



**Facultad de Ciencias**  
Licenciatura en  
Ciencias de la Computación

# Cómputo Evolutivo

.....

## Diseño de Métodos - II

M. en C. Oscar Hernández Constantino  
(`constantino92@ciencias.unam.mx`)

# Diseño de Metaheurísticas



# Representación

# Representación

Una metaheurística necesita una codificación (representación) de una solución.

Características deseables:

- **Complejidad** : Todas las soluciones son representables
- **Conectividad** : Se puede crear una ruta entre cualquier par de soluciones
- **Eficiencia** : Facilidad (complejidad computacional, tiempo y espacio) para manipular soluciones por los operadores.

# Tipos de representaciones clásicas

## Codificación Binaria

- Problema de la Mochila
- Problema SAT

1 0 1 1 1 0 1 0 0 1

## Vector de Valores Discretos

- Problemas de Asignación de Tareas

3 4 4 2 5 5 8 1

## Vector de Valores Reales

- Problemas de Optimización Continua
- Ajuste de Parámetros

0.23 1.45 2.33 8.99 2.44 3.43

## Permutaciones

- Problemas de Secuenciamiento
- TSP
- Problemas de Planificación

2 5 9 8 0 7 1 4 3 6

## Otras clasificaciones

- Representación Lineal
- Representación NO lineal
- Codificación Directa
- Codificación Indirecta

# Tipos de Mapeo

## Tipos de Mapeo

- Uno a Uno
- Uno a muchos
- Muchos a uno

# SAT

## Problema de Satisfacibilidad Booleana

Asignar un valor a un conjunto de variables booleanas

$$X = (X_1, \dots, X_n)$$

tal que la expresión  $F$  sea verdadera

Con una representación de soluciones con codificación binaria, ¿Cuál es el **tamaño del Espacio de Búsqueda**?

$|S| = 2^n$ ,  $n$  es el número de variables en  $F$ .

$n = 100$ ,  $|S| = 2^{100} \approx 10^{30}$



# TSP (Traveling Salesman Problem)

## Problema del Agente Viajero

Dado un conjunto de  $n$  ciudades (nodos), encontrar un ciclo que minimice la distancia total recorrida; todas las ciudades deben visitarse una sola vez (excepto la inicial).

Con una representación de soluciones con codificación en permutaciones, ¿cuál es el **tamaño del Espacio de Búsqueda**?

$|S| = (n - 1)!$ ,  $n$  es el número de nodos.

$n = 10$ ,  $|S| = 181,000$

$n = 20$ ,  $|S| = 10^{16}$

$n = 50$ ,  $|S| = 10^{66}$

Número de litros de agua en el planeta:  $10^{21}$

## NLP (Problema de Programación No Lineal) I

Se tiene una función objetivo y funciones de restricciones, donde al menos una es no lineal.

$$G2(X) = \left| \frac{\sum_{i=1}^n \cos^4(x_i) - 2 \prod_{i=1}^n \cos^2(x_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n ix_i^2}} \right|$$

sujeto a

$$\prod_{i=1}^n x_i \geq 0,75,$$

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq 7,5n,$$

$$0 \leq x_i \leq 10 \text{ para } 1 \leq i \leq n$$

## NLP (Problema de Programación No Lineal) II

- ¿Cuál es nuestro espacio de búsqueda?
- ¿Tamaño del Espacio de Búsqueda?  
 $|S| = 10^{(1+k)n}$ ,  $n$  es la dimensión de  $X$ ,  
 $k$  es el número de dígitos de precisión.  
 $n = 50, k = 6 \rightarrow |S| = 10^{350}$

# Diseño de Metaheurísticas



# Función Objetivo

# Función Objetivo I

- **Objetivo:** especifica la meta que se desea lograr (para resolver el problema).
- **Función evaluación:** mapeo del espacio de soluciones a un conjunto de números para indicar la calidad de cada solución. Está relacionada con la función objetivo.
- La función de evaluación guía la búsqueda hacia soluciones “buenas” del espacio de búsqueda.
- Si la función no está bien definida, podemos quedarnos en soluciones no aceptables, sin importar que método usemos.
- Para algunos problemas, la función de objetivo puede utilizarse como función de evaluación para guiar la búsqueda.

## Función Objetivo II

- Algunas veces es necesario modificar la función objetivo para poder guiar de una mejor manera la búsqueda.
- La representación (genetipo) es decodificada para generar una solución (fenotipo). En algunos casos no es fácil obtener una función objetivo.
- Optimización Interactiva
  - El usuario interviene para guiar el proceso de búsqueda
  - El usuario interviene para evaluar la solución