



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

## Programa de "METAHEURÍSTICAS Y OPTIMIZACIÓN SOBRE REDES (MOR)"

### 1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR

Metaheurísticas y Optimización sobre Redes (MOR).

### 2. CRÉDITOS

11 créditos.

### 3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR

El objetivo general del curso es transmitir la potencia del enfoque Metaheurístico y Técnicas Aproximadas para la resolución de problemas combinatorios, en particular aquellos relacionados al diseño de redes que surgen de diferentes aplicaciones reales.

Con el anterior como objetivo general, se han fijado dos objetivos específicos asociados. El primero consiste en el análisis y diseño de una estrategia de resolución para un problema concreto, basado en un caso de aplicación realista. El estudiante debe mostrar cómo pasar de la formulación escrita en lenguaje natural a la formal; analizar variantes del problema y determinar la complejidad correspondiente de esas variantes. Inspirándose en esas variantes y el material teórico suministrado, el estudiante debe proponer un diseño de alto nivel para la resolución del problema, usando alguna Metaheurística como framework.

Como segundo objetivo específico, el estudiante debe implementar la Metaheurística propuesta y ajustar todos los parámetros y demás detalles necesarios, para encontrar soluciones de buena calidad en un conjunto de instancias dadas.

### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso está estructurado en tres fases: La exposición por parte de los docentes sobre diferentes metaheurísticas y técnicas aproximadas, y su aplicación a problemas NP-Hard que surgen de la modelización de aplicaciones reales de optimización sobre redes. Se incluye la presentación de dos problemas, uno de los cuales deberá ser resuelto como obligatorio final. Está previsto que esta fase demande unas 28 horas presenciales (14 clases de dos horas cada una).

En la fase 2, los docentes orientarán a los estudiantes en el diseño de las heurísticas a utilizar, distribuirán material relacionado al problema concreto, y a la aplicación de la metaheurística elegida por cada grupo para resolverlo. Está previsto que esta fase demande 16 horas presenciales (8 clases de 2 horas cada una), por concepto de consultas y análisis de conceptos. La fase prevé otras 20 horas para el estudio del problema y la aplicación de la

metaheurística elegida por parte del estudiante, a las que se suman 20 horas más, por concepto de diseño de los algoritmos a ser implementados, y la confección de la documentación correspondiente. Se ha previsto 1 hora de presentación de esos documentos.

La fase 3 comprende la implementación de los algoritmos (50 horas), las pruebas experimentales y el análisis de los resultados obtenidos (15 horas). Se deberá elaborar un informe con los detalles de implementación, los resultados experimentales, y las conclusiones correspondientes (15 horas). Se han previsto 6 horas presenciales (3 clases de 2 horas cada una) para consultas. Como cierre se coordinará una defensa oral del trabajo ante un tribunal, acompañada de una demostración de las ejecuciones realizadas (3 horas).

Se incluye a continuación el resumen de esfuerzo esperado:

(Fases 1 y 2)

28 hs Teórico (14clases x 2hs)

16 hs Análisis/Consulta de Obligatorio (8clases x 2hs)

20 hs Estudio del Problema (por parte de los alumnos)

20 hs Diseño de Algoritmos y Documentación (por parte de los alumnos)

1 h Presentación

**Subtotal: 85hs**

(Fase 3)

50 hs Implementación de Algoritmos

15 hs Análisis de Resultados

15 hs Informe Final

6 hs Consultas Durante Desarrollo (3clases x 2hs)

3 hs Presentación, Defensa y Ejecución de Casos de Prueba

**Subtotal: 89hs**

**Total horas de dedicación del estudiante: 174hs**

Quien no realice la presentación o algunos de los dos informes escritos será reprobado.

## 5. TEMARIO

1. Problemas NP-Hard. Optimización combinatoria. Complejidad. Clases de algoritmos. Búsqueda global vs. búsqueda local.
2. Taxonomía de metaheurísticas (técnicas determinísticas y probabilísticas; trayectorias y poblaciones).
3. Metaheurísticas más empleadas: Simulated Annealing (SA); Tabu Search (TS); Variable Neighborhood Search (VNS); Greedy Randomized Adaptive Search Procedure (GRASP); Trayectorias múltiples, multi-arranque (Iterated LS, Variable LS); Algoritmos Genéticos (AG); Ant Systems (AS); Scatter Search (SS); Algoritmos Meméticos.

4. Estrategias: intensificación y diversificación. Elección de parámetros. Análisis de resultados.
5. Modelo RNN (Random Neural Network) y su aplicación como técnica de optimización.
6. Presentación (por parte de los docentes) de diversas aplicaciones reales de problemas de optimización sobre redes que han sido resueltos eficientemente mediante un enfoque metaheurístico.

Estas ponencias buscaran cubrir las metodologías más empleadas y diferentes formas de customización a problemas de optimización relevantes. En particular algunos de los trabajos a presentar son publicaciones realizadas por los docentes en sus diferentes tareas de investigación.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Tema	Básica	Complementaria
1	(1)	
2	(1)	
3	(1)	
4	(1)	
5	(1)	
6	(2)	(3)

### 6.1 Básica

1. Las transparencias de las clases teóricas (confeccionadas por los docentes y disponibles en la plataforma EVA).
2. Referencias bibliográficas adicionales de referencia que tendrán los diferentes grupos según la metodología que emplearán para resolver el caso de estudio que les toque. Dichas referencias se les otorgará en forma oportuna.

### 6.2 Complementaria

3. Una carpeta con los artículos en los que apoyarse para el diseño (disponibles en la plataforma EVA).

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

7.1 Conocimientos Previos Exigidos: Investigación Operativa.

7.2 Conocimientos Previos Recomendados: Probabilidad y Estadística. Optimización Combinatoria, Programación orientada a objetos.

**ANEXO A****Para todas las Carreras**

Esta primera parte del anexo incluye aspectos complementarios que son generales de la unidad curricular.

**A1) INSTITUTO**

Instituto de Computación (InCo)

**A2) CRONOGRAMA TENTATIVO**

Consiste en un cronograma de avance semanal con detalle de las horas de clase asignadas a cada tema.

Semana 1	Clases 1 y 2. Introducción al Curso.
Semana 2	Clase 3. Complejidad Computacional y problemas de grafos para los que existe o no-existen algoritmos eficientes conocidos. Clase 4. Aplicación de Algoritmos Genéticos al problema de sincronización de semáforos del Corredor Garzón.
Semana 3	Clases 5, Cómo aplicar Ant Colonies al problema de selección de piezas en redes P2P para distribución de video. Clase 6. Aplicación de GRASP para resolver el Ring-Star Problem.
Semana 4	Clases 7 y 8. Modelos para el diseño de redes IP/MPLS sobre transporte óptico. Aplicación de Algoritmos Genéticos y GRASP para resolver dos variantes de ese problema.
Semana 5	Clases 9 y 10. Problemas de Gestión de Inventarios y aplicación de Tabú Search para su resolución.
Semana 6	Clase 11. VNS y ejemplos de cómo usarla para resolver el TSP. Clase 12. Aplicación de GRASP al diseño de redes de transporte.
Semana 7	Presentación y análisis de problemas del obligatorio (clases 13 y 14).
Semana 8	Consulta y apoyo al análisis y diseño de algoritmos.
Semana 9	Consulta y apoyo al análisis y diseño de algoritmos.
Semana 10	Consulta y apoyo al análisis y diseño de algoritmos.
Semana 11	Presentación y defensa del diseño elegido para resolver el obligatorio.
Semana 12	Consulta y apoyo para implementación de algoritmos.
Semana 13	Consulta y apoyo para implementación de algoritmos.
Semana 14	Consulta y apoyo para implementación de algoritmos.
Semana 15	Defensa de resultados obtenidos con algoritmo implementado.

### **A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación final se tendrá en cuenta:

35% por el contenido del primer informe, 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, donde se deberán incluir las pruebas experimentales y el análisis de los resultados obtenidos.

25% 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.

Quien no realice la presentación o algunos de los dos informes escritos será reprobado.

### **A4) CALIDAD DE LIBRE**

La unidad curricular no adhiere a la resolución sobre la Calidad de Libre.

### **A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

No tiene cupo.

**ANEXO B para la(s) carrera(s): Ingeniería en Computación (plan 97) y Licenciatura en Computación**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Investigación Operativa.

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Para el Curso: Examen de

Introducción a la Investigación de Operaciones y  
Programación 3 y  
Matemática Discreta 1 y  
Matemática Discreta 2

Para el Examen: No Aplica

**ANEXO B para la(s) carrera(s) Ingeniería en Computación (plan 87)**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

No corresponde

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

Para el Curso: Previas comunes a las electivas.

Para el Examen: No aplica

Observación: Esta unidad curricular se corresponde con una electiva

APROB. RES. CONSEJO DE FACULTAD

05/12/17 Exp. 060120-001859-16