PROGRAMA DE CURSO
PROGRAMACIÓN LINEAL MIXTA: TEORÍA Y LABORATORIO

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	DIM					
Nombre del curso	Programación lineal mixta: Teoría y laboratorio	Código	MA4702	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	*Mixed Integer Programming: Theory and Laboratory*					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA3705: Algoritmos combinatoriales					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes serán capaces de reconocer problemas que se modelan como problemas lineales mixtos, aplicar los métodos de planos cortantes y sus variantes para resolver problemas concretos, escribir problemas en un entorno de programación adecuado y resolver computacionalmente instancias de estos.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE):

CE1: Interpretar y utilizar el lenguaje formal matemático, para analizar y verificar la veracidad de afirmaciones matemáticas.

CE2: Calcular y manipular objetos matemáticos y herramientas conceptuales de diversas áreas de las matemáticas, tales como análisis, simulación numérica, ecuaciones diferenciales, matemáticas discretas, optimización, probabilidades y estadísticas, entre otras, para la resolución de problemas.

CE3: Modelar matemáticamente problemas de diferentes áreas en situaciones simples, es decir, traducir la realidad a una estructura matemática de forma tal que se facilite su análisis.

CE5: Concebir, diseñar y evaluar desarrollos científico-tecnológicos para resolver problemas en el ámbito de las ciencias de la ingeniería.

El curso tributa a las siguientes competencias genéricas (CG):

CG1: Comunicación académica y profesional. Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales, académicos y profesionales.

CG3: Compromiso ético. Actuar de manera responsable y honesta, dando cuenta en forma crítica de sus propias acciones y sus consecuencias, en el marco del respeto hacia la dignidad de las personas y el cuidado del medio social, cultural y natural.

CG4: Trabajo en equipo. Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje.

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE3	RA1: Modela una situación simplificada de la realidad usando un programa lineal mixto.
CE2	RA2: Analiza modelos lineales mixtos de tamaño pequeño en la búsqueda de algoritmos apropiados para su solución.
CE1-CE2	RA3: Aplica los teoremas analizados para justificar propiedades matemáticas de las soluciones de los problemas lineales mixtos.
CE2-CE5	RA4: Adapta algoritmos conocidos para considerar aspectos que no son parte de los modelos para los que fueron diseñados.
Competencias genéricas	**Resultados de aprendizaje**
CG1	RA5: Justifica por escrito, tanto en controles, exámenes o tareas asociadas al curso, los resultados obtenidos en la solución de problemas, con especial cuidado en la claridad y precisión en el uso de los términos matemáticos.
CG3	RA6: Realiza las actividades programadas, cumpliendo con sus requerimientos, plazos y de manera honesta, en particular, sin plagiar trabajos en tareas o informes, ni copiar en evaluaciones.
CG4	RA7: Colabora en el cumplimiento de las actividades grupales programadas.

Por su naturaleza, los resultados de aprendizaje RA5 y RA6 son parte de cada una de las unidades y su validación se hará en las actividades de evaluación. Por su parte, el resultado de aprendizaje RA7 se valida en los trabajos asociados a los laboratorios.

D. Unidades temáticas:

Resumen de Unidades temáticas

Número	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	Integralidad de polítopos	3
2	Ramificación y Acotamiento	3
3	Planos Cortantes	3
4	Métodos de Relajación Lagrangeana y Descomposición	3
5	Estudio de Casos y Heurísticas	3
	TOTAL	15.0

Número	RA que tributan	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1,2,3	Integralidad de Polítopos	3 semanas
Contenidos		**Indicador de logro**	
1.1. Formulación de Programas Lineales Enteros (PLEs) y Mixtos (PLMs). 1.2. Formulaciones alternativas, buenas e ideales. 1.3. Polítopos integrales. 1.4. Unimodularidad. Total unimodularidad. 1.5. Relajaciones y cotas.		El/la estudiante: 1. Modela una situación simplificada de la realidad con una formulación de un problema lineal entero o mixto. 2. Reconoce formulaciones buenas e ideales. 3. Argumenta acerca de la integralidad de los polítopos usando la unimodularidad total o parcial. 4. Formula relajaciones de problemas lineales enteros o mixtos.	
Bibliografía de la unidad		[4], Cap. 1, 2 y 3, [1], Cap. 6, [6], Cap. 14, [2], Cap. 6 y 7.	

Número	RA que tributan	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA4	Branch & Bound	3 semanas
Contenidos		**Indicador de logro**	
2.1 Ramificación y Acotamiento en programación lineal entera y mixta. 2.2 Preprocesamiento.		El/la estudiante: 1. Aplica el algoritmo de ramificación y acotamiento para resolver problemas lineales enteros o mixtos concretos y de tamaño pequeño. 2. Explica las técnicas de preprocesamiento.	
Bibliografía de la unidad		[3]	

Número	RA que tributan	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2,4	Planos Cortantes	3 semanas
Contenidos		**Indicador de logro**	
3.1. Desigualdades válidas (para programas lineales y programación entera). Corte fraccional de Gomory y redondeo. 3.2. Cortes enteros mixtos. Desigualdades válidas fuertes, de recubrimiento y de recubrimiento de flujos. Ramificación y cortes.		El/la estudiante: 1. Identifica desigualdades válidas. 2. Reproduce argumentos de deducción de desigualdades válidas para problemas específicos. 3. Aplica desigualdades válidas a formulaciones. 4. Adecúa programas computacionales genéricos de ramificación y cortes para resolver problemas concretos usando cortes específicos.	
Bibliografía de la unidad		[4] Cap. 8 y 9	

Número	RA que tributan	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA3,4	Métodos de Relajación Lagrangeana y Descomposición	3 semanas
Contenidos		**Indicador de logro**	
4.1. Relajación lineal v/s relajación Lagrangeana para programación lineal entera. 4.2. Métodos de generación de columnas y relación con métodos de planos cortantes. 4.3. Métodos de descomposición de Dantzig-Wolfe y de Benders.		El/la estudiante: 1. Identifica diferencias entre relajaciones lineales y Lagrangeanas. 2. Aplica método de generación de columnas en un programa computacional para la solución de un problema específico. 3. Aplica método de descomposición Dantzig-Wolfe y de Benders en un programa computacional para la solución de un problema específico. 4. Argumenta la validez del uso de la descomposición de Dantzig-Wolfe en un problema específico.	
Bibliografía de la unidad		[3], Cap. II.3, [4], Cap. 10 y 11	

Número	RA que tributan	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA1,2	Estudio de Casos y Heurísticas	3 semanas
Contenidos		**Indicador de logro**	
5.1. Heurísticas: ventanas de tiempo móviles, ramificación y cortes, ramificación y tarificación. 5.2. Casos: Problemas de flujo de red con carga fija, Problema del subárbol dirigido, Problema del Vendedor Viajero.		El/la estudiante: 1. Aplica heurísticas en la solución computacional de problemas lineales enteros o mixtos. 2. Compara el comportamiento de las herramientas estudiadas en un problema específico considerando, tiempos de ejecución, gap de integralidad.	
Bibliografía de la unidad		[4], Cap. 13, [3], Cap. II.6.	

E. Estrategias de enseñanza - aprendizaje

El curso considera las siguientes estrategias de enseñanza-aprendizaje:

- Clases presenciales lectivas y habrá sesiones de laboratorio.

F. Estrategias de evaluación:

Al inicio de cada semestre, el cuerpo académico informará oficialmente sobre la cantidad y tipo de evaluaciones, así como de sus ponderaciones. También anunciará si una inasistencia justificada se recupera mediante una evaluación adicional en las semanas siguientes a la evaluación original o al final del semestre, dependiendo del porcentaje de asistencia del estudiantado a la misma, o por la nota del examen

Tradicionalmente, el curso tiene 2 controles y un examen que conforman la Nota de Control (NC). También, tiene 5 laboratorios obligatorios con los que se forma la Nota de Laboratorios (NL) que es un promedio ponderado de los laboratorios. Estas evaluaciones corresponden a una actividad complementaria por lo que, tanto NC como NL, deben ser al menos 4.0 para aprobar el curso, en cuyo caso, la nota final será 60% NC y 40% NL.

Según el artículo 35 del reglamento de estudios FCFM, el profesor tiene la facultad de realizar un examen oral a un estudiante. Esta instancia podrá darse, por ejemplo, cuando el alumno presente inasistencias reiteradas a los controles. De ser examinado en ambas formas (escrita y oral), recibirá calificaciones parciales separadas, las que se promediarán aritméticamente para dar la calificación del examen.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

[1] [CCPS98] W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, y A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley & Sons, Series in Discrete Mathematics and Optimization, 1998.
[2] [Lee04] J. Lee, A First Course in Combinatorial Optimization, Cambridge Texts in Applied Mathematics, Cambridge University Press, 2004.
[3] [NW88] G.L. Nemhauser y L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley
[4] [Wo98] L. A. Wolsey, \Integer Programming", Wiley-Interscience Series in Discrete Mathematics and Optimization, John Wiley & Sons, 1998.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera 2013
Elaborado por:	Marcos Kiwi y José Soto
Validado por:	Jefe Docente (2024)