

---

Formulario de Aprobación Curso de Posgrado

Asignatura: "Metaheurísticas y Optimización sobre Redes"

---

Profesor de la asignatura:

Dr. Ing. Claudio Riso Montaldo, G°3 DT, Dpto. de Investigación Operativa, INCO (responsable).

Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:

Otros docentes de la Facultad:

Dr. Ing. Pablo Rodríguez-Bocca, G°4, Dpto. de Inv. Operativa, INCO.  
Dr. Ing. Antonio Mauttone, G°4 DT, Dpto. de Inv. Operativa, INCO.  
Dr. Ing. Pedro Piñeyro, G°3 DT, Dpto. de Inv. Operativa, INCO.  
Dr. Ing. Pablo Romero, G°3 DT, Dpto. de Inv. Operativa, INCO.  
Dr. Ing. Sergio Nesmachnow, G°5 DT. CeCal, INCO.

Docentes fuera de Facultad:

Instituto ó Unidad: Instituto de Computación (InCo)  
Departamento ó Area: Departamento de Investigación Operativa

<sup>1</sup> CV si el curso se dicta por primera vez.

---

Horas Presenciales: 52

Nº de Créditos: 11

**Público objetivo y Cupos:**

Siendo un curso de posgrado, está dirigido a estudiantes de: Maestría en Investigación de Operaciones, Maestría en Informática, Maestría en Ingeniería Eléctrica, Maestría en Ing. Matemática, Doctorado en Informática, y Doctorado en Ingeniería Eléctrica.

**No tiene cupos.**

---

**Objetivos:** El objetivo 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.

El curso se desarrolla en tres fases.

**En la primer fase** los docentes de teórico brindan una introducción general a la optimización combinatoria, la complejidad computacional, y a las metaheurísticas, como instrumento para encontrar soluciones de buena calidad para instancias de tamaño realista de problemas complejos. Luego se brindarán diferentes ejemplos específicos de la aplicación de algunas de las metaheurísticas más importantes, para encontrar soluciones a diversos problemas de optimización combinatoria asociados al diseño de redes. Los ejemplos buscan un cubrimiento de las familias de metaheurísticas, así como ejemplos representativos de las variantes en problemas de diseño de redes. Además, los docentes propondrán dos problemas de optimización en redes a ser resueltos metaheuristicamente. Cada grupo deberá resolver uno de esos problemas mediante la aplicación de alguna de las técnicas vistas en clase, lo que constituirá el objeto del obligatorio final del curso.

**En una segunda fase**, los docentes orientarán a los estudiantes en el diseño de las heurísticas a utilizar, distribuirán material relacionado al problema concreto, y de ser posible, a la aplicación de la metaheurística elegida por cada grupo para resolverlo.

---

El análisis del material entregado, la contextualización del mismo en el marco del problema a resolver, el diseño de los algoritmos a implementar, e idealmente la implementación de algún prototipo, serán responsabilidad de cada grupo. Se entregará un documento describiendo el análisis realizado, así como el diseño y las definiciones adoptadas, que deberá ser aprobado por los docentes previo a la implementación. Este documento deberá incluir un detalle de las instancias de prueba que se busca resolver y por qué se eligieron.

En la **tercer fase** se concentra el desarrollo e implementación de los algoritmos a usar, los que también serán responsabilidad de cada grupo. Se deberán hacer pruebas experimentales y un análisis de los resultados obtenidos, para las instancias acordadas en la segunda fase. Se deberá elaborar otro informe complementario, con los detalles de implementación, los resultados experimentales, y las conclusiones correspondientes.

Como cierre se coordinará una defensa oral del trabajo.

---

**Conocimientos previos exigidos:**

Investigación Operativa.

**Conocimientos previos recomendados:**

Probabilidad y Estadística. Optimización Combinatoria, Programación orientada a objetos.

---

**Metodología de enseñanza:**

- Horas clase (teórico): 26
  - Horas clase (práctico):
  - Horas clase (laboratorio):
  - Horas consulta: 22
  - Horas evaluación: 4
    - Subtotal horas presenciales: 52
  - Horas estudio: 20
  - Horas resolución ejercicios/prácticos:
  - Horas proyecto final/monografía: 100
    - **Total de horas de dedicación del estudiante: 172**
- 

**Forma 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.

---

- 28 hrs práctico
- 30 hrs estudio domiciliario
- 60 hrs proyecto

En las clases prácticas se requerirá la utilización de un computador personal para realizar los ejercicios en clase. Durante las clases y de forma domiciliaria se realizarán diferentes actividades que estimulen la investigación, la lectura de artículos y la discusión y reflexión sobre las problemáticas presentadas. En todo momento, se buscará involucrar a los participantes en discusiones activas.

### Forma de evaluación:

Se realizará un proyecto de investigación en la temática de la asignatura. Dependiendo de la curricula de estudiantes en cada edición, este proyecto podrá ser realizado en grupos. Los estudiantes de posgrado deben realizar el proyecto en forma individual.

No hay examen final.

Los entregables del curso (y su ponderación para la nota final) consisten en:

- (60%) Informe en formato científico del proyecto de investigación (y código fuente)
- (25%) Presentación oral del proyecto
- (15%) Participación en clase

Para la participación en clase se tomará en consideración: la asistencia a clase; la lectura previa de los temas a cubrir en cada clase; y la frecuencia/calidad de las contribuciones en las clases. No se descarta la utilización de una evaluación escrita en algunas clases sobre la lectura pautada.

La asignatura se aprueba con el 60% de los puntos, teniendo un mínimo del 60% en cada actividad (informe, presentación, y participación).

Además, durante la ejecución de la asignatura se presentarán ejercicios domiciliarios, que son fuertemente recomendados para el seguimiento del curso, pero no serán requeridos ni evaluados.

### Temario:

#### 1. Motivación:

- Utilidad del análisis de redes (análisis de datos, aprendizaje automático, datos en formato de redes, visualización)
- El uso de las redes en distintas disciplinas (comunicación e información, biología, física, sociología)
- La representación de grafos (nodos, enlace, matriz de adyacencia, grado de un nodo, redes de uno y dos modos)
- Práctico: Introducción al software para analizar redes. Analizar mi red social online (recolectar datos de Internet LinkedIn/Facebook/Twitter, visualizar resultados)
- Capítulos: [NE] Cap. 1,2,3,4,5 (1-107)

#### 2. Matemática de las redes: teoría de grafos

- Grafos con peso, hiper-grafos, grafos bipartitos, árboles, grafos planares,
- Caminos, componentes, conectividad, caminantes aleatorios, etc.
- Práctico: Software para visualizar redes (uso de etiquetas y colores)
- Capítulos: [NE] Cap. 6 (107-167)

#### 3. Medidas en redes

- Medidas de centralidad de nodos (eigenvector, closeness, betweenness, PageRank, hubs and authorities, etc.)
  - Detección de comunidades (componentes, cliques, k-cores, etc.)
  - Práctico1: Calcular e interpretar medidas de centralidad de nodo en redes reales (LinkedIn/Facebook/Twitter, etc.)
  - Práctico2: Calcular e interpretar solapamiento y separación de comunidades en redes reales (colaboración científica, blogs políticos, ingredientes de cocina, etc.)
  - Capítulos: [NE] Cap. 7 (168-235)
4. Modelos de redes:
- La estructura de gran escala de las redes (componentes, efecto de pequeño mundo)
  - Distribución del grado de conectividad (distribuciones power-law y scale-free)
  - Grafos aleatorios y aleatorios generalizados
  - Creación de redes
  - Práctico: Mediante software especializado (NetLogo, Gephi, R), crear grafos aleatorios, calcular la distribución del grado y de las componentes, calcular camino más corto, etc.
  - Capítulos: [NE] Cap. 8,12,13,14 (235-272, 397-588)
5. Procesos sobre redes
- Fallas de componentes
  - Difusión de información en redes (epidemias)
  - Dinámica en redes
  - Práctico: Evaluar el efecto de mundo pequeño para la difusión de epidemias
  - Capítulos: [NE] Cap. 16,17,18 (589-705)
6. Tendencias en el análisis de redes
- Redes de gran escala
  - Algoritmos y software para el cómputo en redes de gran escala
  - Práctico1: Software para redes de gran escala. Análisis de una red de gran escala
  - Práctico2: Leer y discutir trabajos académicos recientes en el área, o aplicaciones novedosas.
- 

### Bibliografía:

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

#### Requerida:

[NE] Mark Newman. Networks: An Introduction. Oxford University Press, Inc. New York, NY, USA 2010. ISBN:0199206651 9780199206650

[SANDR] Kolaczyk, E.D. and Csardi, G. "Statistical Analysis of Network Data with R". Use R!, Springer New York, 2014. ISBN 9781493909834. (disponible en portal Timbó)

#### Recomendada:

[SAND] Kolaczyk, E.D. "Statistical Analysis of Network Data: Methods and Models". Springer Series in Statistics. Springer New York, 2009. ISBN 9780387881461. (disponible en portal Timbó)

[BA] Albert-László Barabási, Network Science. (disponible online  
<http://barabasilab.com/networksciencebook/>)

[NCM] David Easley and Jon Kleinberg. Networks, Crowds, and Markets, Reasoning About a Highly Connected World. Cornell University, New York. Date Published: July 2010. ISBN: 9780521195331 (disponible online)

[ASN] Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2013). Analyzing Social Networks. SAGE Publications Limited. ISBN: 9781446247419.

---



3

**Facultad de Ingeniería  
Comisión Académica de Posgrado**

---

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización: Segundo semestre lectivo 2017 completo**

**Horario y Salón: A confirmar**

---

