



Programa de OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA CON METAHEURÍSTICAS

1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Optimización combinatoria con metaheurísticas

2. CRÉDITOS

10 créditos

3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo del curso es introducir el enfoque Metaheurístico y Técnicas Aproximadas para la resolución de problemas de Optimización Combinatoria en aplicaciones de propósito general. El curso pone énfasis en los aspectos conceptuales y metodológicos. El foco del curso no está en fundamentar los aspectos teóricos de las técnicas, sino en organizarlos conceptualmente a efectos de tener los elementos para aplicarlos como una herramienta más para resolver problemas de Optimización Combinatoria.

4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso intercala clases teóricas (dos por semana, a lo sumo) con aplicaciones a ser resueltas por los estudiantes en grupos a definir, en dinámica de entregas escritas, dos de las cuales serán además evaluadas/defendidas en laboratorio. Como objeto práctico de estudio se tomará un problema de referencia. Cada grupo deberá diseñar, implementar y validar experimentalmente una metaheurística (a convenir con los docentes) para resolver ese problema. Las entregas principales son dos, incluyen defensa, y corresponden respectivamente al diseño primario y a la implementación final de la MH elegida.

La estimación de esfuerzo para cada estudiante es:

Horas clase (teórico): 26

Horas clase (práctico): 12

Horas clase (laboratorio): 2

Horas consulta: 12

Horas evaluación: 4

Subtotal horas presenciales: 56

Horas estudio: 30

Horas resolución ejercicios/prácticos: 20



Subtotal horas de estudio: 50

Horas proyecto final/monografía: 50

Total de horas de dedicación del estudiante: 156

La defensa final de cada grupo será ante el conjunto de los estudiantes, con el propósito de comparar implementaciones y resultados, de forma de enriquecer la visión sobre los contenidos del curso.

5. TEMARIO

1. Introducción

- 1.1. Problema General de Optimización y de Programación Matemática.
- 1.2. Dominio y Tipos de Problema (continuos, combinatorios).
- 1.3. Tipos de métodos numéricos para optimización.
- 1.4. Relajaciones Lagrangeana y Entera.
- 1.5. Ejemplos de Algoritmos Exactos (Algoritmo Simplex, Branch-and-Bound, Branch-and-Cut, Programación Dinámica).
- 1.6. Ejemplos de Metaheurísticas (Local-Search, Simulated-Annealing, Tabu-Search, GRASP, VNS, Colonias de Hormigas, EAs).

2. Optimización Combinatoria y Complejidad

- 2.1. Ejemplo de Optimización Combinatoria (Traveling-Salesman-Problem y cómo resolverlo con Local-Search).
- 2.2. Introducción a la Teoría de la Complejidad Computacional.
- 2.3. Problemas de Performance de los Métodos Greedy.

3. Representación de Soluciones, Estrategias de Búsqueda, Tipos de Metaheurísticas

- 3.1. Penalizaciones: Lagrangeano Aumentado y Métodos de Barrera.
- 3.2. Optimización sin Restricciones y Métodos de Descenso (caso continuo).
- 3.3. MH como generalización de métodos de búsqueda.
- 3.4. Conceptos de Vecindad, mínimos locales y globales.
- 3.5. Penalizaciones y modelado de Soluciones no-factibles.
- 3.6. Tipos de Metaheurística: de Trayectoria vs. Basados en Población (mono y multiobjetivo), Determinísticos vs Aleatorizados, Sin Memoria o Adaptativo.
- 3.7. Diversificación e Intensificación.
- 3.8. Path-Relinking.



4. Selección de Metaheurísticas

Presentación, Reseña Histórica y Aplicaciones de Ejemplos de:

- 4.1. Monte-Carlo Local-Search (Metropolis Algorithm) y Simulated Annealing.
- 4.2. Tabu search.
- 4.3. GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure).
- 4.4. VNS (Variable Neighborhood Search).
- 4.5. Colonias de Hormigas.

5. Evaluación y Ajuste Experimental

- 5.1. Repaso de conceptos de Estadística Aplicada.
- 5.2. Construcción de Soluciones Exactas y Cotas de Referencia.
- 5.3. Generación de Conjuntos de Entrenamiento, Validación y Testing.
- 5.4. Aplicación al ajuste de hiperparámetros de un algoritmo.

6. BIBLIOGRAFÍA

Los contenidos básicos del curso estarán contenidos en las transparencias de las clases, y serán elaborados en las entregas. Se incluye un texto adicional para elaborar algunos de los contenidos del curso.

Tema	Básica	Complementaria
1. Introducción	(1)	
2. Optimización Combinatoria y Complejidad	(1)	
3. Representación de Soluciones, Estrategias de Búsqueda, Tipos de Metaheurísticas	(1)	(2)
4. Selección de Metaheurísticas	(1)	(2)
5. Evaluación y Ajuste Experimental	(1)	(2)

6.1 Básica

1. Material del curso, disponibles en la página en EVA del curso.

6.2 Complementaria

2. Potvin Jean-Yves y Gendreau Michel, 2019, "*Handbook of Metaheuristics*", International Series in Operations Research & Management Science, Springer, ISSN 0884-8289.



7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: Programación, Procesos Estocásticos, Optimización Continua, Modelado de Problemas de Redes.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: Estadística y Métodos Numéricos.



ANEXO A

Para todas las Carreras

A1) INSTITUTO

Instituto de Computación

A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

En el siguiente cronograma, todas las clases son de 2 horas de duración, sobre una base de dos clases por semana.

Semana 1	Optimización y Programación Matemática. Tipos de Problemas, Estrategias, Algoritmos y Ejemplos. Síntesis de Metaheurísticas. Problema del viajero y Local-Search.
Semana 2	Optimización Combinatoria y Complejidad. Presentación de Problemas Práctico-1.
Semana 3	Penalizaciones, representación de soluciones y vecindad, MH como métodos de descenso. Trabajo en ejercicios Práctico-1
Semana 4	Clasificación de MH. Diversificación e Intensificación. Path-Relinking. Clase de Consulta previa a envío de Soluciones Práctico-1,
Semana 5	Revisión de soluciones Práctico-1. Monte-Carlo Local-Search (Metropolis Algorithm) y Recocido simulado (SA-Simulated Annealing).
Semana 6	Búsqueda Tabú (TS-Tabu search). GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure).
Semana 7	Variable Neighborhood Search (VNS). Colonias de Hormigas.
Semana 8	Clases de Consulta previa a entrega de Diseño
Semana 9	Entrega de documentos de diseño (grupo a grupo)
Semana 10	Repaso de conceptos de Estadística Aplicada. Construcción de Soluciones Exactas y Cotas de Referencia (Entrenamiento, Validación y Testing).
Semana 11	Presentación de Problemas Práctico-2. Aplicación al ajuste de hiperparámetros de un algoritmo.
Semana 12	Trabajo en ejercicios Práctico-2. Clase de Consulta previa a envío de Soluciones Práctico-2.
Semana 13	Revisión de soluciones Práctico-2. Clase de Consulta previa a entrega de Implementación.
Semana 14	Clase de Consulta previa a entrega de Implementación. Entrega de Implementaciones.
Semana 15	Defensa y Exposición de Implementaciones Finales (grupo a grupo)



A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

Se realizará un obligatorio por grupo de estudiantes, que deberá presentar por escrito (documentación y código) la solución a los problemas planteados. Dos de esas entregas serán con defensa y corresponden a: *i) el diseño primario y ii) la implementación final de la Metaheurística elegida*. La defensa final será ante el conjunto de los estudiantes.

Para la evaluación final se tendrá en cuenta:

- 25% por el contenido y presentación ante docentes del informe correspondiente a la primera entrega del obligatorio, que incluye: el análisis del material entregado, la contextualización correspondiente al problema, y el diseño elegido para resolverlo.
- 40% por el correcto funcionamiento y documentación del obligatorio final (entrega de los fuentes y ejecutables para la resolución del problema de estudio abordado), y el informe que lo acompaña (segundo informe del obligatorio), donde se deberán incluir las pruebas experimentales y el análisis de los resultados obtenidos.
- 20% por las entregas de documentos intermedios, con aplicaciones puntuales de los avances de contenidos vistos en clase, denominados “prácticos” en el cronograma.
- 15% por el resultado de la presentación y defensa oral del trabajo realizado.

La evaluación tiene carácter individual, y se basará en el desempeño mostrado por los estudiantes durante las clases de consulta y seguimiento, así como durante las defensas.

Para aprobar el curso se requiere un mínimo de 60% del global del puntaje. Además, quien no realice alguna de las dos entregas y presentaciones principales será reprobado.

La aprobación sólo puede conseguirse en el marco de las actividades antes detalladas.

A4) CALIDAD DE LIBRE

Esta unidad curricular no adhiere a la Calidad de Libre.

A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

Cupos mínimos: no tiene

Cupos máximos: no tiene

APROB. RES. CONSEJO DA FAC. DE ING.
Fecha: 22/07/2025 Expe: 060130-000072-25