

# Optimización de Rutas de Distribuidores de Alimentos Algoritmo Enjambre Abejas

Brayan Agray, Juan Fernandez, Luis Torres<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad Sergio Arboleda, , Bogota,

---

## Abstract

Este documento presenta una solución innovadora para optimizar las rutas de los autobuses repartidores de alimentos mediante el algoritmo bioinspirado de las abejas, también conocido como ABC. En la distribución de alimentos, la eficiencia en la planificación de rutas es crucial para reducir costos y tiempos de entrega.

**Keywords:** Optimización, Algoritmo Bioinspirado, Reduccion de Costos, Tiempos De Entrega

---

## 1. Introduction

En el contexto de los algoritmos bioinspirados, surge un sector conocido como enjambre, y dentro de este, el algoritmo de abejas, también denominado ABC. Este algoritmo bioinspirado está compuesto por tres grupos de abejas que operan durante un número máximo de iteraciones. Estos grupos son las abejas empleadas, las abejas observadoras y las abejas exploradoras. El número de abejas empleadas generalmente es igual al número de fuentes de alimento, asignándose una abeja empleada a cada fuente. Al llegar a la fuente, la abeja calcula una nueva solución y conserva la mejor. El número de abejas observadoras suele ser igual al de abejas empleadas y se generan aleatoriamente dentro del rango del espacio de búsqueda.

En el contexto de las grandes ciudades, la problemática del tráfico y la congestión vehicular se manifiesta como una realidad omnipresente que afecta no solo el transporte de pasajeros, sino también la distribución de alimentos. Con el crecimiento demográfico y económico de las ciudades, la demanda de productos alimenticios aumenta constantemente, generando un incremento en el número de vehículos de distribución de alimentos en las carreteras.

Además, la necesidad de realizar múltiples paradas en diversas ubicaciones para abastecer a tiendas, restaurantes y mercados implica un mayor tiempo de viaje y un mayor riesgo de retrasos debido al tráfico. La competencia por el espacio en la vía pública entre vehículos de entrega, automóviles particulares, transporte público y peatones también contribuye a la complejidad de la circulación de vehículos de alimentos.

## 2. Definición del Problema

La eficiencia en la planificación de las rutas de los vehículos de reparto constituye un aspecto fundamental para asegurar una operación logística fluida y rentable. Este desafío logístico se enfoca en la búsqueda de la ruta óptima para una flota de vehículos encargada de realizar entregas en múltiples ubicaciones específicas, como supermercados, restaurantes, mercados y otros puntos de venta minorista.

El problema de enrutamiento de vehículos surge de la necesidad imperante de maximizar la eficiencia operativa, minimizar los costos y garantizar entregas oportunas de productos a los clientes. En consonancia con el crecimiento de la urbanización y la demanda creciente de alimentos frescos y de calidad, las empresas de distribución experimentan una presión cada vez mayor para optimizar sus operaciones de transporte y logística.

El reto radica en la complejidad inherente a la planificación de rutas, ya que implica la coordinación de múltiples variables, como la ubicación de puntos de entrega, capacidad de vehículos, restricciones temporales, condiciones del tráfico y preferencias de los clientes. Además, la naturaleza dinámica del entorno urbano añade complejidad adicional, ya que las condiciones de tráfico pueden variar significativamente a lo largo del día debido a factores como la hora, eventos especiales o incidentes viales.

A pesar del uso de tecnologías avanzadas, como las aplicaciones de movilidad, el problema de enrutamiento de vehículos sigue siendo un desafío complejo debido a la necesidad de adaptarse continuamente a cambios en el entorno operativo, como nuevas demandas de los clientes, condiciones de tráfico imprevistas o modificaciones en la disponibilidad de vehículos. En consecuencia, la eficiencia en la planificación de rutas permanece como una prioridad para las empresas de distribución de alimentos, impulsadas por su objetivo de mejorar la satisfacción del cliente y mantener una ventaja competitiva en el mercado.

## 3. Metodo

El algoritmo de colmenas de abejas se distingue por su habilidad para abordar problemas combinatorios complejos, como el enrutamiento de vehículos, mediante la búsqueda de soluciones aproximadas eficientes. Inspirado en el comportamiento de las abejas reales, este algoritmo simula la manera en que las abejas buscan los caminos más cortos hacia su fuente de alimento, dejando rastros químicos para recordar y reforzar estos caminos.

En el contexto del enrutamiento de vehículos, el algoritmo de colmenas de abejas guía a las "abejas artificiales" para ex-

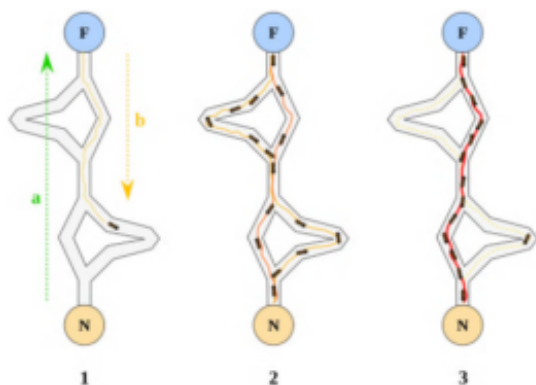


Figure 1: Algoritmo de abejas optimización de rutas

plorar y seleccionar rutas óptimas mediante la comunicación de información sobre la calidad de las soluciones. Conforme estas abejas artificiales interactúan y comparten información, el algoritmo converge hacia soluciones que cumplen con los objetivos de optimización, como minimizar la distancia total recorrida o reducir los tiempos de entrega, al mismo tiempo que se satisfacen las restricciones del problema.

La capacidad de este algoritmo para encontrar soluciones aproximadas eficientes lo convierte en una herramienta poderosa para abordar desafíos logísticos complejos, especialmente en el ámbito de la distribución de alimentos y otros campos de aplicación.

#### 4. Desarrollo

El conjunto de datos, proporcionado por la Metropolitan Transportation Authority (MTA) y actualizado hasta el 23 de febrero de 2023, brinda una visión detallada del servicio de autobuses en la ciudad de Nueva York. La información recopilada se organiza en diversas variables, entre las que se incluyen el mes y año de entrega (`month`), la ubicación geográfica en los distintos distritos de la ciudad (`borough`), el tipo de día (`day_type`) indicando si es laborable o fin de semana, el tipo de servicio de autobús proporcionado (`trip_type`), identificadores de rutas de autobús (`route_id`), el período de mayor demanda de servicio (`period`), el número real de autobuses operativos (`actual_number_of_buses`), el número programado de autobuses (`scheduled_number_of_buses`), y el porcentaje de servicio entregado (`service_delivered`), que mide la eficiencia en la prestación del servicio planificado.

La MTA busca aumentar la transparencia al proporcionar estos datos, abordando consideraciones estadísticas específicas, como la combinación de rutas debido a tamaños de muestra pequeños y la ausencia de datos de algunas rutas debido a características atípicas. Es relevante destacar que, durante la exploración de datos, se han identificado patrones temporales, relaciones entre variables y posibles correlaciones para ofrecer una comprensión exhaustiva del rendimiento del servicio de autobuses en la ciudad de Nueva York.

Cabe mencionar que no se han identificado datos nulos en el conjunto de datos. Además, el resumen del dataset proporciona información adicional sobre la MTA, su compromiso con la transparencia y su enfoque futuro para la publicación de datos. Este conjunto de datos, centrado en la entrega de servicios programados, se recopila mediante el cálculo del porcentaje de viajes programados que efectivamente se realizan durante las horas pico de los días laborables y los fines de semana. El conjunto presenta desafíos estadísticos y analíticos, como la combinación de rutas debido a la escasez de viajes diarios en algunas, la falta de datos en rutas con características atípicas y la asignación de cada ruta a un único distrito según las letras utilizadas en el número de ruta. A pesar de estas consideraciones, no existen limitaciones específicas en el uso de los datos en la actualidad.

#### References

- [1] Bräysy, O., & Gendreau, M. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms. *Transportation Science*, 39(1), 104–118.
- [2] Vasquez Ortiz, F., Giraldo Ramos, F. N., & Martínez, L. M. (2017). Optimizing the distribution route for artificial bee colony algorithm. *Revista Facultad de Ingeniería*, (26), 1-12.
- [3] Hernández-Ocaña, B., Hernández-Torruco, J., Chávez-Bosquez, O., & Montané-Jiménez, L. G. (2022). Análisis Comparativo de los Algoritmos Basados en Abejas y Hormigas en el Problema de la Esfera. *Revista Politécnica*, 50(2), 57-62.
- [4] Torres Montufar, J. A., & Roldán Torres, Y. E. (2022). Implementación de un algoritmo bioinspirado para la sintonización de controladores PID en un rectificador PFC Boost en medio puente. *Universidad Santo Tomás de Bogotá*.
- [5] Metropolitan Transportation Authority. (2015-2019). MTA Bus Service Delivered: Resumen.