

# BIOINFORMÁTICA

## 2013 - 2014

---

### PARTE I. INTRODUCCIÓN

- Tema 1. Computación Basada en Modelos Naturales

### PARTE II. MODELOS BASADOS EN ADAPTACIÓN SOCIAL (Swarm Intelligence)

- Tema 2. Introducción a los Modelos Basados en Adaptación Social
- Tema 3. Optimización Basada en Colonias de Hormigas
- Tema 4. Optimización Basada en Nubes de Partículas (Particle Swarm)

### PARTE III. COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

- Tema 5. Introducción a la Computación Evolutiva
- Tema 6. Algoritmos Genéticos I. Conceptos Básicos
- Tema 7. Algoritmos Genéticos II. Diversidad y Convergencia
- Tema 8. Algoritmos Genéticos III. Múltiples Soluciones en Problemas Multimodales
- Tema 9. Estrategias de Evolución y Programación Evolutiva
- Tema 10. Algoritmos Basados en Evolución Diferencial (Differential Evolution – DE)
- Tema 11. Modelos de Evolución Basados en Estimación de Distribuciones (EDA)
- Tema 12. Algoritmos Evolutivos para Problemas Multiobjetivo
- Tema 13. Programación Genética
- Tema 14. Modelos Evolutivos de Aprendizaje

### PARTE IV. OTROS MODELOS DE COMPUTACIÓN BIOINSPIRADOS

- Tema 15. Sistemas Inmunológicos Artificiales
- Tema 16. Otros Modelos de Computación Natural/Bioinspirados

# BIOINFORMÁTICA

## TEMA 5. INTRODUCCIÓN A LA COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

---

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. EVOLUCIÓN NATURAL**
- 3. EVOLUCIÓN ARTIFICIAL**
- 4. CONTEXTO**
- 5. APLICACIONES**
- 6. CONCLUSIONES**

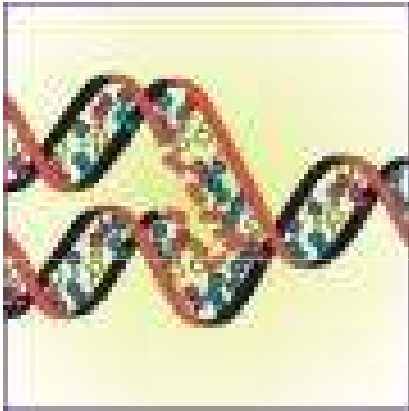
### BIBLIOGRAFÍA

D.B. Fogel (Ed.). *Evolutionary Computation. The Fossil Record. (Selected Readings on the History of Evolutionary Computation)*. IEEE Press, 1998.

A.E. Eiben, J.E. Smith. *Introduction to Evolutionary Computation*. Springer Verlag 2003. 2

# INTRODUCCIÓN

---



## COMPUTACION EVOLUTIVA

Está compuesta por modelos de evolución basados en poblaciones cuyos elementos representan soluciones a problemas.

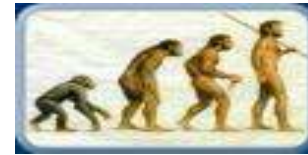
La simulación de este proceso en un ordenador resulta ser una técnica de optimización probabilística, que con frecuencia mejora a otros métodos clásicos en problemas difíciles.

**Enlace:** <http://www.aic.nrl.navy.mil/galist/>

# EVOLUCIÓN NATURAL

---

**En la naturaleza, los procesos evolutivos ocurren cuando se satisfacen las siguientes condiciones:**



Una entidad o individuo tiene la habilidad de reproducirse.

Hay una población de tales individuos que son capaces de reproducirse.

Existe alguna variedad, diferencia, entre los individuos que se reproducen.

Algunas diferencias en la habilidad para sobrevivir en el entorno están asociadas con esa variedad.

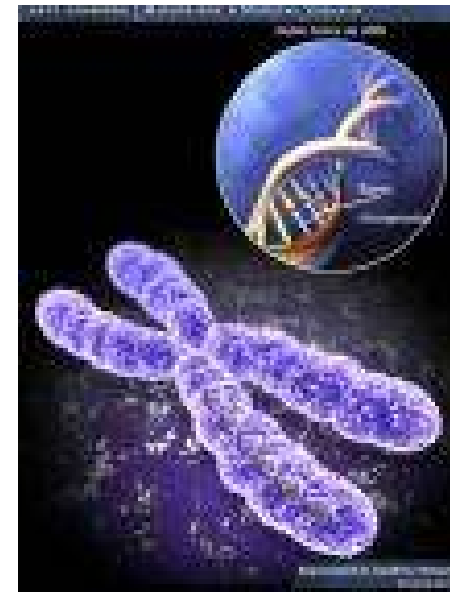


# EVOLUCIÓN NATURAL

---

**Los mecanismos que conducen esta evolución no son totalmente conocidos, pero sí algunas de sus características, que son ampliamente aceptadas:**

La evolución es un proceso que opera sobre los cromosomas más que sobre las estructuras de la vida que están codificadas en ellos.



# EVOLUCIÓN NATURAL

---

La selección natural es el enlace entre los cromosomas y la actuación de sus estructuras decodificadas.

El proceso de reproducción es el punto en el cual la evolución toma parte, actúa.

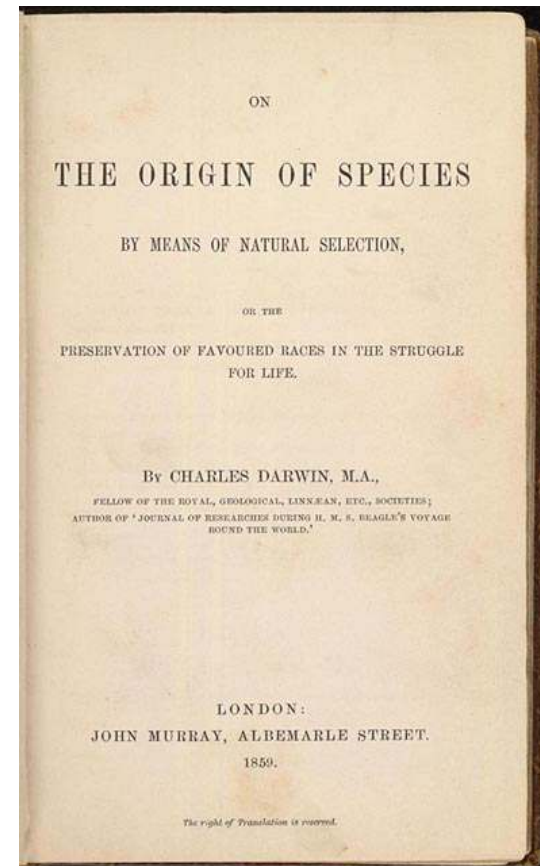
La evolución biológica no tiene memoria.



Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservations of Favored Races in the Struggle for Life*. London: John Murray.

# EVOLUCIÓN NATURAL

---



# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL

---

## LA METÁFORA

EVOLUCIÓN

RESOLUCIÓN  
DE PROBLEMAS

Individuo



Solución Candidata

Adaptación



Calidad

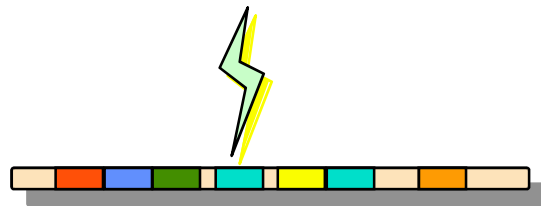
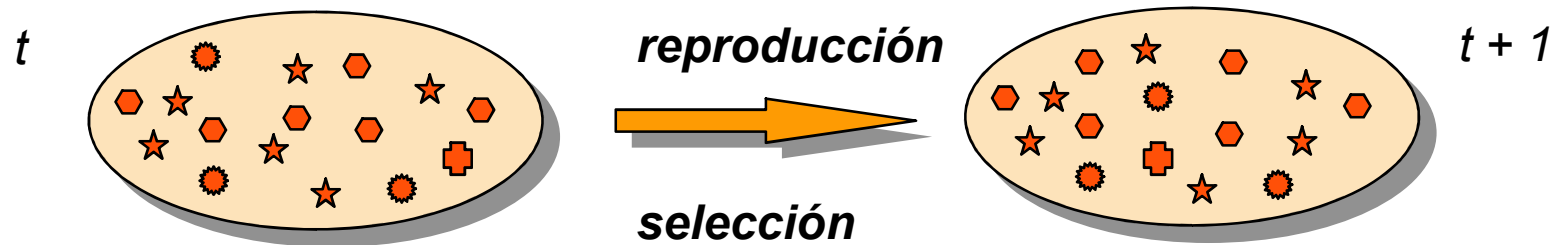
Entorno



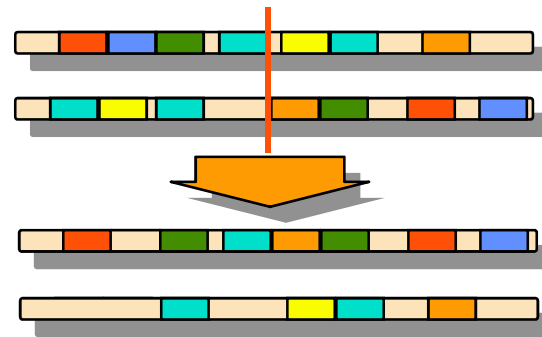
Problema



# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL



*mutación*



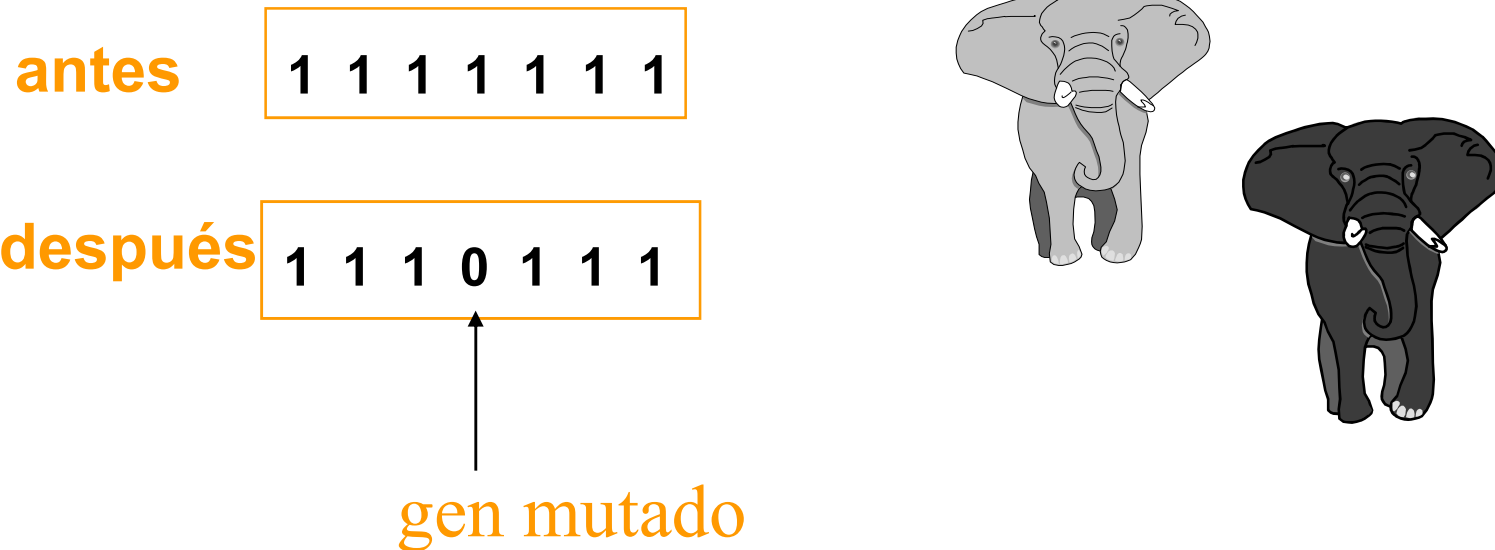
*recombinación*

**RECOMBINACIÓN  
OPTATIVA**

## LOS INGREDIENTES

# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL

## Ejemplo: Mutación para representación binaria

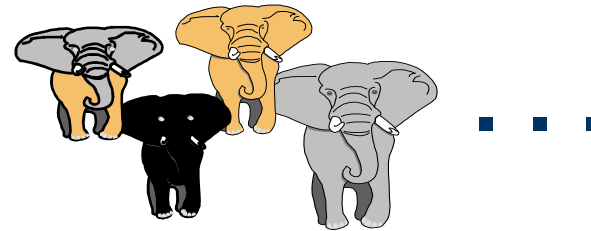


La mutación suele ocurrir con probabilidad  $p_m$  para cada gen

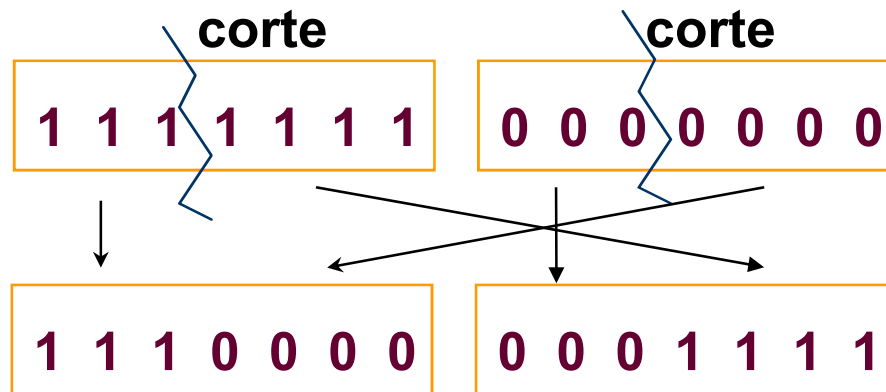
# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL

## Ejemplo: Recombinación para representación binaria

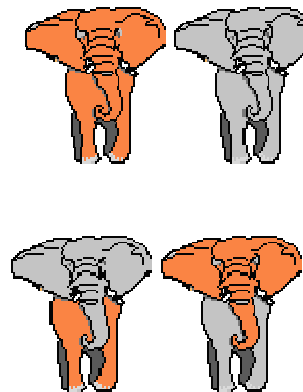
Población:



Cada cromosoma se trocea en  $n$  partes las cuales son recombinadas. (Ejemplo para  $n=1$ )

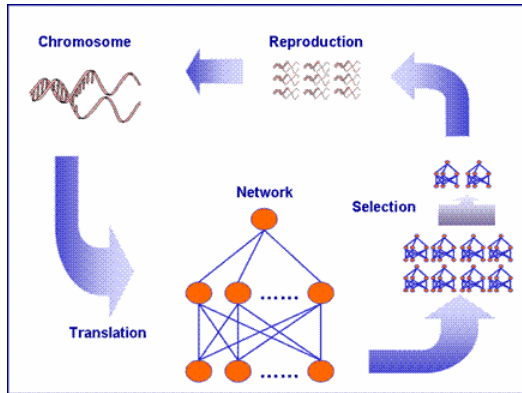


padres



descendientes

# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL



Selección

**PADRES**

Recombinación

Mutación

**POBLACIÓN**

*El ciclo de  
la  
Evolución*

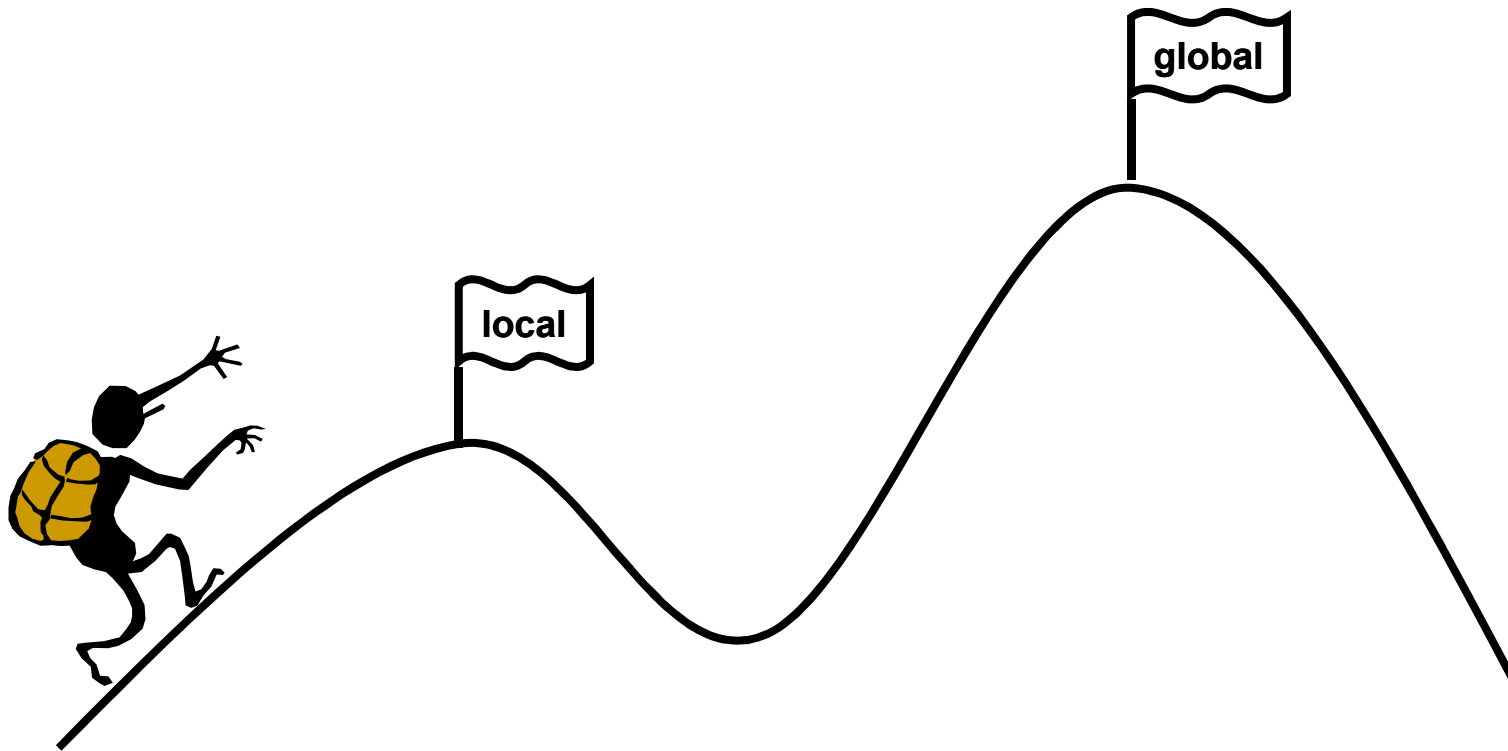
Reemplazamiento

**DESCENDIENTES**

# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL (Trayectorias vs poblaciones)

---

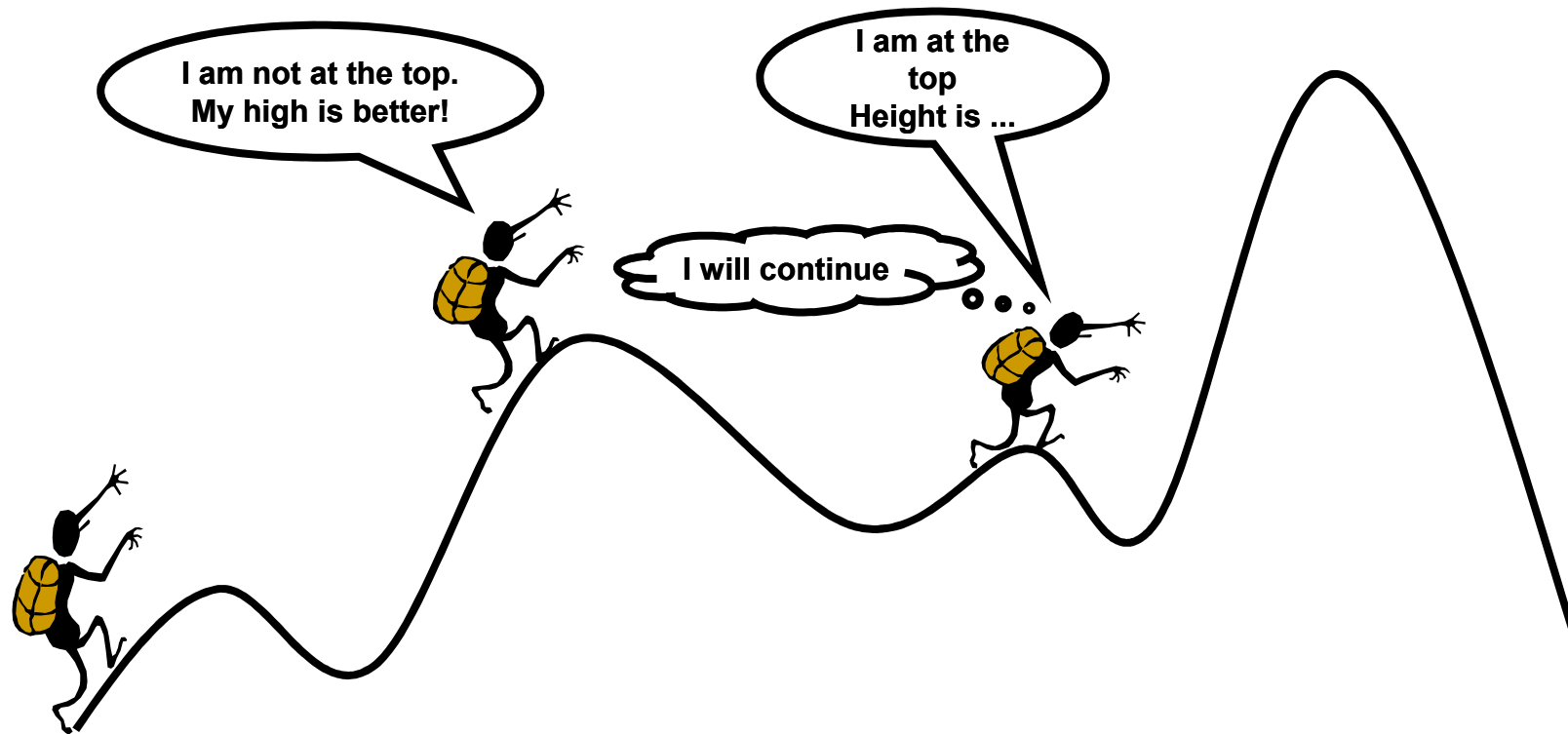
- Búsqueda basada en una trayectoria



# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL (Trayectorias vs poblaciones)

---

- Búsqueda basada en poblaciones



# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL (Trayectorias vs poblaciones)

---

- Búsqueda basada en poblaciones



# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL

Existen cuatro paradigmas básicos:

**Algoritmos Genéticos** que utilizan operadores genéticos sobre cromosomas. 1975, Michigan University



John Holland  
Inventor of genetic algorithms  
Professor of CS and Psychology at the U. of Michigan.

**Estrategias de Evolución** que enfatizan los cambios de comportamiento al nivel de los individuos. 1964, Technische Universität Berlin



Hans-Paul Schwefel  
Universität Dortmund

Inventors of Evolution Strategies



Ing. Ingo Rechenberg  
Bionics & Evolutionstechnik  
Technical University Berlin  
<http://www.bionik.tu-berlin.de/>

**Programación Evolutiva** que enfatizan los cambios de comportamiento al nivel de las especies. 1960-1966, Florida



Lawrence J. Fogel,  
Natural Selection, Inc.  
Inventor of Evolutionary Programming

**Programación Genética** que evoluciona expresiones representadas como árboles. 1989, Stanford University



John Koza  
Stanford University.  
Inventor of Genetic Programming



# EVOLUCIÓN ARTIFICIAL

---

**Existen otros múltiples Modelos de Evolución de Poblaciones:**

**EDA: Estimation Distribution Algorithms (Algoritmos basados en Estimación de Distribuciones) (T 11)**

**DE: Differential Evolution (Evolución Diferencial) (T 10)**

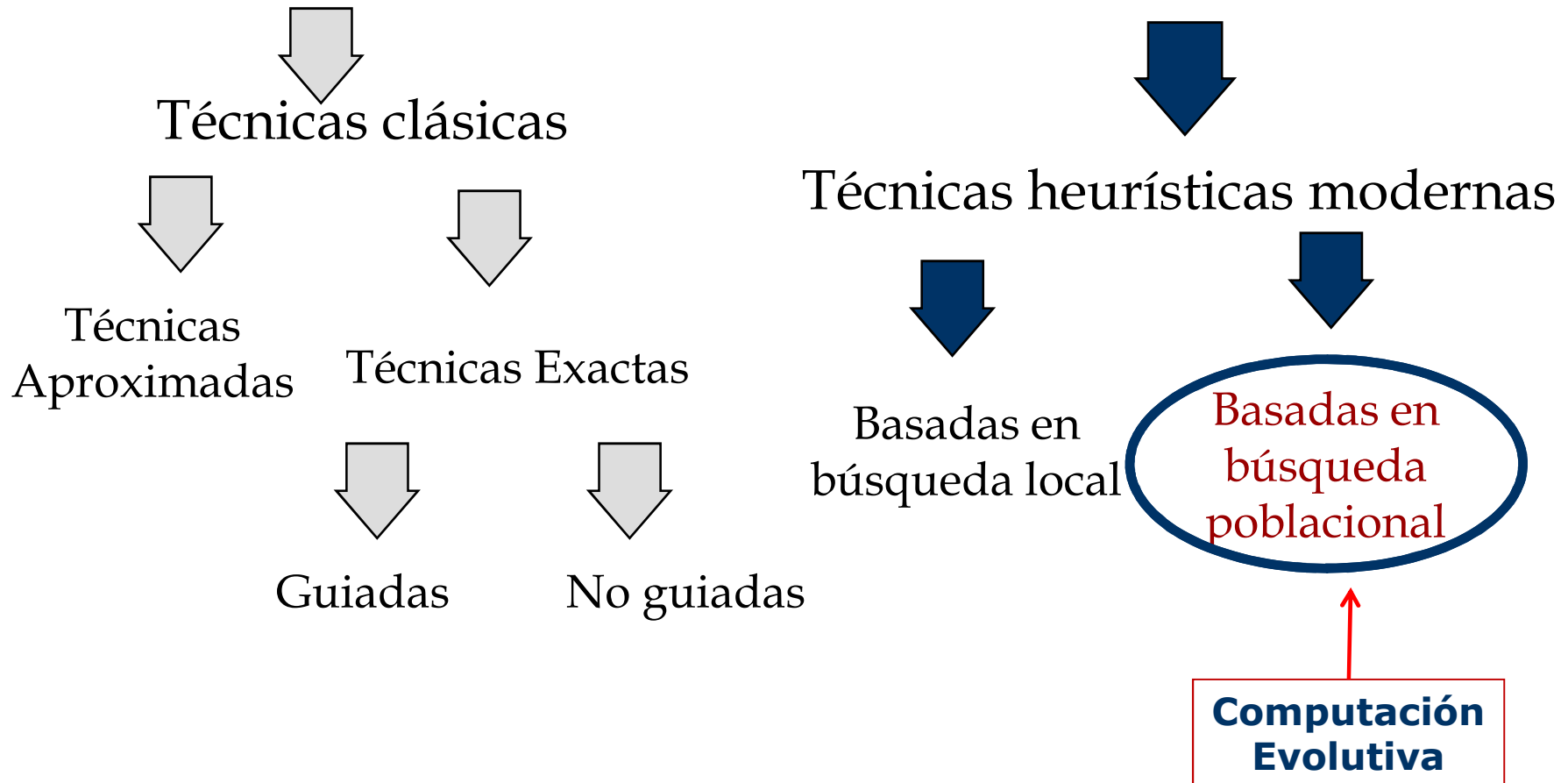
**Algoritmos Evolutivos Culturales**

**Algoritmos Meméticos**

**Scatter Search – Búsqueda Dispersa**

# CONTEXTUALIZACIÓN

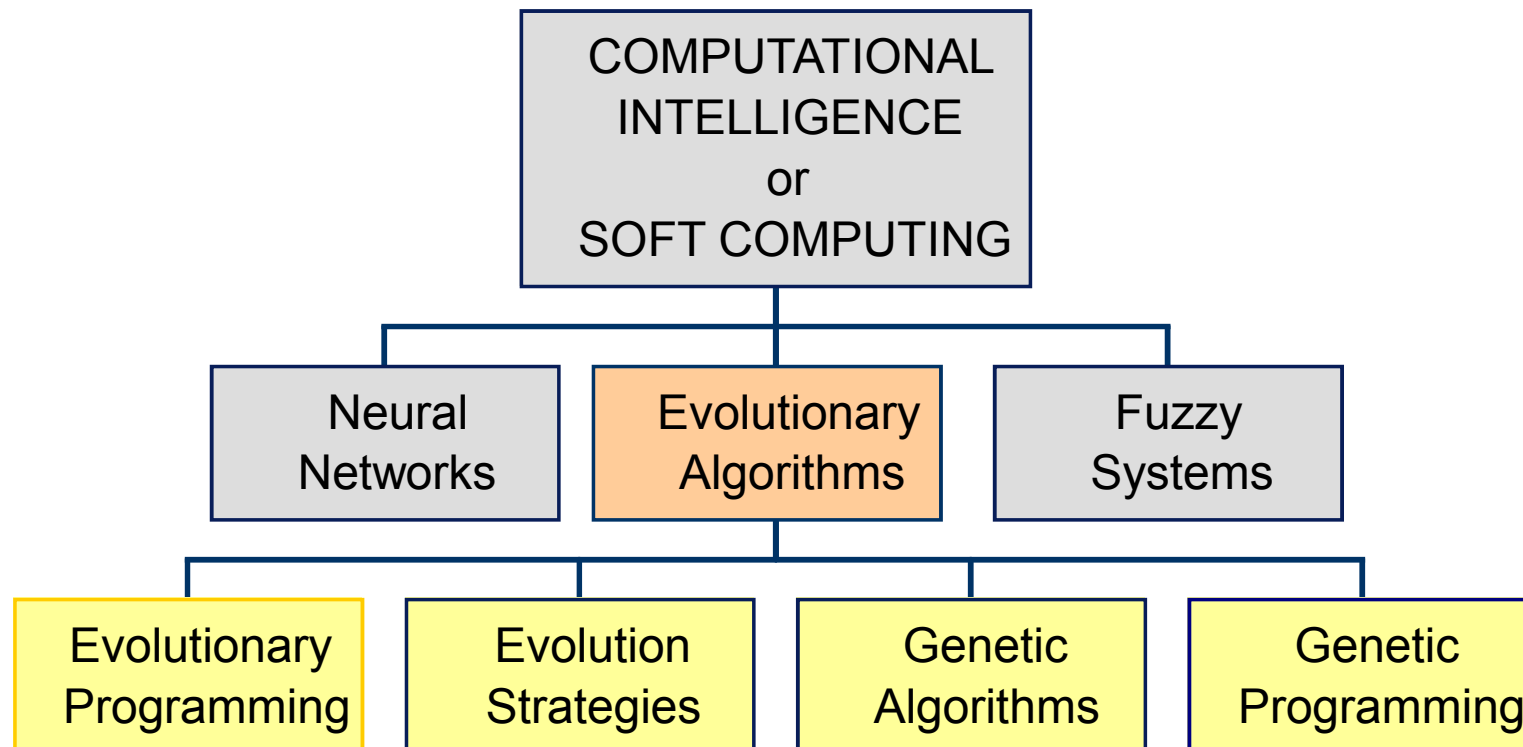
Enfoques para la resolución de problemas:



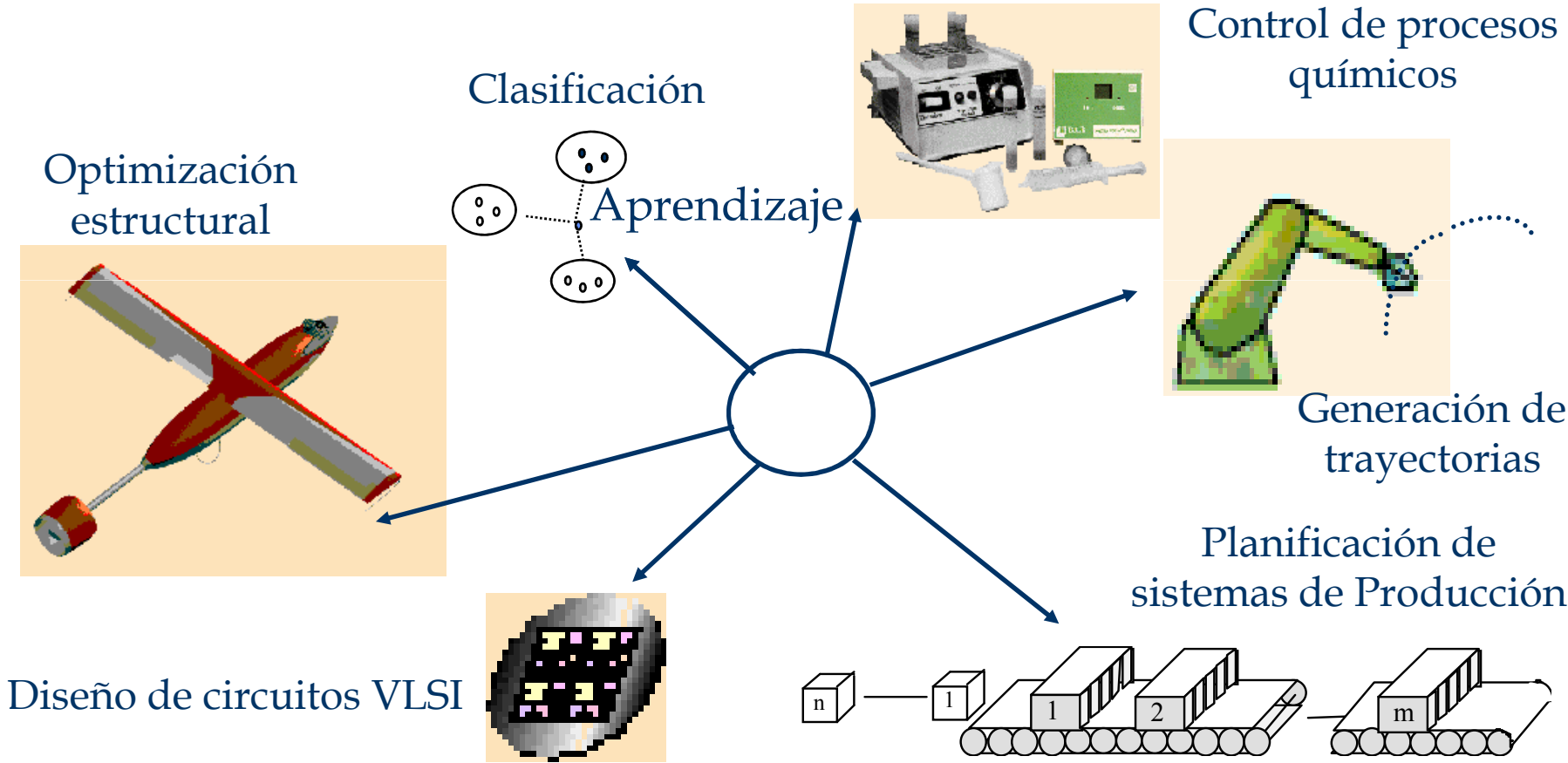
# CONTEXTUALIZACIÓN

---

## INTELIGENCIA COMPUTACIONAL TAXONOMÍA



# APLICACIONES



# CONCLUSIONES

---

## COMPORTAMIENTO

- Buena actuación a un costo aceptable en una amplia variedad de problemas
- Paralelismo intrínseco
- Superioridad con respecto a otras técnicas en problemas complejos:
  - con muchos parámetros
  - relación compleja entre parámetros
  - muchos óptimos (locales)

# CONCLUSIONES

---

## VENTAJAS

- Sin restricciones sobre el espacio de soluciones
- Amplia aplicabilidad
- Bajo coste en desarrollo
- Fáciles de hibridar con otras técnicas
- Soluciones interpretables
- Se pueden ejecutar interactivamente
- Proporcionan un conjunto de soluciones

# CONCLUSIONES

---

## DESVENTAJAS

- No garantizan una solución óptima en un tiempo finito
- Débil base teórica
- Tienen muchos parámetros a ajustar
- Computacionalmente costosos (lentos)

# CONCLUSIONES

---

## RESUMEN

- **basados en una metáfora biológica:  
la evolución**
  - **gran potencialidad de aplicación**
  - **muy popular en muchos campos**
  - **muy potente en diversas aplicaciones**
  - **altas prestaciones a bajo costo**
- 
- **SON ATRACTIVOS DESDE UN PUNTO  
DE VISTA COMPUTACIONAL**

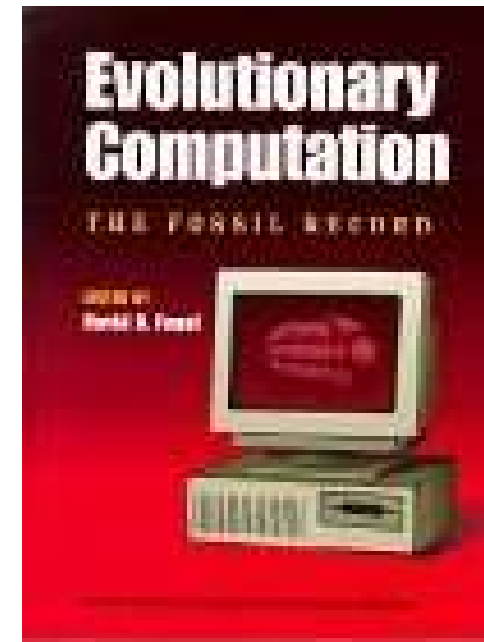
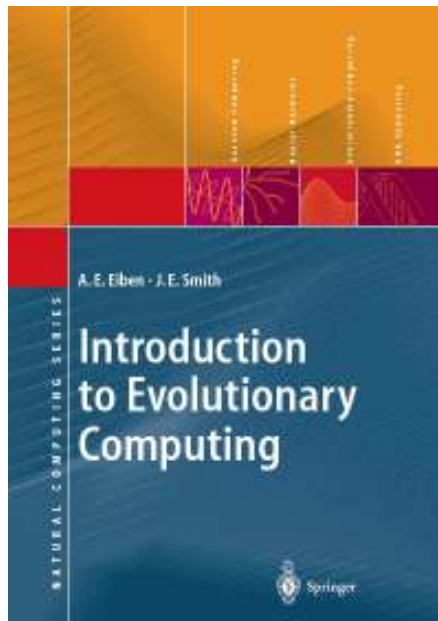


# BIBLIOGRAFÍA

## COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

---

**A.E. Eiben, J.E. Smith**  
**Introduction to Evolutionary Computation.**  
**Springer Verlag 2003.**  
**(Natural Computing Series)**



**D.B. Fogel (Ed.)**  
**Evolutionary Computation. The Fossil Record.**  
**(Selected Readings on the**  
**History of Evolutionary Computation).**  
**IEEE Press, 1998.**

# BIOINFORMÁTICA

## 2013 - 2014

---

### PARTE I. INTRODUCCIÓN

- Tema 1. Computación Basada en Modelos Naturales

### PARTE II. MODELOS BASADOS EN ADAPTACIÓN SOCIAL (Swarm Intelligence)

- Tema 2. Introducción a los Modelos Basados en Adaptación Social
- Tema 3. Optimización Basada en Colonias de Hormigas
- Tema 4. Optimización Basada en Nubes de Partículas (Particle Swarm)

### PARTE III. COMPUTACIÓN EVOLUTIVA

- Tema 5. Introducción a la Computación Evolutiva
- **Tema 6. Algoritmos Genéticos I. Conceptos Básicos**
- Tema 7. Algoritmos Genéticos II. Diversidad y Convergencia
- Tema 8. Algoritmos Genéticos III. Múltiples Soluciones en Problemas Multimodales
- Tema 9. Estrategias de Evolución y Programación Evolutiva
- Tema 10. Algoritmos Basados en Evolución Diferencial (Differential Evolution – DE)
- Tema 11. Modelos de Evolución Basados en Estimación de Distribuciones (EDA)
- Tema 12. Algoritmos Evolutivos para Problemas Multiobjetivo
- Tema 13. Programación Genética
- Tema 14. Modelos Evolutivos de Aprendizaje

### PARTE IV. OTROS MODELOS DE COMPUTACIÓN BIOINSPIRADOS

- Tema 15. Sistemas Inmunológicos Artificiales
- Tema 16. Otros Modelos de Computación Natural/Bioinspirados