

## Programa del curso

### Semestre 2019-20

Nombre del curso:	Modelado, Simulación y Optimización
Course Name:	-
Créditos:	-
Profesor:	Germán Montoya, Carlos Lozano Garzon
Versión PDF	<a href="#">Click Aquí</a>

### Descripción

En este curso se estudian los conceptos fundamentales de la teoría de modelado y optimización aplicado a diferentes áreas del conocimiento como pueden ser producción, transporte, diseño de sistemas, comunicaciones, entre muchos otros. En este curso se analiza el espacio de soluciones convexo y no convexo y el desarrollo de casos lineales y no lineales de optimización. Adicionalmente en este curso se estudian los conceptos fundamentales acerca de la optimización multiobjetivo y se analizan diferentes técnicas heurísticas y metaheurísticas para resolver estos tipos de problemas presentados y modelados anteriormente. En su parte final, en el curso se estudian y aplican los conceptos fundamentales de simulación para poder analizar el comportamiento de las soluciones modeladas y optimizadas

### Justificación

En el mundo real los ingenieros nos encontramos con el hecho de que la solución de los problemas no solamente requiere de una solución; sino que esta solución debe ser óptima. Además, en el mundo real la solución de los problemas no se presenta solamente con un solo objetivo, sino que se requiere de optimizar múltiples objetivos de manera simultánea y algunos de ellos en conflicto, es decir, si se mejora uno otro puede ser empeorado. Finalmente, además de modelar el problema y su respectiva optimización, se hace necesario todo el análisis y diseño de la simulación de estas soluciones para analizar otras características complementarias de las soluciones. Es por esta razón que se ha planteado esta asignatura, la cual enseña los conceptos fundamentales de la teoría de modelamiento, optimización y simulación aplicada a problemas en ingeniería.

### Objetivos pedagógicos

Al final del curso, el estudiante será capaz de:

- Estudiar y analizar el modelamiento a los problemas reales.
- Estudiar y analizar la teoría fundamental de optimización para el desarrollo de soluciones óptimas.
- Analizar la fundamentación matemática de la optimización sin restricciones, con restricciones, mono-objetivo y multi-objetivo en espacios conexos y no convexos para resolver problemas en ingeniería.
- Estudiar y analizar metaheurísticas como los algoritmos evolutivos para dar solución a problemas multi-objetivo en cualquier tipo de espacio de soluciones
- Estudiar y analizar diferentes esquemas de simulación para problemas en ingeniería.

## Metodología

El desarrollo del curso se efectuará por medio de explicaciones dadas por el profesor en el aspecto teórico y reforzado con los proyectos de solución. También se estimulará la participación activa del estudiante mediante trabajos de investigación con la debida sustentación ante el profesor y el curso.

## Herramientas

Para el desarrollo del curso se utilizarán tres herramientas: GAMS y Matlab.

## Generalidades y Funcionamiento

- El curso consiste en 3 horas semanales de clase presencial con el profesor, 1½ horas de trabajo supervisado en el laboratorio con los monitores y profesor y **4½ horas de trabajo individual por fuera de clase**
- Durante las clases el profesor llevará una bitácora de presencia de los estudiantes como registro de asistencia. El estudiante que no asista al menos al 80% de las clases y sesiones de trabajo supervisado no podrá aprobar el curso, de acuerdo con el artículo 42 y 43 del Reglamento General de Estudiantes de Pregrado
- Los exámenes, quices, tareas y proyectos se deben realizar individualmente a menos que el profesor indique lo contrario explícitamente. Cualquier incumplimiento de esta norma se considera copia.
- Las tareas y los proyectos se deben entregar en la fecha que se indique al enunciarlas (se entregan, no se recogen). Los trabajos que no se entreguen, se calificarán con cero.
- Si se presenta algún inconveniente para presentar o entregar un parcial o trabajo en la fecha indicada, se debe avisar al profesor con anterioridad a la misma.
- Los trabajos en grupo son en grupo; es decir, todo el grupo responde solidariamente por el contenido de todo el trabajo, y lo elabora conjuntamente (no es trabajo en grupo repartirse puntos o trabajos diferentes).
- Para los trabajos en grupo, se puede solicitar una sustentación a cualquier miembro del grupo sobre cualquier parte del trabajo. El resultado de la sustentación afectará la nota de todos los miembros del grupo.
  - Exprese las ideas en sus propios términos, y, si no son originales haga

referencia al autor

- Si transcribe información textualmente, póngala entre comillas, indique este hecho explícitamente, así como quién es el autor y de dónde se obtuvo la información.
- Evite poner mucho texto, o textos muy largos, entre comillas (¡mucho texto entre comillas indica que no hubo mayor aporte suyo!). Exprese su propia comprensión del tema.
- Incluya bibliografía (en el caso de Internet, URL, y, de ser posible, autor y/o corporación)
- Recuerde que el plagio es una forma de fraude académico
- La grabación, por cualquier medio, de este curso NO está autorizada. En caso de requerirla realice una solicitud por escrito dirigida al profesor del curso justificando las razones.
- El curso tiene como canales oficiales de comunicación el correo electrónico UniAndes, y el sistema de apoyo a la docencia SICUA+ (<http://sicuaplus.uniandes.edu.co>)

## Evaluación

La evaluación del curso consiste en:

- Tres exámenes escritos en el que se evalúan conceptos y habilidades adquiridas en el curso; estos exámenes tienen un porcentaje del 50% de la nota del curso.
- Talleres y Laboratorios. El total de talleres y laboratorios tiene un porcentaje del 20% de la nota del curso.
- Proyecto. En el desarrollo del curso se desarrollará un proyecto que puede ser realizado en grupos dependiendo de la complejidad de este. Cada proyecto consta de tres entregas: La primera corresponde a la descripción del problema y el modelo matemático de la solución; esta entrega tiene asignada un 5% de la nota del curso. La segunda entrega corresponde a la implementación del modelo de la solución y las pruebas correspondientes; esta entrega tiene asignada un 5% de la nota del curso. Y finalmente, la última entrega corresponde al desarrollo de un algoritmo o simulación, que permita realizar comparaciones con los resultados obtenidos por el modelo matemático, y un artículo de investigación en formato IEEE; esta entrega tiene asignada un 20% de la nota del curso.

La distribución de los porcentajes de notas se presenta a continuación:

Evaluación	Porcentaje en Nota del Curso
Examen 1	15 %
Examen 2	20 %
Examen 3	15 %
Proyecto - Entrega 1	5%
Proyecto - Entrega 2	5%

Evaluación	Porcentaje en Nota del Curso
Proyecto - Entrega 3	20%
Talleres y Laboratorios	20%

## NOTAS FINALES

La nota final se calculará como la Nota Ponderada de las evaluaciones realizadas por su porcentaje respectivo, expresada con sus dos primeros decimales.

- **Caso Especial 1:** **NO** hay aproximación a 3.00 con una nota ponderada inferior a 3.00. En particular, las notas ponderadas en el rango [2.90, 2.99] No se aproximan a 3.00 y se mantiene la nota ponderada como nota final.
- **Caso Especial 2:** **En caso de que la Asistencia sea inferior al 80%**, si la nota ponderada es aprobatoria (mayor o igual a 3.00), la nota final se cambia a 2.99. El curso se pierde por Asistencia.

## Bibliografía

- [1] Meerschaert Mark. Mathematical Modeling. Elsevier Academic Press. 3era edición. 2007.
- [2] Taha Hamdy. Operations Research, an Introduction. Prentice Hall. 6ta edición. 1997.
- [3] Bazara Mokhtar, Jarvis J, Serali H. Linear Programming and Network Flows. Wiley. 1990.
- [4] Barbolla R, Cerdá Emilio, Sanz P. Optimización. Cuestiones, ejercicios y aplicaciones a la economía. Prentice Hall. 2001.
- [5] Winston W. Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos. Grupo editorial Iberoamérica. 1994.
- [6] Donoso Y, Fabregat R. Multi-Objective Optimization in Computer Networks Using Metaheuristics. Auerbach Publications □ Taylor & Francis Groups. 2007.
- [7] Bazara M, sherali H, Shetty C. Nonlinear Programming. Theory and Algorithms. Wiley. 1993
- [8] Chapra S, Canale R. Métodos numéricos para ingenieros. Mc Graw Hill. 1996.
- [9] GAMS. [www.gams.com](http://www.gams.com)
- [10] Xpress. <http://www.fico.com/en/products/fico-xpress-optimization-suite/>
- [11] Ahuja R, Magnanti T, Orlin J. Network Flows. Prentice Hall. 1993.
- [12] Deb K. Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms. Wiley. 2001.
- [13] Bank J, Carson J. Discrete-Event System Simulation. Prentice Hall. 2005.
- [14] Azarang M, García E. Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos. Mc Graw Hill. 1997.

## Contenido

Semana		Tema	Proyecto	Lectura Texto Guía
Semana 1				
05/08/2019	Clase 1	Introducción a la optimización y a la solución de problemas en ingeniería		[1] p. 3-15
08/08/2019	Clase 2	El arte de modelar, Variables continuas y discretas		[2] p. 1-6 [3] p. 1-14
09/08/2019	Laboratorio	Introducción a Laboratorio		
Semana 2				
12/08/2019	Clase 1	Construcción de modelos de optimización (Modelamiento de variables de decisión, Modelamiento de Funciones Objetivo y Modelamiento de restricciones)		[2] p. 11-14 [4] p. 56-72 [5] p. 55-62
15/08/2019	Clase 2	Construcción de modelos de optimización (Modelamiento de variables de decisión, Modelamiento de Funciones Objetivo y Modelamiento de restricciones)	Inicia Proyecto	[6] p. 65-69 [6] p. 71-106
16/08/2019	Laboratorio	Laboratorio 1: Introducción a la herramienta de modelado GAMS Sesión 1		

Semana		Tema	Proyecto	Lectura Texto Guía
Semana 3				
19/08/2019	Festivo			
22/08/2019	Clase 1	1.4. Representación de datos		11] p. 23-38
23/08/2019	Laboratorio	Laboratorio 1: Introducción a la herramienta de modelado GAMS □ Sesión 2		
Semana 4				
26/08/2019	Clase 1	1.5. Soluciones Geométricas a problemas de optimización		[2] p. 14-20 [3] p. 14-19 [4] p. 72-86 [5] p.63-72 [11] p.804-805
29/08/2019	Clase 2	Revisión Parcial 1		
30/08/2019	Laboratorio	Parcial 1		
Semana 5				
02/09/2019	Clase 1	2.1. Mínimos locales y globales		[6] p. 1-3
05/09/2019	Clase 2	2.2. Conjuntos y funciones convexas y no convexas		[6] p. 3-10
06/09/2019	Laboratorio	Laboratorio 2: Modelado en GAMS		
08/09/2019			Entrega 1	
Semana 6				
09/09/2019	Clase 1	2.2. Conjuntos y funciones convexas y no convexas	Inicia Entrega 2	[6] p. 3-10

Semana		Tema	Proyecto	Lectura Texto Guía
12/09/2019	Clase 2	2.3. Técnicas algorítmicas tradicionales para la búsqueda de mínimos o máximos		[6] p. 11-14
13/09/2019	Laboratorio	Laboratorio 2: Modelado en GAMS		
Semana 7				
16/09/2019	Clase 1	2.4. Problemas de optimización de programación lineal		[2] p. 11-27 [4] p. 329-349 [5] p. 55-120
19/09/2019	Clase 2	2.5. Problemas de optimización de programación lineal entera 2.6. Problemas de optimización no lineales		[2] p. 367-384 [5] p. 465-497 [5] p. 643-647 [7] p. 2-21
20/09/2019	Laboratorio	Laboratorio 3: Problemas de Programación Lineal Y Programación Entera		
Semana 8				

Semana		Tema	Proyecto	Lectura Texto Guía
23/09/2019	Clase 1	2.7. Introducción a los métodos numéricos para la solución de problemas de optimización 2.8. Solución a raíces de ecuaciones mediante métodos numéricos 2.9. Casos prácticos para la utilización de Solvers en los problemas de optimización		[8] p. 1-7 [8] p. 63-98 [8] p. 109-114 [8] p. 119-123 [8] p. 123-132 [8] p. 152-158
26/09/2019	Clase 2	2.10. Heurísticas para la solución de problemas de optimización		[11] p. 108-111
27/09/2019	Laboratorio	Laboratorio 4: Problemas de Programación No Lineal		
<b>Semana 9</b>				
30/09/2019 □ 04/10/2019	Semana de Trabajo Individual			
<b>Semana 10</b>				
07/10/2019	Clase 1	2.10. Heurísticas para la solución de problemas de optimización		[11] p. 108-111
10/10/2019	Clase 2	2.11. Optimización Multi-objetivo		[6] p. 15-19 [12] p. 1-46



Semana		Tema	Proyecto	Lectura Texto Guía
11/10/2019	Laboratorio	Laboratorio 5: Manejo de Matlab, Problemas de Programación No Lineal		
13/10/2019			Entrega 2	
Semana 11				
14/10/2019	Festivo		Inicia Entrega 3	
17/10/2019	Clase 2	2.12. Métodos tradicionales para la solución de problemas Multi- objetivo		[6] p. 19-32
18/10/2019	Laboratorio	Laboratorio 6: Manejo de Matlab, Problemas del Camino más corto		
Semana 12				
21/10/2019	Clase 1	2.12. Métodos tradicionales para la solución de problemas Multi- objetivo		[6] p. 19-32
24/10/2019	Clase 2	2.13. Metaheurísticas para la solución de problemas de optimización Multi- Objetivo 2.13.1. Algoritmos Evolutivos		[6] p. 32-56 [12] p.199 □ 207 [12] p.249 □ 257
25/10/2019	Laboratorio	Laboratorio 7: Métodos Numéricos para obtención de raíces en polinomios no lineales		

Semana		Tema	Proyecto	Lectura Texto Guía
Semana 13				
28/10/2019	Clase 1	2.13.2. Otras metaheurísticas (Tabu Search, Ant Colony, Simulated Annealing, etc) 2.13.3. Métricas en Multiobjetivo		[6] p. 32-56 [12] p.199 □ 207 [12] p.249 □ 257
31/10/2019	Clase 2	Revisión Parcial 2		
01/11/2019	Laboratorio	Parcial 2		
Semana 14				
04/11/2019	Festivo			
07/11/2019	Clase 1	3.1. Introducción a la Simulación		[13] p.2 □ 16 [14] p.63 □ 66
08/11/2019	Laboratorio	Trabajo Proyecto		
Semana 15				
11/11/2019	Festivo			
14/11/2019	Clase 2	3.2. Proceso de desarrollo de un modelo de simulación		[14] p.64 □ 66
15/11/2019	Laboratorio	Laboratorio 8: Simulación en Eventos Discretos		
Semana 16				
18/11/2019	Clase 1	3.3. Construcción de modelos de simulación		[14] p.3 □ 11
21/11/2019	Clase 2	3.4. Distribuciones de probabilidad 3.4.1. Distribuciones discretas 3.4.2. Distribuciones continuas		[14] p.3 □ 11

Semana		Tema	Proyecto	Lectura Texto Guía
22/11/2019	Laboratorio	Trabajo Proyecto		
Semana 17				
25/11/2019	Clase 1	3.5. Cálculo del número óptimo de simulaciones		[14] p.84 - 87
28/11/2019	Clase 2	3.6. Ejemplos de simulaciones		
29/11/2019	Laboratorio	Parcial 3		
Semana 18				
		Sustentaciones Proyecto (02/12/2019 □ 06/11/2019)	Entrega 3	