática de la optimización continua no lineal y lineal como caso particular. También introduce los conceptos básicos de la optimización entera.

Cada método descrito es motivado y explicado con una rica y clara colección de ejemplos numéricos y analíticos que vienen de diferentes ramas de la ciencia. Contraejemplos son presentados con frecuencia para mostrar que ciertas hipótesis no pueden ser simplemente eliminadas.

Hoy en día los estudiantes tienen acceso a ordenadores portátiles en la misma forma que antes se tenía acceso a calculadoras. Usar un ordenador como herramienta permite concentrarse en los aspectos esenciales. El profesor y el estudiante podrán verificar los ejemplos por ordenador usando paquetes de optimización como R, Maxima, GAMS, Mathematica, SCILAB o Matlab.

Se introduce la optimización de una manera gradual y amena. Aunque el material es clásico se presentará de una manera concisa para abrir la puerta a una de las ramas más fascinantes y útiles de las matemáticas.

Descriptores del plan de estudios:

La metodología de la investigación operativa. Introducción a los modelos lineales: formulación de modelos lineales. Teorema fundamental de la programación lineal. El algoritmo





Año académico	2014-15
Asignatura	20329 - Introducción a la Optimización
Grupo	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT
Guía docente	A
Idioma	Castellano

del simplex primal. La geometría de la programación lineal. Dualidad. Interpretaciones económicas. Análisis de sensibilidad. Aplicaciones. Introducción a los modelos de programación entera: formulación de modelos enteros. Métodos enumerativos. Métodos de planos de corte. Aplicación a problemas concretos de programación entera. Introducción a la optimización. Funciones convexas. Existencia de un mínimo. Condiciones de minimalidad. Restricciones convexas. Punto de silla y Teorema de Kuhn-Tucker. Algoritmos de optimización sin restricciones: relajación, gradiente a paso fijo y paso optimal. Velocidad de convergencia. Algoritmos con restricciones: relajación, gradiente a paso fijo con proyección. Algoritmo de Uzawa. Aplicaciones. Ilustración de los principales conceptos y algoritmos con paquetes de optimización de uso habitual.

### Contenidos temáticos

#### 1. Introducción y aplicaciones

La metodología de la investigación operativa. Introducción a la optimización. Introducción a los modelos lineales: formulación de modelos lineales fraccionados y enteros. Modelos de problemas concretos de programación matemática en áreas de procesos industriales, horarios, cortes, transporte, telecomunicaciones, economía, y distribución. Dualidad, interpretación económica de la dualidad.

Resumen histórico.

Programación entera: ramificación y acotación, corte de Gomory, matrices totalmente unimodulares.

#### 2. Las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker

Condiciones suficientes y necesarias de primer y segundo orden. Condiciones de convexidad.

#### 3. Optimización sin restricciones

Conjuntos convexos, Métodos de búsqueda lineal, métodos de descenso, de Newton, de región de confianza, de Levenberg-Marquardt, de Quasi\_Newton.

#### 4. Optimización con restricciones

Métodos de penalización, barrera y SQP (programación cuadrática secuencial)

### Metodología docente

#### Actividades de trabajo presencial

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
Clases teóricas	Clases de teoría	Grupo grande (G)	El profesor explica los contenidos y ejemplos del libro en la pizarra. Se desarrollan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10.	25
Seminarios y talleres	Exposiciones	Grupo mediano (M)	Los estudiantes presentan algunos contenidos del libro y otros adicionales. Se desarrollan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10.	8
Seminarios y talleres	Resolución de ejercicios	Grupo mediano (M)	Después de haber escrito en casa y en grupo las soluciones a los ejercicios asignados, se corrigen en la pizarra. Se	20





Año académico	2014-15
Asignatura	20329 - Introducción a la Optimización
Grupo	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT
Guía docente	A
Idioma	Castellano

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
			desarrollan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10.	
Evaluación	Examen Final	Grupo mediano (M)	Examen de todos los contenidos. Se evalúan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10	3
Evaluación	Primer Parcial	Grupo mediano (M)	Examen de los primeros temas de la asignatura que incluye el escribir modelos de problemas de la vida real, evaluando las competencias TG8, TG10, E6, E26 y E43.	2
Evaluación	Segundo Parcial	Grupo mediano (M)	Examen de los siguientes temas de la asignatura que cubren las competencias E42, TG8, TG9 y TG10.	2

Al inicio del semestre estará a disposición de los estudiantes el cronograma de la asignatura a través de la plataforma UIBdigital. Este cronograma incluirá al menos las fechas en las que se realizarán las pruebas de evaluación continua y las fechas de entrega de los trabajos. Asimismo, el profesor o la profesora informará a los estudiantes si el plan de trabajo de la asignatura se realizará a través del cronograma o mediante otra vía, incluida la plataforma Campus Extens.

### Actividades de trabajo no presencial

Modalidad	Nombre	Descripción	Horas
Estudio y trabajo autónomo individual	Estudio de la teoría	El estudiante estudia del libro los conceptos y los ejemplos. Se desarrollan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10.	30
Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo	Preparación de exámenes	Estudio de todos los contenidos asignados a los exámenes y sus ejercicios. Se desarrollan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10.	20
Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo	Preparación de prácticas	Implementación de soluciones en el ordenador y redacción de informes usando GAMS, SciLab, R, Sage o cualquier otro que se indique. Se evalúa especialmente la competencia E41.	10
Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo	Resolución de problemas	Búsqueda de las soluciones a los problemas asignados. Se desarrollan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10.	30

### Riesgos específicos y medidas de protección

Las actividades de aprendizaje de esta asignatura no conllevan riesgos específicos para la seguridad y salud de los alumnos y, por tanto, no es necesario adoptar medidas de protección especiales.

### Evaluación del aprendizaje del estudiante

Se permite la evaluación anticipada en los términos contemplados en el reglamento académico.





---

Año académico	2014-15
Asignatura	20329 - Introducción a la Optimización
Grupo	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT
Guía docente	A
Idioma	Castellano

---

### Examen Final

Modalidad	Evaluación
Técnica	Pruebas de respuesta larga, de desarrollo ( <b>recuperable</b> )
Descripción	Examen de todos los contenidos. Se evalúan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10
Criterios de evaluación	
Porcentaje de la calificación final:	50% para el itinerario A
Porcentaje de la calificación final:	50% para el itinerario B

---

### Primer Parcial

Modalidad	Evaluación
Técnica	Pruebas de respuesta larga, de desarrollo ( <b>recuperable</b> )
Descripción	Examen de los primeros temas de la asignatura que incluye el escribir modelos de problemas de la vida real, evaluando las competencias TG8, TG10, E6, E26 y E43.
Criterios de evaluación	
Porcentaje de la calificación final:	20% para el itinerario A
Porcentaje de la calificación final:	22% para el itinerario B

---

### Segundo Parcial

Modalidad	Evaluación
Técnica	Pruebas de respuesta larga, de desarrollo ( <b>recuperable</b> )
Descripción	Examen de los siguientes temas de la asignatura que cubren las competencias E42, TG8, TG9 y TG10.
Criterios de evaluación	
Porcentaje de la calificación final:	20% para el itinerario A
Porcentaje de la calificación final:	22% para el itinerario B

---

### Preparación de prácticas

Modalidad	Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo
Técnica	Pruebas de ejecución de tareas reales o simuladas ( <b>no recuperable</b> )
Descripción	Implementación de soluciones en el ordenador y redacción de informes usando GAMS, SciLab, R, Sage o cualquier otro que se indique. Se evalúa especialmente la competencia E41.
Criterios de evaluación	
Porcentaje de la calificación final:	5% para el itinerario A
Porcentaje de la calificación final:	6% para el itinerario B





---

Año académico	2014-15
Asignatura	20329 - Introducción a la Optimización
Grupo	Grupo 9, 2S, GEIN, GMAT, GMIT
Guía docente	A
Idioma	Castellano

---

### Resolución de problemas

---

Modalidad	Estudio y trabajo autónomo individual o en grupo
Técnica	Pruebas de respuesta larga, de desarrollo ( <b>no recuperable</b> )
Descripción	Búsqueda de las soluciones a los problemas asignados. Se desarrollan las competencias E6, E26, E42, E43, TG8, TG9 y TG10.

#### Criterios de evaluación

Porcentaje de la calificación final: 5% para el itinerario A

Porcentaje de la calificación final: 0% para el itinerario B

---

### Recursos, bibliografía y documentación complementaria

---

#### Bibliografía básica

---

Los problemas de modelización (10% del temario) con aplicaciones serán del libro:

Guéret, C y otros. Applications of Optimization with Xpress-MP. Dash Optimization., 2002. ISBN 0-9543503-0-8

El temario es en un 80% del libro:

Bazaraa, M. et al. Nonlinear Programming. Theory and Algorithms, Third Edition, Wiley Interscience, 2006.

Otro material será dado en fotocopias en clase (menos del 10% de los contenidos).

#### Bibliografía complementaria

---

Las páginas web de paquetes de optimización de R, Maxima, Mathematica, Matlab, Scilab, GAMS, Sage, entre otros.

