Código de la Asignatura: IOG53

Nombre del programa académico	Maestría en Investigación Operativa y Ciencia de Datos
Nombre completo de la asignatura	Optimización discreta en el problema de enrutamiento de vehículos.
Área académica o categoría	Investigación de Operaciones
Semestre y año de actualización	Segundo semestre de 2023
Tipo de asignatura	[ ] Obligatoria [x] Electiva
Número de créditos ECTS	5.22 ECTS
Intensidad horaria	10 Horas semanales – 40 Horas mensuales
Director o contacto del programa	Eliana Mirledy Toro Ocampo
Coordinador o contacto de la asignatura	Eliana Mirledy Toro Ocampo - elianam@utp.edu.co Google Scholar Eliana Toro

Descripción y Contenidos

1. Breve descripción

Esta asignatura provee herramientas que permiten definir problemas enteros y binarios cómo el problema de la mochila, el problema de enrutamiento de vehículos, problema de secuenciación de tareas a través de modelos de optimización matemática de forma que se puedan resolver con metodologías exactas y/o aproximadas en escenarios mono y multiobjetivo. Adicionalmente se discuten variantes de los problemas y sus diversas aplicaciones en cadenas de suministro.

2. Objetivos del programa académico

OP1. Analizar y combinar conocimientos y técnicas de la estadística y la optimización matemática bajo enfoques sostenibles, con el objetivo de tomar decisiones informadas, esenciales para abordar los desafíos actuales y futuros en ambientes académicos y empresariales.OP3. Analizar y extraer conocimientos significativos a partir de enfoques estadísticos multivariados, tanto cualitativos como cuantitativos, para examinar simultáneamente múltiples variables o factores en un conjunto de datos, con el objetivo de obtener información más completa y profunda sobre las relaciones y patrones entre ellas, aplicados en diferentes campos, como la investigación científica, la ingeniería, la economía, la medicina, entre otras. OP4. Integrar la investigación de operaciones y la estadística para promover un enfoque más completo y sólido, con el fin de abordar desafíos investigativos al considerar la eficiencia operativa, así como la incertidumbre inherente a los datos y los procesos bajo un marco que contemple el rigor ético, moral y científico. OP5. Fomentar dimensiones humanas que permitan generar espacios participativos de diálogo y reflexión con un enfoque sostenible, que contribuyan a la formación de profesionales capaces de abordar desafíos de manera integral y responsable.

Objetivos de la asignatura OA1. Estructurar modelos matemáticos de programación entera y multiobjetivo para el diseño de redes de transporte y distribución (VRP y sus variantes), empleando el pensamiento crítico para analizar estrategias que maximicen la eficiencia operativa y la sostenibilidad en el uso de recursos territoriales. OA2. Desarrollar algoritmos de optimización exacta y metaheurística para la exploración de espacios de soluciones complejos, garantizando que la validación de resultados y la gestión de la complejidad computacional se realicen bajo los principios de transparencia y rigor de la formación humana

OA3 Implementar soluciones de enrutamiento a gran escala para resolver desafíos logísticos reales, comunicando los beneficios técnicos y sociales de la solución con un juicio profesional basado en la ética y la formación humana.

3. Resultados de aprendizaje de la asignatura

RAA1: Formula modelos de programación entera para problemas de alta complejidad (TSP, VRP y Scheduling), empleando el pensamiento crítico para diseñar redes logísticas que optimicen el uso de flota y aseguren la sostenibilidad económica y ambiental de la organización. RAA2: Implementa estrategias de solución exacta y aproximada utilizando software especializado y algoritmos heurísticos, validando la eficiencia y honestidad de los resultados obtenidos bajo los estándares de integridad científica de la formación humana. RAA3: Resuelve desafíos de enrutamiento y programación de tareas en contextos empresariales, sustentando soluciones que equilibren la rentabilidad técnica con la responsabilidad social y la transparencia informativa frente a los grupos de interés.

4. Contenido: ●T1. Definición del problema del agente viajero considerado como base para resolver el problema de enrutamiento de vehículos usando modelos matemáticos exactos, programación dinámica, Branch and bound, (31 h: 9 h con docente y 22 h independientes).●T2: Definición del problema de enrutamiento de vehículos como variante del problema del agente viajero, diferentes variantes del problema con base en la operación y topología de la red, discusión de indicadores de operación, funciones objetivo que pueden ser consideradas, Discusión de un modelo matemático flexible que se puede adaptar a algunas variantes del problema (31 h: 9 h con docente y 22 h independientes).●T3. Introducción a las técnicas de solución aproximada para resolver el TSP, el VRP y sus variantes considerando métodos heurísticos y metaheurísticos (31 h: 9 h con docente y 22 h independientes). ●T4. Introducción a la optimización Multi-objetivo (13 h: 3 h con docente y 10 h independientes). Definición, Condiciones de optimalidad de Pareto ●T5. Metodologías de solución (25 h: 7 h con docente y 18 h independientes) Programación por metas, Epsilon constraint, Escalarización, Descomposición, MOEA/D. ●T6. Optimización Multi-objetivo en el Problema de ruteo Vehículos (13 h: 3 h con docente y 10 h independientes) ILS/D

5. Requisitos: Nivelatorio en Investigación de Operaciones

6. Recursos

Material Guía: Toro-Ocampo, E. M., Casteñeda-Londoño , J. F., & Gallego-Rendón, R. A. (2020). Introducción al problema de enrutamiento de vehículos en la logística de distribución. Universidad Tecnológica de Pereira. ● Toth, P., & Vigo, D. (Eds.). (2014). Vehicle routing: problems, methods, and applications. Society for Industrial and Applied Mathematics. Textos complementarios: ● Galindres-Guancha, L., Toro-Ocampo, E., & Gallego-Rendón, R. (2021). A biobjective capacitated vehicle routing problem using metaheuristic ILS and decomposition. International Journal of Industrial Engineering Computations, 12(3), 293-304. ●Londono, J., Rendon, R., & Ocampo, E. (2021). Iterated local search multi objective methodology for the green vehicle routing problem considering workload equity with a private fleet and a common carrier. International Journal of Industrial Engineering Computations, 12(1), 115-130. ●Toro-Ocampo, E. M., Franco-Baquero, J. F., & Gallego-Rendón, R. A. (2016). Modelo matemático para resolver el problema de localización y ruteo con restricciones de capacidad considerando flota propia y subcontratada. Ingeniería, investigación y tecnología, 17(3), 357- 369. • Toro, E. M., Franco, J. F., Echeverri, M. G., & Guimarães, F. G. (2017). A multi-objective model for the green capacitated location-routing problem considering environmental impact. Computers & Industrial Engineering, 110, 114-125. ●Toro, E., Franco, J., Echeverri, M., Guimarães, F., & Rendón, R. (2017). Green open location-routing problem considering economic and environmental costs. International Journal of Industrial Engineering Computations, 8(2), 203-216. ●Deb K. (2011) Multi-objective Optimisation Using Evolutionary Algorithms: An Introduction. In: Wang L., Ng A., Deb K. (eds) Multi-objective Evolutionary Optimisation for Product Design and Manufacturing. Springer, London ● Artículos académicos y lecturas complementarias proporcionadas durante el curso.

7. Herramientas técnicas de soporte para la enseñanza: Desarrollo de talleres en clase y en casa de modelos matemáticos ● Desarrollo de talleres que permitan construir la arborescencia del Branch and Bound. ● Talleres fuera del aula sobre modelamiento matemático ● Trabajo fuera de clase sobre las variantes del análisis de sensibilidad
8. Trabajos en laboratorio y proyectos: Implementación de los modelos matemáticos en AMPL. (10 horas) ● Implementación de técnicas de solución multiobjetivo en software matemático (10 horas) ● Caso de ruteo multiobjetivo con consideraciones ambientales y sociales (T6: 8 horas)
9. Métodos de aprendizaje: Exposiciones magistrales y discusión de casos reales. ● Talleres. ● Resolución de problemas ejemplo en clase acompañados por el profesor y ejercicios de trabajo independiente en casa.
10. Métodos de evaluación: Trabajo de aplicación (20%) ● Examen escrito sobre algoritmos de solución (25%) ● Talleres (20%) ● Análisis crítico de un artículo de investigación, donde se describa una variante del problema de enrutamiento de vehículos. (25%) ● Caso de ruteo multiobjetivo con consideraciones de sostenibilidad (10%)