

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

---

**ALGORITMOS EVOLUTIVOS DE APRENDIZAJE**

Código: 1411-2278

**ACTIVIDAD EN AULA GRUPAL SEMANA 9**  
**CALIFICADA (0-20)**


**Operadores de Selección y Cruce en Algoritmos Genéticos**

---

**Docente:** Ms. Ing. Johan Max Alexander López Heredia

**Semestre:** 2025-I

**Duración:** 35 minutos

Código	Apellidos y Nombres	Firma
0202114029	Dueñas Blas, Joseph	

**INSTRUCCIONES GENERALES**

- **Grupos:** Máximo 4-5 integrantes por grupo
- **Tiempo:** 35 minutos para completar todas las actividades
- **Material:** Solo lapicero (no calculadora, no laptop)
- **Entrega:** Al finalizar, entregar esta separata completa al docente
- **Calificación:** Evaluación grupal (0-20 puntos)

## CONTEXTO: Recordando la Semana Anterior

En la **Semana 8** trabajamos con **representaciones cromosómicas** para el problema de distribución de estudiantes. Teníamos 39 alumnos que debían distribuirse en 3 exámenes (A, B, C) con 13 alumnos cada uno, buscando equilibrio en las notas.

Implementamos tres representaciones:

- **Binaria:** 117 bits ( $39 \text{ alumnos} \times 3 \text{ bits c/u}$ )
- **Real:** 117 valores normalizados
- **Permutacional:** Orden de 39 índices

Ahora en la **Semana 9**, estudiaremos cómo crear nuevas generaciones usando **operadores de selección y cruce**.

## CASO PRÁCTICO: Sistema de Distribución Inteligente

**Situación:** Eres parte del equipo que desarrolla un sistema para optimizar la distribución de estudiantes. Tu algoritmo genético ya tiene una población de 6 soluciones candidatas. Ahora debes aplicar operadores de selección y cruce para generar la siguiente generación.

### Población Actual (Generación 0)

Individuo	Fitness	Descripción
A	85	Muy buena distribución
B	45	Distribución regular
C	70	Buena distribución
D	20	Distribución deficiente
E	60	Distribución aceptable
F	90	Excelente distribución

## ACTIVIDAD 1: SELECCIÓN POR TORNEO (8 puntos)

La **selección por torneo** elige individuos comparando pequeños grupos al azar.

**Proceso:** Para cada torneo, selecciona 2 individuos al azar, compara sus fitness y el mejor "gana".

### Pregunta 1.1 (2 puntos)

Realiza 3 torneos de tamaño 2. Para cada torneo, indica:

- Los 2 individuos seleccionados al azar
- Sus respectivos fitness
- El ganador del torneo

#### Torneo 1:

Individuos seleccionados: C (fitness: 70) y F (fitness: 90) Ganador: F

**¿Por qué?** Porque tiene mayor fitness ( $90 > 70$ ), lo que representa una solución más adecuada.

#### Torneo 2:

Individuos seleccionados: A (fitness: 85) y D (fitness: 20)

Ganador: A **¿Por qué?** Porque tiene mayor fitness ( $85 > 20$ ), indicando una mejor distribución.

### Torneo 3:

Individuos seleccionados: B (fitness: 45) y E (fitness: 60) Ganador: E

**¿Por qué?** Porque su fitness (60) es superior al de B (45).

### Pregunta 1.2 (3 puntos)

**Análisis:** ¿Qué individuos tienen mayor probabilidad de ser seleccionados? Explica la relación entre fitness y probabilidad de selección.

Los individuos con mayor fitness tienen mayor probabilidad de ser seleccionados porque, al compararse en torneos, tienden a ganar más veces frente a individuos con menor fitness.

La relación es directa: mayor fitness implica mayor chance de ser elegido como padre para la próxima generación, ya que representa soluciones más eficientes o adecuadas al problema.

### Pregunta 1.3 (3 puntos)

**Comparación:** ¿Qué ventajas tiene la selección por torneo sobre simplemente elegir siempre al mejor individuo?

La selección por torneo mantiene diversidad genética, ya que no siempre selecciona al mejor individuo, sino que permite que otros con buen rendimiento también participen.

Esto evita que el algoritmo se estanque en óptimos locales y ayuda a explorar mejor el espacio de soluciones.

Además, es más robusta a valores extremos de fitness, y permite controlar la presión selectiva ajustando el tamaño del torneo.

## ACTIVIDAD 2: CRUCE PMX PARA PERMUTACIONES (8 puntos)

El **PMX (Partially-Mapped Crossover)** es ideal para problemas donde el orden importa y no se pueden repetir elementos.

**Contexto:** En nuestro problema de distribución, la representación permutacional ordena a los estudiantes: posiciones [0-12] → Examen A, [13-25] → Examen B, [26-38] → Examen C.

### Ejemplo de Cruce PMX

**Padres (8 elementos para simplificar):**

<b>Padre 1:</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Padre 2:</b>	8	7	6	5	4	3	2	1

**Puntos de cruce:** Entre posiciones 3 y 6 (segmento resaltado en rojo)

### Pregunta 2.1 (3 puntos)

**Paso 1:** Identifica el mapeo del segmento intercambiado.

Segmento del Padre 1: 4 5 6 7 ↔ Segmento del Padre 2: 5 4 3 2

Mapeo generado:

4 ↔ 5

5 ↔ 4

6 ↔ 3

7 ↔ 2

### Pregunta 2.2 (5 puntos)

**Paso 2:** Construye el Hijo 1 aplicando PMX.

a) Copia el segmento del Padre 2 al Hijo 1:

<b>Hijo 1:</b>	-	-	-	<u>5</u>	<u>4</u>	3	2	-
----------------	---	---	---	----------	----------	---	---	---

b) Completa las posiciones restantes usando el mapeo y el Padre 1:

**Posición 0:** Valor del Padre 1 = 1, ¿está en el segmento? No

Si está, usar mapeo: 1 → 4, sino copiar directamente: 1

**Posición 1:** Valor del Padre 1 = 2, ¿está en el segmento? Sí

Si está, usar mapeo: 2 → 7, sino copiar directamente: -

**Posición 2:** Valor del Padre 1 = 3, ¿está en el segmento? Sí

Si está, usar mapeo: 3 → 6, sino copiar directamente: -

**Posición 7:** Valor del Padre 1 = 8, ¿está en el segmento? No

Si está, usar mapeo: 8 → 7, sino copiar directamente: 8

c) **Hijo 1 completo:**

<b>Hijo 1:</b>	<u>1</u>	<u>7</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>8</u>
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

## ACTIVIDAD 3: ANÁLISIS COMPARATIVO (4 puntos)

### Pregunta 3.1 (2 puntos)

**Selección por Ruleta vs Torneo:** ¿En qué situación preferirías usar selección por torneo en lugar de selección por ruleta?

Preferiría usar selección por torneo cuando la diferencia entre los valores de fitness de los individuos no es tan grande o cuando quiero mantener la diversidad en la población.

La selección por torneo es más robusta frente a valores extremos y no requiere normalizar el fitness, además permite controlar la presión selectiva ajustando el tamaño del torneo.

### Pregunta 3.2 (2 puntos)

**Aplicación práctica:** Si tuvieras que resolver un problema del viajante de comercio (TSP) con 20 ciudades, ¿qué representación cromosómica y qué operador de cruce usarías? Justifica tu respuesta.

**Representación:** Permutacional **Cruce:** PMX (Partially-Mapped Crossover)

**Justificación:**

En el TSP el orden de las ciudades es crucial y no se deben repetir, por eso se utiliza una representación permutacional.

El cruce PMX es ideal para mantener la validez de la permutación (sin duplicados) y heredar subrutas de los padres, respetando la estructura del recorrido.

## GLOSARIO

### Algoritmo Genético (AG)

Técnica de optimización inspirada en la evolución natural que usa operadores como selección, cruce y mutación.

### Cromosoma

Representación codificada de una solución al problema (equivale a un individuo).

### Fitness

Valor numérico que indica qué tan buena es una solución (aptitud).

### Generación

Conjunto de individuos en un momento específico del algoritmo.

### PMX (Partially-Mapped Crossover)

Operador de cruce específico para representaciones permutacionales que mantiene la validez de la permutación.

### Población

Conjunto de todas las soluciones candidatas en una generación.

### Presión Selectiva

Intensidad con la que se favorece a los individuos más aptos durante la selección.

### Representación Permutacional

Codificación donde la solución es un ordenamiento de elementos sin repetición.

**Selección por Torneo**

Método que elige padres comparando pequeños grupos de individuos seleccionados al azar.

**Selección por Ruleta**

Método que asigna probabilidades de selección proporcionales al fitness de cada individuo.

**¡Éxito en la actividad!**

*Recuerden: La evolución artificial requiere los mismos principios que la natural: selección y recombinación.*