

Camilo Ernesto Cruz Villegas  
Universidad Eafit  
Colombia  
ccruzvi@eafit.edu.co

Cristian Andrés Villamizar Ochoa  
Universidad Eafit  
Colombia  
cvillam3@eafit.edu.co

Mauricio Toro  
Universidad Eafit  
Colombia  
mtorobe@eafit.edu.co

## RESUMEN

El problema consiste en distribuir paquetes en una ciudad y regresar al punto de origen donde se iniciaron las entregas.

Este problema es muy útil, ya que se identifica la ruta más corta para visitar cada punto al menos una vez y regresar al punto inicial.

Existen varios problemas relacionados:

Resolución del problema de ruteo de buses escolares con optimización por colonia de hormigas.

Problema de enrutamiento de vehículos.

Problema del vendedor viajero.

Metodología de ayuda a la decisión para el problema del enrutamiento y programación de autobuses escolares.

## INTRODUCCION

El presente informe se refiere al tema distribución de paquetes en una ciudad y regresar al punto de origen donde se iniciaron las entregas.

Se expondrá el problema detalladamente, y luego se presentaran temas relacionados con sus respectivas y posibles soluciones.

## PALABRAS CLAVE

Enrutamiento; agente viajero; rutas más corta; optimización; heurística.

## PROBLEMA

El problema a resolver consiste en diseñar un algoritmo para distribuir paquetes en una ciudad y regresar al punto de origen donde se iniciaron las entregas. La pregunta es la siguiente:

Dado una lista de puntos ubicados en un mapa vial bidimensional, ¿cuál es la ruta más corta para visitar cada punto al menos una vez y regresar al punto inicial?

El problema no es calcular la ruta óptima para ir de un punto a otro.

El algoritmo debe ser eficiente en la utilización de tiempo y el consumo de memoria.

## TRABAJOS RELACIONADOS

Resolución del problema de ruteo de buses escolares con optimización por colonia de hormigas.

El problema de ruteo de buses escolares (SBRP) busca encontrar el programa más eficiente para una flota de buses escolares que deben recoger y despachar estudiantes en varias paradas de bus satisfaciendo varias restricciones: capacidad máxima del bus, máximo tiempo de recorrido de los estudiantes, ventanas de tiempo para la llegada al colegio. En este artículo se considera un caso de estudio de un problema SBRP para un colegio en Bogotá, Colombia. El problema se resuelve usando la meta heurística de colonia de hormigas (ACO). Los experimentos computacionales se realizan empleando datos reales. Los resultados muestran el incremento en el nivel de utilización de los buses y una reducción en los tiempos de transporte con despacho a tiempo en el colegio. La herramienta ha mostrado su utilidad para la planeación regular de buses en el colegio: se redujo la distancia total recorrida en 8,3 % en la mañana y en 21,4 % en la tarde. [1].

Problema de enrutamiento de vehículos.

El problema de enrutamiento de vehículos (VRP, por su siglas en inglés) es un problema de optimización combinatoria y de programación de entero que pregunta "¿Cuál es el conjunto óptimo de rutas para una flota de vehículos que debe satisfacer las demandas de un conjunto dado de clientes?". Es una generalización del conocido Problema del Viajante (TSP, por sus siglas en inglés).

Determinar la solución óptima es un problema NP-duro de optimización combinatoria. Las implementaciones más utilizadas para resolver el problema se basan en heurísticas debido a que para grandes instancias del problema, que como sucede en ejemplos reales, producen buenos resultados. El VRP tiene muchas aplicaciones obvias en industrias. De hecho el uso de programas de optimización puede dar ahorros de 5% a una compañía cuando el transporte es normalmente un componente significativo del coste de un producto (10%) - de hecho el sector de transporte hace 10% de PIB de la UE. Consiguientemente,

cualesquier ahorros crearon por el VRP, incluso aún, de un 5%, es significativo. [2].

Problema del vendedor viajero.

El problema del vendedor viajero, problema del vendedor ambulante, problema del agente viajero o problema del viajante (TSP por sus siglas en inglés), responde a la siguiente pregunta: dada una lista de ciudades y las distancias entre cada par de ellas, ¿cuál es la ruta más corta posible que visita cada ciudad exactamente una vez y al finalizar regresa a la ciudad origen? Este es un problema NP-duro dentro en la optimización combinatoria, muy importante en la investigación de operaciones y en la ciencia de la computación.

Las líneas tradicionales para atacar un problema NP-duro son las siguientes:

Formular algoritmos para encontrar soluciones exactas (estos trabajan más rápidos en problemas con dimensiones pequeñas).

Formular algoritmos heurísticos o “subóptimos” (por ejemplo: algoritmos que den aparentemente o probablemente buenas soluciones, pero no devuelven el óptimo).

Encontrar los casos especiales para el problema (“subproblemas”) para los cuales heurísticas mejores o algoritmos exactos son posibles. [3].

Metodología de ayuda a la decisión para el problema del enrutamiento y programación de autobuses escolares.

Consideremos el problema del enrutamiento y programación de autobuses escolares, donde se conoce la demanda de transporte y la programación de los autobuses se puede planificar de antemano. Presentamos una metodología integral diseñada para apoyar la decisión de los profesionales. En primer lugar, proponemos un marco de modelado en el que el objetivo es optimizar el nivel de servicio de un determinado número de buses, a continuación se describe un procedimiento automático que

genera una solución al problema. El procedimiento primero construye una solución factible, que se mejora posteriormente utilizando una heurística. Analizamos dos cuestiones importantes asociadas con esta metodología. Por un lado, analizamos el rendimiento de tres tipos de heurística tanto en datos reales como sintéticos. Se recomienda el uso de una técnica de recocido simulado explorando soluciones no factibles, que se desempeña ligeramente mejor que todas las demás. Más importante aún, encontramos que el rendimiento de todas las heurísticas no es afectado globalmente por la elección de los parámetros. Esto es importante desde el punto de vista del profesional, porque el ajuste fino de los parámetros del algoritmo no es crítico para el rendimiento del algoritmo. Hemos aplicado con éxito nuestros métodos en problemas reales y en problemas a gran escala. Por otro lado, proponemos una herramienta interactiva que permite al profesional visualizar la solución propuesta, probar su robustez y reconstruir dinámicamente nuevas soluciones si se modifican los datos del problema original. [ 4 ] .

## REFERENCIAS

[1] J. S. ARIAS, J. F. JIMÉNEZ y J. R. MONTOYA. 2012. Resolución del problema de ruteo de buses escolares con optimización por colonia de hormigas.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372012000100015](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372012000100015)

[2] WIKIPEDIA. 2017. Problema de enrutamiento de vehículos.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Problema\\_de\\_enrutamiento\\_de\\_veh%C3%ADculos#cite\\_note-toth-2](https://es.wikipedia.org/wiki/Problema_de_enrutamiento_de_veh%C3%ADculos#cite_note-toth-2)

[3] WIKIPEDIA. 2017. Problema del vendedor viajero.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Problema\\_del\\_viajante#Calculando\\_una\\_soluci.C3.B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Problema_del_viajante#Calculando_una_soluci.C3.B3n)

[4] M. T. SPADA, M. BIERLAIRE Y T. M. LIEBLING. 2005. Metodología de ayuda a la decisión para el problema del enrutamiento y programación de autobuses escolares.

[https://www.researchgate.net/publication/37428444\\_Decision-Aiding\\_Methodology\\_for\\_the\\_School\\_Bus\\_Routing\\_and\\_Scheduling\\_Problem](https://www.researchgate.net/publication/37428444_Decision-Aiding_Methodology_for_the_School_Bus_Routing_and_Scheduling_Problem)