

# Problema de Optimización usando 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



# Resolución de un Problema de Optimización con AG Simple

## Conocimientos Previos Necesarios

- Conocer la función a optimizar y definir el problema (maximización o minimización)
- Número de variables de decisión
- Precisión en decimales para cada variable
- Espacio de búsqueda (intervalos de cada variable)

## Selección de Métodos y Parámetros

- Métodos de selección, cruce y mutación
- Número de generaciones
- Tamaño de la población
- Probabilidad de cruce ( $P_c$ )
- Probabilidad de mutación ( $P_m$ )

# Pasos de un Algoritmo Genético Simple



El algoritmo itera a través de generaciones sucesivas, aplicando operadores genéticos para evolucionar la población hacia soluciones óptimas. El proceso continúa hasta alcanzar el número máximo de generaciones especificado.

```
Algorithm 1: ag_simple
Input: Generaciones
Generar población inicial
Iniciar  $t = 0$ 
Evaluar la población inicial
while  $t < \text{Generaciones}$  do
  Selección
  Cruza
  Mutación
  Evaluación de la nueva población
   $t = t + 1$ 
end while
```

# Estructuras de Datos Básicas

Es preciso definir estructuras de datos que alberguen los datos de cromosomas (individuos), fenotipo, valores de la función objetivo y valores de aptitud (fitness).

## Cromosomas

Matriz de tamaño número de individuos  $\times$  longitud del individuo. Cada renglón corresponde al genotipo de un individuo.

## Fenotipo

Variables de decisión en el dominio del problema. Matriz de tamaño número de individuos  $\times$  número de variables de decisión.

## Función Objetivo

Valores del desempeño de los fenotipos. Escalares para un objetivo, vectoriales para multiobjetivo.

## Aptitud

Valores escalares no negativos obtenidos mediante función de escalamiento o ranqueo.

# Representación Matricial de Estructuras

## Cromosoma

$$\text{cromosoma} = \begin{bmatrix} g_{1,1} & g_{1,2} & \cdots & g_{1,L_{ind}} \\ g_{2,1} & g_{2,2} & \cdots & g_{2,L_{ind}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{N_{ind},1} & g_{N_{ind},2} & \cdots & g_{N_{ind},L_{ind}} \end{bmatrix}$$

## Función Objetivo

$$\text{objetivo} = \begin{bmatrix} y_{1,1} & y_{1,2} & \cdots & y_{1,N_{obj}} \\ y_{2,1} & y_{2,2} & \cdots & y_{2,N_{obj}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{N_{ind},1} & y_{N_{ind},2} & \cdots & y_{N_{ind},N_{obj}} \end{bmatrix}$$

## Fenotipo

$$\text{fenotipo} = \begin{bmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & \cdots & x_{1,N_{var}} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & \cdots & x_{2,N_{var}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N_{ind},1} & x_{N_{ind},2} & \cdots & x_{N_{ind},N_{var}} \end{bmatrix}$$

## Aptitud

$$\text{aptitud} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix}$$

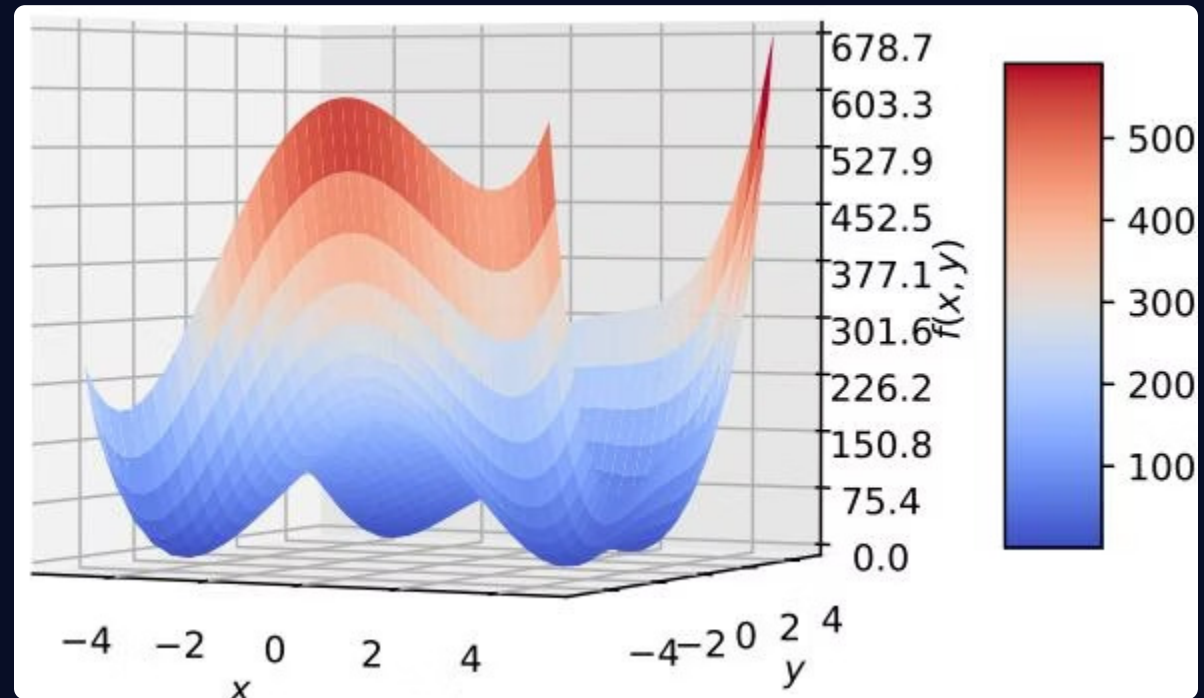
# Ejemplo: Función Himmelblau

## Especificaciones del Problema

### Función:

$$f(x, y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$$

- Variables de decisión: 2
- Precisión en decimales: 6
- Espacio de búsqueda:  $-5 \leq x, y \leq 5$



Superficie 3D de la función Himmelblau mostrando cuatro mínimos locales en forma de silla de montar.

# Configuración del Algoritmo Genético

1

## Representación

Codificación binaria de las variables de decisión

2

## Selección

Método proporcional (ruleta)

3

## Cruza

Cruza en un punto

4

## Mutación

Mutación en un bit

# Codificación de las Variables

Para codificar las variables del problema en binario, primero calculamos la longitud del cromosoma necesaria utilizando la siguiente expresión:

$$L = \lceil \log_2((l_{sup} - l_{inf}) \times 10^{\text{precision}}) \rceil$$

Para ambas variables  $x, y$  con límites  $-5 \leq x, y \leq 5$  y precisión de 6 decimales:

$$L_x = L_y = \lceil \log_2((5 - (-5)) \times 10^6) \rceil = 24$$

Las cadenas que representarán a  $x$  y  $y$  serán de longitud 24 bits cada una. La longitud total del cromosoma es **48 bits**.





# Decodificación de las Variables

Para evaluar el problema, decodificamos el cromosoma (representación binaria) a las variables de decisión en el dominio del problema.

## Paso 1: Conversión a Decimal

Calculamos el valor decimal de cada subcadena de bits. Para el ejemplo:

- $\text{decimal}(x) = 2968711$
- $\text{decimal}(y) = 14828673$

## Paso 2: Mapeo al Dominio Real

Utilizamos la expresión:

$$x_i = l_{inf} + \text{decimal}(bits) \frac{l_{sup} - l_{inf}}{2^{L_{ind}} - 1}$$

Resultados:

- $x = -3.23051$
- $y = 3.838578$

# Evaluación de la Función

Con los valores decodificados, evaluamos la función objetivo de Himmelblau:

$$f(x, y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$$

Sustituyendo  $x = -3.23051$  y  $y = 3.838578$ :

$$f(x, y) = (-3.23051^2 + 3.838578 - 11)^2 + (-3.23051 + 3.838578^2 - 7)^2$$

**329.96**

**Valor de la Función**

Resultado de la evaluación para el individuo decodificado

Este valor representa el desempeño del individuo en el espacio de búsqueda y será utilizado para calcular su aptitud en el proceso de selección.