Algoritmos Genéticos

Inspirados en la evolución, aplicados a la optimización

Jesus Emmanuel Martínez García

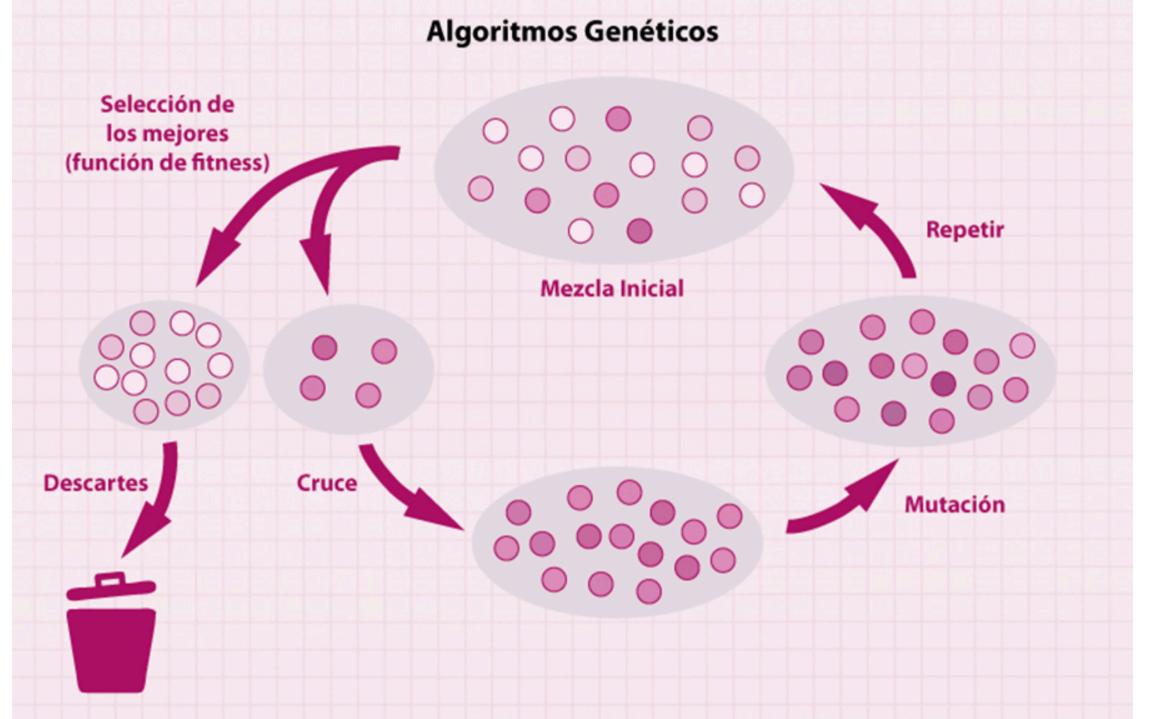
Objetivos de la presentación

- Comprender qué es un algoritmo genético (AG).
- Explicar sus fundamentos biológicos y matemáticos.
- Conocer las etapas del proceso evolutivo computacional.
- Analizar casos de uso reales en la industria.
- Reflexionar sobre ventajas, limitaciones y perspectivas futuras.

¿Qué es un Algoritmo Genético?

Un algoritmo genético (AG) es un método de búsqueda y optimización inspirada en la evolución natural, donde una población de posibles soluciones evoluciona hacia mejores soluciones con el tiempo.

"Los AG imitan la selección natural, donde los individuos más aptos tienen más probabilidades de reproducirse y transmitir sus características."



Inspiración biológica

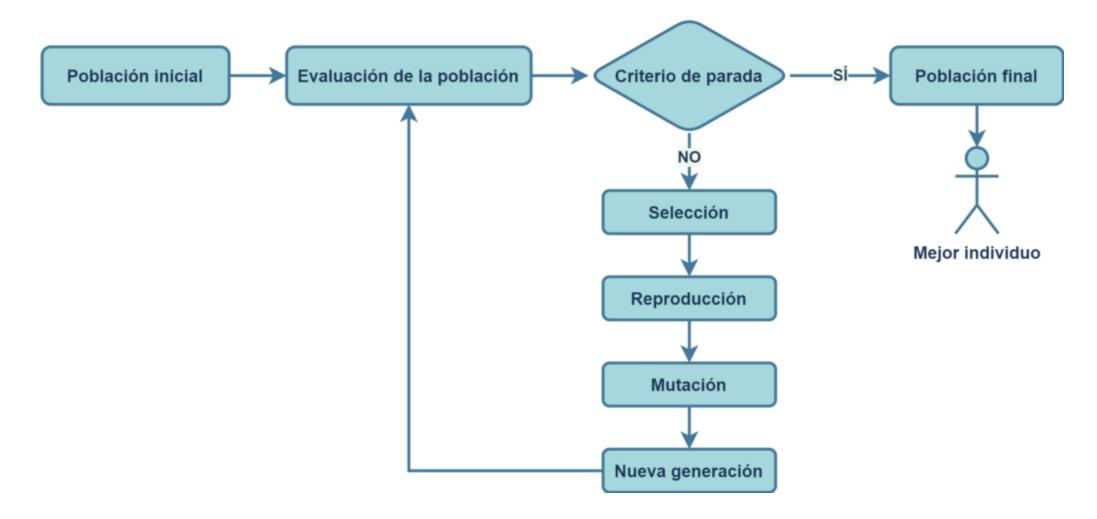
Los AG se basan en los principios de la teoría de la evolución de Darwin:

- Selección natural 🎺 Los individuos con mejor desempeño tienen más posibilidades de reproducirse.
- Cruzamiento (Crossover)
 Combina características de dos "padres".
- Mutación /
 Introduce variaciones aleatorias para mantener diversidad.

Estructura general de un Algoritmo Genético

- 1. Inicialización: generar población inicial aleatoria.
- 2. Evaluación: medir desempeño con una función de aptitud.
- 3. Selección: elegir los mejores individuos.
- 4. Cruzamiento: combinar características de los seleccionados.
- 5. Mutación: aplicar pequeños cambios aleatorios.
- 6. Reemplazo: formar nueva población.
- 7. Criterio de parada: alcanzar solución óptima o límite de generaciones.

Diagrama de flujo: Algoritmo Genético



Representación de soluciones

Cada individuo (solución) se representa como un **cromosoma**, formado por **genes** que pueden ser:

- Binarios (0, 1)
- Reales (valores continuos)
- Enteros (índices o posiciones)
- Estructuras personalizadas

Ejemplo (binario):

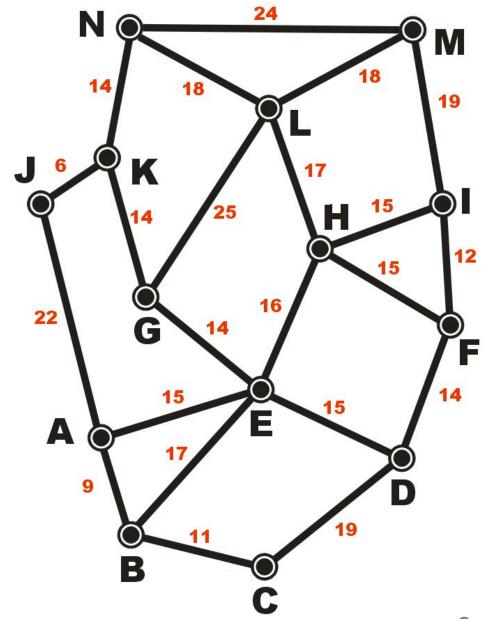
Cromosoma = [1, 0, 1, 1, 0, 0, 1]

* Ejemplo académico clásico

Problema del Viajante (TSP)

Encontrar la ruta más corta que visita todas las ciudades una vez.

- Representación: cada cromosoma es un orden de ciudades.
- Función de aptitud: distancia total del recorrido.
- Operadores genéticos:
 - Cruzamiento → mezcla de rutas.
 - Mutación → intercambio de dos ciudades.



Aplicaciones industriales reales

1. Manufactura y Producción

- Optimización de rutas de robots industriales.
- Planificación de producción y distribución.
- Diseño de líneas de montaje eficientes.

2. Energía y Recursos

- Optimización del despacho eléctrico.
- Configuración óptima de turbinas eólicas o paneles solares.

Aplicaciones industriales reales

3. Transporte y Logística

- Ruteo de vehículos (VRP).
- Gestión de flotas o drones autónomos.

4. Ingeniería y Diseño

- Diseño estructural asistido por IA.
- Parámetros óptimos en simulaciones CAD.

Y

Ejemplo aplicado a la industria logística

Problema: Optimizar rutas de entrega para minimizar distancia y tiempo.

Solución con AG:

- 1. Cada individuo representa una posible ruta.
- 2. Función de aptitud: tiempo total de entrega.
- 3. Cruce y mutación → generan nuevas combinaciones de rutas.
- 4. Selección → mantiene las mejores soluciones.

Resultado:

- Reducción del 15-25% en costos logísticos.
- Menor consumo de combustible y emisiones.

Ventajas de los Algoritmos Genéticos

- Capaces de manejar problemas no lineales y no diferenciables.
- ✓ No necesitan gradientes ni modelos matemáticos exactos.
- ✓ Flexibles ante restricciones y múltiples objetivos.
- Excelentes para espacios de búsqueda grandes.

Limitaciones

- Alto costo computacional (muchas generaciones).
- **O No garantizan el óptimo global**, solo soluciones cercanas.
- Requieren ajuste fino de parámetros (tasa de mutación, tamaño de población).
- Name of the state of the state

Optimización híbrida

En la práctica industrial, los AG suelen **combinarse con otros métodos**:

- AG + Redes Neuronales → ajuste de hiperparámetros.
- AG + Sistemas Difusos → optimización de reglas fuzzy.
- AG + Simulated Annealing → refinamiento de soluciones.

Ejemplo en optimización de parámetros

Un algoritmo genético puede ajustar los parámetros de una red neuronal:

- Tasa de aprendizaje
- Número de neuronas por capa
- Función de activación

Objetivo: minimizar el error de validación.

Resultado: modelos más precisos y estables.

Futuro de los Algoritmos Genéticos

- Integración con aprendizaje profundo (Neuroevolution).
- Aplicaciones en sistemas autónomos inteligentes.
- Uso en optimización cuántica y bioinformática.
- Automatización de diseño industrial mediante evolución dirigida.

Conclusiones

- Los AG son una herramienta poderosa de optimización inspirada en la biología.
- Tienen aplicaciones multidisciplinarias en ingeniería, energía, transporte y manufactura.
- Su eficacia depende del diseño de la función de aptitud y operadores genéticos.
- Son una base importante para la inteligencia artificial evolutiva moderna.

Referencias

- 1. Goldberg, D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Addison-Wesley, 1989.
- 2. Holland, J. H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. University of Michigan Press, 1975.
- 3. Mitchell, M. An Introduction to Genetic Algorithms. MIT Press, 1998.
- 4. IEEE Transactions on Evolutionary Computation (revista).
- 5. Casos industriales en Siemens, Toyota, y General Electric.