

# Metaheurísticas

Unidad 3

Metaheurísticas basadas en Poblaciones

## Tema 1: Introducción a la Computación Evolutiva

# Objetivos

- Entender el concepto de computación evolutiva
- Conocer los elementos más importantes en el diseño de una metaheurísticas basada en poblaciones

# Bibliografía

[Fog98] D.B. Fogel (Ed.). Evolutionary Computation. The Fossil Record. (Selected Readings on the History of Evolutionary Computation). IEEE Press, 1998.

[ES03] A.E. Eiben, J.E. Smith. Introduction to Evolutionary Computation. Springer Verlag 2003.



# Índice

1. Introducción
2. Evolución natural
3. Evolución artificial
4. Contexto
5. Aplicaciones
6. Conclusiones

# Introducción

- 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

# Evolución natural

*On the Origin of Species* de Darwin

Los algoritmos genéticos basan sus principios en las ideas de la evolución de *Darwin*:

- Los individuos de una población están influenciados por su entorno
- Los individuos compiten por los recursos del entorno
- Las variaciones de un individuo afectan a su estado físico, y por tanto, a su capacidad de sobrevivir

# Evolución natural

*On the Origin of Species* de Darwin

Los algoritmos genéticos basan sus principios en las ideas de la evolución de *Darwin*:

- Los individuos con mejor adaptación tendrán más probabilidad de reproducirse
- Los individuos que se reproducen transmiten sus genes a sus descendientes
- Una especie cambiará lentamente y se adaptará al entorno



# 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 evolución consiste tanto en la explosión y expansión del universo de **linajes de nuevas especies**
- Las **especies** están genéticamente definidas por un inventario de pautas de reacción, de algoritmos de respuesta, ante avatares del medio externo y del medio interno (desarrollo) del individuo
- **Estas pautas varían** entre individuos, porque los genes de las poblaciones pueden tener diferentes estados alélicos en cada gen.

# Evolución natural

*Ilustraciones realizadas por el ornitólogo John Gould sobre ejemplares recogidos por Charles Darwin para ilustrar las variaciones del pico de los pinzones entre distintas islas del archipiélagos de las Galápagos*



*Wikipedia: Selección Natural*



# Evolución natural

## Lucha por la existencia

ilustrar las variaciones del pico de los pinzones entre distintas islas del archipiélago de las Galápagos



*Wikipedia: Selección Natural*

# Evolución natural

**Lucha por la  
existencia**

*ilustrar las variaciones del pico  
de los pinzones entre distintas  
islas del archipiélago de las  
Galápagos*

**Selección natural o  
supervivencia**



1. Geospiza magnirostris  
3. Geospiza parvula

2. Geospiza fortis  
4. Certhidea olivacea

**Pinzones de las islas Galápagos**

*Wikipedia: Selección Natural*



# Evolución natural

**Lucha por la  
existencia**

**Selección natural o  
supervivencia**

**Leyes de la  
variación**

*ilustrar las variaciones del  
de los pinzones entre dist  
islas del archipiélago de la  
Galápagos*



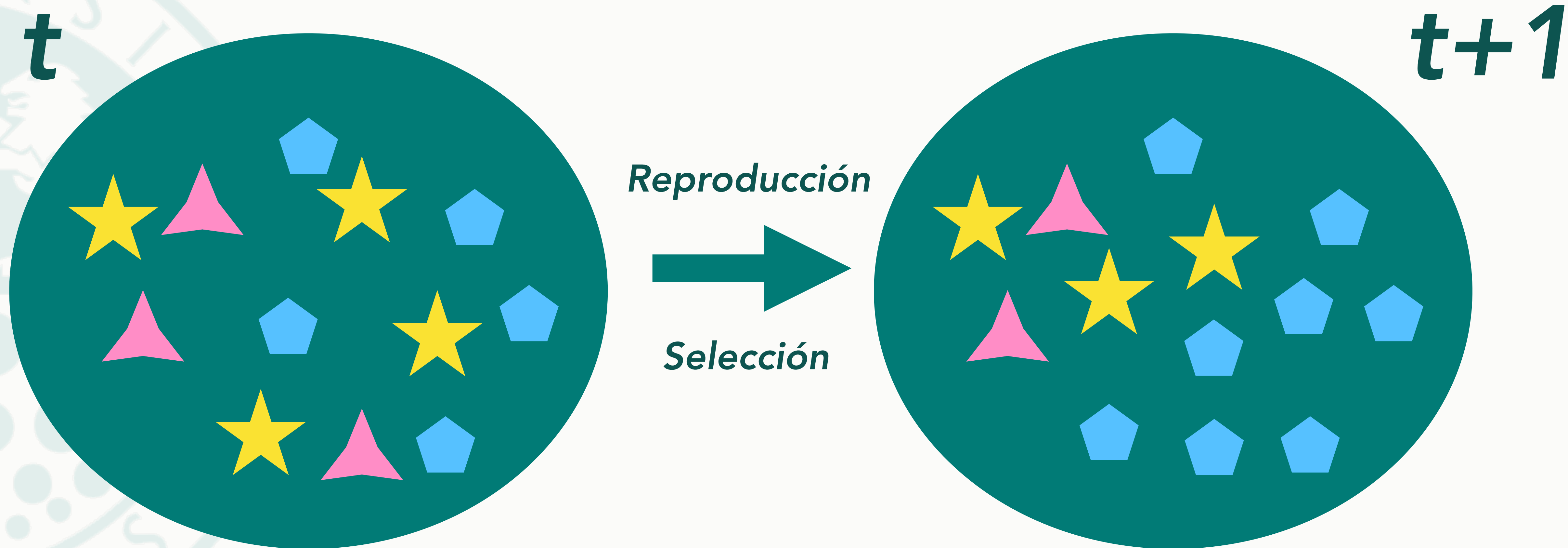
*Wikipedia: Selección Natural*

# Evolución artificial

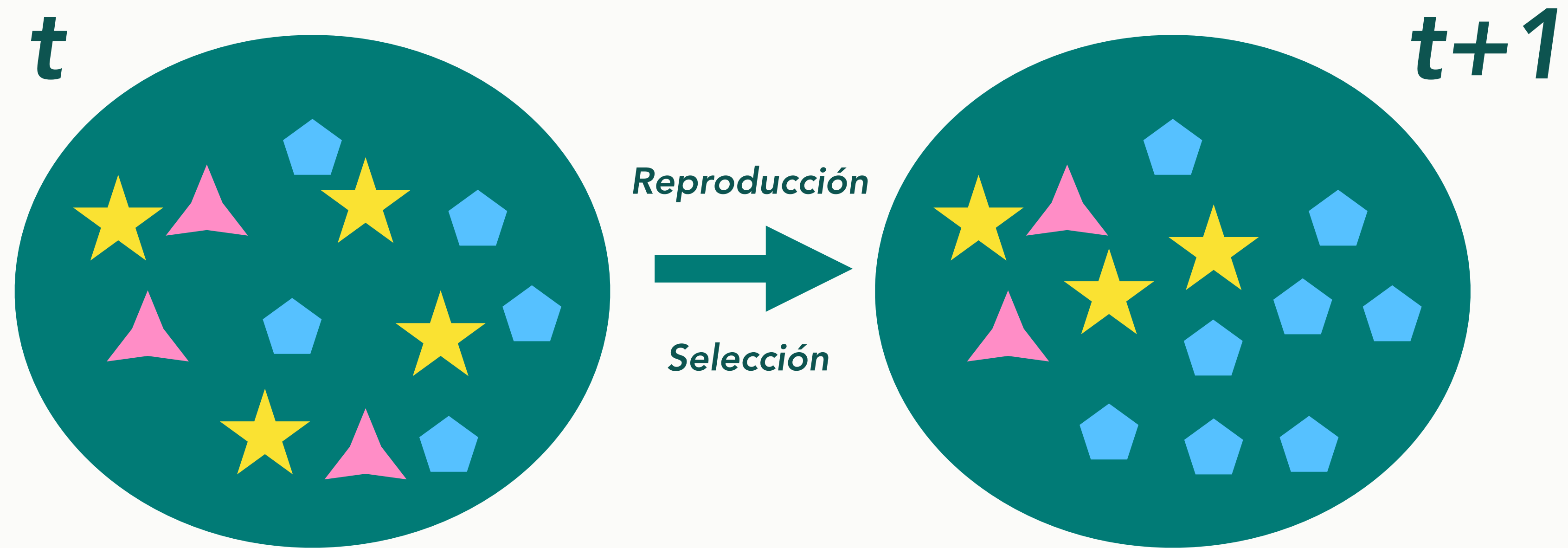
la metáfora

Evolución		Resolución de problemas	
Individuo		Solución	
Adaptación		Calidad	
Entorno		Problema	

# Evolución artificial



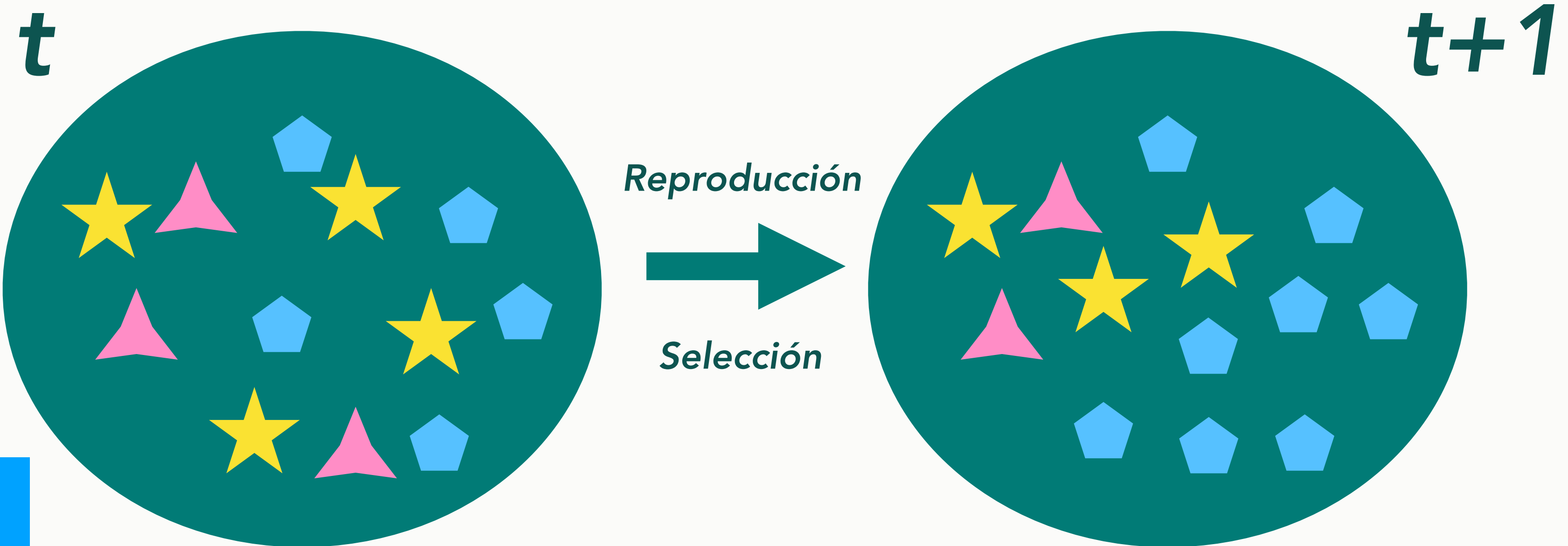
# Evolución artificial





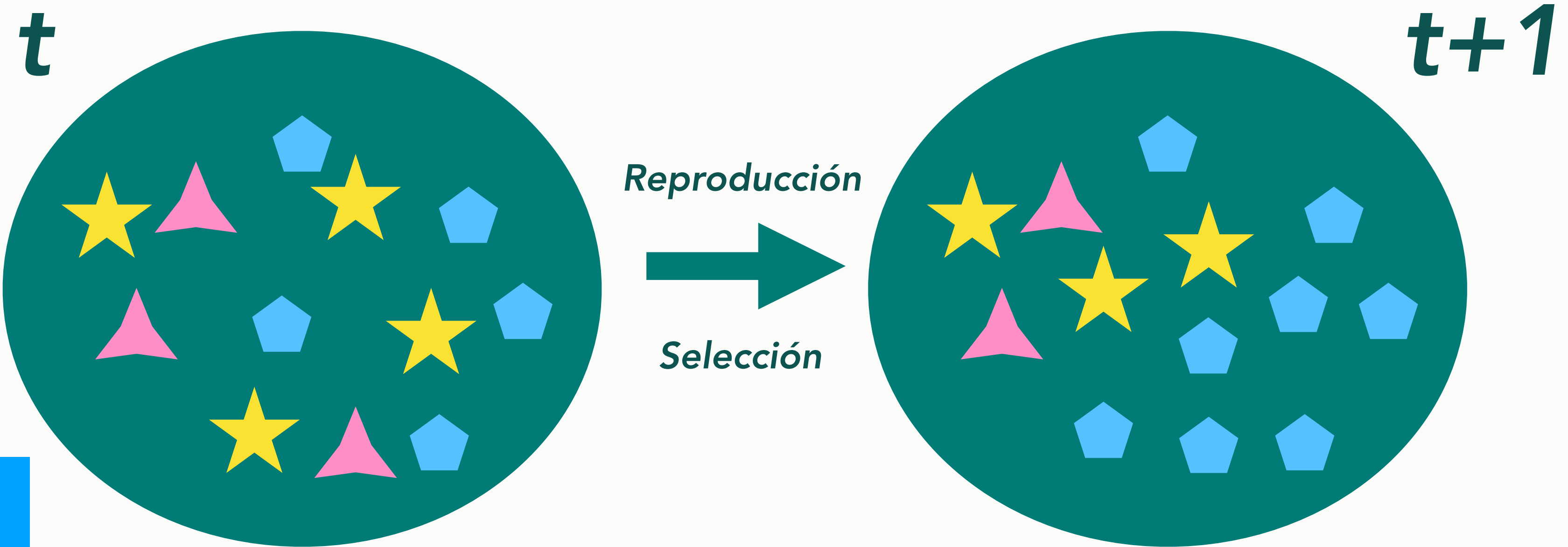
## Evolución artificial

MUTACIÓN



## Evolución artificial

MUTACIÓN

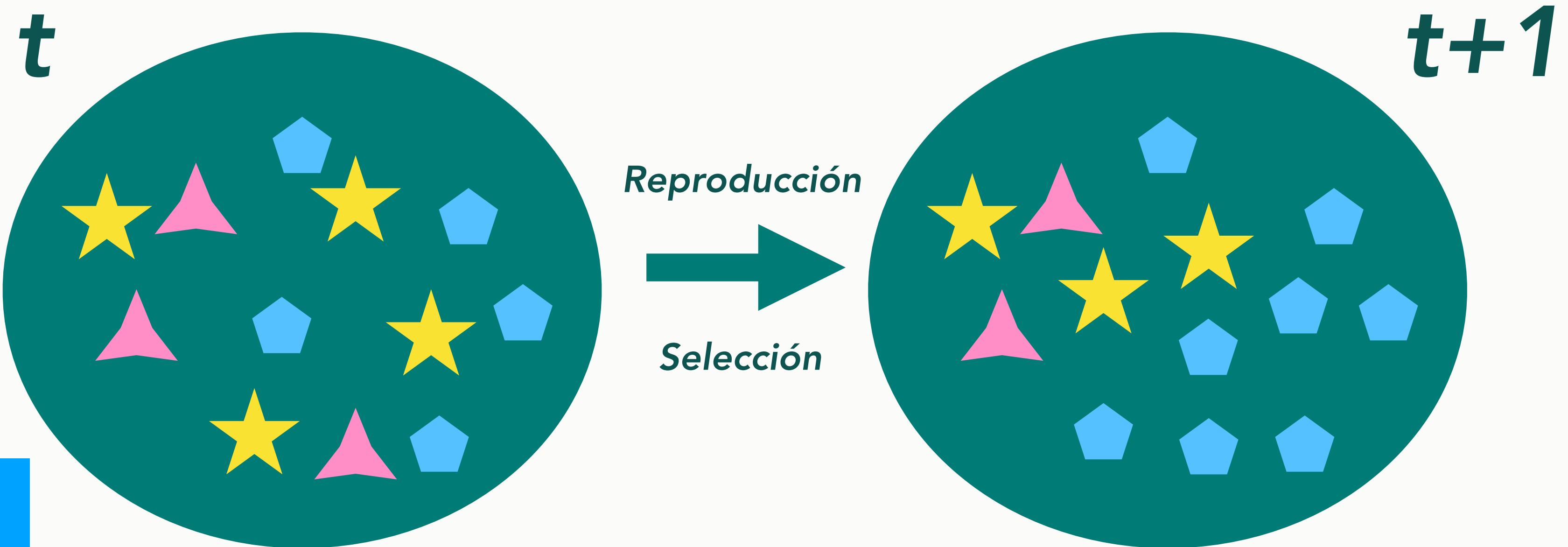


## Evolución artificial

MUTACIÓN



CRUCE

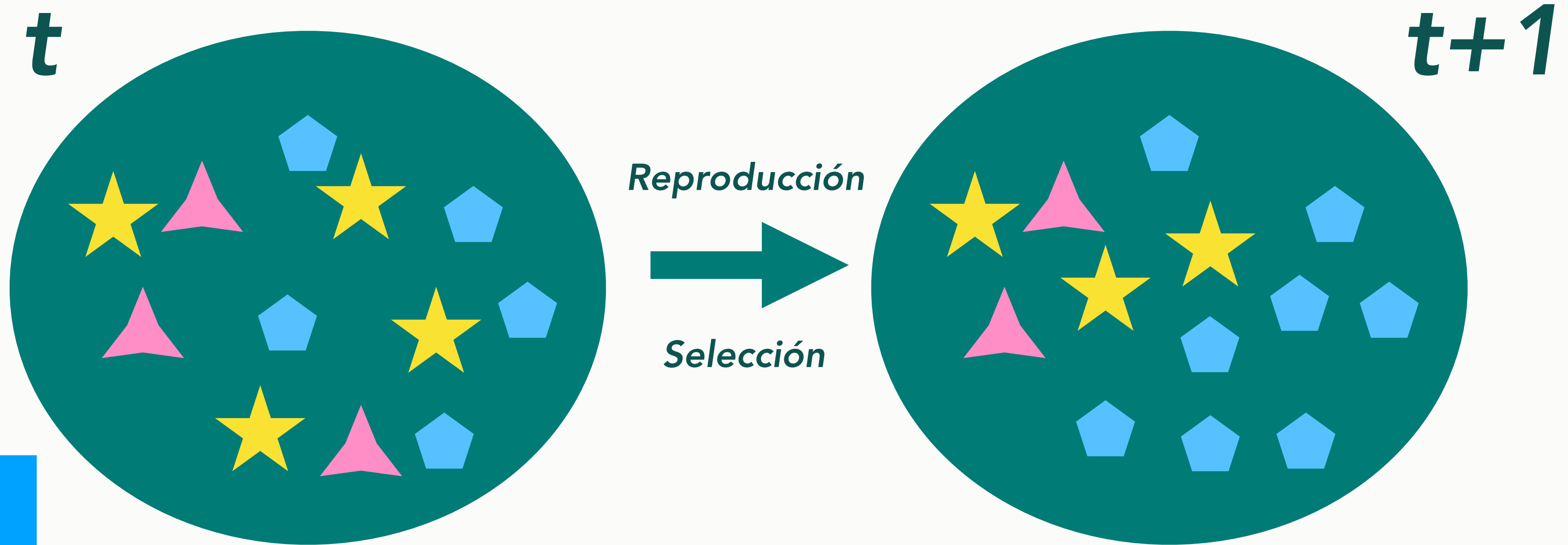
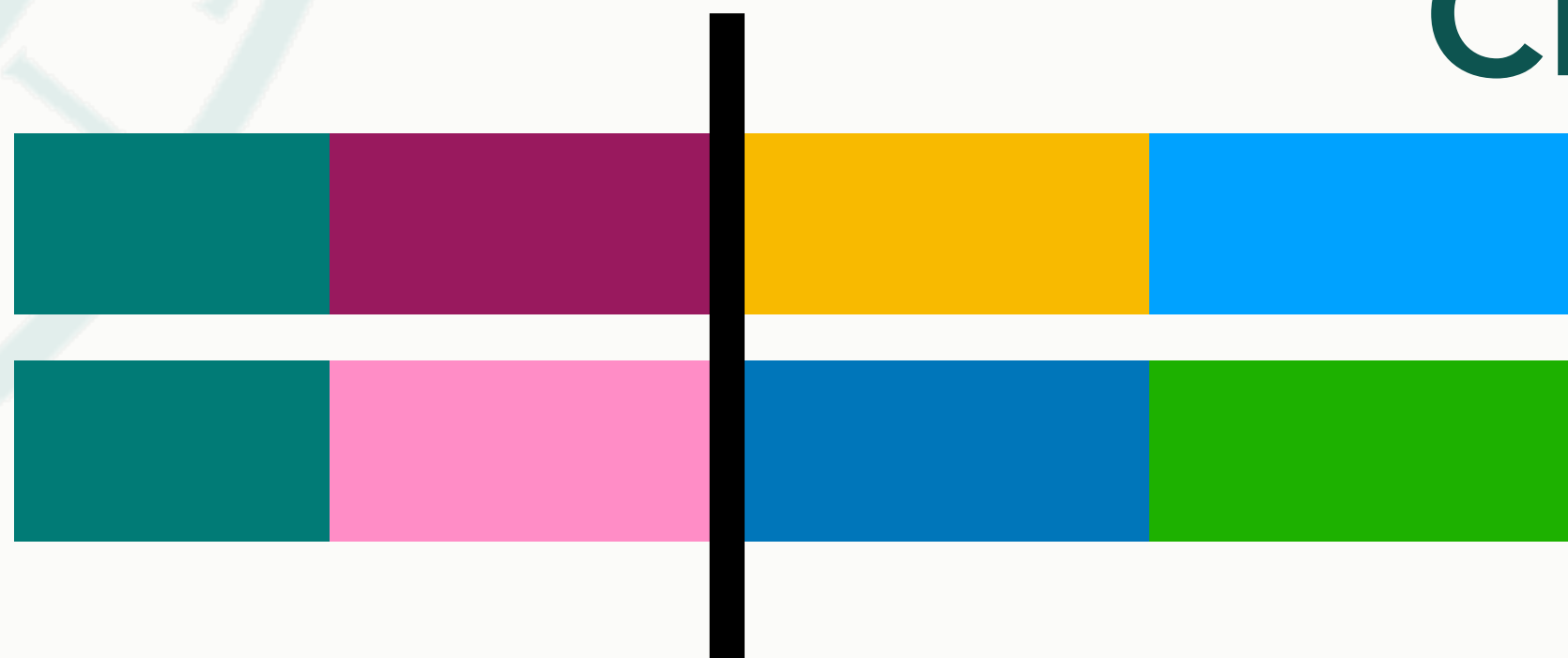


## Evolución artificial

MUTACIÓN



CRUCE



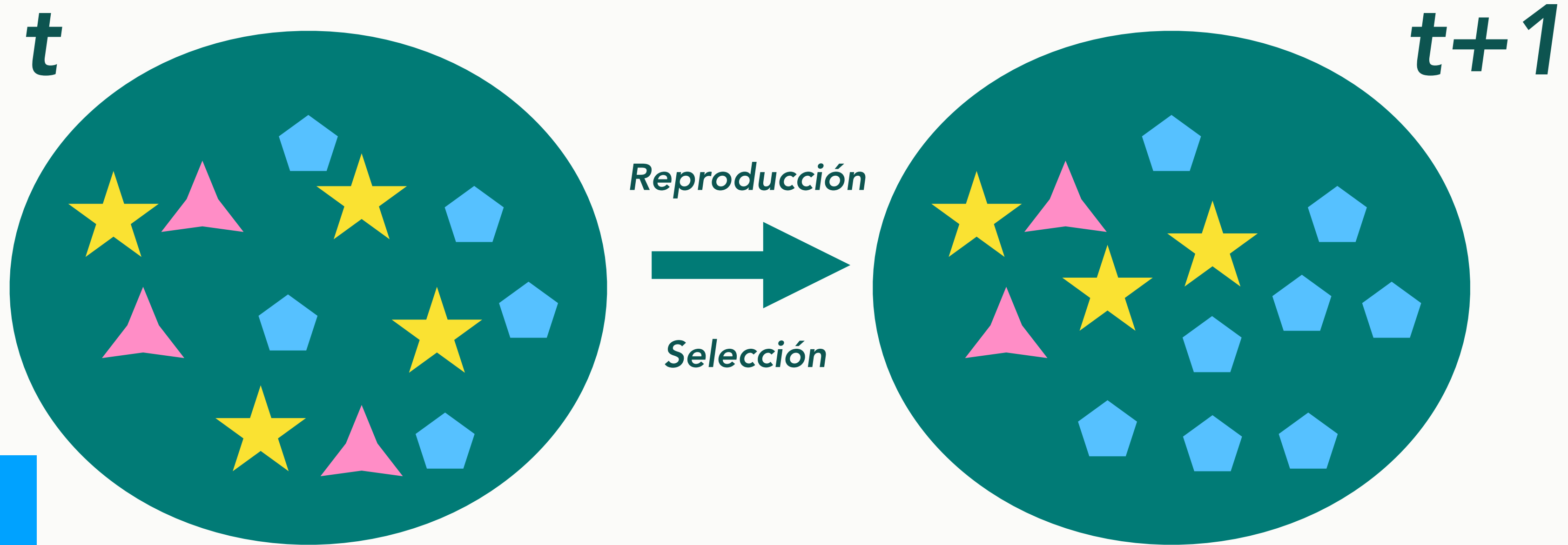
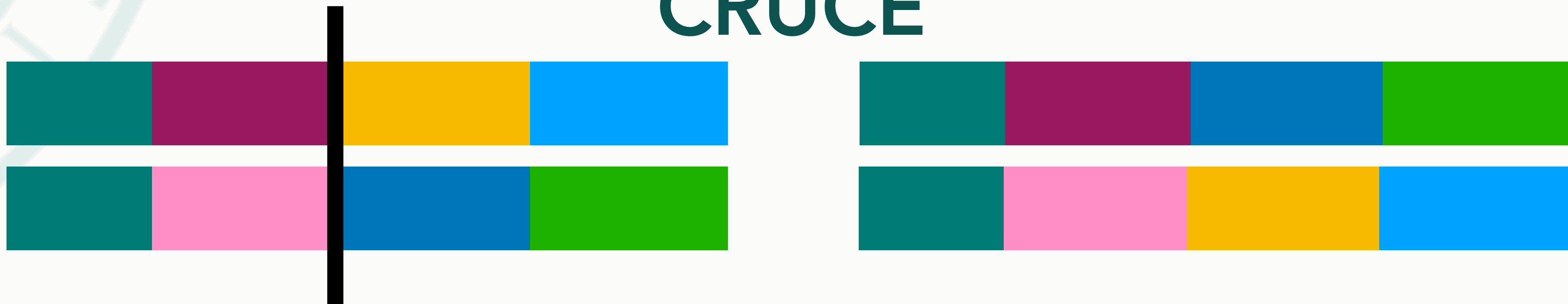


## Evolución artificial

MUTACIÓN



CRUCE

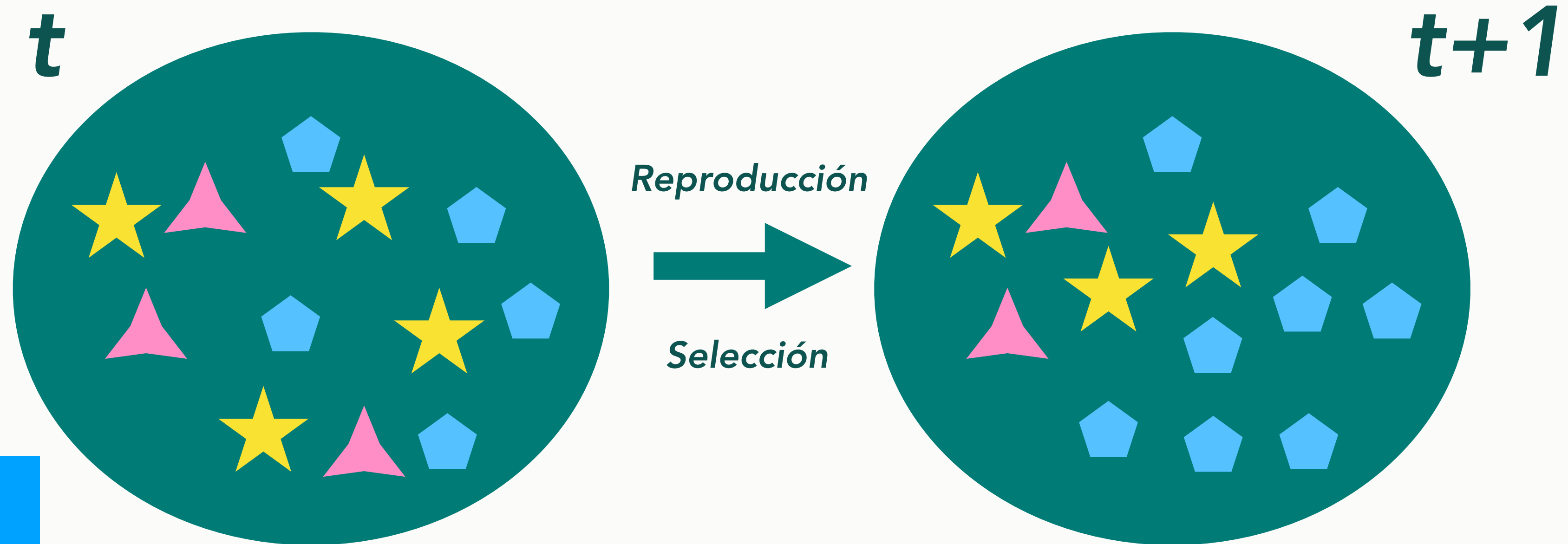
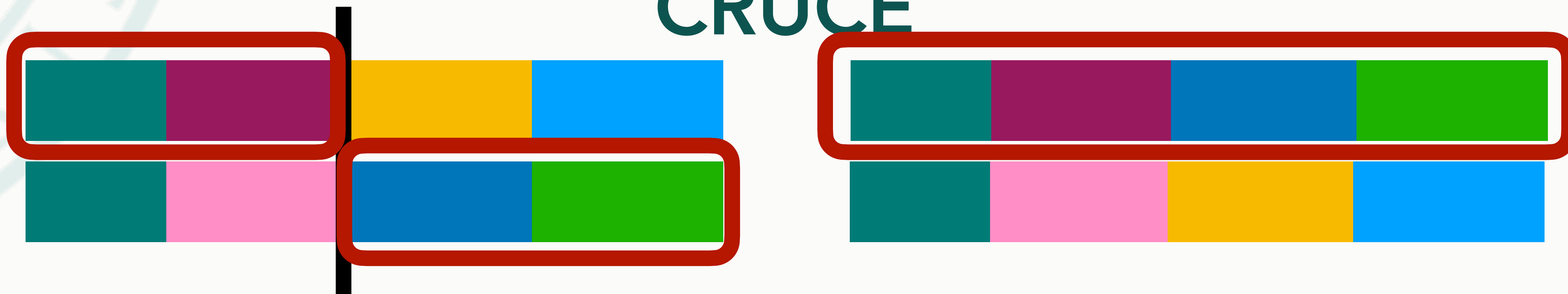


## Evolución artificial

MUTACIÓN



CRUCE



# Evolución artificial

The logo of the University of Jaén is visible in the background on the left side of the slide. It features a circular emblem with a lion rampant on the left and a grid of dots on the right, surrounded by the text 'UNIVERSITATIS' and 'JAENENSIS'.

**Generar población**

# Evolución artificial

**SELECCIÓN**

**Generar población**

**Crear población  
PADRES**



# Evolución artificial

**SELECCIÓN**

**Generar población**

**Crear población  
PADRES**

**RECOMBINACIÓN  
MUTACIÓN**

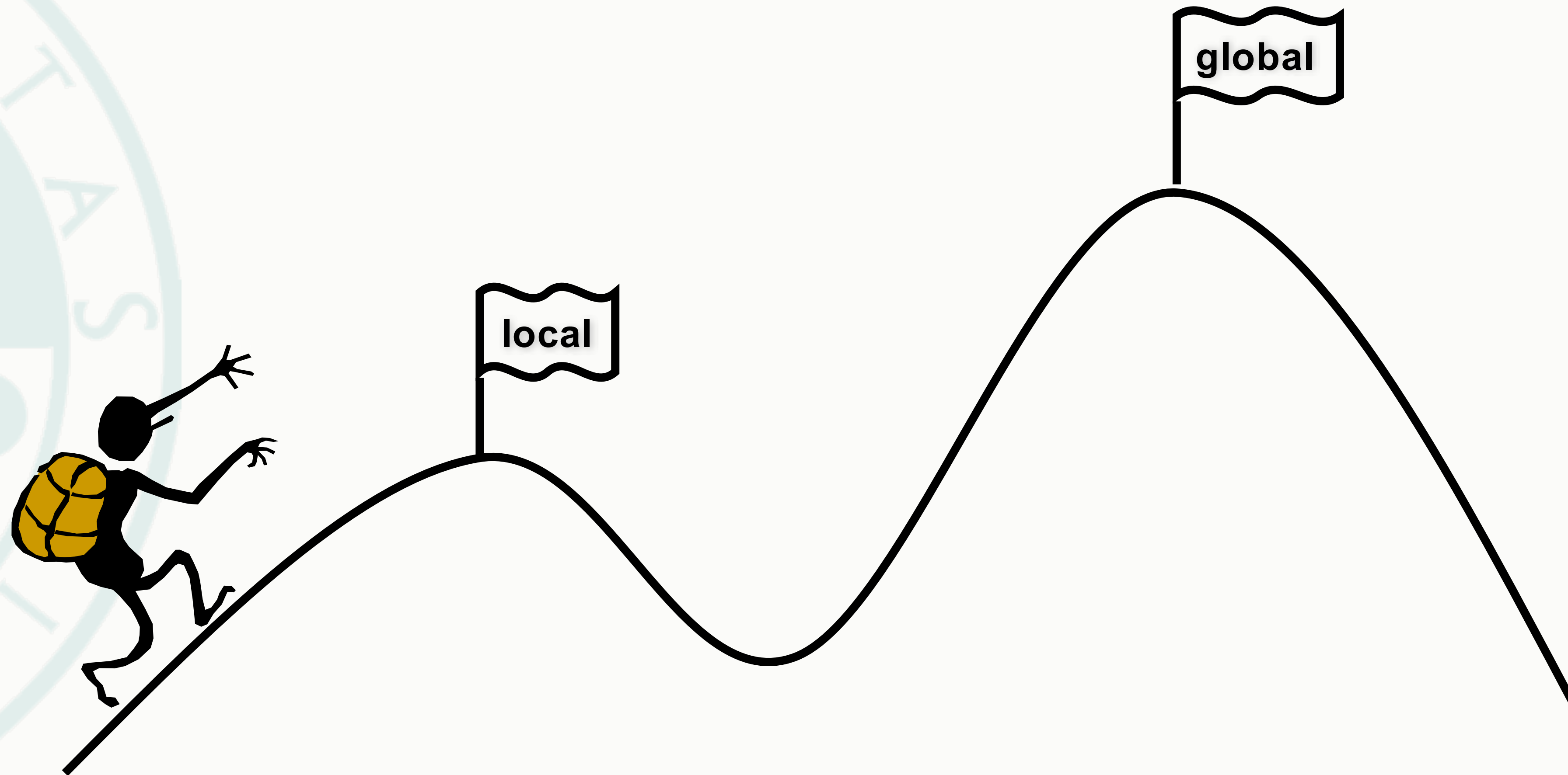
**Crear población  
DESCENDIENTE**

# Evolución artificial



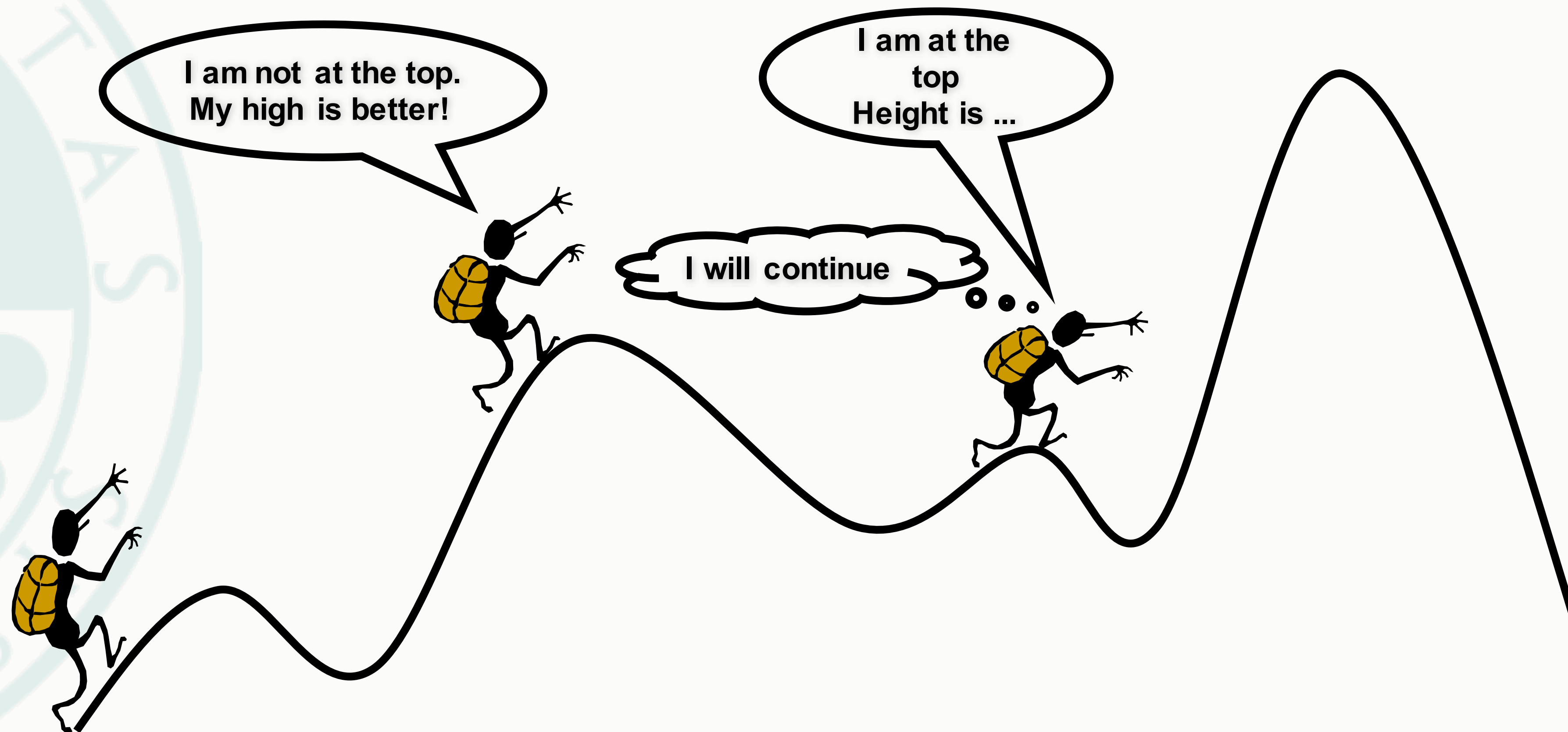
# Evolución artificial

trayectorias frente a poblaciones



# Evolución artificial

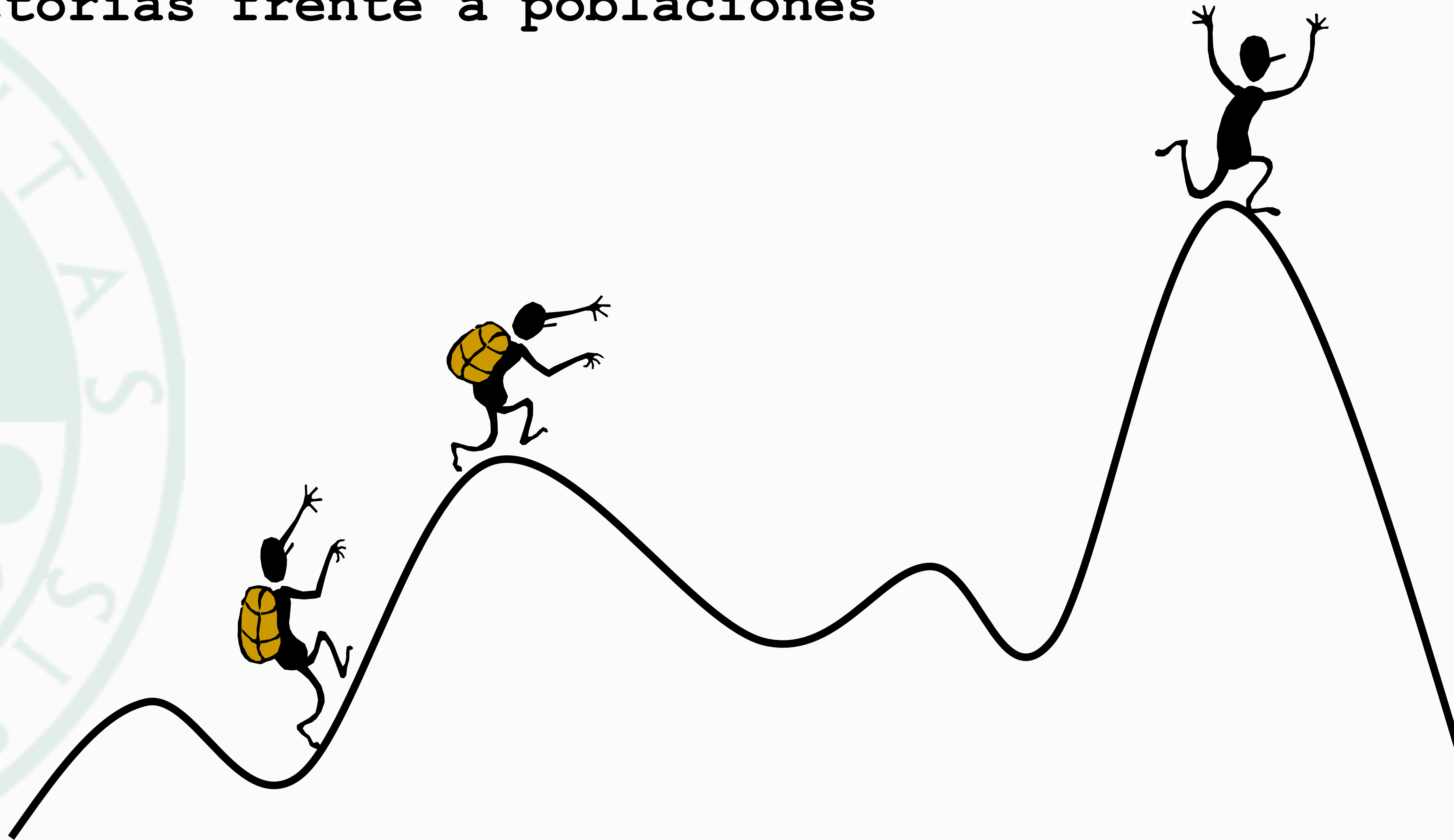
trayectorias frente a poblaciones





# Evolución artificial

trayectorias frente a poblaciones



# Evolución artificial

## paradigmas



# Evolución artificial

## paradigmas

### Estrategias de evolución

Enfatizan los cambios de comportamiento a nivel de individuo

**Schwefel & Rechenberg 1965**

# Evolución artificial

## paradigmas

### Algoritmos genéticos

Operadores genéticos sobre cromosomas

***John Holland 1975***

### Estrategias de evolución

Enfatizan los cambios de comportamiento a nivel de individuo

**Schwefel & Rechenberg 1965**



# Evolución artificial

## paradigmas

### Algoritmos genéticos

Operadores genéticos sobre cromosomas

**John Holland 1975**

### Estrategias de evolución

Enfatizan los cambios de comportamiento a nivel de individuo

**Schwefel & Rechenberg 1965**

### Programación evolutiva

Enfatizan los cambios evolutivos a nivel de especie

**Fogel 1960-1966**

# Evolución artificial

## paradigmas

### Algoritmos genéticos

Operadores genéticos sobre cromosomas

**John Holland 1975**

### Estrategias de evolución

Enfatizan los cambios de comportamiento a nivel de individuo

**Schwefel & Rechenberg 1965**

### Programación evolutiva

Enfatizan los cambios evolutivos a nivel de especie

**Fogel 1960-1966**

### Programación genética

Evolución de representaciones basadas en árboles

**Koza 1989**

# Evolución artificial

## otros paradigmas



# Evolución artificial

## otros paradigmas



**búsqueda  
dispersa**



# Evolución artificial

## otros paradigmas



**algoritmos  
meméticos**



**búsqueda  
dispersa**

# Evolución artificial

## otros paradigmas



**evolución  
diferencial**

**algoritmos  
meméticos**

**búsqueda  
dispersa**

# Evolución artificial

## otros paradigmas



**evolución  
diferencial**

**algoritmos  
meméticos**

**búsqueda  
dispersa**

**pájaro cuco**

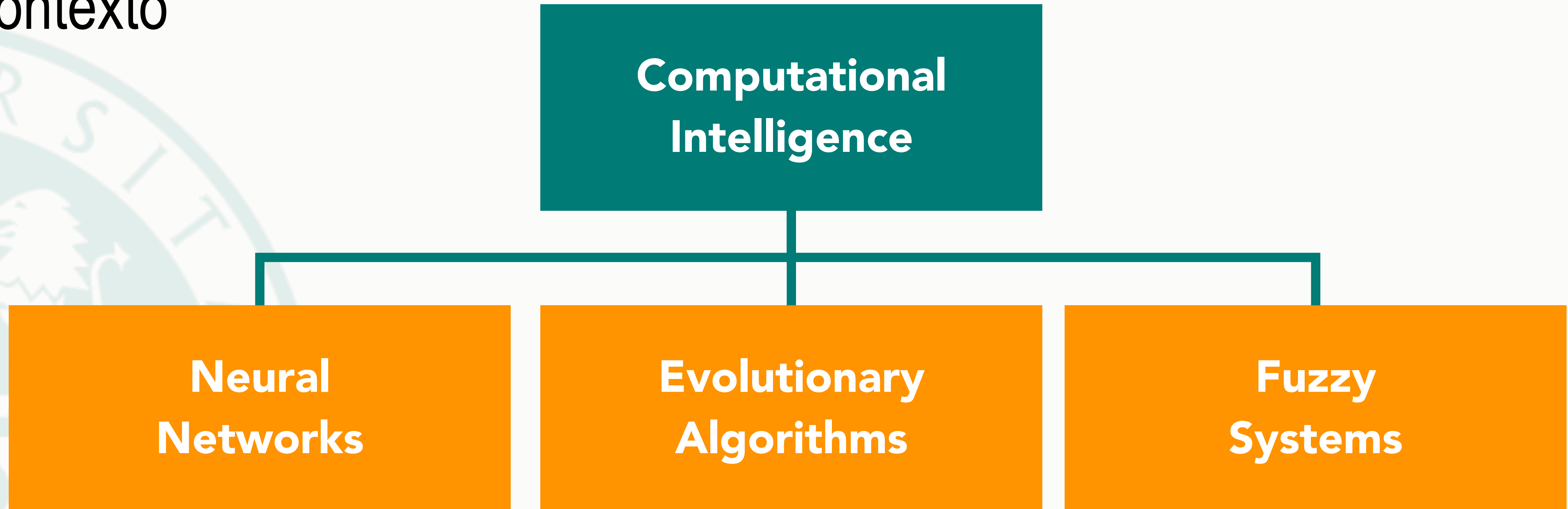
# Contexto

**Computational  
Intelligence**

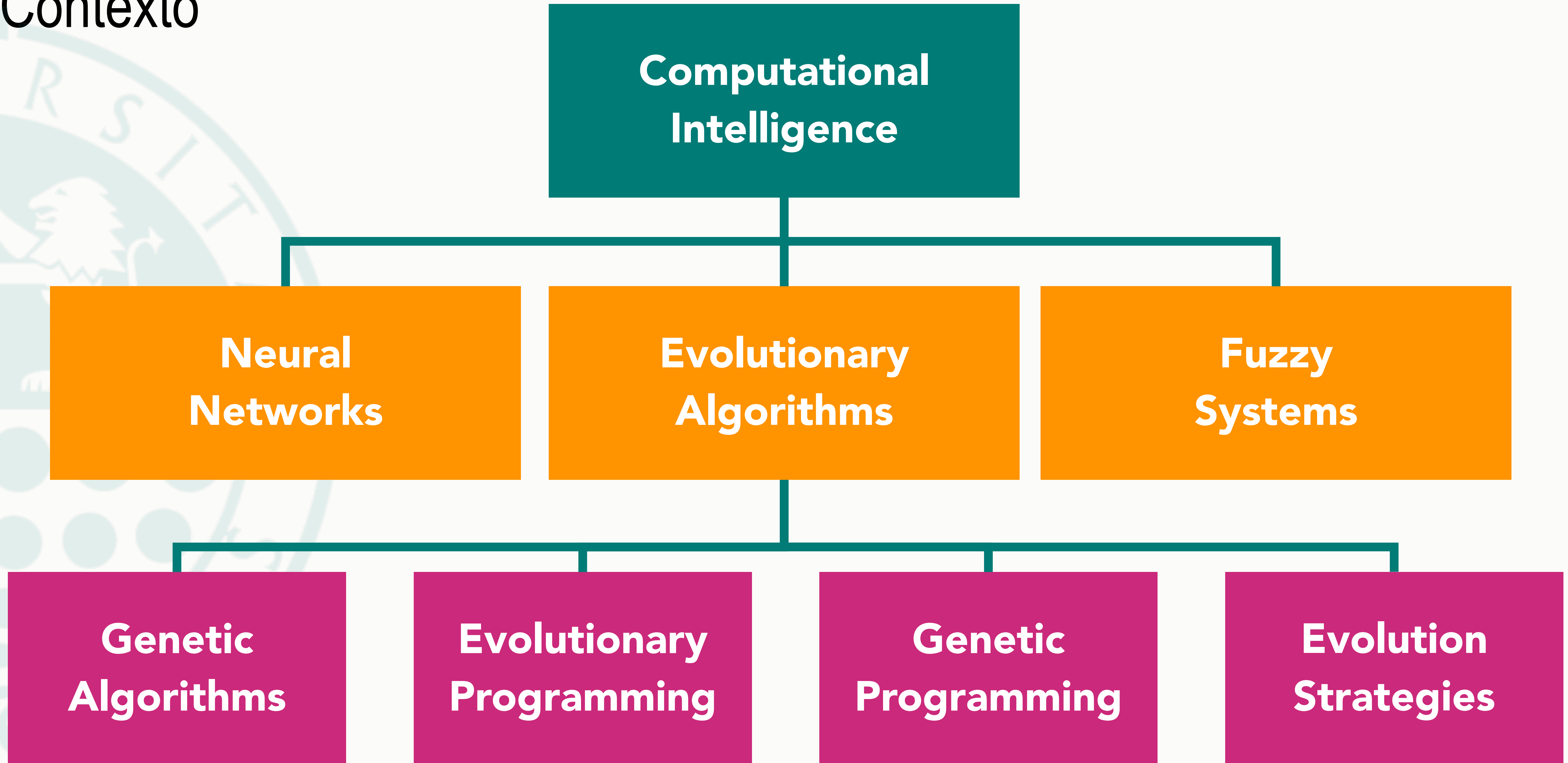




# Contexto



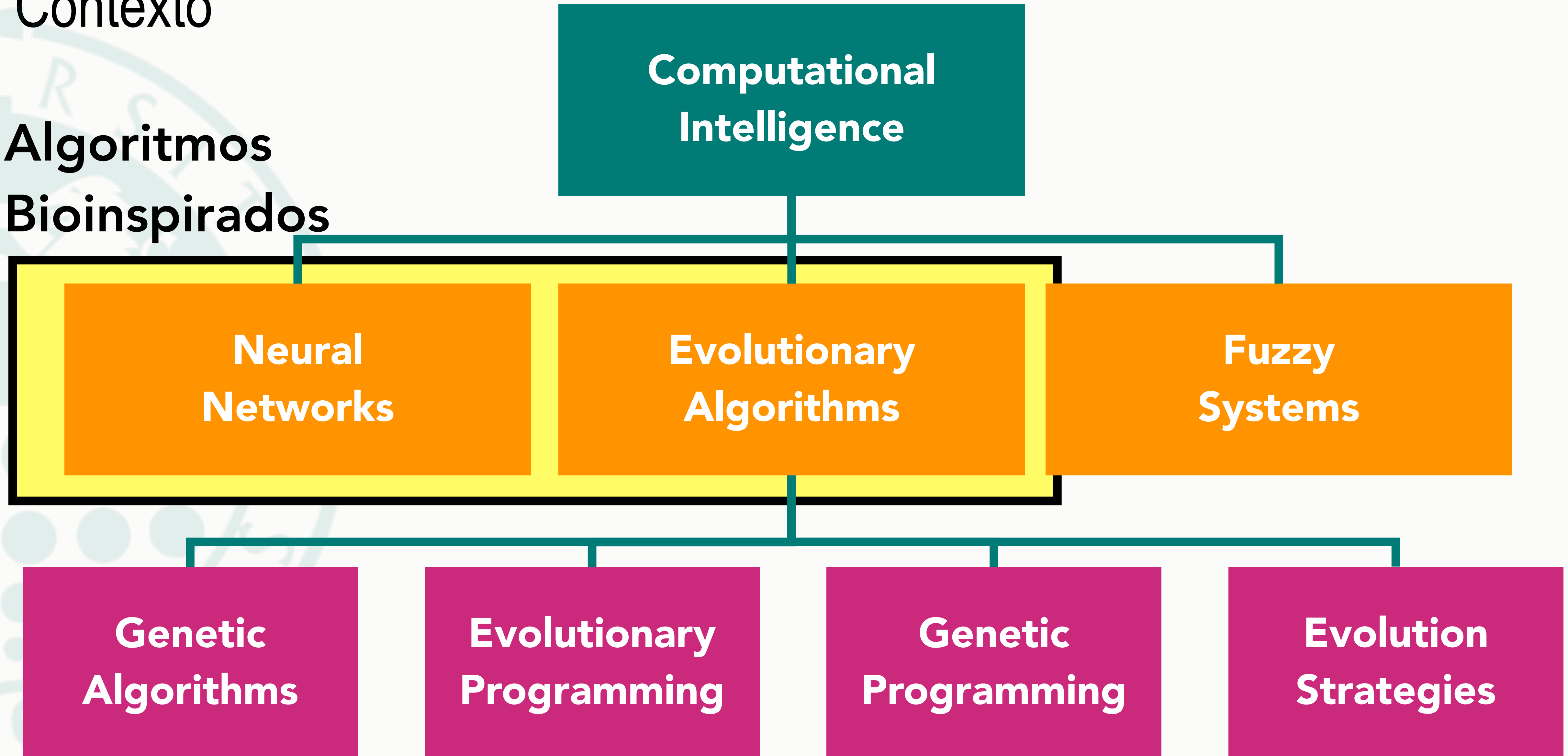
# Contexto



Contexto

Algoritmos

Bioinspirados



# Conclusiones



# Conclusiones



# Conclusiones

**Costo aceptable en muchos problemas**

# Conclusiones

**Costo aceptable en muchos problemas**

**Paralelismo intrínseco**

# Conclusiones

**Costo aceptable en muchos problemas**

**Paralelismo intrínseco**

**Mejor que otras técnicas en problemas complejos**



# Conclusiones

Costo aceptable en muchos problemas

Paralelismo intrínseco

Mejor que otras técnicas en problemas complejos

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 optima en un tiempo finito
- Débil base teórica
- Tienen muchos parámetros a ajustar
- Computacionalmente costosos (lentos)



# Metaheurísticas

## Grado en Ingeniería Informática

### Universidad de Jaén

### Cristóbal J. Carmona

### Curso 2023/2024

Esta obra está protegida con licencia  
Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional

