

# **Programación II TPO “Análisis de Logística Aeroportuaria con Grafos”**

***Materia:*** Programación II

***Integrantes:*** Thiago Brizuela, Giuliano Callichia, Tiziano Depaollini, Milo Ghirimoldi, Luca Vidal.

***Profesor:*** Nicolas Ignacio Perez

# UADE

## Índice

1. Introducción del proyecto
2. Problemática del proyecto
3. Solución de la problemática
4. Objetivo del proyecto
5. Algoritmos implementados
  - 5.1. Dijkstra
  - 5.2. Comparativa Dijkstra (versión propia vs vista en clase)
6. Resultados
7. Ventajas del sistema
8. Conclusión

### *1) Introducción del proyecto:*

El presente proyecto aborda el estudio de la logística aeroportuaria mediante el uso de grafos como herramienta de modelado y análisis. La propuesta consiste en representar una red de rutas aéreas, donde los aeropuertos funcionan como nodos y los vuelos como aristas ponderadas según su costo. Esta estructura permite evaluar la eficiencia operativa de una aerolínea simulada a través de métricas como la optimización de rutas y la identificación de puntos críticos en la conectividad.

### *2) Problemática del proyecto:*

En el contexto del transporte aéreo, las aerolíneas deben tomar decisiones estratégicas sobre la planificación de rutas, minimización de costos y evaluación de vulnerabilidades operativas. Por lo tanto, el problema planteado en este proyecto parte de la necesidad de analizar la eficiencia logística de una red de vuelos mediante un enfoque computacional. Se busca determinar cuáles son las rutas más convenientes desde un aeropuerto origen y detectar aeropuertos cuya desconexión podría comprometer el funcionamiento general de la red. Además, se incorpora el desafío de integrar destinos internacionales a la estructura, lo cual requiere un diseño flexible y escalable que permita simular distintos escenarios y realizar evaluaciones comparativas.

### *3) Solución de la problemática:*

Para resolver este desafío, se modeló la red como un grafo ponderado no dirigido, donde los nodos representan aeropuertos y las aristas representan rutas aéreas con un peso asociado (tiempo estimado de vuelo o costo de operación).

Se implementó un algoritmo:

- Dijkstra, para hallar la ruta más conveniente entre aeropuertos, identificando trayectos con menor costo desde un nodo origen.

Además, se incorporaron aeropuertos internacionales para evaluar escenarios más amplios de conectividad global. Las rutas se evalúan según un umbral de costo para identificar si son convenientes, costosas o inviables.

Esta solución permite a la aerolínea simular decisiones operativas con base en datos y estructuras formales, mejorando así su capacidad de planificación y respuesta ante contingencias logísticas.

#### *4) Objetivo del proyecto:*

El objetivo del proyecto es modelar y realizar un análisis sobre la red de rutas aéreas comerciales, mediante la utilización de grafos, con el propósito de evaluar la eficiencia operativa de la aerolínea simulada. Entre los objetivos específicos se encuentran.

- Representar aeropuertos y vuelos como nodos y aristas en un grafo ponderado.
- Calcular las rutas idóneas desde el aeropuerto de origen, considerando el valor asociado
- Incorporar destinos del extranjero a la estructura del grafo para evaluar la extensión y dinámica del grafo

A través del enfoque, se logró simular de manera realista el funcionamiento de una aerolínea, evaluando su eficiencia operativa y visualizando oportunidades de optimización en su red de vuelos.

#### *5) Algoritmos Implementados:*

##### **5.1) Dijkstra**

Se implementó el algoritmo de Dijkstra para calcular las rutas más cortas desde un aeropuerto de origen hacia todos los demás destinos de la red. Este algoritmo garantiza encontrar el trayecto de menor costo acumulado (ya sea en tiempo o su valor definido).

En el contexto del sistema desarrollado, una ruta se considera conveniente si su costo total es menor o igual a un umbral predefinido (por ejemplo, 1000).

##### **5.2) Comparativa Dijkstra vista en clase vs nuestra implementación:**

La implementación del algoritmo de Dijkstra cumple con el objetivo de calcular las distancias mínimas desde un nodo origen hacia los demás nodos del grafo, pero presentan diferencias clave en cuanto a estructura, eficiencia y flexibilidad sobre la implementación de Dijkstra vista en clase. La implementación desarrollada por el equipo utiliza una matriz de adyacencia y una lógica más simple basada en búsqueda lineal del nodo mínimo, lo cual la hace adecuada para grafos pequeños o con fines educativos. En cambio, la implementación vista en clase emplea una lista de adyacencia y una cola de prioridad, lo que permite optimizar el rendimiento en grafos más grandes o dispersos. Además, su diseño orientado a objetos favorece la modularidad y la posibilidad de extender la funcionalidad, como por ejemplo incorporar la reconstrucción de caminos mínimos. La solución del equipo destaca por su simplicidad y claridad. Mientras que la enseñada en clase, se orienta a una aplicación más eficiente y escalable en contextos reales.

La implementación del equipo es didáctica, clara y simple, ideal para aprender la lógica básica del algoritmo.

La implementación del profesor es más robusta, eficiente y orientada a objetos, pensada para escenarios más complejos y escalables.

#### *6) Resultados:*

Desde un aeropuerto definido por el usuario, el sistema calcula la ruta más eficiente hacia otros destinos, indicando.

- La ruta conveniente (costo bajo)
- La ruta no conviene (costo alto)

```

Ingrese el número del aeropuerto de origen:
0 - Ezeiza (EZE)
1 - Córdoba (COR)
2 - Mendoza (MDZ)
3 - Miami (MIA)
4 - Madrid (MAD)
5 - São Paulo (GRU)
6 - Londres (LHR)
--> Su elección: 2

Resultados desde Mendoza (MDZ):

Ruta a Ezeiza (EZE) cuesta 180 --> Conviene
Ruta a Córdoba (COR) cuesta 280 --> Conviene
Ruta a Miami (MIA) cuesta 1080 --> No conviene
Ruta a Madrid (MAD) cuesta 1000 --> Conviene
Ruta a São Paulo (GRU) cuesta 500 --> Conviene
Ruta a Londres (LHR) cuesta 1200 --> No conviene

```

#### 7) *Ventajas del sistema:*

- Visualiza la eficiencia logística
- Mejora la toma de decisiones
- Es escalable: Se pueden agregar nuevos aeropuertos

8)

#### ***Conclusión:***

El desarrollo de este proyecto permitió aplicar conceptos clave de estructuras de datos y algoritmos al análisis de logística aeroportuaria, simulando de manera efectiva el comportamiento de una red de rutas aéreas comerciales. A través del modelado con grafos ponderados y la implementación del algoritmo de Dijkstra, fue posible determinar las rutas más eficientes desde un aeropuerto de origen, evaluando su conveniencia en función de costos operativos.

La participación de destinos internacionales nos amplió el alcance del sistema, permitiendo simular escenarios reales más complejos y globales.

El balance entre la implementación realizada por el equipo de trabajo y la versión observada en clase permitió el aprendizaje, destacando las diferencias entre un enfoque didáctico, uno orientado a la eficiencia y escalabilidad.

En resumen, el proyecto cumplió sus objetivos, demostrando que el uso de grafos y algoritmos clásicos constituye una herramienta práctica para permitir la toma de decisiones logísticas. El sistema desarrollado ofrece una base sólida que puede ser ampliada con funcionalidades adicionales como visualización gráfica, múltiples tipos de peso (tiempo, costo, emisiones). Esto impulsa su utilidad no solo como trabajo universitario, sino como modelo aplicable a contextos reales.

