



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO - IPN

ALGORITMOS BIOINSPIRADOS

INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS BIOINSPIRADOS

Presenta

DANIEL MOLINA PÉREZ

danielmolinaperez90@gmail.com

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



ESCOM

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA DE CONTENIDO

Unidad 1. Introducción algoritmos bioinspirados

1.1 Inteligencia en la naturaleza

1.2 Optimización y algoritmos de optimización

Unidad 2. Algoritmos genéticos

2.1 Trasfondo biológico y computacional

2.2 Individuos y población

2.3 Operadores genéticos

2.4. Parámetros de control y término

2.5 Hipótesis y teoremas del funcionamiento de algoritmos genéticos

2.6 Aplicaciones de los algoritmos genéticos

Unidad 3. Programación genética

3.1 Programación genética y síntesis de programas

3.2 Diferencias entre programación genética y algoritmos genéticos

3.3 Bases de la programación genética

3.4 Atributos

3.5 Consideraciones en la programación genética

3.6 Características

3.7 Aplicaciones

Unidad 4. Autómatas celulares

4.1. Bases de autómatas celulares

4.2 Autómatas celulares unidimensionales

4.3 Autómatas celulares bidimensionales

4.4 Autómatas celulares avanzados

4.5 Aplicaciones

TABLA DE CONTENIDO

Unidad 5. Inteligencia de enjambre

5.1 Inteligencia de enjambre en inteligencia artificial

5.2 Enjambre de partículas

ALGORITMOS BIOINSPIRADOS

Algoritmos

Un algoritmo es un conjunto ordenado de pasos bien definidos que describen un procedimiento para resolver un problema. En términos simples, es una secuencia de instrucciones que llevan a la solución de un problema.

```
def insertionSort(nums):  
    # Entendemos que el primer elemento sin ordenar es el más pequeño  
    # así que comenzamos con el segundo  
    for i in range(1, len(nums)):  
        item_to_insert = nums[i]  
        # Guardamos en j el índice del elemento anterior  
        j = i - 1  
        # Movemos todos los elementos de la lista hacia delante si son  
        # mayores que el elemento a insertar  
        while j >= 0 and nums[j] > item_to_insert:  
            nums[j + 1] = nums[j]  
            j -= 1  
        # Insertamos el elemento  
        nums[j + 1] = item_to_insert  
  
# Comprobamos el funcionamiento  
listaNumerosAleatorios = [5, 2, 1, 8, 4]  
print("Lista sin ordenar: " + str(listaNumerosAleatorios))  
insertionSort(listaNumerosAleatorios)  
print("Lista ordenada: " + str(listaNumerosAleatorios))
```

Bioinspirados (bio-inspired or nature-inspired)





¿HAY ALGÚN MECANISMO CONSIDERADO INTELIGENTE EN LA
NATURALEZA?

¿ EXISTE DE ALGÚN PROCESO QUE SE PERCIBA COMO
POSEEDOR DE INTELIGENCIA DENTRO DEL ÁMBITO NATURAL?

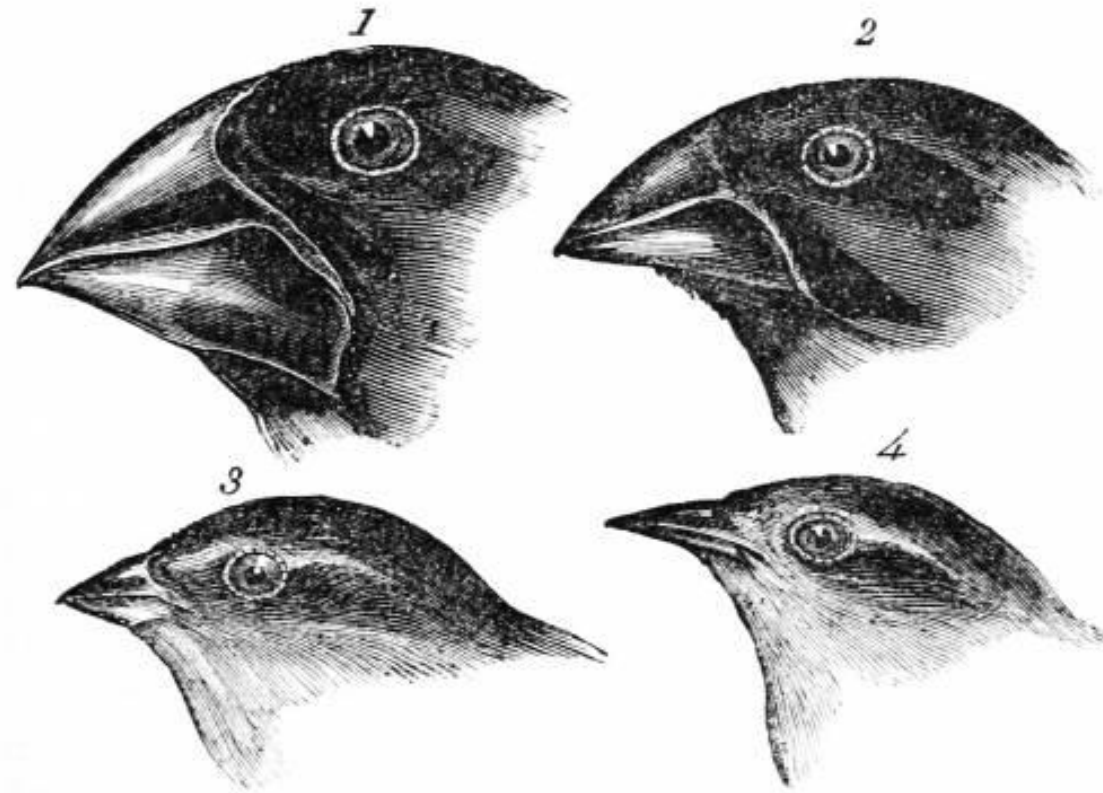
¿INTELIGENCIA EN LA NATURALEZA?

Pinzones de Darwin de Galápagos



autor: Iñaki de la paja

¿INTELIGENCIA EN LA NATURALEZA?



1. *Geospiza magnirostris*.
3. *Geospiza parvula*.

2. *Geospiza fortis*.
4. *Certhidea olivacea*.

¿INTELIGENCIA EN LA NATURALEZA?



Característica

PINZON DE PICO
ROBUSTO

Característica

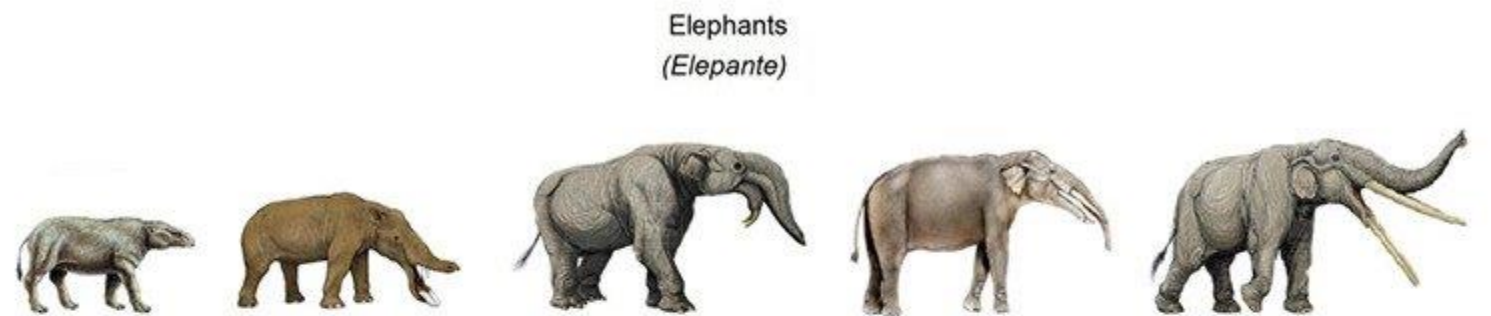
PINZON DE PICO
LARGO

Medio Ambiente

FUENTE DE ALIMENTO:
SEMILLAS DURAS

Evolución

LOS PINZONES DE PICO ROBUSTO TENDRÁN MÁS OPORTUNIDADES DE ALIMENTARSE Y POR TANTO DE SOBREVIVIR Y REPRODUCIRSE. MEDIANTE UN PROCESO LENTO Y GRADUAL LAS NUEVAS GENERACIONES TENDRÁN CARACTERÍSTICAS ASOCIADAS A PICOS ROBUSTOS

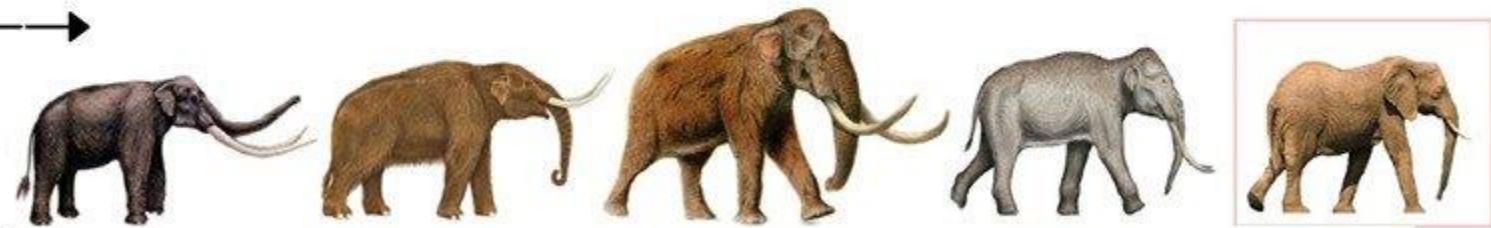


Paleocene

Eocene

Oligocene

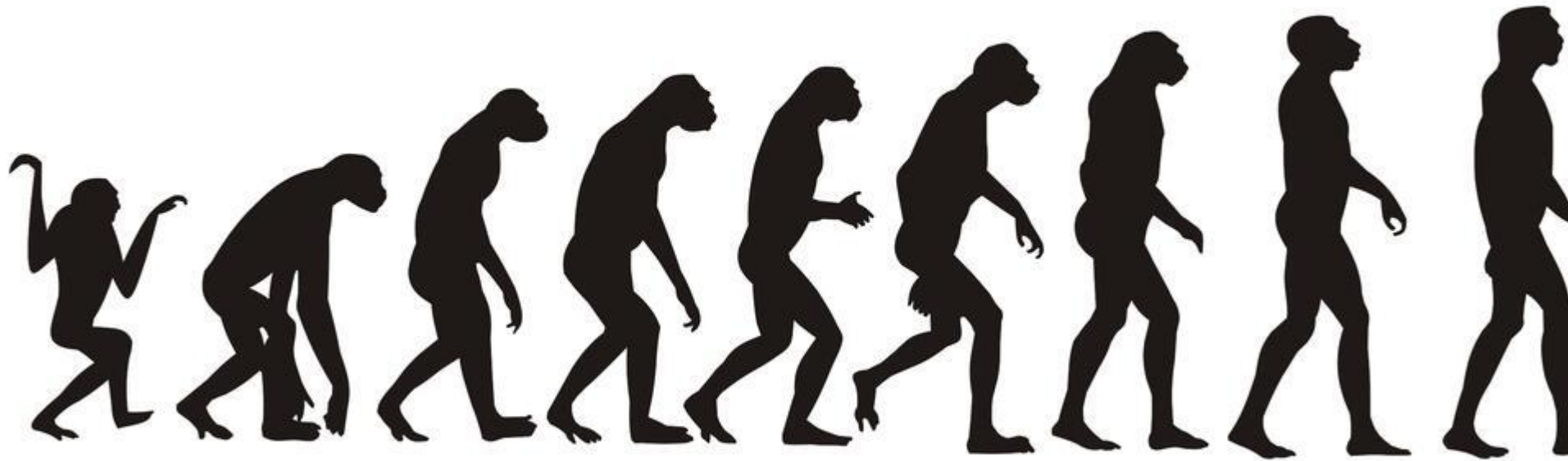
Miocene



Pliocene

Pleistocene

Holocene



TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN DE LAS ESPECIES (DARWIN, 1859)

- Plantea que las condiciones del medio ambiente favoreceren la supervivencia y por tanto la reproducción de los organismos más aptos (**Selección natural**). Las características de los organismos más aptos tendrán más presencia en la población con el paso del tiempo y serán recombinadas con otras características mediante el cruzamiento sexual para generar descendientes superiores.

ALGORITMOS EVOLUTIVOS

■ Los algoritmos evolutivos se basan en la teoría de la evolución de las especies de Darwin y buscan encontrar soluciones a problemas mediante operadores que emulan procesos evolutivos. Estos algoritmos pertenecen a los algoritmos bioinspirados

- Algoritmos Genéticos
- Programación Genética
- Estrategias genéticas
- Evolución Diferencial





El vuelo del estornino es aún un enigma de la naturaleza

EL PAÍS

EL PAÍS

EL VUELO DE LOS ESTORNINOS

Protección contra Depredadores: El vuelo en bandada proporciona una forma efectiva de protección contra los depredadores.

Eficiencia en la Búsqueda de Alimentos: Las bandadas de estorninos pueden buscar alimentos de manera más eficiente al compartir información sobre la ubicación de recursos alimenticios.

Comunicación Social: Las exhibiciones de vuelo pueden transmitir información sobre la cohesión del grupo, la ubicación de posibles sitios de anidación y la presencia de depredadores.

Fortalecimiento de Vínculos Sociales: La coordinación en el vuelo puede mejorar la cohesión del grupo y favorecer la reproducción y la supervivencia de las aves.

¿QUÉ HACE UN ESTORNINO SOLO?





Hypnotic Video of Eel Catfish Walking in Unison Across the
Ocean Floor (waterfall movement)



INTELIGENCIA COLECTIVA

- La inteligencia colectiva se refiere a la capacidad de un grupo de individuos para resolver problemas, tomar decisiones o realizar tareas de manera conjunta de manera más efectiva que cualquier miembro individual del grupo. La base de la inteligencia colectiva es la forma de comunicación entre los individuos.

ALGORITMOS BASADOS EN INTELIGENCIA COLECTIVA

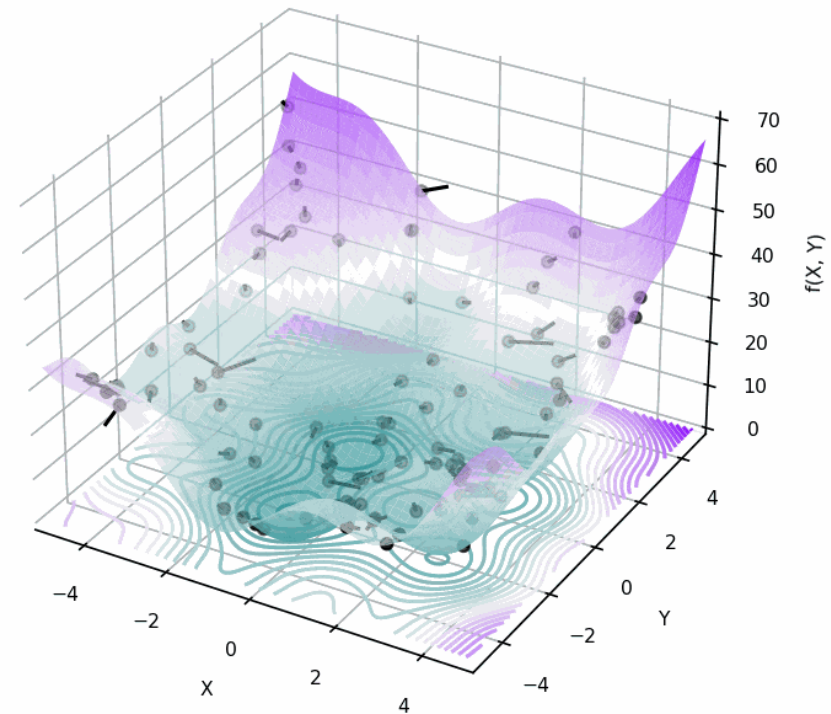
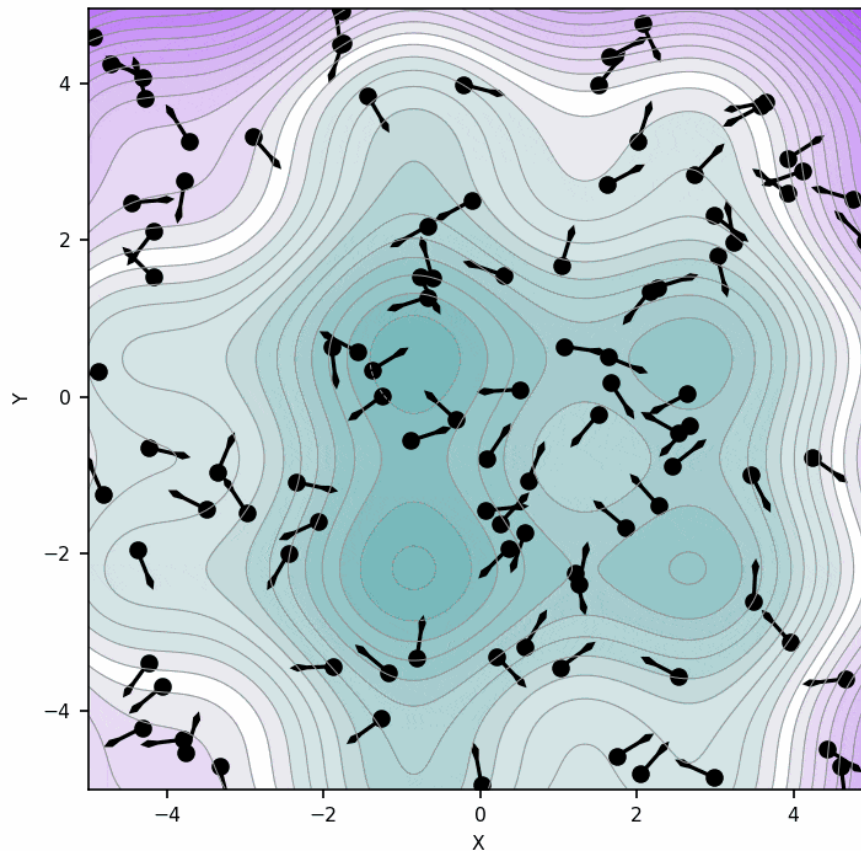
■ Los algoritmos de inteligencia colectiva son técnicas computacionales que se inspiran en los principios de la inteligencia colectiva observada en sistemas naturales, como enjambres de animales, colonias de insectos o grupos de individuos en la sociedad. Estos algoritmos buscan aprovechar la colaboración y la interacción entre múltiples agentes para resolver problemas. Estos algoritmos son un subgrupo de los algoritmos bioinspirados

- Algoritmo de enjambre de partículas
- Colonia de hormigas
- Colonia de abejas
- Alimentación bacterial

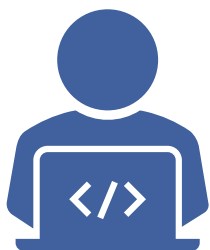


ALGORITMOS BIOINSPIRADOS RESOLVIÉNDONOS LA VIDA

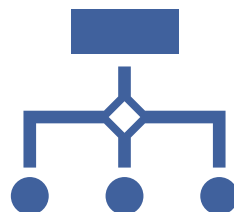
[1/100] $w:0.800$ - $c_1:2.000$ - $c_2:2.000$



ANTECEDENTES DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE



Programación en algún lenguaje
(C, C++, Python, Java,
Matlab...)



Conocimiento y manejo de
estructuras básicas (escalares,
vectores, matrices o listas).



Conocimientos de matemáticas
(ecuaciones de dos, tres o más
variables, inecuaciones).

FORMA DE EVALUACIÓN

20 % Ejercicios (*Problemas, codificaciones, etc.*)*

20 % Prácticas (*Programación de algoritmos*)*

30 % Exámenes(2 exámenes)*

30 % Proyecto final**

- ***Individuales**
- ****En equipo**

NORMAS DE CONDUCTA

■ Asistencias

- Las **inasistencias injustificadas** a clases equivalen a **no aprovechar tu educación**, estamos en nivel licenciatura no existe la necesidad de justificar tus inasistencias, pero si hay una actividad o practica a evaluar en clase y no te encuentras no habrá otra fecha para recuperar la actividad. *Casos de fuerza mayor se deben tratar directamente con la mayor sinceridad.

■ Participaciones en clase

- Cada **participación fomenta tu aprendizaje** y el de tus compañeros.

- **Tareas, ejercicios que hayan sido copiados** no se consideraran en su totalidad y al que haya permitido que su trabajo fuera copiado se le penalizará en su calificación.

NORMAS DE CONDUCTA

- Por respeto a los compañeros y al profesor los teléfonos celulares deben permanecer con las notificaciones desactivadas. No se debe usar el teléfono durante la clase, en caso necesario puede salir del salón para su uso.
- Por respeto a los compañeros y al profesor no se debe comer dentro del salón de clases, en caso necesario salir del salón.
- No se deben usar audífonos durante la clase
- En los exámenes está prohibido usar el teléfono como calculadora. Deben traer calculadora.

LA OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

Qué valores de x entre -1 y 5 darán el valor mínimo de $f(x)$

$$f(x) = x^4 - 8x^3 + 18x^2 - 8x + 1$$

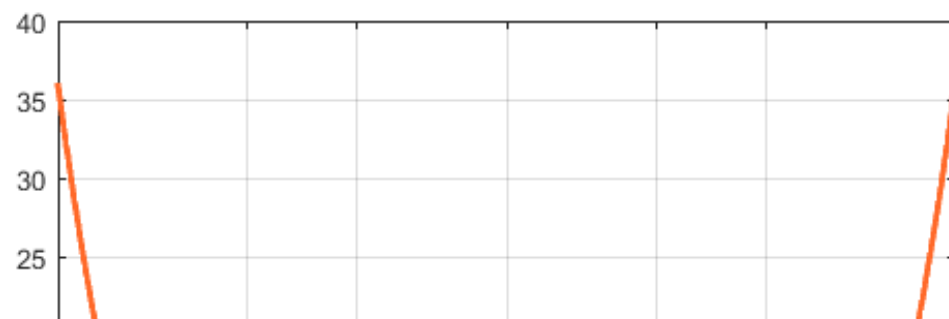
$$f=@(x)x.^4-8*x.^3+18*x.^2-8*x+1$$

Nombre	x	$f(x)$

LA OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

Qué valores de x entre -1 y 5 darán el valor mínimo de $f(x)$

$$f(x)=x^4-8x^3+18x^2-8x+1$$



Nombre	x	$f(x)$

LA OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

Buscar el valor mínimo de la función $f(x)=x^4-8x^3+18x^2-8x+1$ sujeto a valores de x entre -1 y 5 se conoce como minimizar la función $f(x)$, y se escribe:

$$\begin{array}{ll}\min & f(x)=x^4-8x^3+18x^2-8x+1 \\ \text{s. a} & x \in [-1, 5]\end{array}$$

El problema descrito se conoce como problema de optimización matemática. Los algoritmos enfocados en resolver este tipo de problemas se conocen como problemas de optimización.

LA OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

La **optimización matemática** se refiere al proceso de encontrar la mejor solución posible (**punto óptimo**) para un problema bajo ciertas **restricciones**. En términos generales, implica maximizar o minimizar una función, llamada **función objetivo**, ajustando las **variables de decisión** del problema.

$$\begin{array}{ll} \min \text{ o } \max & f(x) \\ \text{s. a} & x \in [x_{\min}, x_{\max}] \end{array}$$

LA OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

La **optimización matemática** se refiere al proceso de encontrar la mejor solución posible para un problema bajo ciertas **restricciones**. En términos generales, implica maximizar o minimizar una función, llamada **función objetivo**, ajustando las **variables de decisión** del problema.

$$\min \quad f(x) = x^4 - 8x^3 + 18x^2 - 8x + 1 \quad \longrightarrow \quad \text{Función objetivo}$$

$$\text{s. a } x \in [-1, 5] \quad \longrightarrow \quad \text{Restricción de dominio}$$

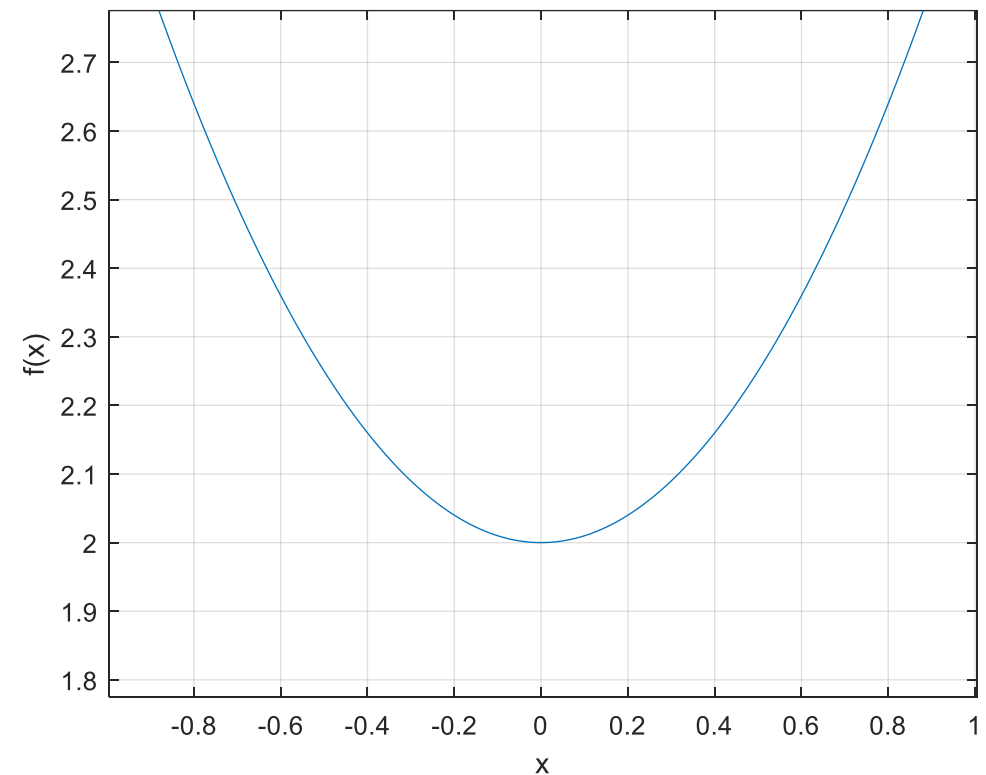
Variable de decisión

LA OPTIMIZACIÓN MATEMÁTICA

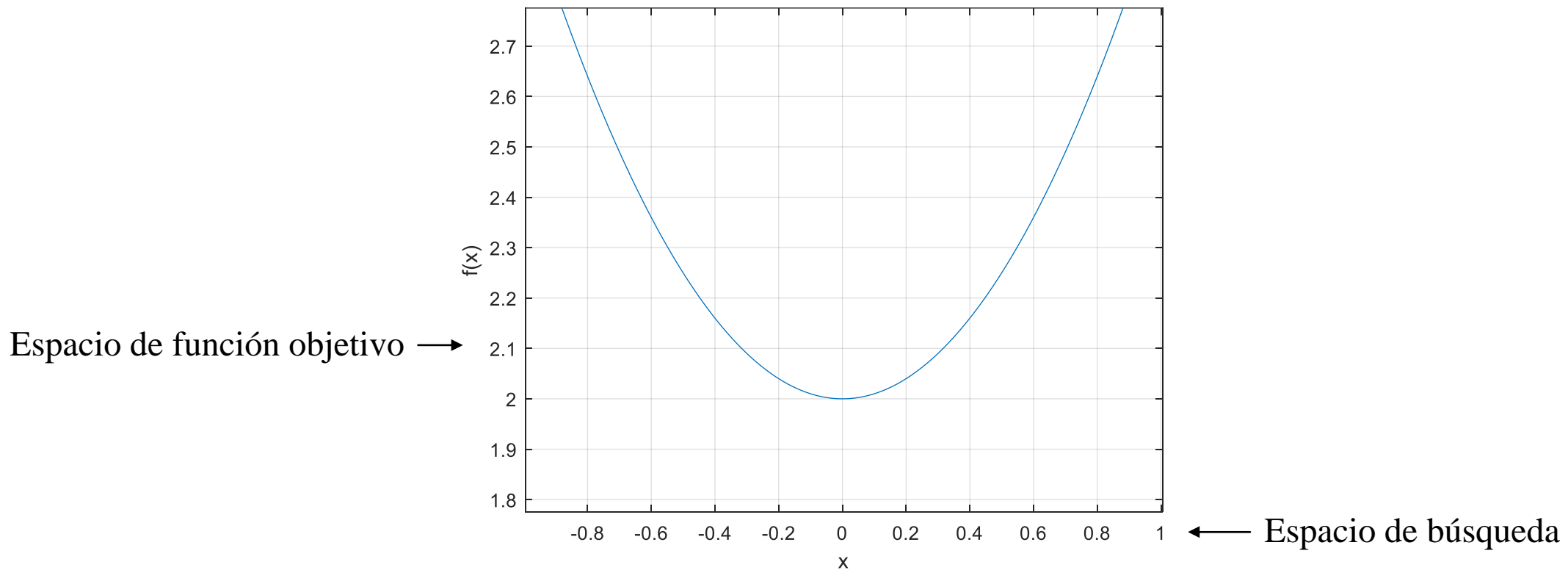
La solución de un problema de optimización es:

1. Valor variable de decisión x
2. Valor de la función objetivo $f(x)$

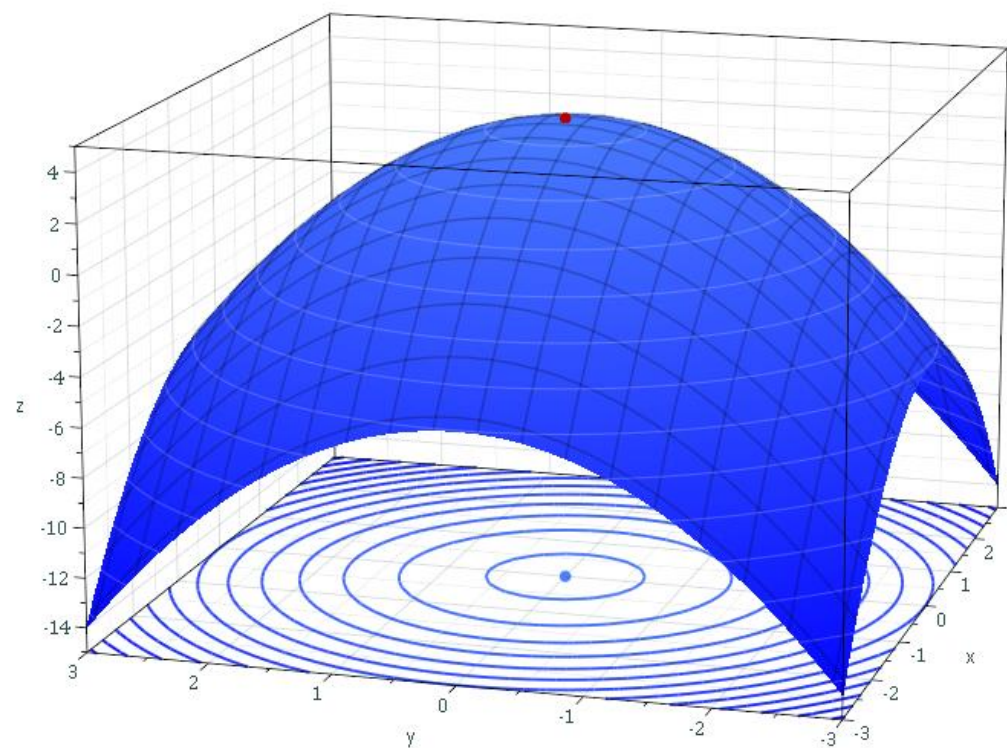
Se puede presentar de la siguiente manera $[x; f(x)]$



ESPACIO DE BÚSQUEDA Y ESPACIO DE FUNCIÓN OBJETIVO



FUNCIONES DE DOS VARIABLES



PUNTOS ÓPTIMOS LOCALES Y GLOBALES

Máximo Local:

- **Definición:** Un punto donde la función alcanza el valor más grande en una vecindad específica, pero no necesariamente en todo el dominio.
- **Característica:** Puede haber múltiples máximos locales en diferentes regiones de la función.

Máximo Global:

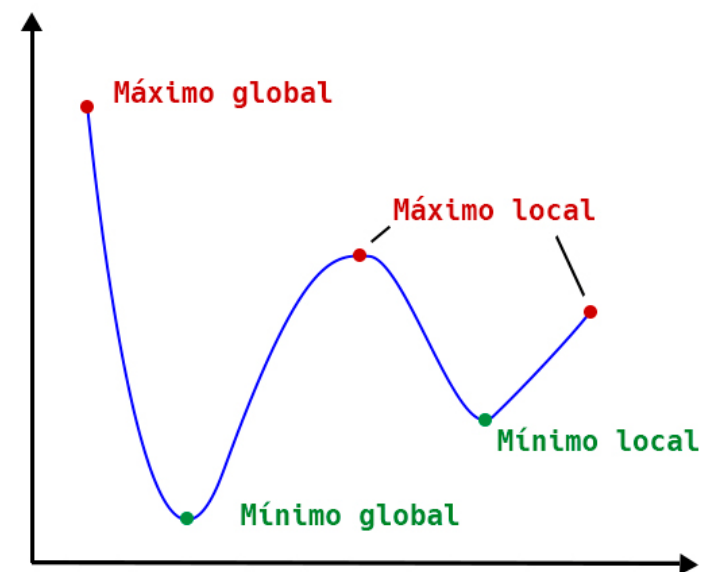
- **Definición:** Un punto donde la función alcanza el valor más grande en todo su dominio.
- **Característica:** Es el punto más alto de toda la función.

Mínimo Global:

- **Definición:** Un punto donde la función alcanza el valor más pequeño en todo su dominio.
- **Característica:** Es el punto más bajo de toda la función.

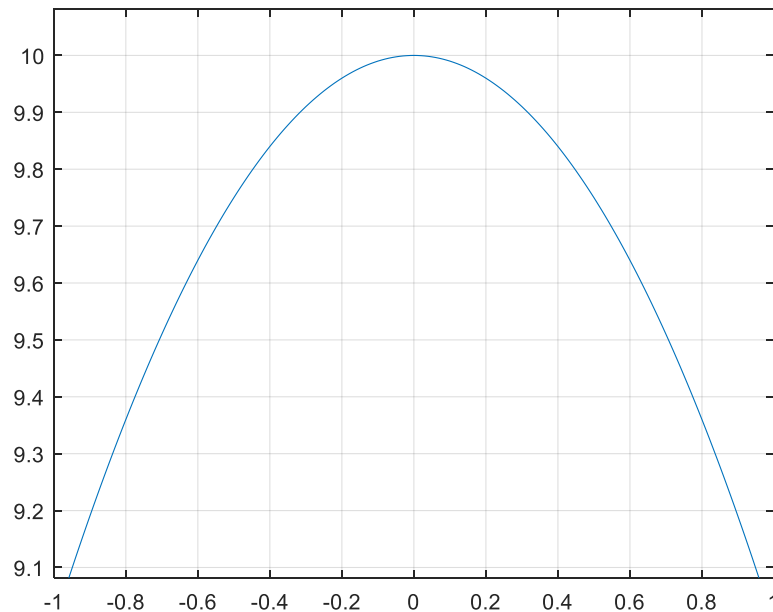
Mínimo Local:

- **Definición:** Un punto donde la función alcanza el valor más pequeño en una vecindad específica, pero no necesariamente en todo el dominio.
- **Característica:** Puede haber múltiples mínimos locales en diferentes regiones de la función.



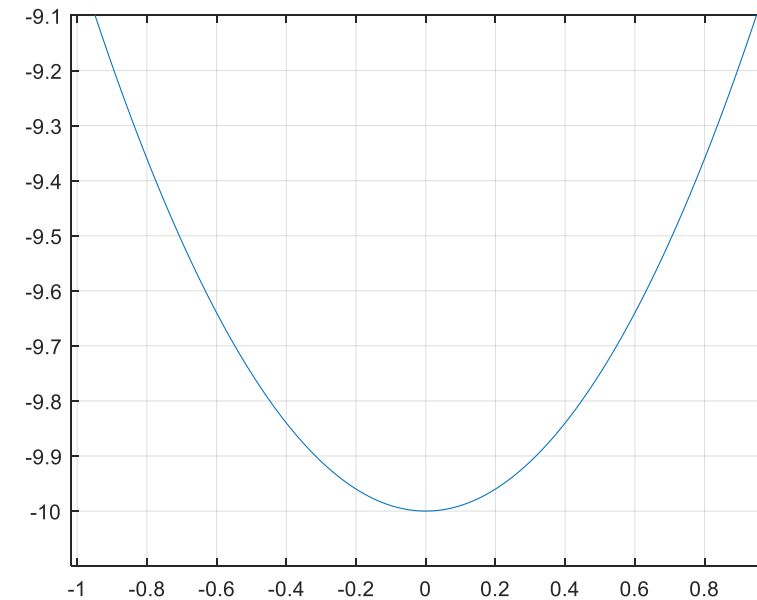
EL CASO MAXIMIZAR

$$\begin{aligned} \max \quad & f(x) = -x^2 + 10 \\ \text{s.a} \quad & x \in [-1, 1] \end{aligned}$$



Es igual a:

$$\begin{aligned} \min \quad & g(x) = -f(x) = x^2 - 10 \\ \text{s.a} \quad & x \in [-1, 1] \end{aligned}$$



$$[x; g(x)] = [0; -10] \text{ por tanto } [x; f(x)] = [0; 10]$$



Poner ejemplos de optimizacion los de mixtas