

Algoritmos de optimización bioinspirados

Introducción a las metaheurísticas

Inteligencia Artificial
INFO257

Profesor: Jorge Maturana
jorge.maturana@inf.uach.cl

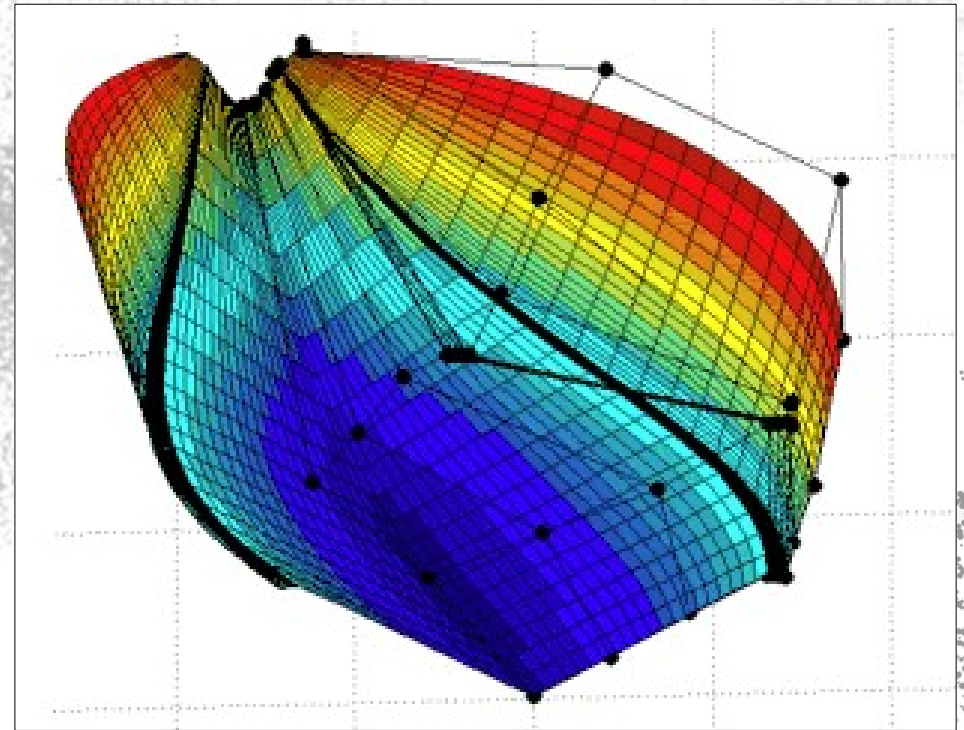
Introducción

- La Ingeniería está asociada al diseño de artefactos eficientes
- La eficiencia de estos artefactos depende de ***parámetros*** de diseño
 - Capacidad de carga
 - Grosor de vigas
 - Elección de materiales
 - etc.
- La correcta elección de estos parámetros, de acuerdo a un objetivo, es materia de la **optimización**

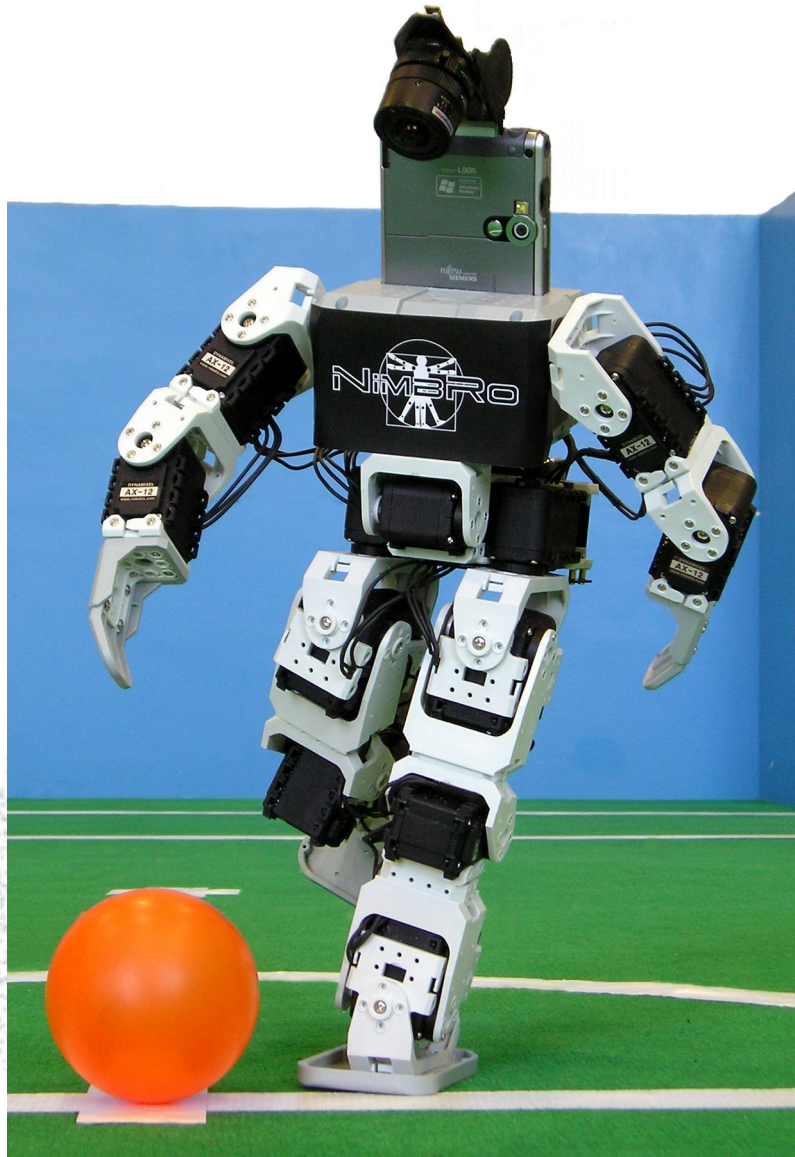
Ejemplo: Ingeniería Naval

Diseño naval

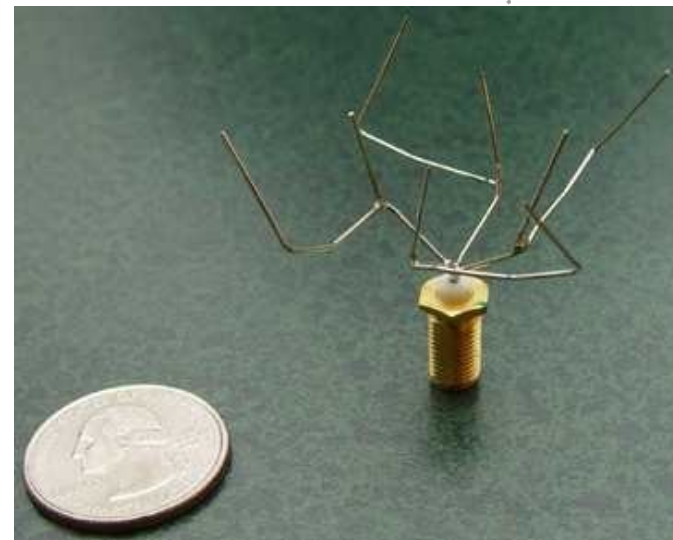
- Determinar parámetros que determinan forma del casco
- **Objetivo:** obtener buena estabilidad, maniobrabilidad, distribución de esfuerzos, velocidad, capacidad de carga, etc.



Ejemplo: Ing. Informática/Electrónica

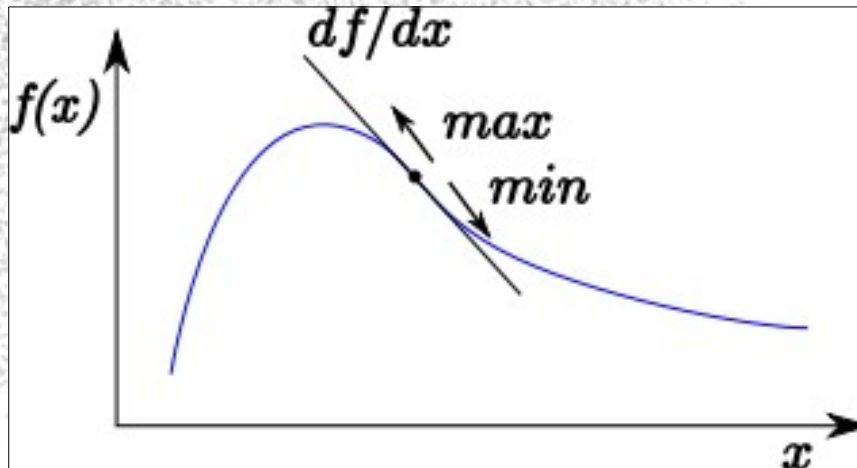


- Diseño de lógica
 - Circuitos
 - Programas
- Diseño de artefactos
 - Antenas



Métodos basados en el gradiente

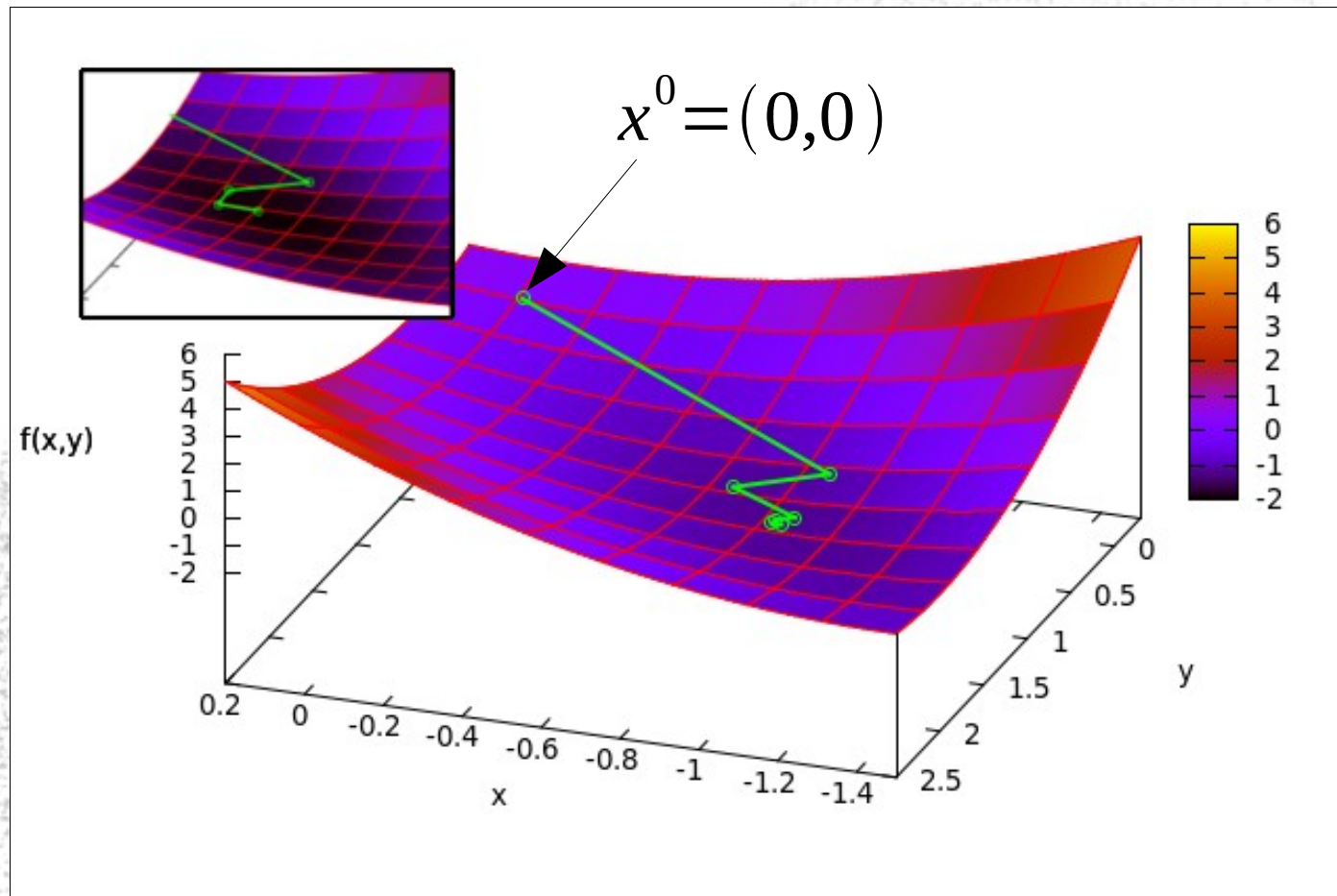
- **Idea:** encontrar la dirección de mayor cambio (*max/min*) y avanzar en ese sentido
- A partir de un punto cualquiera, iterar hasta que se obtenga una *buena* solución
- En 1 dimensión:



(cuasi)óptima

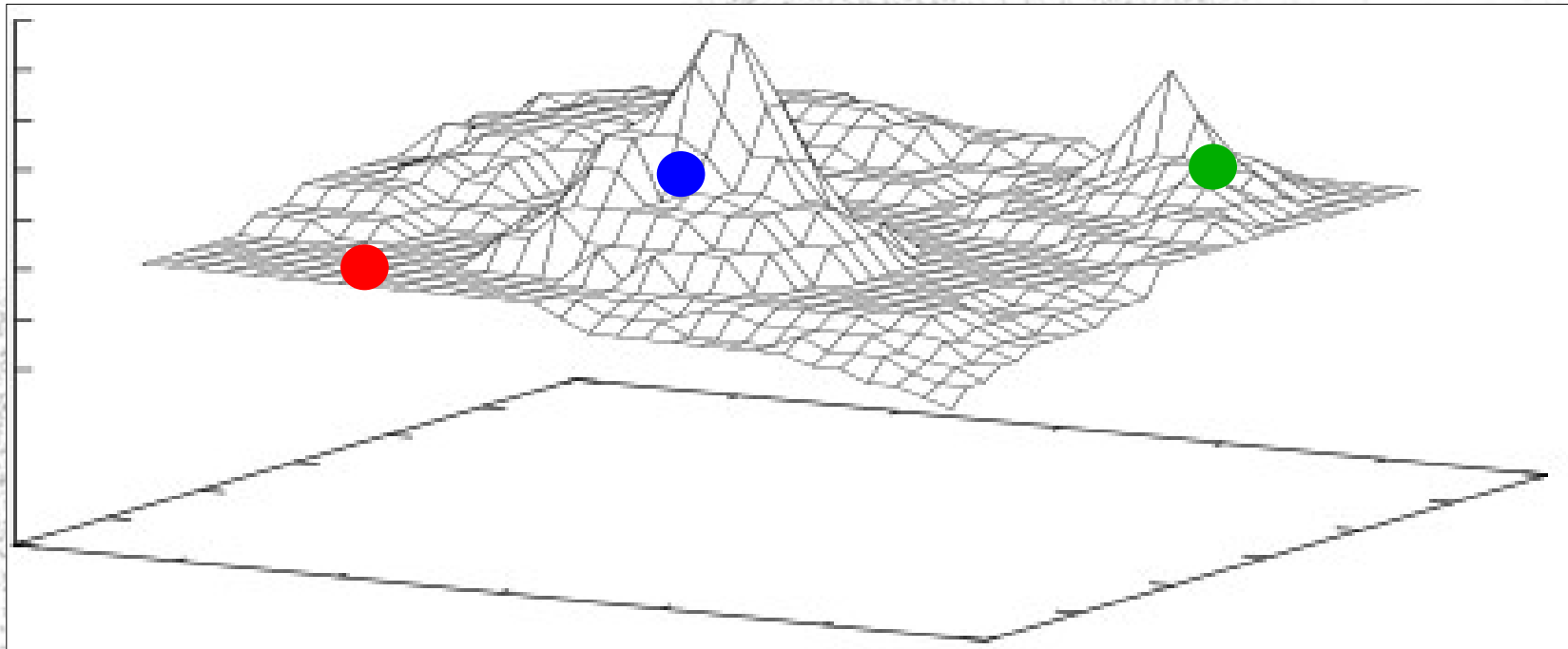
Ejemplo: Método de Cauchy

$$\min f(x, y) = x - y + 2x^2 + 2xy + y^2$$



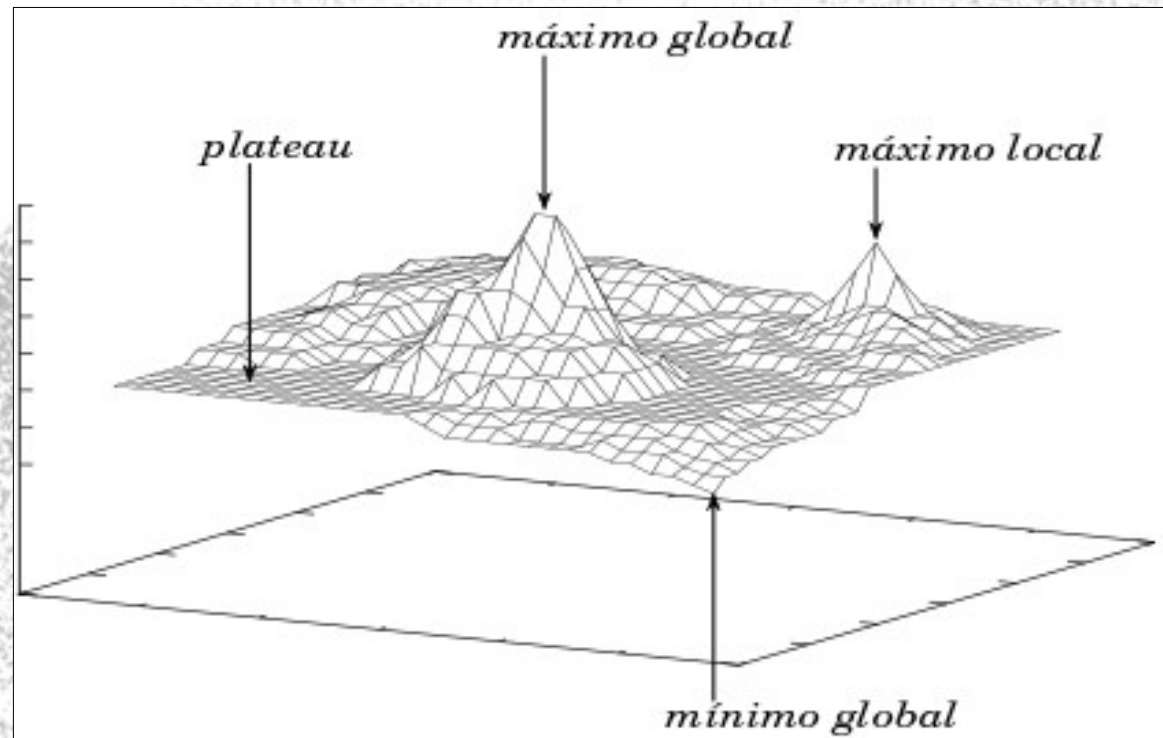
Limitaciones de Métodos de gradiente

- Qué sucede si se aplica un método basado en gradiente a los puntos de la figura?



Optimización local y global

- **Espacio de búsqueda:**
conjunto de posibles soluciones (dominio de la función objetivo)
- **Vecindad** (de un punto):
conjunto de puntos “cercaños” a él en el espacio de búsqueda, definidos por un operador
- **Local vs. Global**



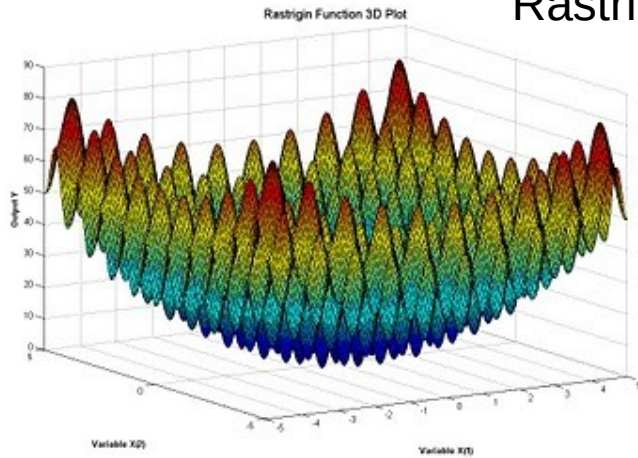
Límites para métodos tradicionales

- Aparte de la localidad, normalmente se requiere que exista una función **continua y diferenciable**
- Qué sucede si la función no es continua, no es diferenciable, es desconocida o simplemente no existe?

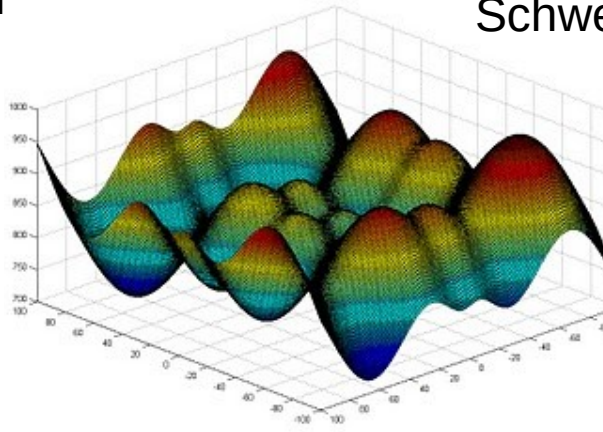


Multimodalidad

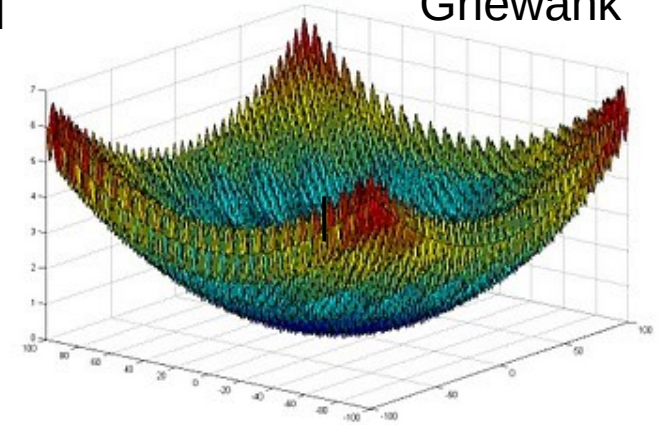
Rastrigin



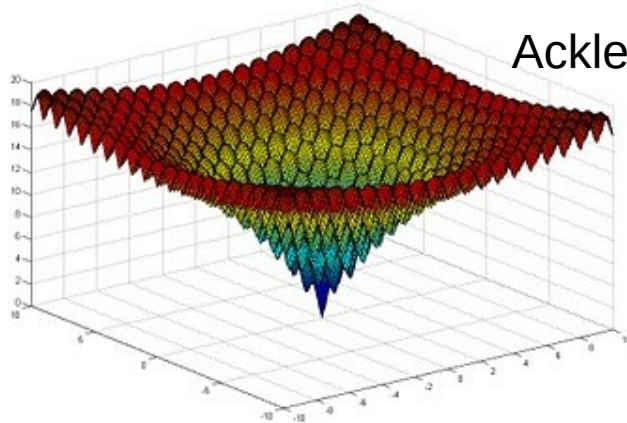
Schwefel



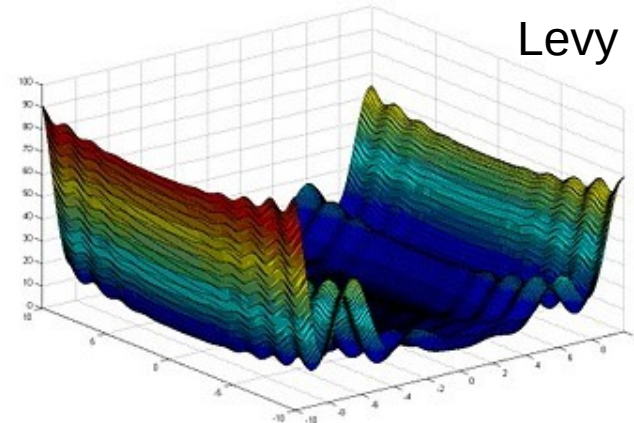
Griewank



Ackley

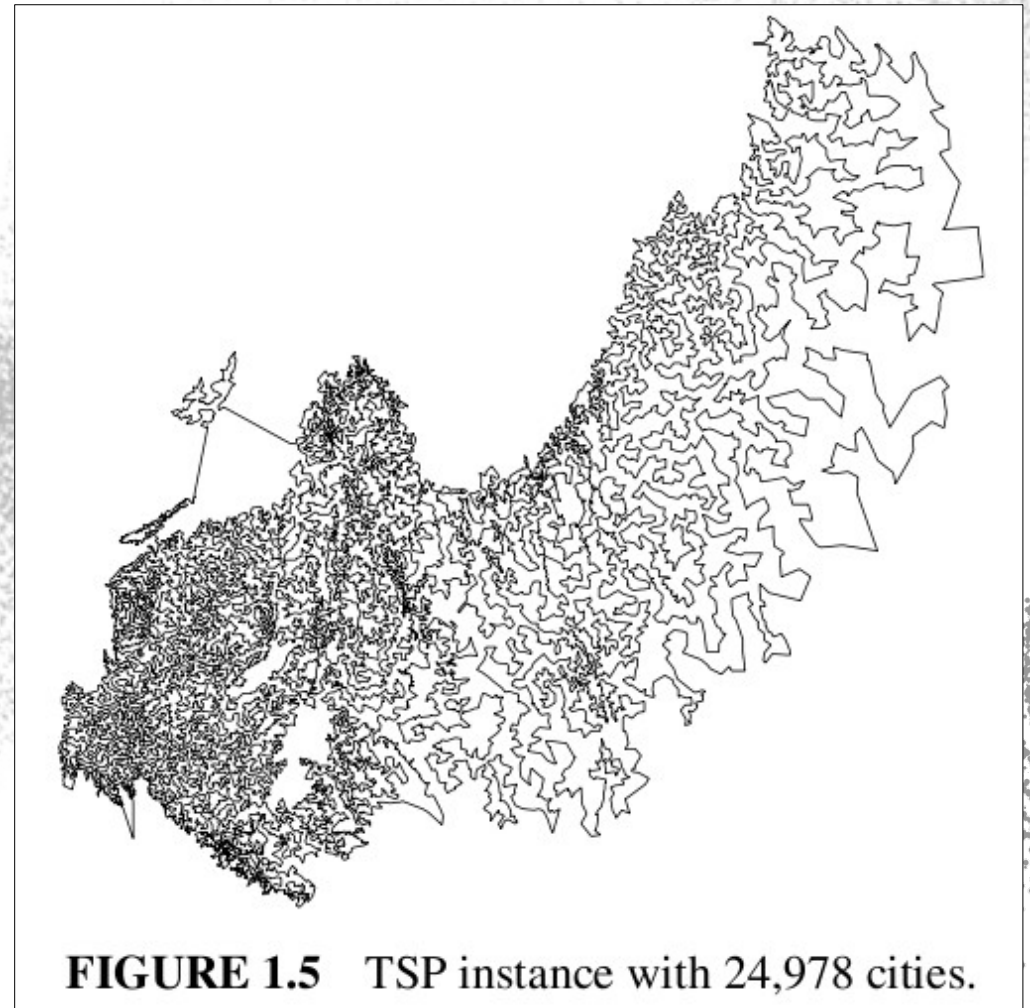


Levy



Ejemplo: Travelling Salesman Problem

Sean N ciudades de un territorio. El objetivo es encontrar una **ruta** que, comenzando y terminando en una ciudad concreta, pase **una sola vez por cada una** de las ciudades y minimice la distancia recorrida por el viajante.



Tiempo en supercomputador



Ciudades	Itinerarios	PC	Jaguar XT5
18	6.4E+15	24.7 días	32 s
19	1.2E+17	1.4 años	10.1 min
20	2.4E+18	25.7 años	3.4 horas
21	5.1E+19	540 años	3 días
22	1.1E+21	11.880 años	65 días
23	2.5E+22	273 mil años	4.1 años
24	6.2E+23	6.5 millones años	98.4 años

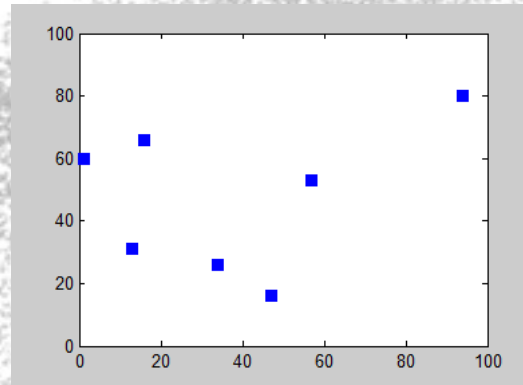
Maldición de la dimensionalidad

- Si el problema se **escala**, los recursos serán insuficientes
- Propio de sistemas complejos
 - Compuesto de muchos elementos
 - Ej: Problemas combinatorios



Heurísticas

- Son métodos computacionales utilizados en optimización
- Se basan en una idea “razonable” que la mayor parte de las veces arroja buenos resultados
- **Ejemplo 1: TSP**
 - **Hurística:** Nearest neighbor: Próxima ciudad es la más cercana a la última visitada.

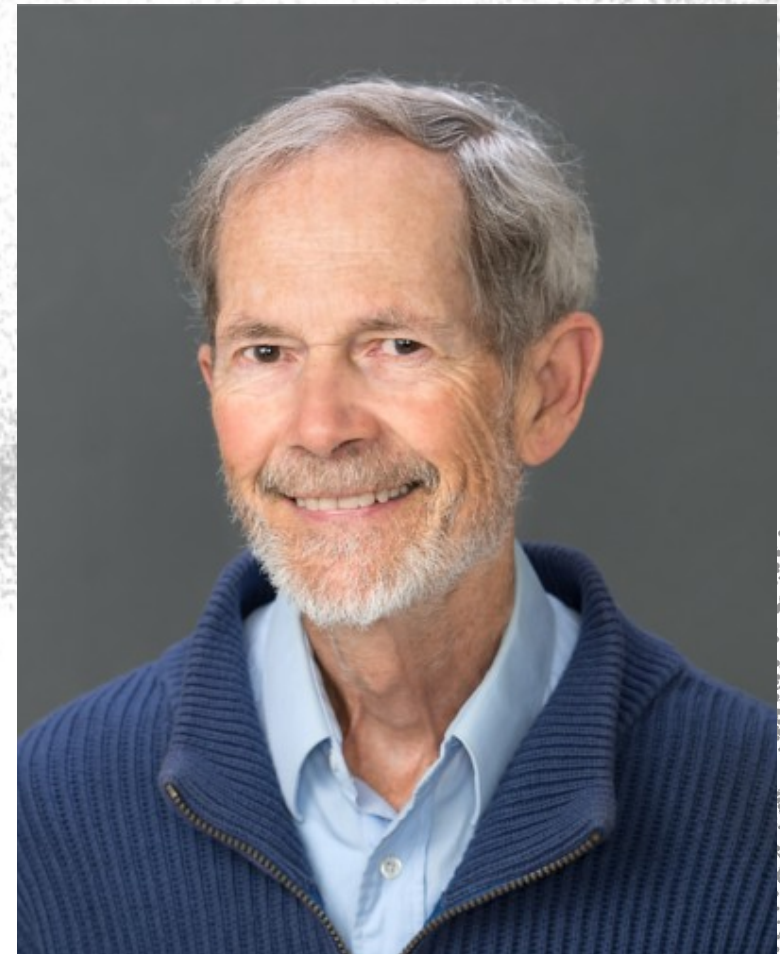


https://optimization.mccormick.northwestern.edu/index.php/Heuristic_algorithms

- **Ejemplo 2: Problema de la mochila (knapsack)**
 - Existe un conjunto de objetos con distinto peso y valor
 - Se cuenta con una mochila con capacidad finita, menor a la suma de los pesos de los objetos
 - Problema: seleccionar los objetos a meter en la mochila, maximizando el valor
 - **Heurística:** seleccionar los objetos ordenados según su valor/peso

Metaheurísticas (MH)

- La heurísticas son formuladas para problemas específicos
- La MH son **heurísticas de alto nivel**, aplicables a diversos problemas
 - Término propuesto por Fred Glover en 1986
- Se desenvuelven bien en espacios de búsqueda grandes y complejos
- Exigen pocas condiciones de los espacios de búsqueda y pueden operar con poco conocimiento sobre los problemas
- No aseguran la convergencia hacia el óptimo global
- Muchas veces son estocásticas



Metaheurísticas

