



SWARM-BASED ALGORITHMS

Introducción

SWARM

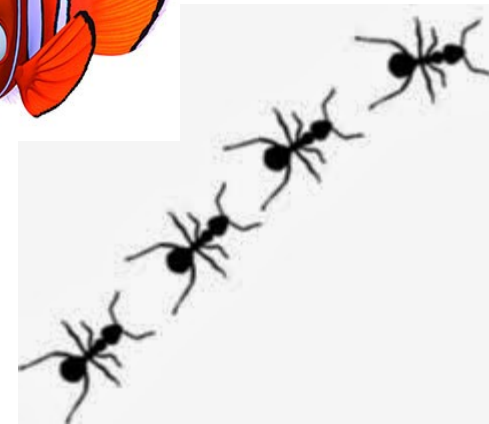
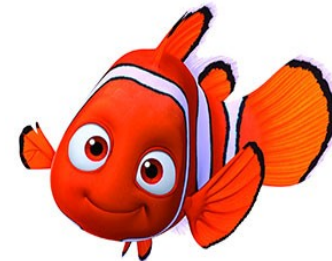
Swarm-based algorithms

Los **algoritmos basados en enjambres** intentan resolver problemas complejos imitando el comportamiento de grupos de individuos presentes en la naturaleza que muestran cierta inteligencia al afrontar ciertos problemas.

Aunque cada individuo realiza operaciones muy sencillas, el grupo puede realizar operaciones complejas.

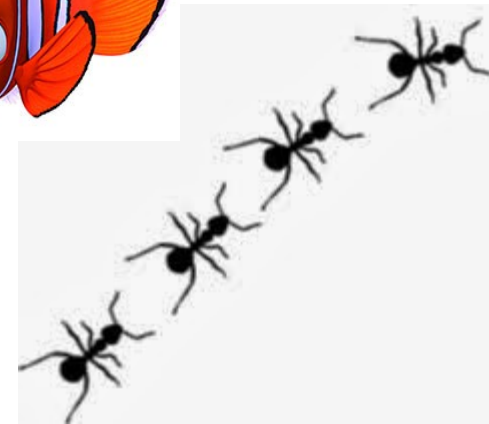
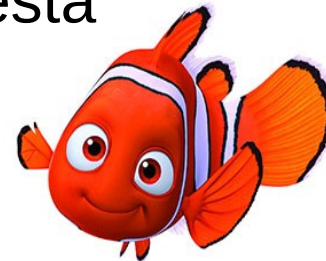
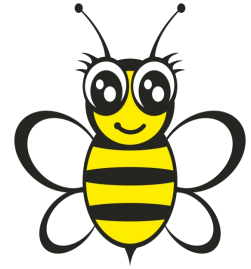
Swarm-based algorithms

- * Hormigas artificiales (1992)
- * PSO (1995)
- * Bacterias (2002)
- * Ranas (2003)
- * Peces (2004)
- * Abejas (2005)
- * Luciérnagas (2009)
- * Cucos (2009)
- * Murciélagos (2010)
- * ...



Swarm-based algorithms

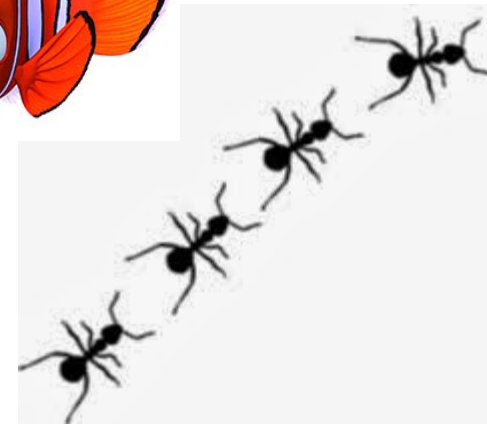
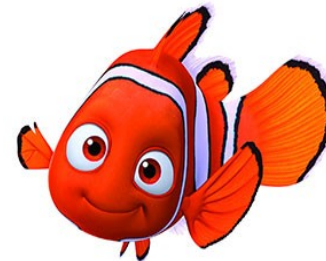
- Resuelven un problema utilizando una **población** o **enjambre** de **individuos** que *colaboran* en la búsqueda de la solución del problema.
- Cada individuo representa una posible solución del problema o está asociado a la misma.
- El enjambre determina la mejor solución para el problema.





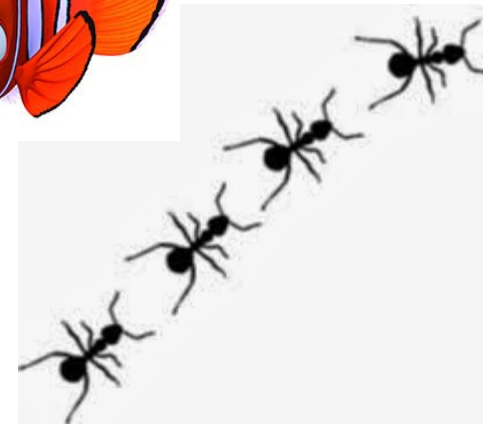
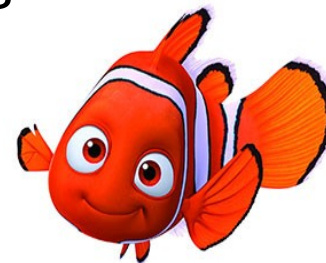
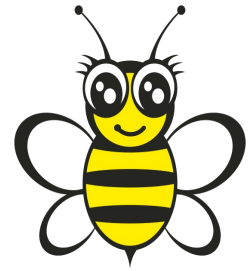
Swarm-based algorithms

- Cada individuo tiene asociados unos comportamientos básicos.
- operaciones muy sencillas.
- número muy limitado de éstas.
- iguales para todos los individuos (en general).
- le permiten buscar mejores soluciones al problema.



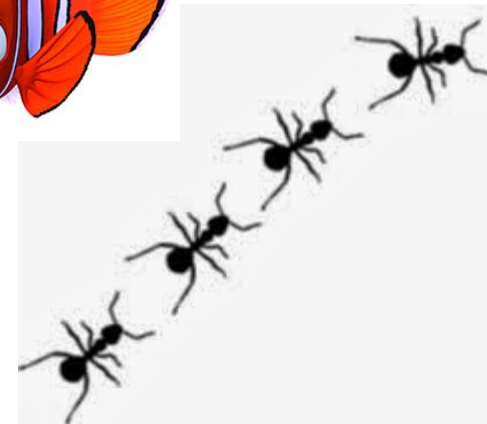
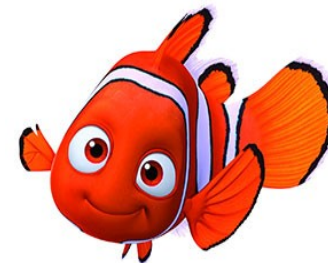
Swarm-based algorithms

- Aunque cada individuo sólo realiza tareas sencillas, la combinación de todos ellos permite al enjambre resolver problemas complejos.
- los individuos comparten información con otros individuos y también con el entorno.
- la interacción se puede limitar a un subconjunto de individuos (rapidez).



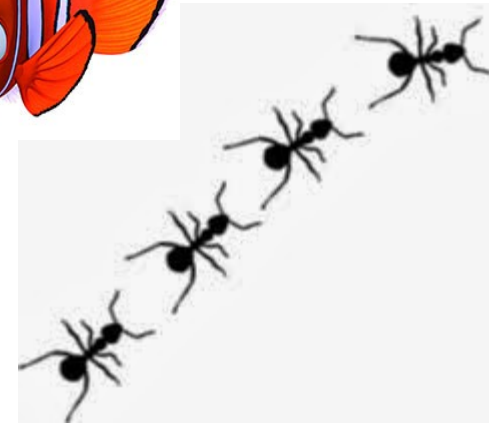
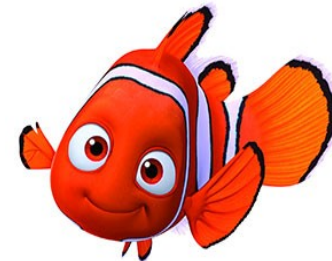
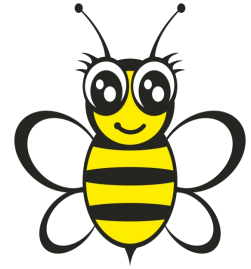
Swarm-based algorithms

- No existe un control central.
- el sistema puede encontrar una solución al problema aunque falle alguno de los individuos.



Swarm-based algorithms

Muchos de estos métodos se diseñaron inicialmente para resolver un **problema de optimización**.

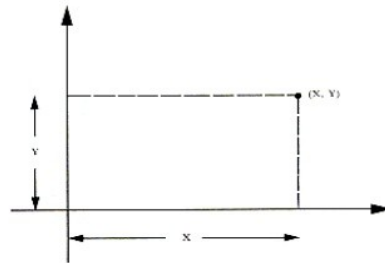


EL PROBLEMA A RESOLVER

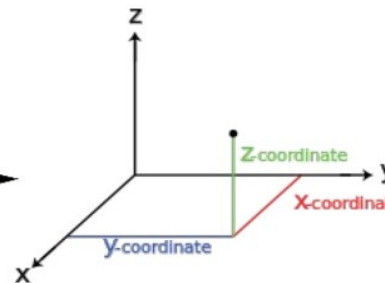
PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN:

- Se define en un **espacio** r -dimensional.
- Tiene una **función objetivo** asociada: $f(x)$ que se debe o maximizar o minimizar.
 x es un vector con r componentes

$$x = (x_1, \dots, x_r)$$



ESPACIO BIDIMENSIONAL



ESPACIO TRIDIMENSIONAL

- Su solución es un vector $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ir})$, que maximiza o minimiza la función objetivo.

Solución factible: cualquier posible solución al problema.

Solución óptima: la mejor de las soluciones factibles.

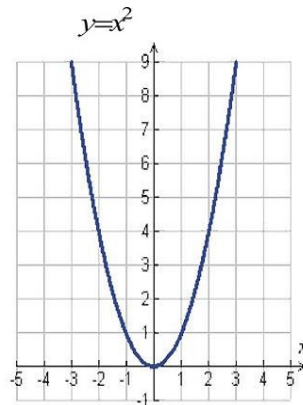
{ problema de maximización → el valor de x que genera el mayor valor de la función objetivo.
problema de minimización → el valor de x que genera el menor valor de la función objetivo.

Óptimo global vs óptimo local:

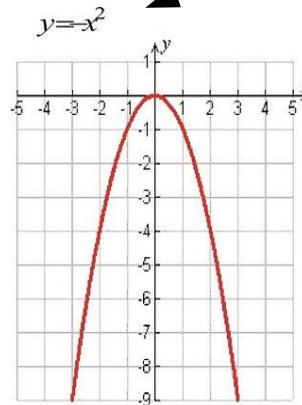
- **local** → la mejor solución del problema, considerando sólo una zona limitada del espacio de solución. Puede haber múltiples óptimos locales.
- **global** → la mejor solución del problema, considerando todo el espacio de solución. En general, sólo hay un óptimo global.

Función con un solo máximo/mínimo:

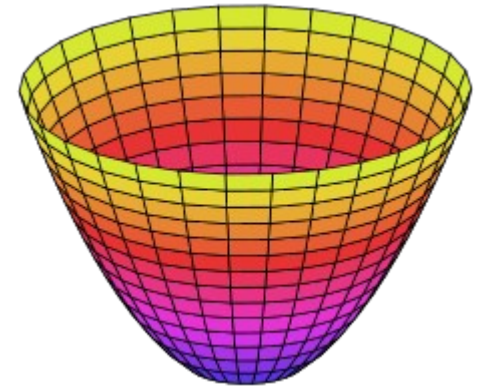
$$y = f(x) = x^2 \quad y = f(x) = -x^2$$



Mínimo



Máximo



Mínimo

Función esfera:

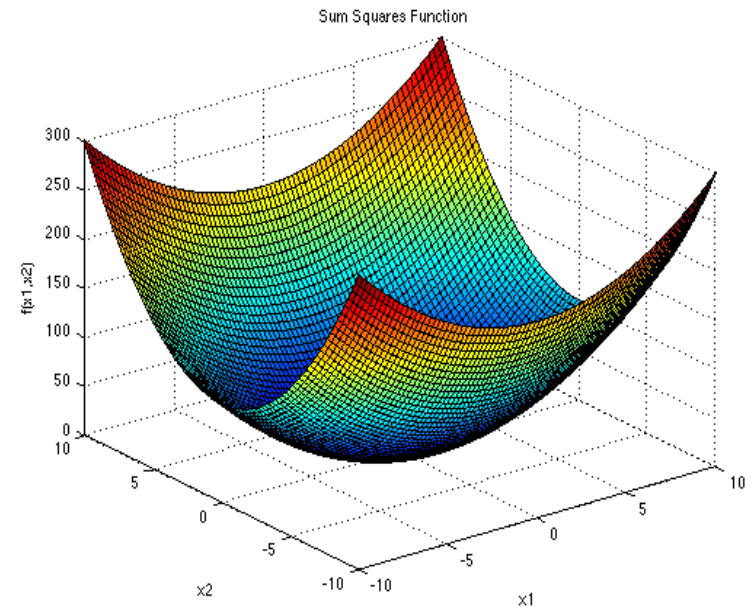
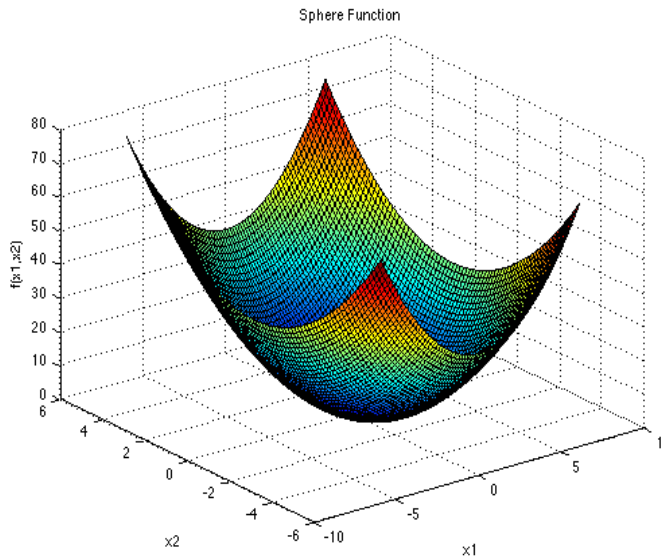
$$f(x) = \sum_{i=1}^r x_i^2$$

Función suma de cuadrados:

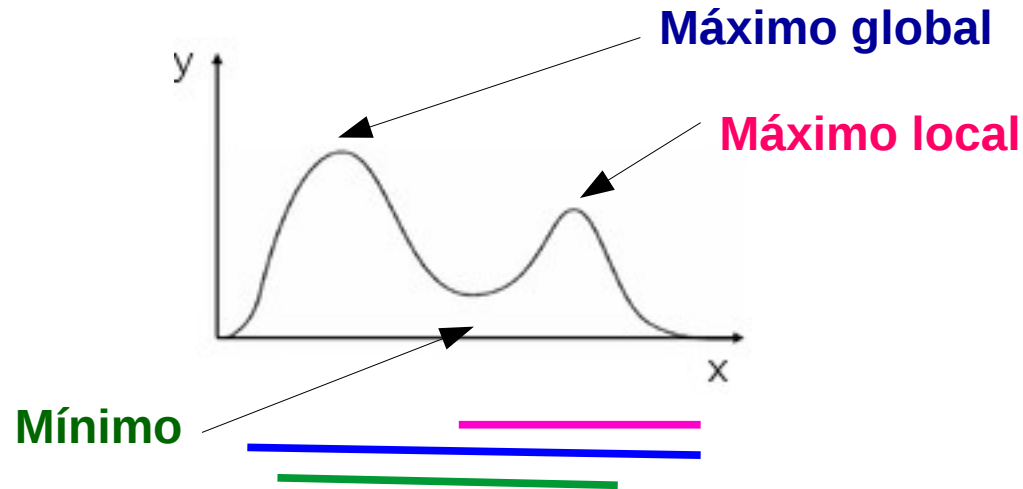
$$f(x) = \sum_{i=1}^r i x_i^2$$

Gráficos para 2 dimensiones:

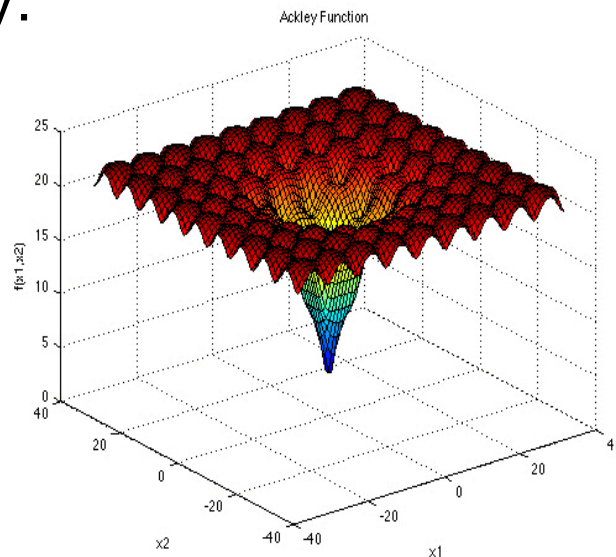
$$x = (x_1, x_2)$$



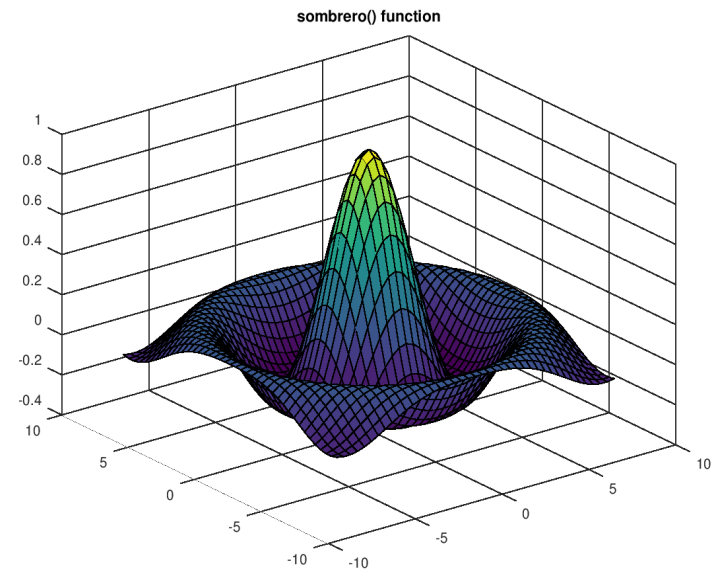
Función con varios máximos/mínimos:



Ackley:

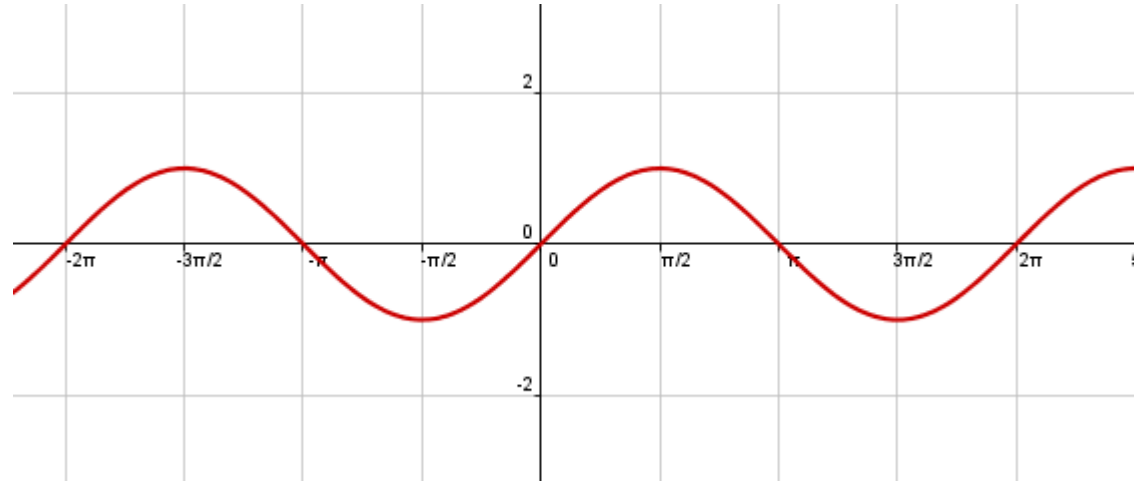


Sombrero mejicano:



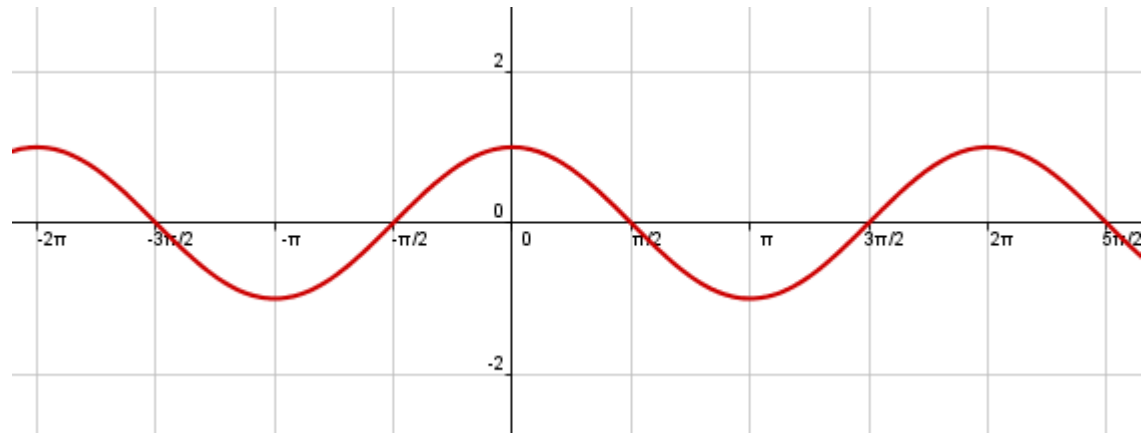
Función seno:

$$y = \sin(x)$$



Función coseno:

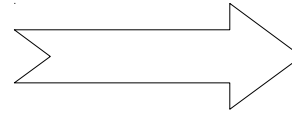
$$y = \cos(x)$$



Problemas más complejos: Reducir una imagen de 16 millones de colores posibles a sólo 256 colores.

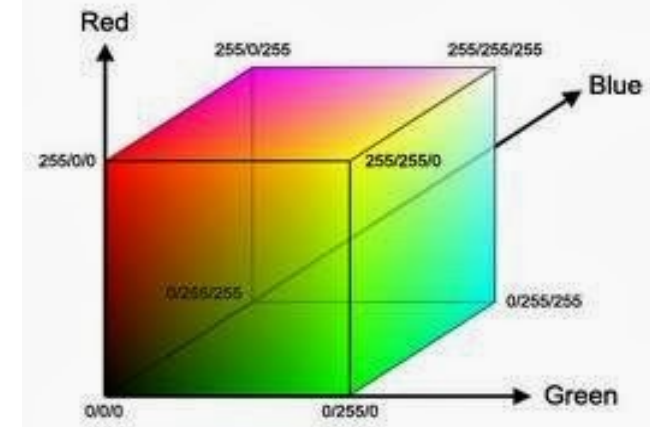


512x512



$$X = \{c_1, c_2, \dots, c_{256}\}$$

$$c_i = (R_i, G_i, B_i), \quad i=0, \dots, 255$$



Función
objetivo:

$$MSE = \frac{1}{ab} \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \|p_{ij} - p'_{ij}\|$$

MECANISMO DE SOLUCIÓN

Combinación de exploración y explotación.

- **explotación** de la información ya conocida, relacionada con las soluciones ya analizadas.
- **exploración** de nuevas soluciones.

MECANISMO DE SOLUCIÓN

Búsqueda local y búsqueda global.

- **local** → analizar nuevas soluciones próximas a una dada.
- **global** → analizar nuevas soluciones alejadas de una dada.