

# Introducción a los Algoritmos Genéticos

Héctor Alejandro Montes

[hamontesv@uaemex.mx](mailto:hamontesv@uaemex.mx)

<http://scfi.uaemex.mx/hamontes>

# Problema

---

- Los principios de *Selección Natural* han sido fundamentales en la *evolución de la vida*
- Éstos mismo principios de evolución se pueden utilizar como un *modelo o paradigma* para encontrar soluciones a problemas

# Algoritmos Genéticos (AGs)

- Algoritmos de búsqueda basados en los mecanismos de *genética* y *selección natural*
- Combinan
  - Sobreviviencia del más apto (entre un conjunto de soluciones)
  - Intercambio de información estructurada y aleatoria
- Para formar un algoritmo de búsqueda que incluye algo de la habilidad humana

# Estructura general de un AG

## Procedimiento Algoritmo Genético

Inicio (1)

$t = 0;$

*inicializar*  $P(t);$

evaluar  $P(t);$

Mientras (no se cumpla la condición de parada) hacer

Inicio(2)

$t = t + 1$

*seleccionar*  $P(t)$  desde  $P(t-1)$

*recombinar*  $P(t)$

*mutación*  $P(t)$

evaluar  $P(t)$

Final(2)

Final(1)

# Ejecución de un AG

- En cada **generación**:
  - *Un nuevo* conjunto de soluciones *se crea* utilizando partes *de sus predecesores* más aptos
  - Ocasionalmente, *partes nuevas* también *se añaden* y se prueban
  - Los AGs *no son* simples *búsquedas al azar*
  - Explotan información histórica para especular en nuevas direcciones de búsqueda en busca de mejorar

# Objetivos de Investigación en AGs

---

- Explicar y abstraer los procesos adaptables de los *sistemas naturales*
- Diseñar sistemas artificiales de software que retenga los mecanismos que han sido útiles en los sistemas naturales.
  - Se busca imitar su *robustez*

# Sistemas Biológicos

---

- Características:
  - Se auto-reparan
  - Se auto-guían
  - Se reproducen
- Aunque son la regla en los sistemas biológicos, *rara vez existen* en la mayoría de los *sistemas artificiales* sofisticados

# Conclusión preliminar

---

- Donde sea que se requiera desempeño robusto, la naturaleza es la mejor
- Los secretos de adaptación y sobrevivencia se entienden mejor a través de un cuidadoso estudio de ejemplos biológicos



# Métodos de búsqueda “convencionales”

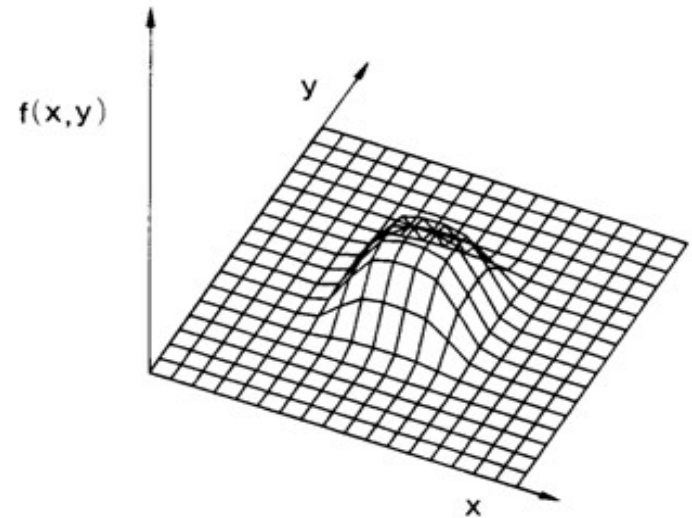
---

- ¿Son suficientemente robustos?
- Hay de tres tipos principales:
  - Basados en cálculo
  - Enumerativos o *exhaustivos* o *de fuerza bruta*
  - Aleatorizados

# Métodos basados en cálculo

- **Indirectos:** Buscan óptimos locales resolviendo el conjunto de ecuaciones usualmente no lineales que resultan de igualar el gradiente de la función objetivo a cero

Una función de un solo 'pico' es sencilla para los métodos basados en cálculo

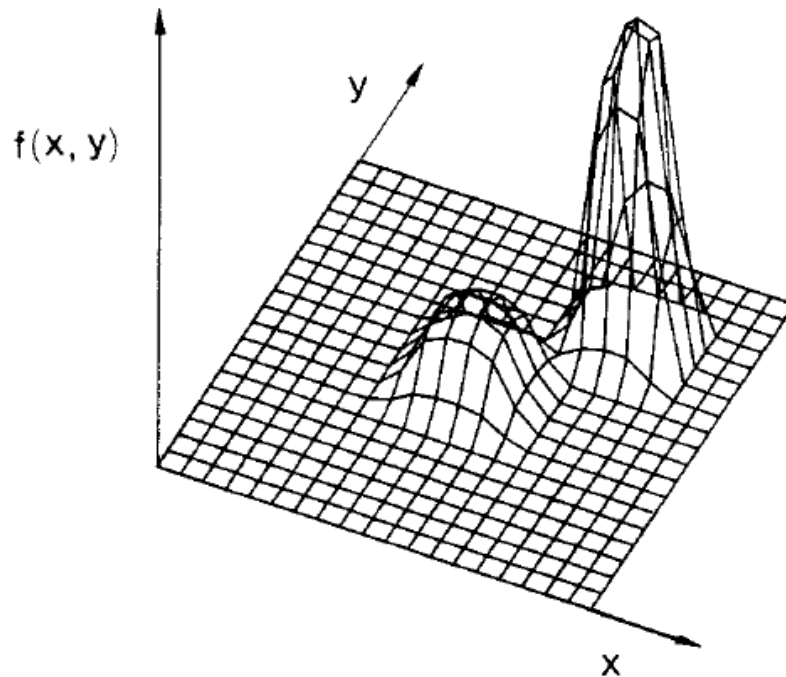


# Métodos basados en cálculo

- **Directos**: Buscan óptimos locales '**saltando**' sobre la curva de la función, moviéndose en dirección relativa al gradiente local
- **Ejemplo**: *Hill-climbing*. Para encontrar una solución mejor, escala la función en la dirección de mayor inclinación permisible
- Ambos métodos han sido mejorados, extendidos, seccionados, divididos y vueltos a dividir, pero les falta **robustez**

# Métodos basados en cálculo

- Funciones con más de un pico provocan un dilema: ¿Cuál pendiente escalamos?



# Métodos basados en cálculo

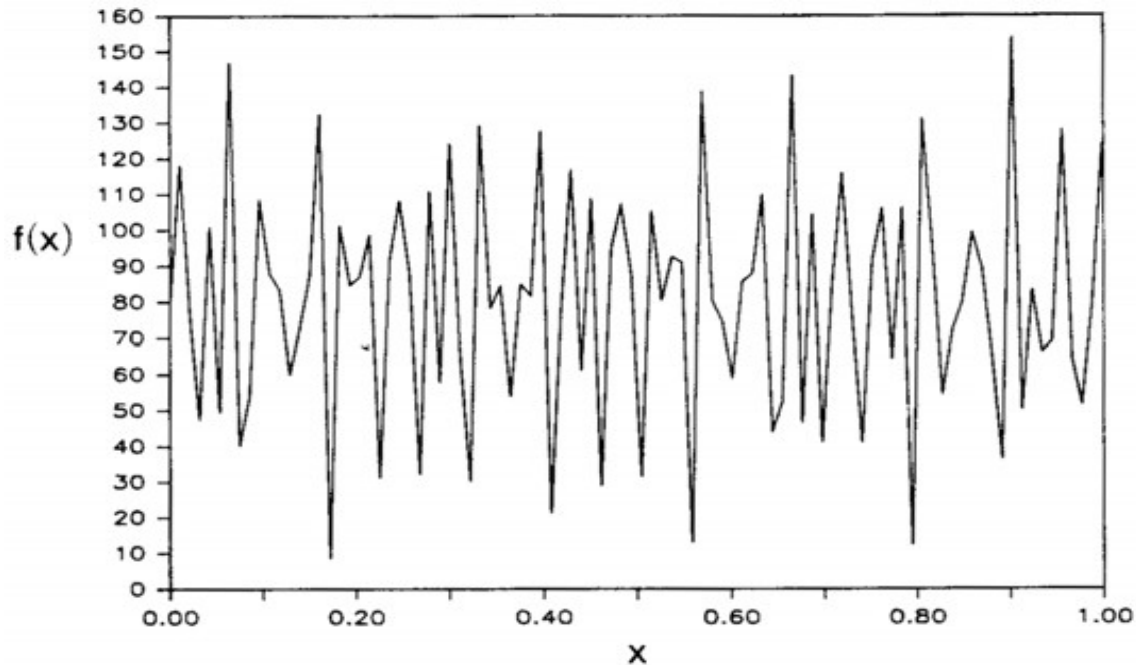
---

- Comenzar en la cercanía de la base de un pico (cero, por ejemplo), causará que perdamos el pico más alto (o viceversa).
- Una vez que alcancemos alguno de los extremos, otra mejora debe buscarse a través de un re-inicio aleatorio (o lo que se nos ocurra...)

# Problema adicional...

## ... y muy real

- Muchas funciones son ruidosas y discontinuas y, por tanto, inadecuadas para un búsqueda por métodos tradicionales



# Métodos enumerativos

---

- Dentro de un *espacio de búsqueda finito*, o de un *espacio de búsqueda infinito discretizado*, el algoritmo prueba **todos** los valores posibles, uno a la vez.
- Es *ineficiente* y no puede resolver problemas grandes en *tiempos útiles*.

# Métodos aleatorizados

---

- Han alcanzado una creciente popularidad
- Esquemas *puramente aleatorios deberían ser descartados* debido a no ser eficientes
  - A la larga, es de esperar que no tengan mejor desempeño que los métodos enumerativos



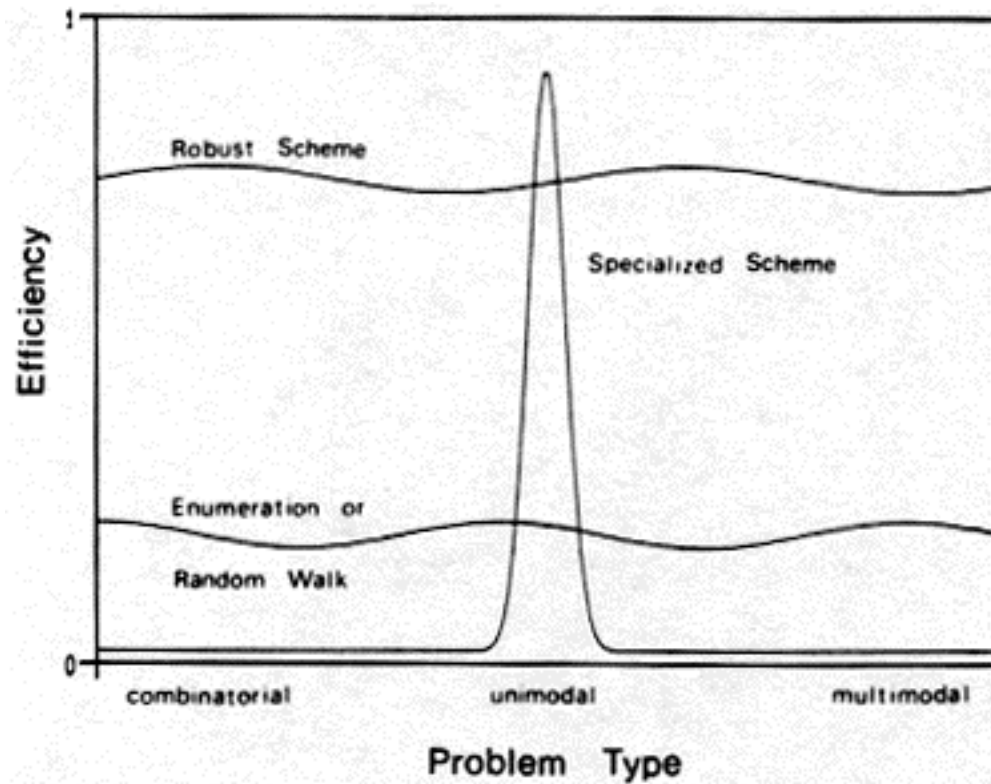
# Aleatorio vs. Aleatorizado

---

- Técnicas aleatorizadas
  - Algoritmos genéticos
  - Recocido simulado (simulated annealing)
- Utilizan una serie de decisiones aleatorias para explotar el espacio de búsqueda
- Los métodos tradicionales funcionan bien en espacios pequeños
- Los métodos enumerativos y los aleatorios funcionan por igual de manera ineficiente

# Eficiencia

- Eficiencia de los diferentes métodos según el tipo de problema:



# Objetivos en Optimización

---

- La optimización busca la mejora de la solución en dirección de un punto o puntos óptimos
- Hay una distinción entre el *proceso de mejora* y *el mejor* en sí mismo.

# Conclusiones adicionales

- Llegar (**converger**) **al mejor** usualmente no es tema relevante en los negocios, la política, los deportes, o en la mayoría de los asuntos cotidianos
- **Nos ocupa** (¿preocupa?) más **ser mejores** en relación a otros
- Llegar al **óptimo** es mucho **menos importante** en los sistemas complejos, lo que se busca es la **mejora continua**
- ¿Es lo mismo en la solución de problemas computacionales?