



Algoritmos Genéticos

MÓDULO 4

Técnicas computacionales avanzadas para modelar fenómenos sociales

Concentración en Economía Aplicada y Ciencia de Datos

ITESM-SF | CDMX, Feb-Jun 2026

Fundamentos de los Algoritmos Genéticos

Definición

Meta-heurística de optimización basada en principios de genética y selección natural (La Rocca, 2022, p. 628)

Mecanismos Evolutivos

- Teoría de la herencia
- Selección natural
- Adaptación al ambiente

Explotan cómo los organismos se adaptan, sobreviven y generan descendencia según su aptitud al entorno.

Balance entre Explotación y Exploración

Explotación

Utilizar soluciones conocidas para construir mejores soluciones mediante **selección** por aptitud y operador de **cruza**

Exploración

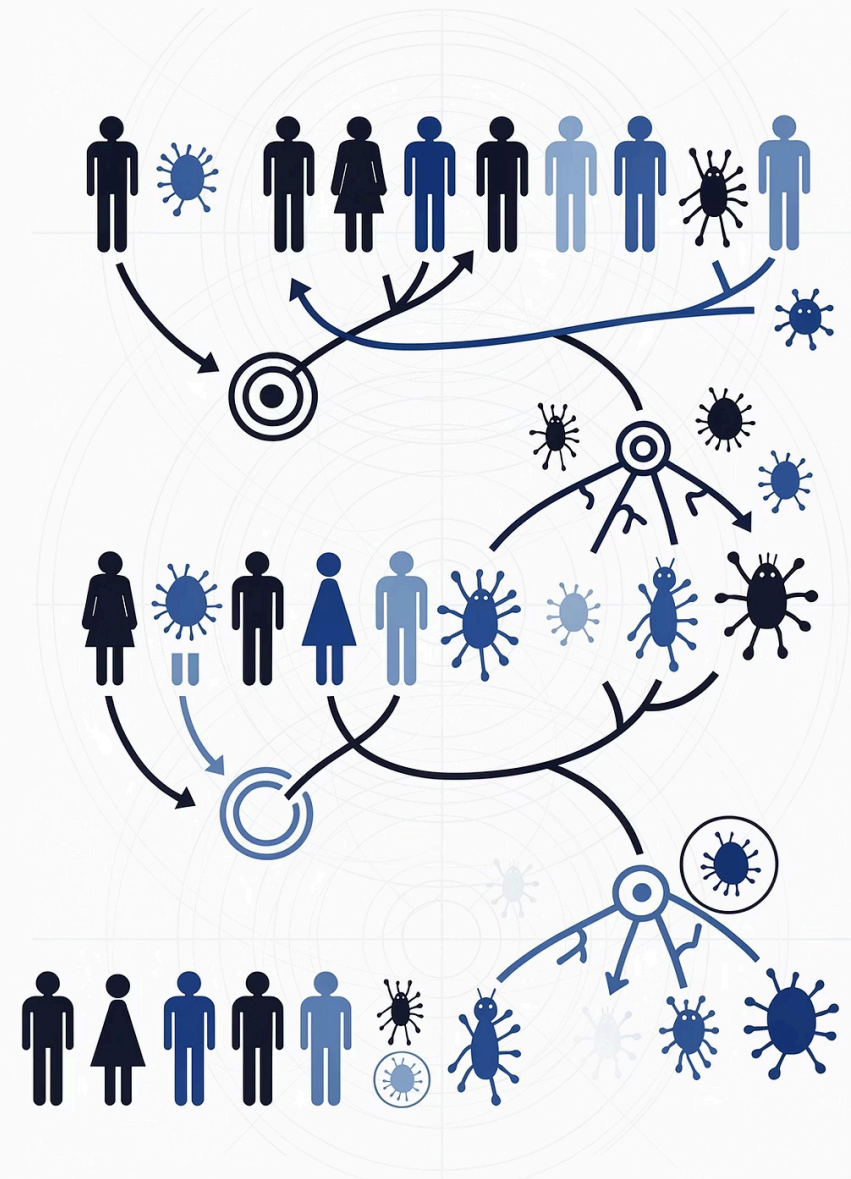
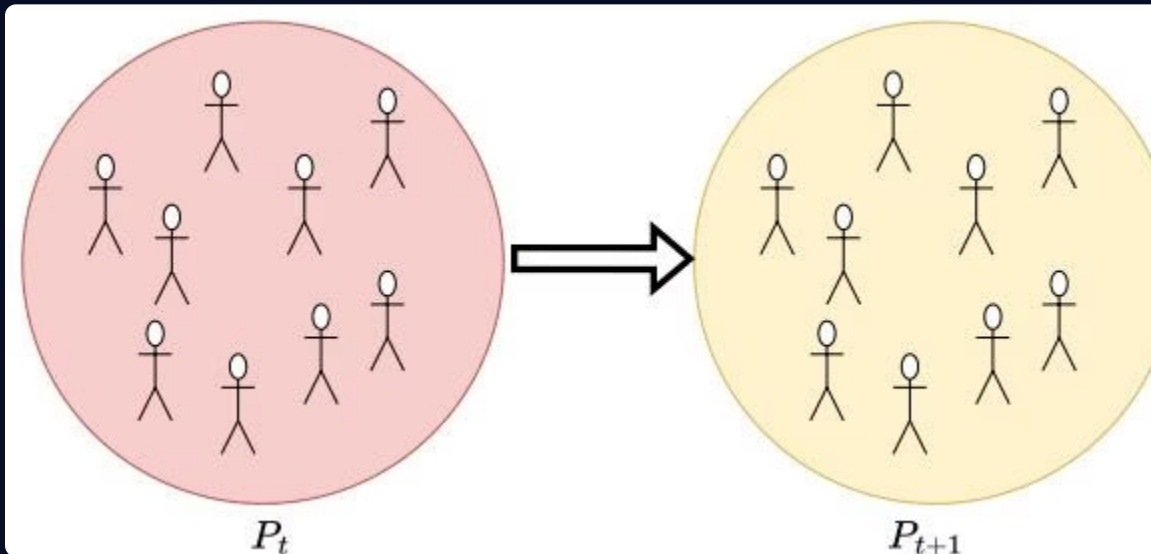
Búsqueda en el espacio de posibles soluciones mediante el operador de **mutación**

Los algoritmos genéticos logran un balance óptimo entre estos dos mecanismos fundamentales, permitiendo tanto aprovechar el conocimiento existente como descubrir nuevas regiones prometedoras del espacio de búsqueda.

Dinámica Poblacional y Adaptación

Un algoritmo genético simula la dinámica de una población genética, generando una base de conocimientos según cómo los individuos se adaptan al problema a resolver.

La población se modifica de acuerdo a la **probabilidad de selección** para contribuir en la generación siguiente. La adaptación involucra una **transformación progresiva** de los individuos.



Elementos Generales de un Algoritmo Genético

01

Codificación de la población

Representación de soluciones como estructuras de datos manipulables

02

Decodificación de la población

Traducción de estructuras genéticas a soluciones del problema

03

Selección de individuos

Elección de candidatos para reproducción basada en aptitud

04

Reproducción de individuos

Generación de nueva población mediante operadores genéticos

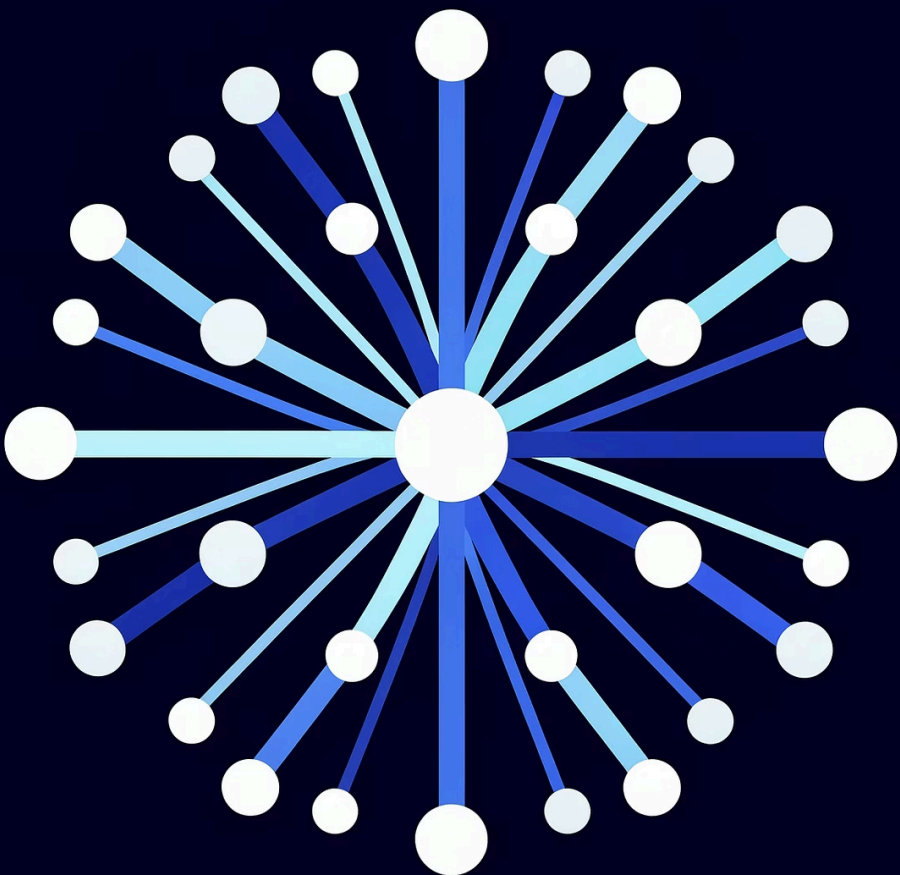
Algoritmos Genéticos vs Algoritmos Tradicionales

Algoritmos Genéticos

- Tratan el problema como caja negra (sin información a priori)
- Sólo requieren evaluar la función
- Búsqueda en población de soluciones, reduciendo probabilidad de óptimos locales
- Reglas de transición probabilísticas

Algoritmos Tradicionales

- Necesitan información del problema (derivadas, gradientes, hessianos)
- Trabajan punto a punto, ocasionando óptimos locales
- Reglas determinísticas
- Requieren partir de punto factible



Factores que Afectan el Desempeño

Convergencia

Presión selectiva: Buscar en regiones prometedoras del espacio mediante cruzamiento de individuos con mejor aptitud

Necesaria para evitar búsqueda aleatoria

Diversidad de la Población

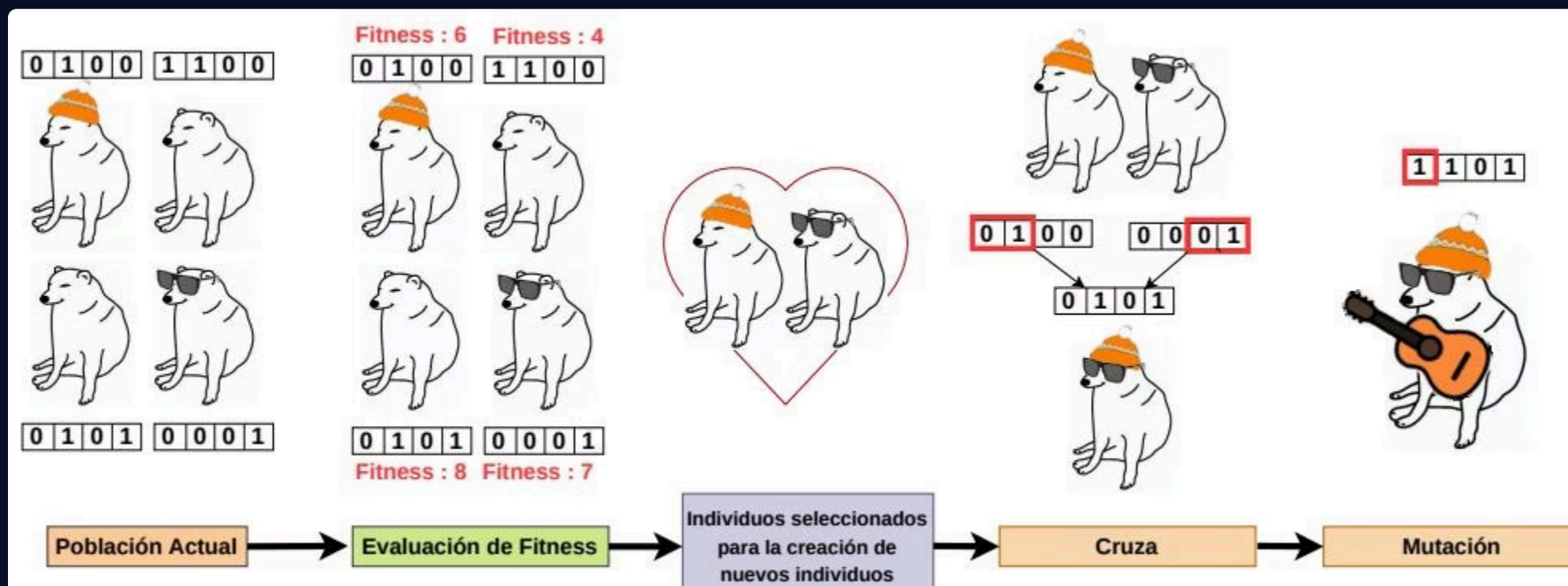
Evita convergencia prematura

La carencia de diversidad (individuos iguales) lleva a explotación inadecuada y óptimos locales

Algoritmo Genético Binario: Proceso Completo



Un Algoritmo Genético Binario se caracteriza por individuos representados como cadenas de m bits, mecanismo de selección de los más aptos, y uso de operadores de cruce y mutación para generar la siguiente generación.



Métodos de Selección

Reproducción Proporcional (Ruleta)

Individuos seleccionados con probabilidad proporcional a su fitness relativo

$$p_i(t) = \frac{f_i(t)}{\sum_{j=1}^n f_j(t)}$$

Muestreo Estocástico Universal

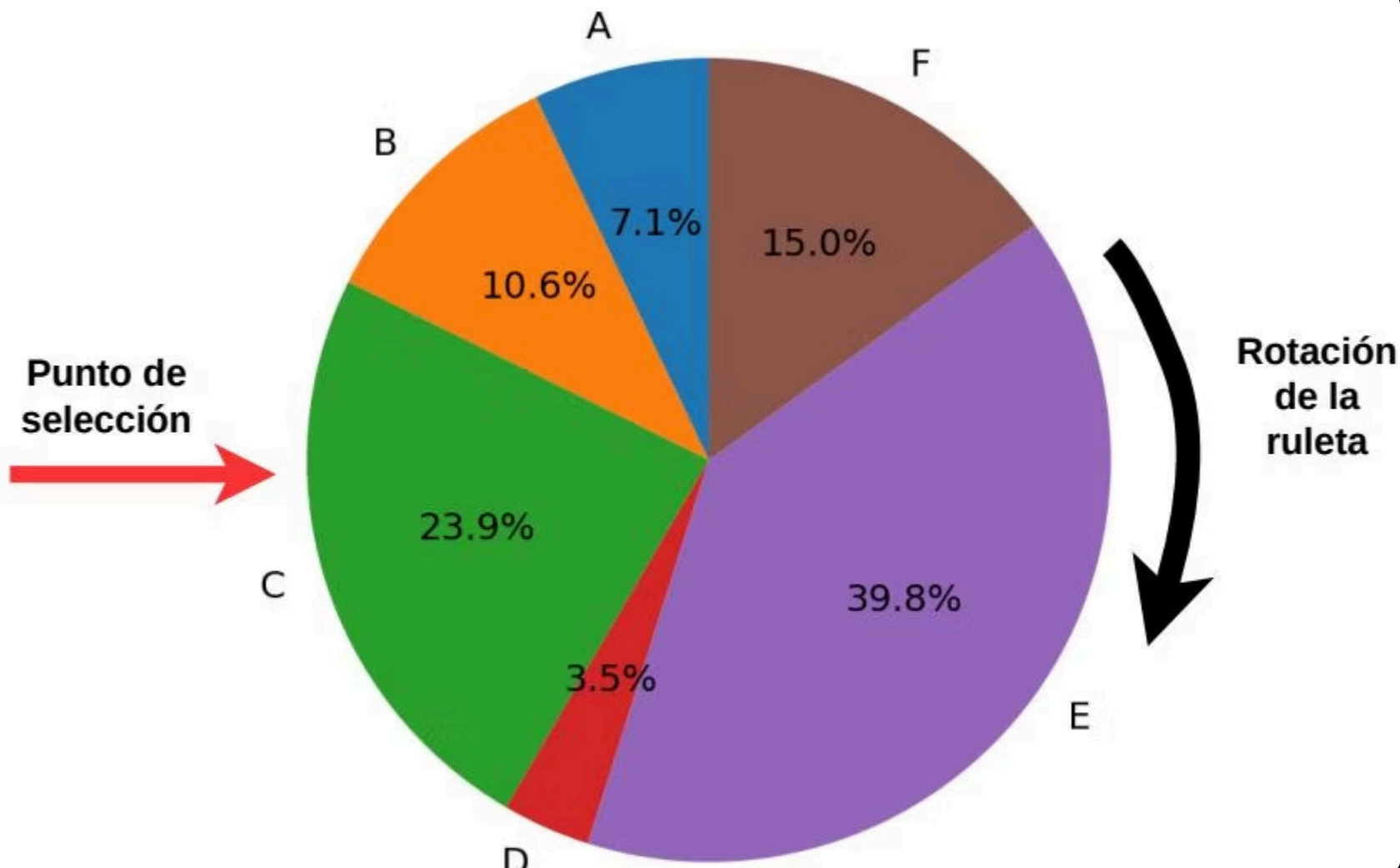
Múltiples puntos de selección igualmente espaciados en una sola rotación

Previene acaparamiento por individuos de alto fitness

Selección por Torneo

Individuos compiten en rondas, el de mayor fitness gana

Tamaño del torneo controla presión selectiva

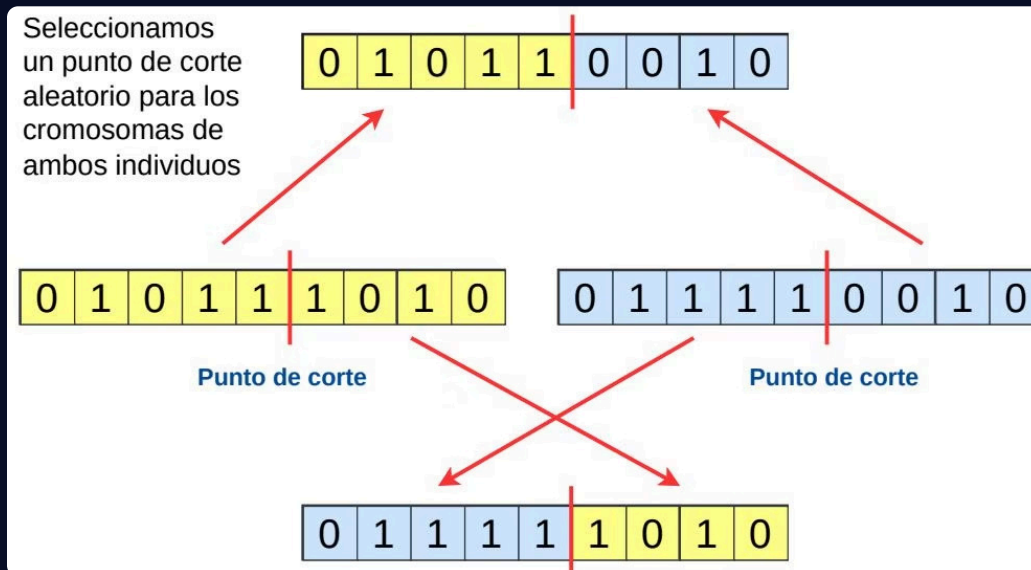


Operadores Genéticos: Cruza y Mutación

Cruza o Recombinación

Operador principal que combina información genética de dos individuos. Probabilidad alta de aplicación $\in [0.6, 1]$

- Cruza en un punto
- Cruza en dos puntos
- Cruza multipunto
- Cruza uniforme



Mutación

Reemplazo aleatorio de alelos para asegurar diversidad, evitar convergencia prematura y explorar el espacio de búsqueda

Probabilidad baja de aplicación:

$$P(\text{mutación}) = 0.1 \times \left(\frac{1}{L} \right)$$

Flip bit: Reemplazar valor de gen aleatorio

Swap: Intercambiar valores de dos genes