

PROGRAMA ANALÍTICO DE CONTENIDOS PARA CURSO
POSGRADO

CURSO:

Técnicas Exactas y Metaheurísticas para Problemas de
Ingeniería

Dictado por:

Dr. Ing. Francisco Yuraszeck
Universidad Andres Bello - Chile

Presentación: Mayo 2025

Técnicas Exactas y Metaheurísticas para Problemas de Ingeniería

1. MARCO DE REFERENCIA

El curso tiene como objetivo principal desarrollar en los estudiantes la capacidad de formular y resolver problemas de ingeniería mediante técnicas avanzadas de optimización matemática. Se abordará el modelamiento y la solución computacional de problemas representativos tomados de la literatura especializada y publicaciones científicas indexadas, en áreas como la planificación y programación de la producción, localización de instalaciones, logística y transporte, distribución de plantas, entre otras.

Como complemento a los enfoques exactos, se introducirán metaheurísticas para abordar problemas de gran escala o alta complejidad, cuya resolución mediante métodos clásicos como la Programación Lineal Entera Mixta (MILP) o la Programación con Restricciones (CP o simplemente Constraint Programming) resulta computacionalmente costosa.

La metodología del curso se basa en el análisis crítico y la discusión de casos de estudio y artículos académicos. En cuanto a herramientas, se enfatizará el uso práctico del lenguaje AMPL junto con el solver CPLEX para la resolución de modelos MILP, así como el entorno ILOG CPLEX Optimization Studio para modelos formulados en CP. Adicionalmente, los estudiantes deberán implementar metaheurísticas utilizando un lenguaje de programación de su elección.

El curso tendrá una carga horaria de 30 horas-reloj distribuidas en 5 clases por semana durante 2 semanas, a razón de 15 horas semanales.

2. OBJETIVOS

Objetivos del Curso:

- Formular y resolver problemas de ingeniería mediante técnicas avanzadas de optimización matemática.
- Resolver instancias de problemas de ingeniería haciendo uso de software de optimización disponibles para la comunidad académica.
- Implementar metaheurísticas y analizar su desempeño bajo distintas configuraciones de parámetros.

3. CONTENIDOS

1. *Problemas de Ingeniería*

- i. Introducción al curso
- ii. Planificación de la Producción
- iii. Programación de la Producción (Scheduling)
- iv. Localización de Instalaciones & Transporte
- v. Distribución de Planta (Layout)
- vi. Optimization Test Problems (OTP)

2. *Planificación de la Producción*

- i. Planificación Agregada (PA) y Plan Maestro de la Producción (PMP)
- ii. Estudio de Caso
- iii. MILP para el modelamiento y resolución de un problema de PA

3. *Programación de la Producción*

- i. Notación de Graham
- ii. Heurísticas para la programación de n trabajos en 1 máquina
- iii. MILP & CP para el modelamiento y resolución de $1 // \sum w_j T_j$
- iv. Metaheurística: Simulated Annealing. Codificación & Decodificación: Programación Activa – Programación Non-delay
- v. Problemas multietapa clásicos: Flow Shops & Job Shops. Heurísticas.
- vi. MILP & CP para el modelamiento y resolución de problemas multietapa

4. *Localización de Instalaciones y Transporte*

- i. Problema de Transporte
- ii. Problema de Localización y Transporte
- iii. Extensiones: Transbordo, Multiproducto, Multiperíodo.
- iv. MILP para el modelamiento y resolución de problemas de localización y transporte

5. *Distribución de Plantas*

- i. Quadratic Assignment Problem (QAP)
- ii. Metaheurística: Tabu Search
- iii. CP para el modelamiento y resolución del QAP

Al finalizar el curso, los estudiantes estarán preparados para modelar y resolver distintos problemas de ingeniería utilizando métodos exactos como MILP y CP, además de tener nociones de 2 metaheurísticas para la resolución de problemas complejos mediante un enfoque aproximado.

Actividades del curso: El curso se compone de clases teóricas y prácticas. La primera unidad se enfoca en proporcionar una base conceptual de los principales temas a tratar durante el curso considerando orientado a un universo heterogéneo de estudiantes. Las siguientes

unidades se caracterizan por un enfoque teórico – práctico que favorezca el aprendizaje y el dominio de software para la resolución de casos de estudio.

4. BIBLIOGRAFÍA

- [AMPL Book]. Disponible para descarga en <https://ampl.com/resources/books/ampl-book/>
- [Burke & Kendall] Burke, E. & Kendall, G. Search Methodologies. Introduction Tutorials in Optimization and Decision Support Techniques. Springer, 2nda edición. 2014.
- [ILOG CPLEX]. Documentación del software disponible en <https://www.ibm.com/support/pages/ilog-cplex-manuals>
- [PINEDO]. Pinedo, M. (2022) Scheduling: Theory, Algorithms and Systems. Springer. 6a edición.
- Publicaciones WoS y Casos de Estudio a entregar durante el desarrollo del curso.

5. METODOLOGÍA

El curso contará con el Campus Virtual Moodle-UNS, donde se alojará todo el material propio del curso y se facilitará la interacción entre docentes y estudiantes, así como entre los propios estudiantes.

Las clases serán presenciales. Sin embargo, se grabarán y el archivo de video se subirá a la plataforma Moodle, quedando disponible para consultas posteriores. El Departamento de Ingeniería proporcionará la plataforma de videoconferencia oportunamente, siendo probablemente Zoom o Meet. Los datos de conexión a la videoconferencia estarán disponibles en el Campus virtual de Moodle.

El detalle del cronograma de clases se encuentra en la sección 5 de este programa analítico.

Durante las clases sincrónicas se presentarán los conceptos y fundamentos del curso, así como casos prácticos. También se prevé la realización de ejercicios en modalidad de taller para que los estudiantes puedan tener una primera experiencia práctica de forma acompañada y guiada por el docente. Además, se pondrá a disposición de los estudiantes una serie de ejercicios prácticos para que puedan continuar desarrollando habilidades de forma asincrónica.

Asimismo, en la plataforma Moodle se habilitará un espacio de foro en el que los estudiantes podrán realizar consultas y/o comentarios.

5. CRONOGRAMA

Semana 1 (Clase 1)

Presentación general del curso y de los alcances del mismo. Referencia a los softwares a utilizar durante la asignatura. Introducción a la Planificación de la Producción. Distinción entre Plan Agregado y Plan Maestro de la Producción. Programación de la Producción (Scheduling).

Semana 1 (Clase 2)

Problemas de Localización y Transporte. Problemas de Distribución de Plantas. Optimization Test Problems. Ejemplos prácticos.

Semana 1 (Clase 3)

Unidad 2: Planificación de la Producción: Plan Agregado y Plan Maestro de la Producción. Caso de Estudio. Modelamiento y resolución de un problema de PA a través de MILP. Uso de AMPL y CPLEX. Entrega de Caso de Estudio: Primera Evaluación (25%) para ser desarrollada por los alumnos de forma asincrónica.

Semana 1 (Clase 4)

Unidad 3: Programación de la Producción (Scheduling). Notación de Graham. Heurísticas para la programación de n trabajos en 1 máquina. Medidas de desempeño (KPI's). MILP & CP para el modelamiento y resolución de $1/\sum w_j T_j$.

Semana 1 (Clase 5)

Unidad 3: Metaheurística. Simulated Annealing. Codificación & Decodificación: Programación Activa – Programación Non-delay.

Semana 2 (Clase 6)

Unidad 3: Problemas multietapa clásicos: Flow Shops & Job Shops. Heurísticas. MILP & CP para el modelamiento y resolución de problemas multietapa

Semana 2 (Clase 7)

Unidad 3: Entrega de Caso de Estudio: Segunda Evaluación (25%) para ser desarrollada por los alumnos de forma asincrónica. Unidad 4: Problema de Transporte. Problema de Localización y Transporte.

Semana 2 (Clase 8)

Unidad 4: Extensiones: Transbordo, Multiproducto, Multiperíodo. MILP para el modelamiento y resolución de problemas de localización y transporte. Entrega de Caso de Estudio: Tercera Evaluación (25%) para ser desarrollada por los alumnos de forma asincrónica.

Semana 2 (Clase 9)

Unidad 5: Quadratic Assignment Problem. Metaheurística: Tabu Search. CP para el modelamiento y resolución del QAP.

Semana 2 (Clase 10)

Unidad 5: Entrega de Caso de Estudio: Cuarta Evaluación (25%) para ser desarrollada por los alumnos de forma asincrónica.

6. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Las unidades 2, 3, 4 y 5 contarán con una evaluación cuya ponderación corresponde a un 25% de la nota final de la asignatura, en donde la calificación final será resultará de la suma ponderada de las cuatro unidades mencionadas. Cada una de estas evaluaciones corresponderá a resolver un caso de estudio y/o ejercicios prácticos donde se evaluará la implementación de métodos exactos y/o aproximados de resolución, juntamente con el análisis de los resultados alcanzados.

7. APROBACIÓN

Para la aprobación del curso se requiere que la suma ponderada de unidades sea de al menos 60 puntos.