



Guía docente METAHEURÍSTICA

Curso 2020-21



MASTER UNIVERSITARIO EN TÉCNICAS DE AYUDA A LA DECISIÓN
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA
Universidad Politécnica de Cartagena

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	1/14	



1. Descripción general

Nombre	METAHEURÍSTICA
Código	243101010
Carácter	Optativa
ECTS	4
Unidad temporal	Cuatrimestral
Despliegue temporal	Curso 1º - Segundo cuatrimestre
Menciones / especialidades	
Idioma en la que se imparte	Castellano
Modalidad de impartición	Semipresencial

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	2/14	



2. Datos del profesorado

Nombre y apellidos	Skorin-Kapov, Nina
Área de conocimiento	Ingeniería Telemática
Departamento	Ingeniería y Técnicas Aplicadas (CUD)
Teléfono	968189923
Correo electrónico	nina.skorinkapov@ cud.upct.es
Horario de atención y ubicación durante las tutorías	El alumno que desee realizar una tutoría deberá previamente (al menos con un día de antelación) enviar un e-mail al profesor solicitando una cita previa con el fin de poder organizar debidamente la atención de todo el alumnado.
Titulación	Licenciatura en telecomunicaciones por la Universidad de Zagreb, Croacia; Doctora por la Universidad de Zagreb, Croacia (homologado por la UPCT) Acreditación ANECA Profesor Titular de Universidad
Categoría profesional	Profesor/a Contratado/a Doctor/a de Facultades y Escuelas Superiores
Nº de quinquenios	3
Nº de sexenios	2 de investigación
Currículum vitae	
Responsable de los grupos	G1

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	3/14	



3. Competencias y resultados del aprendizaje

3.1. Competencias básicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CB6]. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

3.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CG1]. Ser capaz de asumir la toma de decisiones eficiente en Organizaciones civiles y de Defensa y Seguridad, basándose en criterios científicos y herramientas metodológicas integradas procedentes de los ámbitos de la Estadística, Investigación Operativa y Sociología

3.3. Competencias específicas del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CE11]. Capacidad para desarrollar y aplicar herramientas en el área de ayuda a la toma de decisiones, utilizando para ello técnicas y modelos de análisis de datos, Estadística e Investigación Operativa

[CE2]. Capacidad de manejo experto de software en un contexto integral de toma de decisiones

Competencias específicas de la asignatura (para aquellas asignaturas optativas que las tengan)

3.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

[CT2]. Aprender de forma autónoma

3.5. Resultados del aprendizaje de la asignatura

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:
 Conocer los conceptos básicos de la metaheurística.
 Construir un método de búsqueda tabú ante un problema dado.
 Construir un algoritmo de enfriamiento simulado ante un problema dado.
 Analizar y desarrollar un algoritmo genético en un caso concreto.

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	4/14	



4. Contenidos

4.1 Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

INTRODUCCIÓN A LA METAHEURÍSTICA.
MÉTODOS DE EXPLORACIÓN LOCAL.
BUSQUEDA TABÚ. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.
ENFRIAMIENTO SIMULADO (SIMULATION ANNEALING).
ALGORITMOS GENÉTICOS.
OPTIMIZACIÓN BASADA EN COLONIAS DE HORMIGAS.
OTRAS METAHEURÍSTICAS Y EXTENSIONES. GRASP.

4.2. Programa de teoría

Unidades didácticas y temas

Unidad 1

Tema 1.- Introducción a la metaheurística
Definiciones básicas, clasificación, aplicaciones, intensificación y diversificación.

Tema 2.- Métodos de exploración local
Fundamentos de exploración local (vecindario, métodos de selección). Variaciones.

Unidad 2

Tema 3.- Búsqueda tabú
Descripción del método. Parámetros de diseño (memoria a corto plazo, memoria a largo plazo, criterio de aspiración).

Tema 4.- Enfriamiento simulado
Descripción del método. Parámetros de diseño (temperatura inicial, velocidad de enfriamiento, temperatura final, criterio de detención).

Tema 5.- Algoritmos genéticos
Clasificación de algoritmos evolutivos. Descripción del método. Parámetros de diseño (operadores de selección, operadores de reproducción, mutación).

Tema 6.- Optimización basada en colonias de hormigas
Comportamiento colectivo de insectos sociales. Descripción del método. Parámetros de diseño (rastros de feromonas, actualización de feromonas).

Unidad 3

Tema 7.- Otras metaheurísticas y extensiones
GRASP. Búsqueda dispersa (Scatter Search). Algoritmos de enjambre (Particle Swarm Optimization).

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	5/14	



4.3. Programa de prácticas

Nombre y descripción

Ejercicios

Resolución de problemas clásicos de optimización aplicando la búsqueda tabú, algoritmos de enfriamiento simulado y algoritmos genéticos.

Caso Practico (CP) : Trabajo Individual

Se utilizará la herramienta HeuristicLab: A Paradigm-Independent and Extensible Environment for Heuristic Optimization (<http://dev.heuristiclab.com/>), un software para el diseño de algoritmos heurísticos y evolutivos desarrollado por los miembros del Laboratorio de Algoritmos Heurísticos y Evolutivos (HEAL), Universidad de Ciencias Aplicadas, Austria. Lo alumnos estudiarán un algoritmo genético propuesto en la literatura para el problema de rutas de vehículos (Vehicle Routing Problem, VRP) y realizarán un ajuste secuencial de parámetros (sequential parameter tuning) utilizando el software HeuristicLab.

Observaciones

Prevencion de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria. Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes. El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente. En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

4.4. Programa de teoría en inglés

Unidades didácticas y temas

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	6/14	



4.4. Programa de teoría en inglés

Unidades didácticas y temas

Unit 1

Topic 1: Introduction to Metaheuristics

Basic definitions, classification, applications, diversification and intensification, main design concepts (solution representation, evaluation function)

Topic 2: Local Search methods

Basic Local Search elements (neighborhood, initial solution, neighbor selection), classical Local Search , Local Search variations

Unit 2

Topic 3: Tabu Search

Main idea and algorithm description, memory types, main design issues (tabu list, long-term memory, aspiration criterion)

Topic 4: Simulated Annealing

Main idea and algorithm description, role of temperature parameter, main design issues (cooling schedule, initial temperature, schedule type, decrement function, termination criterion)

Topic 5: Evolutionary Algorithms

Main idea and generic algorithm description, schools of EA algorithms, main design issues (parent selection, reproduction strategy, survivor selection)

Topic 6: Ant Colony Optimization

Main idea and algorithm description, main design issues (pheromone trails, solution construction, pheromone updating)

Unit 3

Topic 7: Other metaheuristics and extensions

Grasp, Scatter Search, Particle Swarm Optimization

4.5. Observaciones

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ASIGNATURA La asignatura ¿Metaheurística¿ se presenta como una materia optativa dentro de Módulo Investigación Operativa del Máster Universitario en Técnicas de Ayuda a la Decisión. En concreto, tiene como objetivo principal que los alumnos aprendan los fundamentos teóricos básicos de los algoritmos metaheurísticos. Dado que existe un número elevado de problemas de optimización que no se pueden resolver de manera óptima en tiempo razonable con métodos exactos, los algoritmos metaheurísticos se han postulado como herramientas y estrategias habituales aplicar en tales. Estos algoritmos están basados en la realización de una exploración eficiente del espacio de posibles soluciones, buscando soluciones sub-óptimas (aunque de un coste cercano al óptimo), y que se puedan calcular en el tiempo disponible. Ejemplos de algoritmos heurísticos son los algoritmos genéticos, algoritmos de búsqueda tabú, algoritmos de enfriamiento simulado, y optimización basada en colonias de hormigas. **APORTACIÓN DE LA ASIGNATURA AL EJERCICIO PROFESIONAL** Los alumnos aprendan los fundamentos teóricos básicos de los

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	7/14	



algoritmos metaheurísticos y, así, desarrollen las habilidades necesarias para aplicarlos en su ejercicio profesional. Problemas complejos de optimización combinatoria aparecen en distintas áreas profesionales, como la dirección de operaciones, la planificación de redes, y la planificación logística. Como ejemplos específicos se podrían citar la optimización de rutas y vehículos, problemas de almacenamiento, la gestión de combustible, etc. Instancias grandes de este tipo de problemas no se pueden resolver de manera óptima en un tiempo razonable mediante el uso de métodos exactos, tales como programación entera. Para resolverlos, los algoritmos metaheurísticos se pueden aplicar para encontrar soluciones sub-óptimas en un tiempo razonable. OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE DETALLADOS POR UNIDADES DIDÁCTICAS Tema 1.- Introducción a la metaheurística Tiene como objetivo introducir al alumno a los algoritmos metaheurísticos, destacando los conceptos básicos de la optimización mediante heurísticas, definiciones básicas, clasificación, y aplicaciones. Tema 2.- Métodos de exploración local Tiene como objetivo mostrar a los alumnos los fundamentos de exploración local (local search) aplicando el concepto de vecindario y los métodos de selección. Tema 3.- Búsqueda tabú Tiene como objetivo enseñar a los alumnos el método de la búsqueda tabú y explicar los parámetros necesarios para su diseño, como la memoria a corto plazo, memoria a largo plazo, y el criterio de aspiración. Tema 4.- Enfriamiento simulado Tiene como objetivo enseñar a los alumnos el método de enfriamiento simulado y explicar los parámetros necesarios para su diseño, como la temperatura inicial, la velocidad de enfriamiento, la temperatura final, y el criterio de detención. Tema 5.- Algoritmos genéticos Tiene como objetivo familiarizar a los alumnos con los algoritmos evolutivos, y explicar los parámetros necesarios para el diseño de un algoritmo genético, como los operadores de selección, los operadores de reproducción, y la mutación. Tema 6.- Optimización basada en colonias de hormigas Tiene como objetivo enseñar a los alumnos el método de la optimización basada en colonias de hormigas y explicar los parámetros necesarios para su diseño, como los rastros de feromonas y la actualización de de las mismas. Tema 7.- Otras metaheurísticas y extensiones Tiene como objetivo familiarizar a los alumnos con otras metaheurísticas como GRASP, búsqueda dispersa (Scatter Search) y algoritmos de enjambre (Particle Swarm Optimization).

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	8/14	



5. Actividades formativas

Denominación	Descripción	Horas	Presencialidad %
Realización de pruebas escritas	Realización de una prueba individual escrita Presencial: Asistencia a las pruebas escritas y realización de estas. No Presencial: Estudio de los temas; realización de ejercicios, problemas, etc.	4	50
Lecturas (con comentarios, preguntas o discusión)	Clase online expositiva. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. No presencial: Toma de apuntes; Planteamiento de dudas.	8	0
Tutorías no presenciales	Resolución de dudas sobre teoría, ejercicios, problemas, prácticas. No presencial: Planteamiento de dudas a través de los medios virtuales empleados.	6	0
Discusiones	Tras la lectura de los textos propuestos, el profesor sugiere el/los tema/s de discusión, con objeto de mejorar la comprensión de los conceptos teóricos planteados en la asignatura. No presencial: Responder las cuestiones planteadas, argumentando y justificando su postura.	5	0
Aprendizaje basado en problemas o proyectos	Presentar a los estudiantes problemas clásicas de optimización que deben analizar y resolver mediante metaheurísticas. No Presencial: Aplicar conocimientos y comprensión del tema para resolver los problemas planteados	5	0
Estudio de casos	Proporcionar un caso práctico de un algoritmo metaheurístico propuesto en la literatura para realizar un problema práctico	4	0

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	9/14	



Denominación	Descripción	Horas	Presencialidad %
	<p>con objeto de entrenar al alumno en el diseño y aplicación de las metaheurísticas.</p> <p>No presencial: Analizar el caso propuesto; determinar el método de análisis</p>		
Actividades de Trabajo Individual (estudio, preparación de trabajos e informes, etc.)	<p>Planteamiento, dirección y tutela del trabajo individual (caso práctico) como técnica de evaluación del aprendizaje y seguimiento del grado de asimilación de los contenidos.</p> <p>No Presencial: : estudio personal, preparación de trabajo individual</p>	20	0
Análisis de datos	<p>Planteamiento de un método de ajuste de parámetros de algoritmos metaheurísticos que exige recurrir a técnicas de análisis de datos, con el objetivo de que el profesional sea capaz de poner en práctica su actividad futura.</p> <p>No Presencial: tratamiento informatizado adecuado; interpretación de los resultados obtenidos; redacción de las conclusiones.</p>	8	0
Realización de actividades de evaluación formativas y sumativas	<p>Ejercicios teórico-prácticos que se corregirán por el profesor como técnica de evaluación del aprendizaje y seguimiento del grado de asimilación de los contenidos a lo largo del curso.</p> <p>No Presencial: Resolución y autoanálisis de las problemas propuestos; preparación de informes; capacidad de autoevaluación crítica de su aprendizaje.</p>	30	0
Comunicación síncrona y asíncrona para tutoría individual/grupal (foros, etc.)	<p>Utilizar las herramientas de comunicación síncrona (videoconferencias, etc.) y asíncrona (correo, etc.), para interactuar con alumnos.</p> <p>No Presencial: Participar y recibir la retroalimentación que les facilite la comprensión y el</p>	10	0

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	10/14	



Denominación	Descripción	Horas	Presencialidad %
	aprendizaje.		

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	11/14	



6. Sistema de evaluación

6.1. Sistema de evaluación continua		
Denominación	Descripción y criterios de evaluación	Ponderación %
Trabajo Individual	Resolución de un trabajo individual (caso práctico) aplicando la herramienta HeuristicLab. Se evalúan el desarrollo del trabajo propuesto, la interpretación de los resultados obtenidos y la redacción de las conclusiones.	40 %
Actividades de Evaluación Continua	Resolución y entrega de ejercicios propuestos por el profesor. Se evalúan la presentación de los ejercicios propuestos, la capacidad de innovación y evaluación crítica.	30 %
Realización de una prueba escrita con contenidos teórico-prácticos	Se evalúan los conocimientos teóricos, la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	30 %

6.2. Sistema de evaluación final		
Denominación	Descripción y criterios de evaluación	Ponderación %
Trabajo Individual	Resolución de un trabajo individual (caso práctico) aplicando la herramienta HeuristicLab. Se evalúan el desarrollo del trabajo propuesto, la interpretación de los resultados obtenidos y la redacción de las conclusiones.	40 %
Actividades de Evaluación Continua	Resolución y entrega de ejercicios propuestos por el profesor. Se evalúan la presentación de los ejercicios propuestos, la capacidad de innovación y evaluación crítica.	30 %
Realización de una prueba escrita con contenidos teórico-prácticos	Se evalúan los conocimientos teóricos, la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis.	30 %

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	12/14	



6.3. Evaluación formativa

Descripción

Información

Tal como prevé el artículo 5.4 del Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

Observaciones

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	13/14	



7. Bibliografía y recursos

7.1. Bibliografía básica

El-Ghazali Talbi Metaheuristics: From Design to Implementation. Wiley. 2009. 978-0-470-27858-1

7.2. Bibliografía complementaria

Z. Michalewicz, D.B. Fogel How to Solve it: Modern Heuristics, 2nd Edition. Springer-Verlag. 2004. 978-3540224945

Gendreau, Michel, Potvin, Jean-Yves (Eds.) Handbook of Metaheuristics, 3rd Edition. Springer. 2019. 978-3-319-91086-4

7.3. Recursos en red y otros recursos

-Apuntes del profesor -Boletines de problemas y caso práctico. -Aul@ Virtual -HeuristicLab: <http://dev.heuristiclab.com/>

CSV:	ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Fecha:	16/09/2020 13:17:13	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/ptEiLUDbIt9kVi98HgTjFZbfu	Página:	14/14	