



# Análisis de Algoritmos en Simulación Epidemiológica

Este proyecto final explorará la aplicación de diversos paradigmas algorítmicos en un simulador de pandemia COVID-19, utilizando un modelo SIRD. Analizaremos cómo la Fuerza Bruta, Divide y Vencerás, y otros algoritmos, interactúan para simular la propagación y el control de una enfermedad.

# Fuerza Bruta: El Algoritmo Base

La Fuerza Bruta es un enfoque directo que resuelve un problema explorando todas las posibles soluciones de manera exhaustiva. En nuestro simulador, el núcleo del modelo SIRD (Susceptible-Infectado-Recuperado-Muerto) emplea este paradigma, calculando el estado de cada país día a día sin optimizaciones complejas.

## Simulación Diaria

Iteración a través de cada día del período simulado, actualizando las ecuaciones del modelo SIRD para cada país.

## Contagio entre Países

Verificación exhaustiva de la propagación entre países vecinos basada en umbrales de infección.



# Modelo SIRD: La Base de la Simulación

El modelo SIRD es un pilar en la epidemiología, dividiendo la población en cuatro compartimentos: Susceptibles (S), Infectados (I), Recuperados (R) y Muertos (D). Este modelo se usa para entender la dinámica de enfermedades infecciosas y cómo progresan a lo largo del tiempo en una población.



Nuestro simulador incorpora tasas de vacunación y recuperación retardada, añadiendo realismo a la dinámica de la pandemia.



## Divide y Vencerás: Eficiencia en el Análisis

El paradigma "Divide y Vencerás" (DyV) descompone un problema en subproblemas más pequeños, los resuelve recursivamente y luego combina sus soluciones. En nuestro proyecto, DyV es fundamental para el análisis eficiente de los datos de la simulación.

1

### Dividir

El problema se divide en dos o más subproblemas similares pero más pequeños.

2

### Vencer

Los subproblemas se resuelven recursivamente hasta alcanzar un caso base.

3

### Combinar

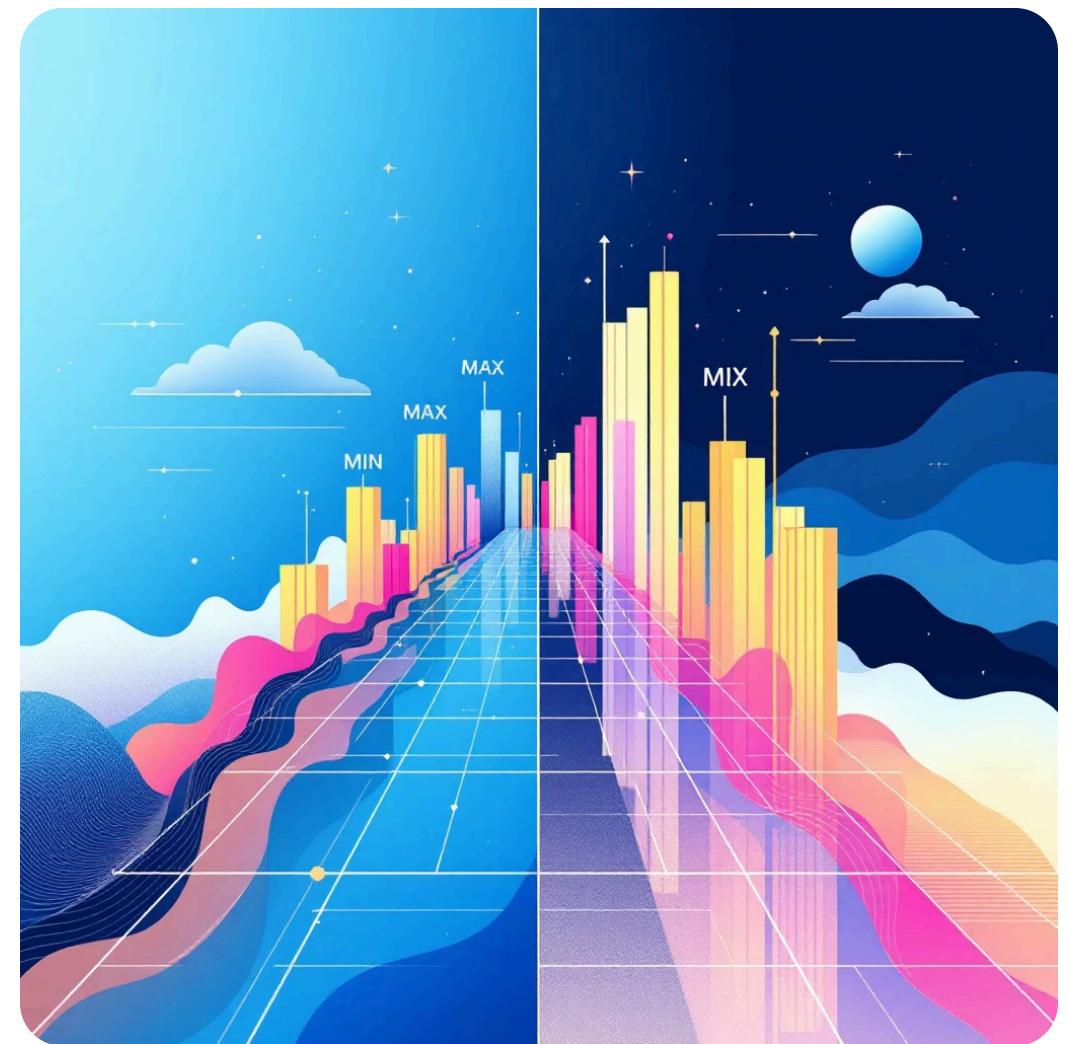
Las soluciones de los subproblemas se unen para resolver el problema original.

# DyV: Encontrando Extremos en Datos

Las funciones `encontrar_maximo_DyV` y `encontrar_minimo_DyV` aplican este paradigma para localizar de forma eficiente el pico de infecciones o el mínimo de recuperados en conjuntos de datos.

## ¿Cómo funciona?

- Divide el array de datos por la mitad.
- Encuentra recursivamente el máximo/mínimo en cada mitad.
- Compara los dos resultados para determinar el máximo/mínimo global.



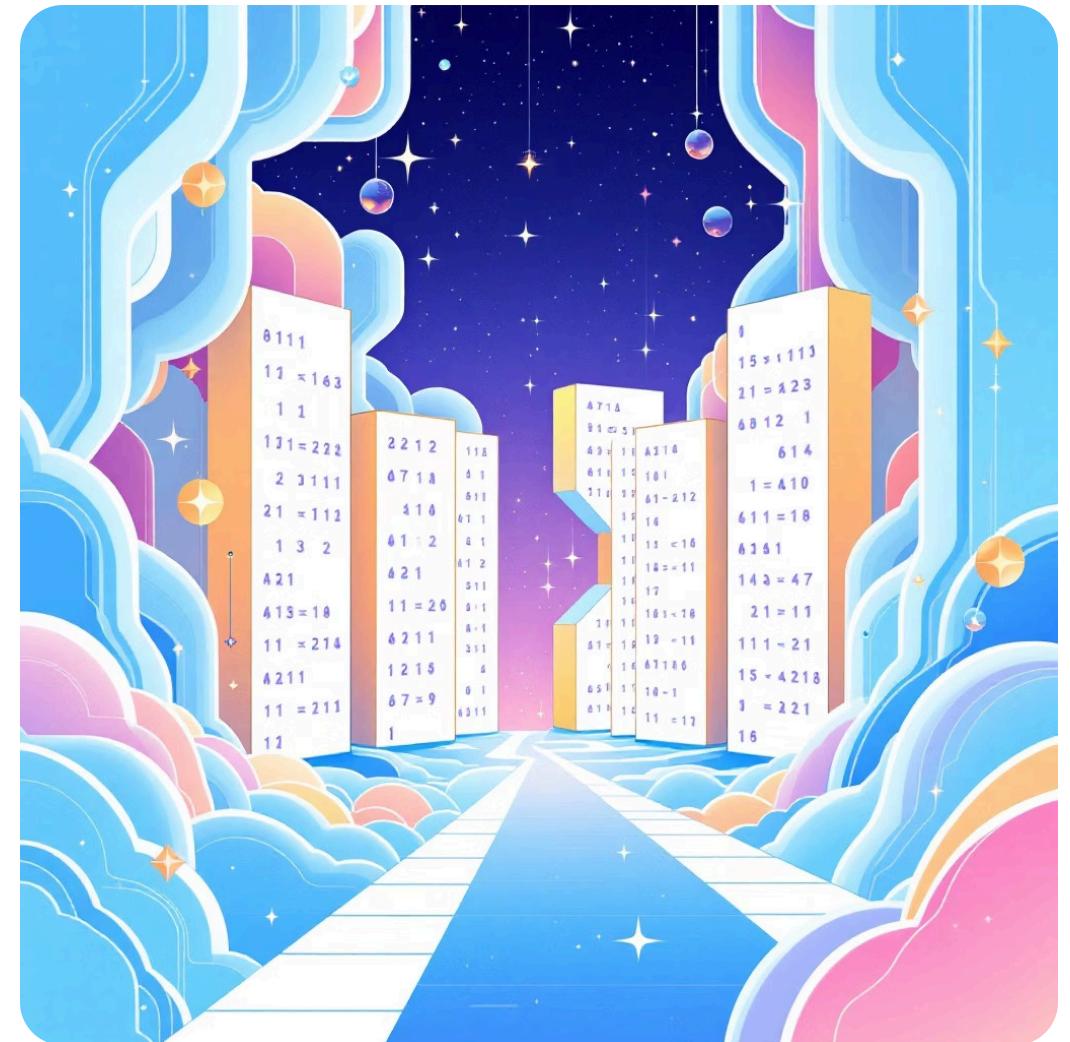
Este método es particularmente útil cuando se trabaja con grandes cantidades de datos, como los resultados de la simulación epidemiológica a lo largo de 300 días para múltiples países.

# Merge Sort: Ordenamiento Eficiente con DyV

El algoritmo `merge_sort_DyV` es una implementación clásica del paradigma "Divide y Vencerás" para ordenar datos. Es crucial para presentar información clasificada, por ejemplo, países por número de infectados o recuperados.

## Proceso de Merge Sort

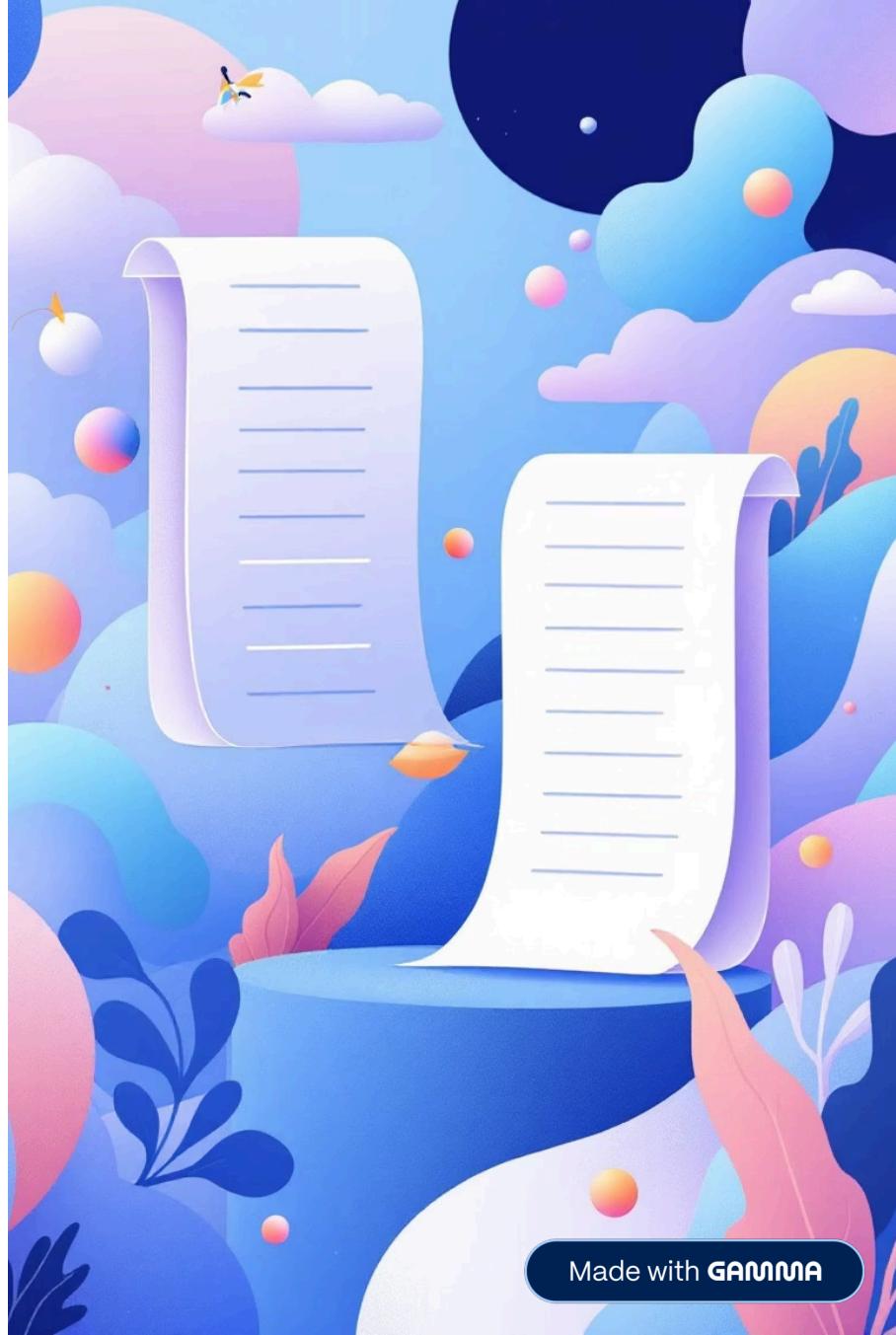
- **Dividir:** El array se parte recursivamente en dos mitades hasta llegar a elementos individuales.
- **Vencer:** Cada sub-array (un solo elemento) se considera ordenado.
- **Combinar (Merge):** Las mitades ordenadas se fusionan de manera eficiente, manteniendo el orden deseado.



# La Función Merge: El Corazón del Ordenamiento

La función merge es la etapa final y fundamental de Merge Sort. Su eficiencia es clave para el rendimiento del algoritmo, combinando dos listas ya ordenadas en una sola lista ordenada en tiempo lineal ( $O(n)$ ).

"El Merge Sort es un ejemplo perfecto de cómo un problema complejo puede ser resuelto eficientemente mediante la subdivisión y la combinación inteligente."



# Programación Dinámica: Ausencia y Oportunidad

La Programación Dinámica (PD) se utiliza para optimizar problemas con subproblemas superpuestos y una estructura óptima. Aunque no se implementa directamente en este simulador SIRD, su ausencia resalta diferencias clave con DyV.



## Subproblemas Superpuestos

La PD almacena resultados de subproblemas para evitar recálculos redundantes, algo que el modelo SIRD iterativo no hace.



## Estructura Óptima

Las soluciones óptimas a un problema se construyen a partir de soluciones óptimas de subproblemas.

El simulador actual utiliza un enfoque iterativo, lo que significa que cada cálculo diario depende únicamente del estado del día anterior, sin memoización de resultados intermedios para otros fines.

# Otros Algoritmos

Además de la fuerza bruta y divide y vencerás, existen otros paradigmas algorítmicos que podrían aplicarse para mejorar la simulación o el análisis de datos complejos.



## Algoritmos de Grafos

(Prim, Kruskal, Dijkstra) Útiles para analizar la conectividad entre países o rutas de contagio.



## Backtracking

Exploración sistemática de todas las soluciones para problemas de decisión, útil en escenarios de optimización.



## Ramificación y Poda

Optimización de problemas combinatorios, podando ramas de búsqueda que no llevarán a la solución óptima.

Estos métodos podrían ofrecer optimizaciones significativas en el análisis de rutas de contagio o la predicción de escenarios.



## Conclusiones y Futuras Mejoras

Este proyecto ha demostrado la aplicación de algoritmos de Fuerza Bruta y Divide y Vencerás en un simulador epidemiológico. La Fuerza Bruta impulsa la simulación día a día, mientras que DyV optimiza el análisis de datos cruciales.

### ■ Próximos Pasos

Explorar la integración de Programación Dinámica para escenarios de optimización y algoritmos de grafos para un análisis más profundo de la conectividad.