

# Optimización de Rutas de Distribuidores de Alimentos Algoritmo Enjambre Abejas

Brayan Agray, Juan Fernandez, Luis Torres, Juan Caicedo<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

El sistema de transporte público desempeña un papel crucial en la movilidad urbana, especialmente en ciudades tan dinámicas y densamente pobladas como Nueva York. La Metropolitan Transportation Authority (MTA) de Nueva York opera uno de los sistemas de transporte más grandes del mundo, que incluye una extensa red de autobuses que sirven a millones de pasajeros diariamente. Garantizar la eficiencia y la confiabilidad del servicio de autobuses es esencial para satisfacer las necesidades de los usuarios y mantener la infraestructura de transporte en funcionamiento óptimo.

En este contexto, surge la necesidad de optimizar el servicio de autobuses MTA utilizando herramientas avanzadas de análisis y algoritmos inteligentes. Este proyecto tiene como objetivo abordar este desafío mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial inspiradas en la naturaleza, específicamente algoritmos bioinspirados como los algoritmos evolutivos, la inteligencia de enjambre y la colonia artificial de abejas.

## 2. Definición del Problema

El sistema de transporte público desempeña un papel fundamental en la movilidad urbana, y garantizar la eficiencia del servicio es crucial para satisfacer las necesidades de los pasajeros. En este contexto, el Servicio de Autobuses MTA (Metropolitan Transportation Authority) se enfrenta al desafío de garantizar la entrega oportuna y confiable de los autobuses durante las horas pico, donde la demanda es máxima.

El problema central radica en optimizar la utilización de la flota de autobuses para maximizar el porcentaje de buses programados que efectivamente prestan servicio durante las horas pico. Para abordar esta problemática, se propone utilizar algoritmos bioinspirados, específicamente la inteligencia de enjambre y la colonia artificial de abejas, que imitan el comportamiento colectivo de organismos naturales para encontrar soluciones eficientes.

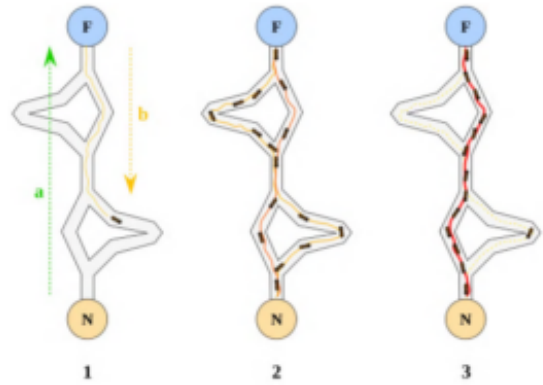


Figure 1: Algoritmo de abejas optimizacion de rutas.

## Objetivos

1. Maximizar el porcentaje de autobuses programados que prestan servicio durante las horas pico.
2. Minimizar el tiempo de espera de los pasajeros en las paradas de autobús durante las horas pico.
3. Optimizar la asignación de recursos (autobuses) para mejorar la eficiencia operativa del Servicio de Autobuses MTA.

## 3. Metodo

En este contexto, dos ejemplos destacados de algoritmos bioinspirados son los Algoritmos Genéticos (AG) y los Algoritmos de Colonia Artificial de abejas, que ilustran cómo estos enfoques bioinspirados pueden aplicarse de manera efectiva para resolver problemas complejos en diferentes contextos.

**Inicialización:** Generar una población inicial de soluciones, que representan las abejas forrajeras. Cada solución es una posible respuesta al problema y se evalúa utilizando una

función objetivo.

*Fase de empleadas:* En esta fase, cada abeja forrajera busca en su vecindario cercano (definido por una función de vecindario) para encontrar una nueva fuente de alimento (solución). Si la nueva fuente de alimento es mejor que la actual, la abeja la reemplaza con la nueva.

*Fase de observadoras:* Las abejas observadoras evalúan las fuentes de alimento descubiertas por las abejas forrajeras y seleccionan la más prometedora para la explotación adicional.

*Fase de exploradoras:* Si una fuente de alimento no puede ser mejorada después de un número predefinido de ciclos (conocido como límite), se abandona y la abeja se convierte en una exploradora, buscando aleatoriamente nuevas fuentes de alimento en el espacio de búsqueda.

*Actualización de la memoria:* Si una nueva solución es mejor que la solución actual en la memoria, se actualiza la memoria con la nueva solución.

*Criterio de parada:* El algoritmo se detiene cuando se alcanza un criterio de parada, como un número máximo de generaciones o un umbral de aptitud.

*Parámetros:*

1. - Grafo: representa las relaciones entre nodos y aristas
2. - Origen: nodo de inicio de la ruta.
3. - Destino: nodo de destino de la ruta.
4. - Peso: arista basado en la distancia.
5. - Capacidad máxima: capacidad máxima de transporte en la ruta.

*Retorna:*

1. - Mejor ruta: lista de nodos que representa la ruta óptima encontrada.

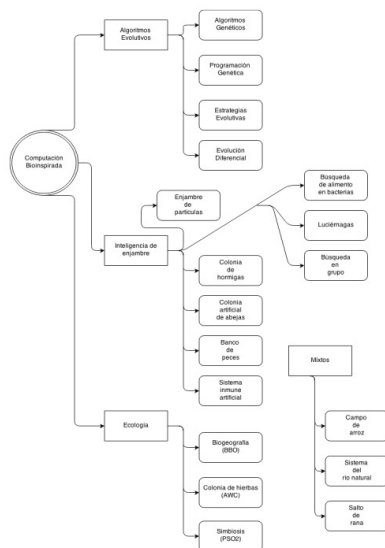


Figure 2: Tipos de algoritmos bioinspirados.

## 4. Desarrollo

El conjunto de datos proporcionado por la Metropolitan Transportation Authority (MTA) ofrece una valiosa visión del servicio de autobuses en la ciudad de Nueva York, siendo una fuente crucial para nuestro proyecto de optimización utilizando algoritmos bioinspirados. Actualizado hasta el 23 de febrero de 2023, este conjunto de datos contiene una amplia gama de variables que nos permiten comprender en detalle el funcionamiento del servicio de autobuses en la ciudad.

Entre las variables clave, encontramos el mes y año de entrega, la ubicación geográfica en los distintos distritos de la ciudad, el tipo de día (laborable o fin de semana), el tipo de servicio de autobús proporcionado, identificadores de rutas de autobús, el período de mayor demanda de servicio, el número real de autobuses operativos, el número programado de autobuses y el porcentaje de servicio entregado. Este último, el porcentaje de servicio entregado, es particularmente relevante, ya que mide la eficiencia en la prestación del servicio planificado durante las horas pico.

La MTA ha tomado medidas significativas para aumentar la transparencia al proporcionar estos datos, abordando consideraciones estadísticas específicas, como la combinación de rutas y la ausencia de datos de algunas rutas debido a características atípicas. Durante la exploración de datos, hemos identificado patrones temporales, relaciones entre variables y posibles correlaciones que nos permiten comprender mejor el rendimiento del servicio de autobuses.

Es importante destacar que el conjunto de datos está completo, sin valores nulos, lo que facilita su análisis y procesamiento. Además, el resumen del dataset ofrece información adicional sobre el compromiso de la MTA con la transparencia y su enfoque futuro para la publicación de datos.

Este conjunto de datos se centra en la entrega de servicios programados, calculando el porcentaje de viajes programados que se realizan durante las horas pico de los días laborables y los fines de semana. A pesar de algunos desafíos estadísticos y analíticos, como la combinación de rutas y la asignación de cada ruta a un único distrito, no existen limitaciones específicas en el uso de los datos en la actualidad.

## 5. Resultados

El algoritmo realiza una exploración aleatoria del grafo, comenzando desde el nodo de origen y avanzando hacia el nodo de destino. Durante el proceso de exploración, las abejas seleccionan aleatoriamente los nodos vecinos como posibles siguientes pasos.

La capacidad máxima de transporte en la ruta se verifica en cada paso para garantizar que no se exceda, evitando así rutas inviables.

El algoritmo realiza múltiples iteraciones para explorar diferentes caminos posibles y encuentra la ruta óptima con el menor peso (distancia) entre el nodo de origen y el nodo de destino.

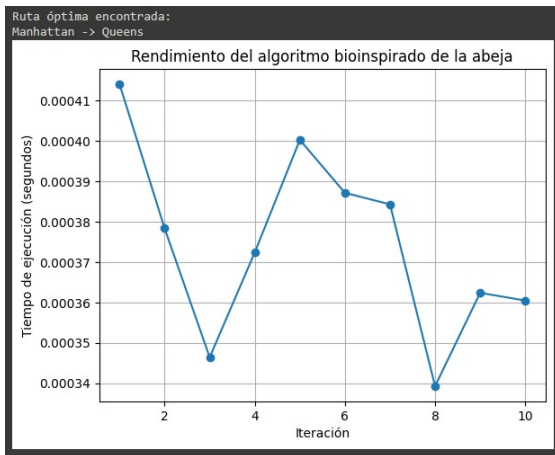


Figure 3: Rendimiento del algoritmo bioinspirado de la abeja.

## 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.