

P2 - RESUMEN EJECUTIVO (INTERNO)

El objetivo del proyecto es **resolver el problema del baile de la discordia (Problema de Coloreo de Grafos) tratando de optimizar (min) el número total de colores usados**. Todas las técnicas de optimización están implementadas y validadas en Python.

Flujo de trabajo:

1. Investigación Inicial:

- **Entender en qué consiste el problema.**
- **Revisar trabajos previos y artículos** en los que se resuelve este problema, sobre todo buscando ideas y reutilizables de cara al modelado (métodos exactos) y la codificación y evaluación de soluciones (heurísticas / metaheurísticas).

2. Modelo ILP:

- Validación con un modelo de programación lineal entera, definición de función objetivo, conjuntos y variables.
- Implementación mediante la librería **Pyomo**, **resolución con solver GLPK** (necesaria instalación del solver, de código abierto, totalmente gratuito)

3. Heurística:

- Validación con la famosa **heurística DSatur**, que consiste en asignar colores según el nivel de saturación de cada nodo (número de nodos conectados a ese nodo), de más a menos, resolviendo así primero los nodos más “complejos”.

4. Metaheurística: adaptación de un Algoritmo de Colonia de Hormigas (ACO) adaptado:

- Algoritmo basado en el comportamiento de las hormigas guiadas por feromonas cuando buscan comida. En este caso se trata de recorrer el grafo asignando colores a los nodos tratando de optimizar el objetivo. **Se hace uso de la heurística anterior** combinada con el mecanismo propio de esta metaheurística.

PARÁMETROS Y ESTRUCTURAS DE DATOS CLAVE:

- **Matriz de feromonas (phero_matrix):** representa el nivel de feromonas en cada arco.
- **Matriz de posición (adj_matrix):** valores binarios, representan las conexiones entre nodos (arcos).
- **Valor heurístico (DSAT):** ofrece una “sugerencia” de cual es el nodo que debería colorearse a continuación.
- **Alfa y Beta:** Parámetros que controlan la influencia relativa de los niveles de feromonas y del valor heurístico en la decisión de las hormigas (probabilidades).
- **Ratio de evaporación (phero_decay):** determina como de rápido disminuyen los niveles de feromonas (mecanismo de diversificación ajustable).

Experimentación y resultados:

Se han comparado los 3 métodos para todas las instancias. ACO solo con 10 iteraciones. Resultados en el archivo “benchmark_results.csv.”

Conclusiones

El modelo ILP, método de resolución exacto, no resulta ser muy eficiente. Solo aporta valor para confirmar el óptimo matemático en instancias de tamaño pequeño. Para instancias de tamaño mediano (70 a 250 nodos) la heurística DSatur ofrece soluciones de calidad en muy poco tiempo, sin embargo el ACO, con mayor coste computacional, es capaz de mejorar estas soluciones. Para instancias de tamaño grande (más de 250 nodos) el ACO es poco eficiente, mientras que la heurística es capaz de dar soluciones en muy poco tiempo de calidad superior a la que se pudiera obtener con soluciones aleatorias.