

# Material de apoyo: ejemplos adicionales de los Fundamentos Teóricos

## Sistemas Inteligentes

### Tema 4

#### P1.1 Procedimientos de búsqueda local y problemas de optimización

Grado: Ingeniería Informática

Curso: Tercero

Asignatura: 1906 Sistemas Inteligentes

- Pedro Beltrán López ([pedro.beltranl@um.es](mailto:pedro.beltranl@um.es))
- José María Jorquera Valero ([josemaria.jorquera@um.es](mailto:josemaria.jorquera@um.es))

# Índice

---

## Búsqueda por Algoritmos Genéticos

- Conceptos iniciales y codificación
- Operadores genéticos
- Problema de las n-reinas

# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

Apoyo visual para la comprensión de los conceptos iniciales de AGs

## BÚSQUEDA POR ALGORITMOS GENÉTICOS (AGs)

¿Qué elementos componen un Algoritmo Genético?

|            |       | Cromosoma |   |   |   |   | Fitness |
|------------|-------|-----------|---|---|---|---|---------|
| Individuos | $X_1$ | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 1500    |
|            | $X_2$ | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 1231    |
|            | $X_3$ | 1         | 1 | 0 | 1 | 0 | 978     |
|            | $X_4$ | 1         | 0 | 0 | 1 | 1 | 964     |
|            |       | Gen       |   |   |   |   |         |
| Población  |       |           |   |   |   |   |         |

**Alfabeto:** uso de 0s o 1s

**Fitness:** supongamos que un cromosoma con todos sus genes a 0 tiene una idoneidad de 1500 (regla inventada)

# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Apoyo visual para la comprensión de los conceptos iniciales de AGs

### BÚSQUEDA POR ALGORITMOS GENÉTICOS (AGs)

*¿Qué elementos componen un Algoritmo Genético?*

**Población:** Conjunto de posibles soluciones al problema, representadas usualmente por cromosomas. Cada ciclo del algoritmo genético trabaja con una población, que evoluciona generación tras generación mediante selección, cruce y mutación.

**Individuo:** Cada elemento dentro de la población. Un individuo es una solución candidata al problema. Suele estar compuesto por uno o varios cromosomas

**Cromosoma:** Representación estructurada de un individuo. Es una cadena que codifica una solución; por ejemplo, una secuencia de bits, números reales o símbolos.

**Gen:** Unidad básica de información dentro del cromosoma. Cada gen ocupa una posición (locus) y puede tomar un valor dentro de un conjunto permitido (el alfabeto)

# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Apoyo visual para la comprensión de los conceptos iniciales de AGs

### BÚSQUEDA POR ALGORITMOS GENÉTICOS (AGs)

*¿Qué elementos componen un Algoritmo Genético?*

**Fitness:** Medida cuantitativa que indica qué tan buena es una solución respecto al problema. El fitness guía la selección natural dentro del algoritmo.

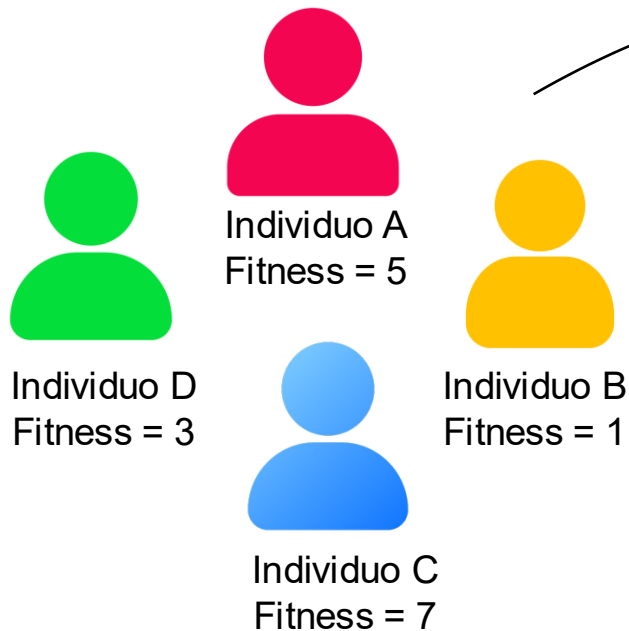
**Alfabeto:** Conjunto de valores posibles que puede tomar cada gen.  
Ejemplos típicos:

- $\{0, 1\}$  para cromosomas binarios
- Dígitos 0–9
- Letras o símbolos específicos
- Números reales dentro de un rango

# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Apoyo visual para la comprensión del operador selección (ruleta)

### 1. Población inicial & fitness



### 2. Suma total fitness

$$5+1+7+3 = 16$$

### 3. Calcular probabilidad

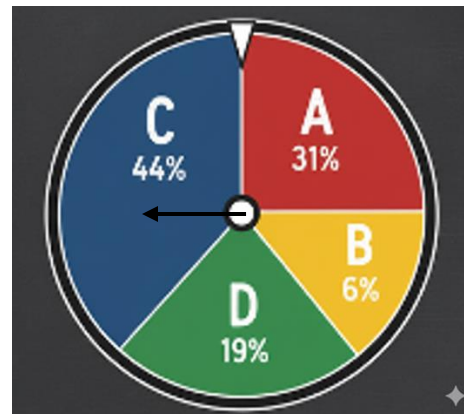
$$A: 5/16 = 31\%$$

$$B: 1/16 = 6\%$$

$$C: 7/16 = 44\%$$

$$D: 3/16 = 19\%$$

### 4. Selección ruleta



### 5. Seleccionar nuevo individuo

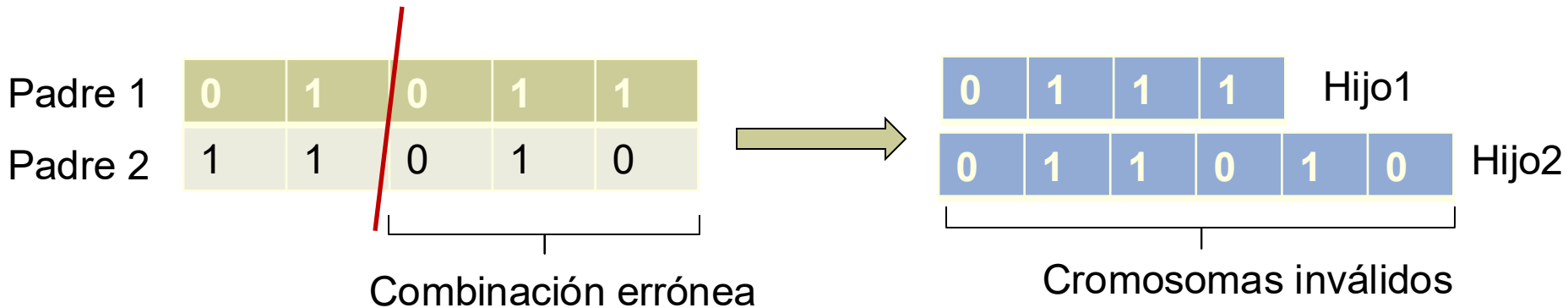


# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Apoyo visual para la comprensión del operador cruce (por un punto)

### Ejemplificación de una recombinación de cromosomas no válida

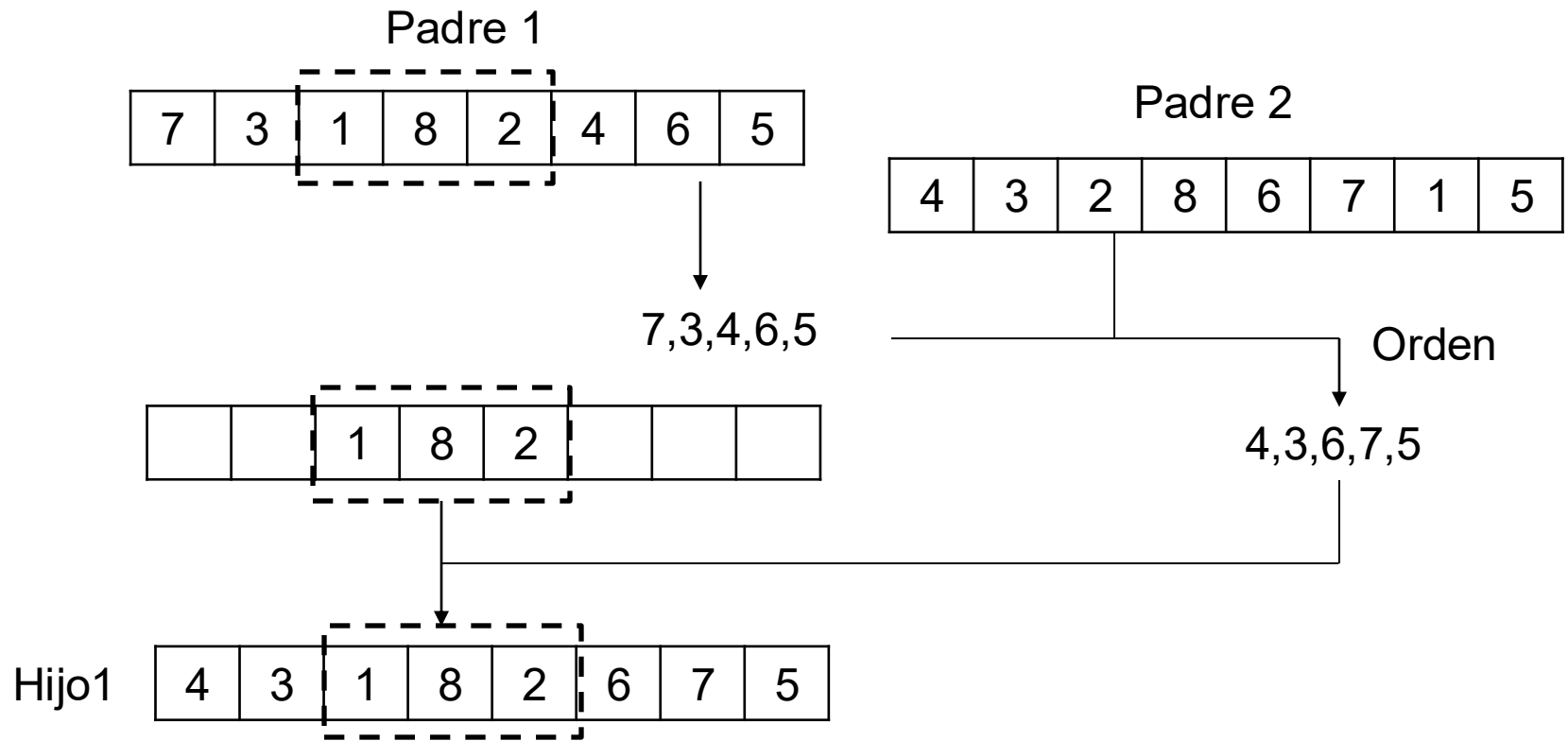
- Paso 1: aplicamos un operador de cruce por un punto a dos padres.
- Paso 2: recombinaamos la parte izquierda del cruce de ambos padres para reproducir el hijo 1
- Paso 3: recombinaamos la parte derecha del cruce de ambos padres para reproducir el hijo 2
- Paso 4: generación de cromosomas no válidos para continuar con la descendencia por su longitud diferente a la de los padres



# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Apoyo visual para la comprensión del operador cruce (en orden)

### Ejemplificación de operador de cruce para representación de orden



# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Apoyo visual para la comprensión del operador mutación (swap)

*¿Qué pasos necesito aplicar en el operador de mutación por intercambio?*

1. Se seleccionan aleatoriamente dos posiciones dentro del cromosoma
2. Se intercambian los dos genes seleccionados
3. La estructura general del cromosoma no cambia, solo el orden de dos elementos

Individuo 1

|     |      |      |      |     |      |      |      |
|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| 0.5 | 0.12 | 0.25 | 0.33 | 1.3 | -0.5 | 0.62 | 1.34 |
|-----|------|------|------|-----|------|------|------|

Individuo 1'

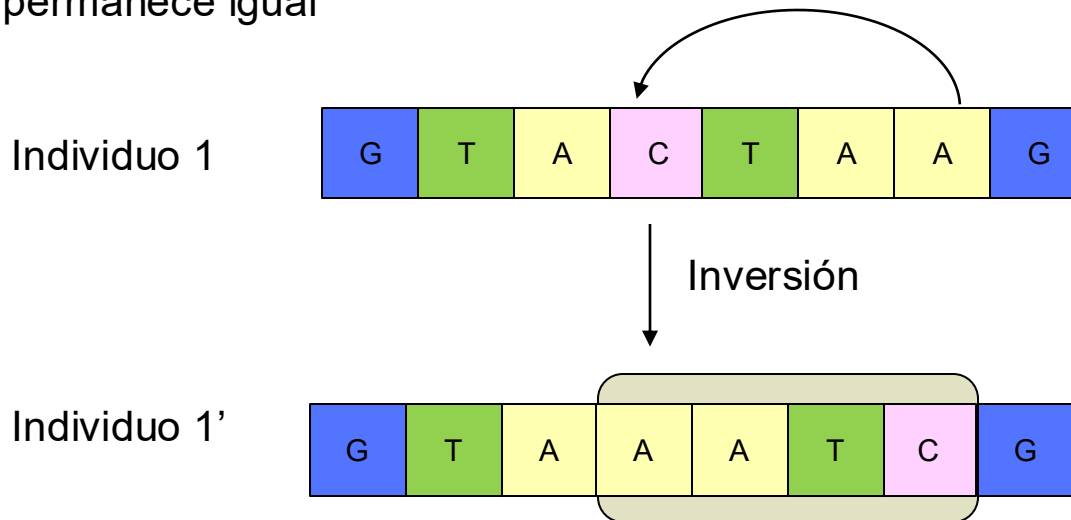
|     |      |      |      |     |      |      |      |
|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| 0.5 | 0.12 | 0.25 | 0.62 | 1.3 | -0.5 | 0.33 | 1.34 |
|-----|------|------|------|-----|------|------|------|

# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Apoyo visual para la comprensión del operador mutación (inversión)

*¿Qué pasos necesito aplicar en el operador de mutación por inversión?*

1. Se eligen dos posiciones que delimitan un segmento del cromosoma
2. El contenido de ese segmento se invierte completamente (como leerlo al revés)
3. Solo cambia el orden dentro del fragmento seleccionado; el resto del cromosoma permanece igual

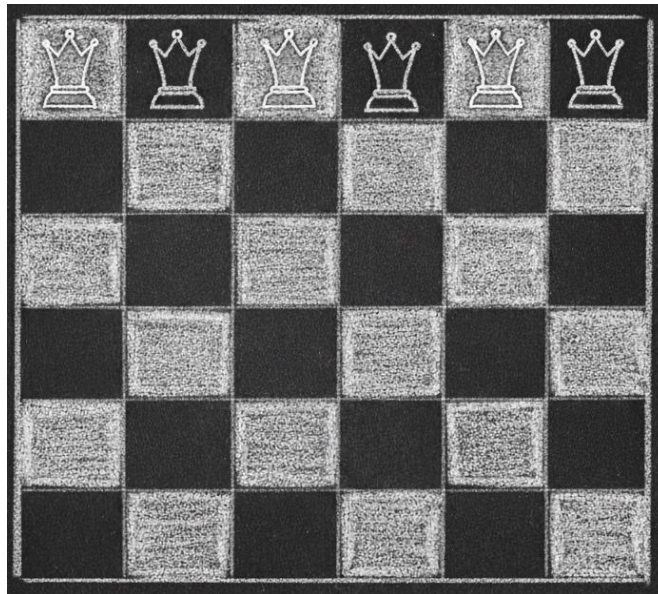


# Métodos de búsqueda local y problemas de optimización

## Máximo de jaques en el problema de las n-reinas

*¿Cuántos jaques podría haber en un tablero de  $n \times n$  reinas?*

- La reina sólo puede hacer jaque con otra reina → **jaque en pares**
  - Reina 1 ataca a Reina 2, 3, 4 (3 ataques)
  - Reina 2 ataca a Reina 3, 4 (2 ataques, ya contamos 1-2)
  - Reina 3 ataca a Reina 4 (1 ataque, ya contamos 1-3, 2-3)



$$\text{Jaques} = \frac{N \times (N - 1)}{2}$$