

Metaheurísticas

Unidad 5

Metaheurísticas híbridas

Tema 1: Algoritmos meméticos

Objetivos

- Entender el concepto de metaheurísticas híbrida
- Conocer los elementos más importantes en el diseño de una metaheurística híbrida
- Conocer la importancia de la relación entre generalización y especialización en la búsqueda de técnicas de optimización

Bibliografía

[Mos89] P.A. Moscato. On Evolution, Search, Optimization, Genetic Algorithms and Martial Arts: Towards Memetic Algorithms. Caltech Concurrent Computation Program Report 826, Caltech, Pasadena, California, 1989

[Mos03a] P. Moscato, C. Cotta, "A Gentle Introduction to Memetic Algorithms" . In: F. Glover, G.A. Kochenberber, (Eds.). Handbook of Metaheuristics. Kluwer Academics. (2003) 105-144, Kluwer, Boston MA, 2003

[Mos03b] P. Moscato, C. Cotta, Una Introducción a los Algoritmos Meméticos. Inteligencia Artificial 19 (2003) 131-148

Motivación

Hemos aprendido

- ★ **explotación**: buscar cerca de la mejor solución actual - grandes posibilidades de realizar pequeñas mejoras
- ★ **exploración**: buscar lejos, realizar grandes pasos de búsqueda - pequeñas posibilidades de hacer grandes mejoras

No Free Lunch Theorem (1995)

No free lunch theorems for optimization
Wolpert, D.H.; Macready, W.G.;
Evolutionary Computation, IEEE
Transactions on 1:1, April 1997, 67 – 82

Motivación

Hemos aprendido

- ★ **explotación**: buscar cerca de la mejor solución actual - grandes posibilidades de realizar pequeñas mejoras
- ★ **exploración**: buscar lejos, realizar grandes pasos de búsqueda - pequeñas posibilidades de hacer grandes mejoras

No Free Lunch Theorem (1995)

"...for any algorithm, any elevated performance over one class of problems is exactly paid for in performance over another class."

Motivación

Función A

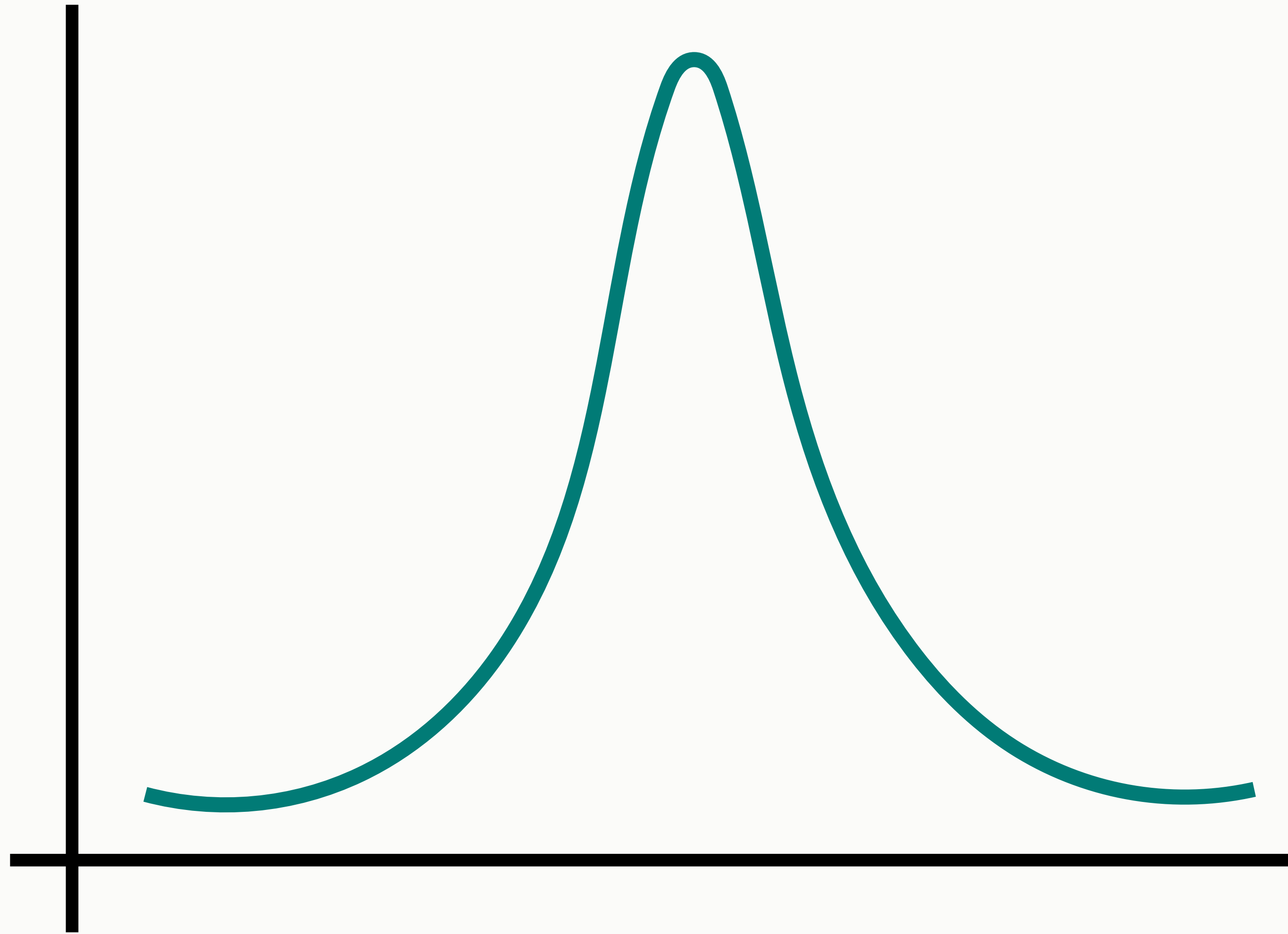
Función B



Motivación

Función A

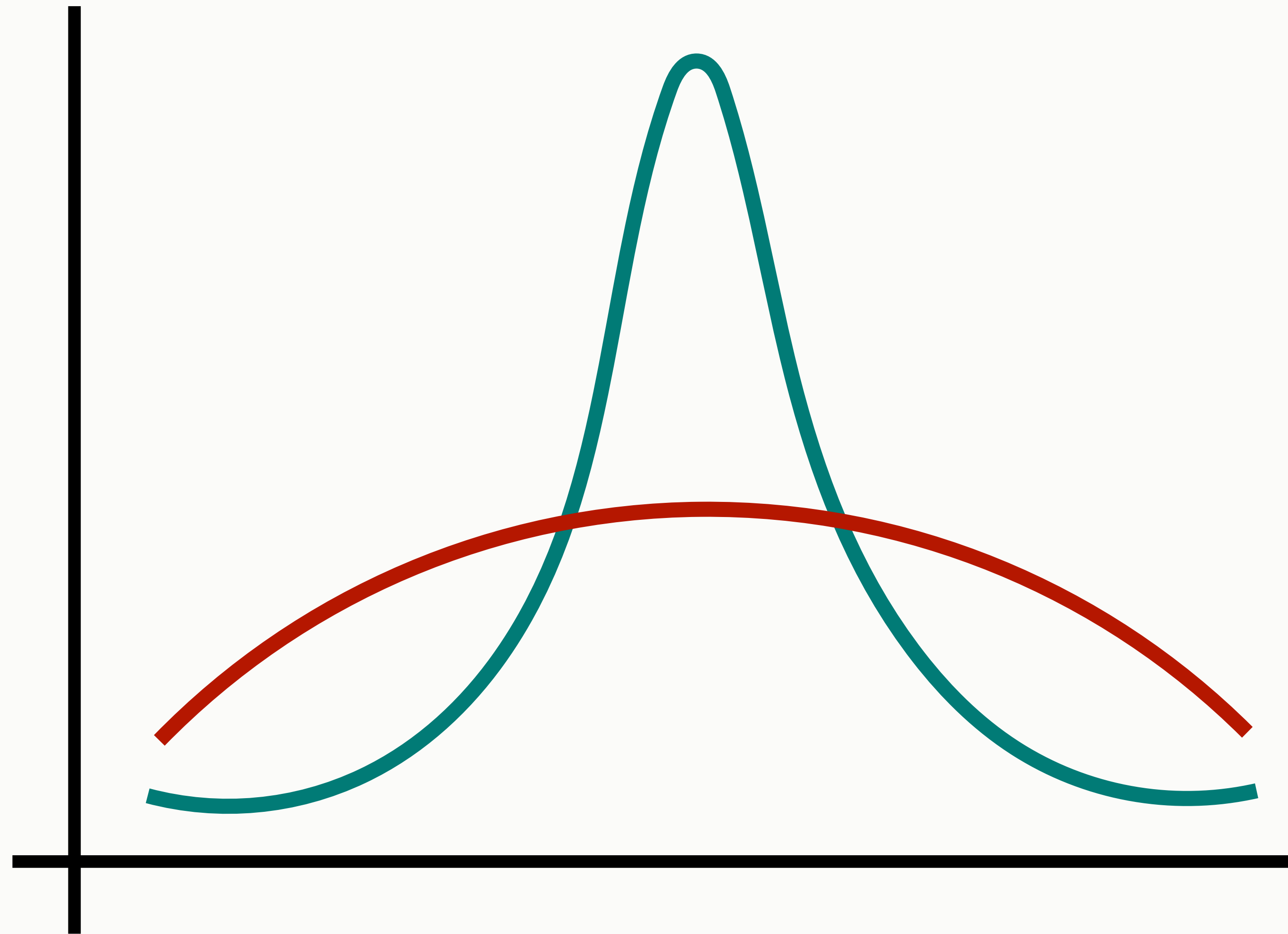
Función B



Motivación

Función A

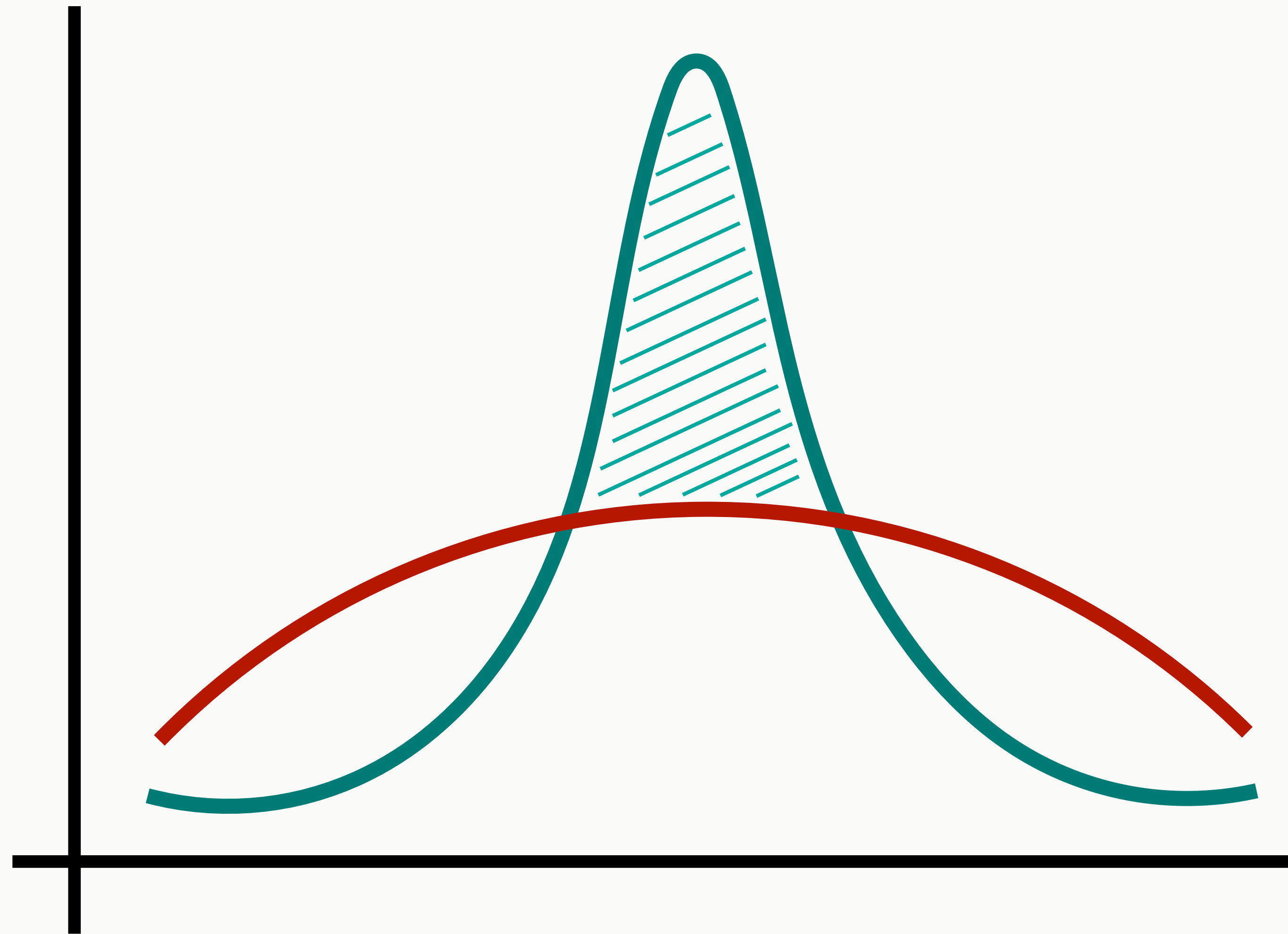
Función B



Motivación

Función A

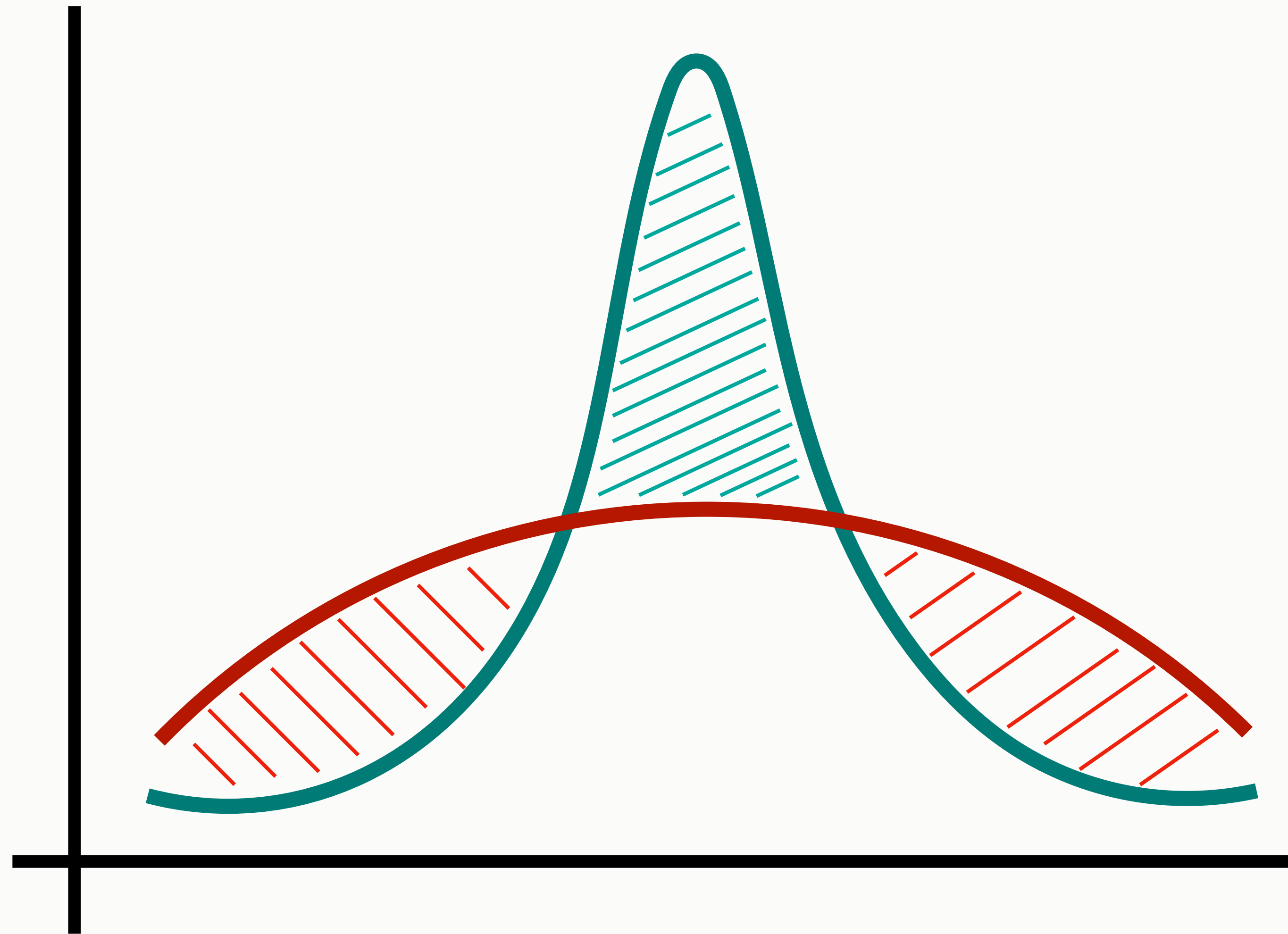
Función B



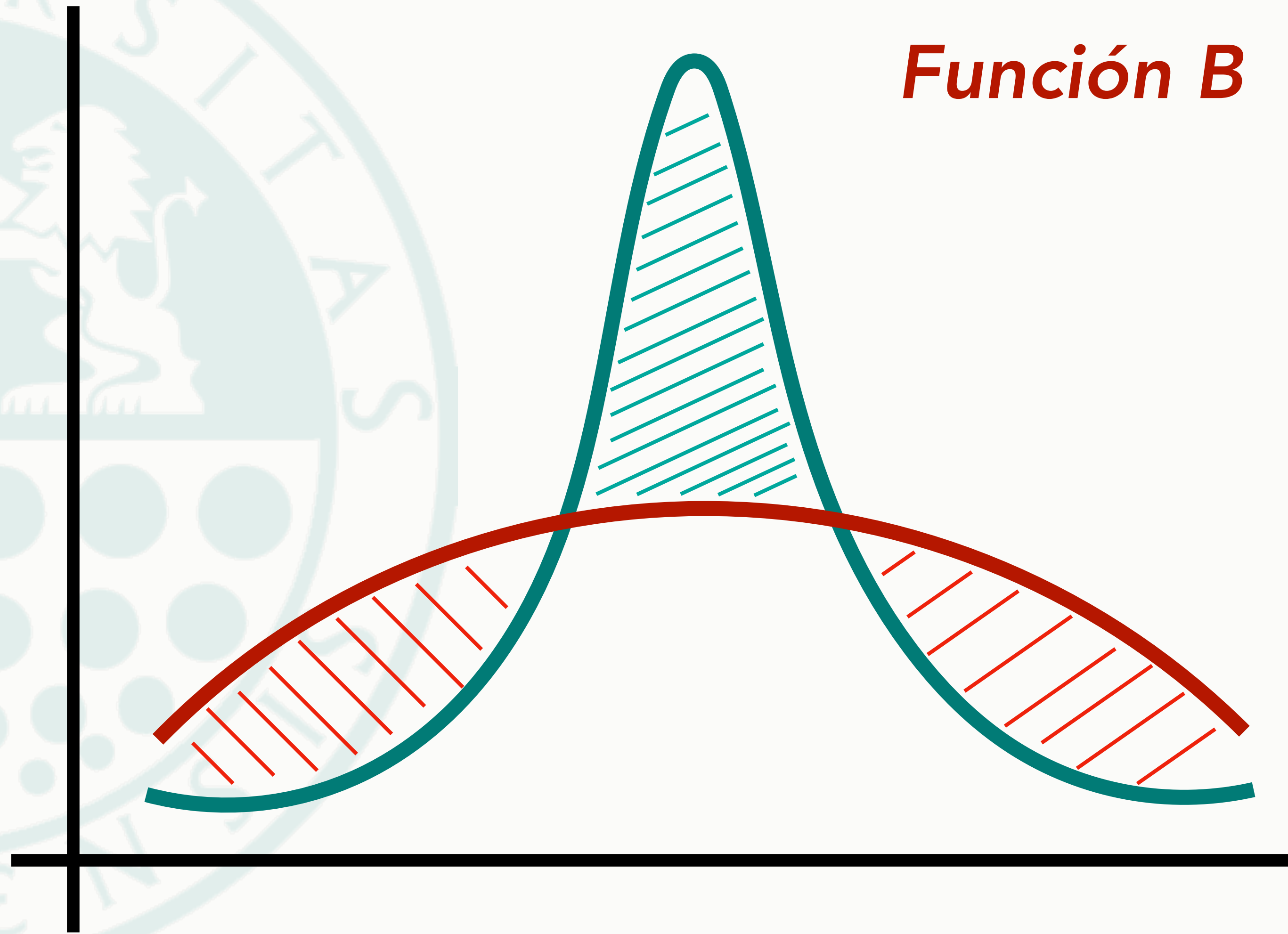
Motivación

Función A

Función B



Motivación



algoritmos especializados son muy buenos para un problema específico, pero inútiles para otros problemas

algoritmos generales son buenos para una clase general de problemas, pero no tan buenos como los especializados para su área específica

Índice

1. Definición de algoritmos meméticos
2. Introducción
3. Diseño de algoritmos meméticos
4. Conclusiones

Definición

Algoritmo basado en la **evolución de poblaciones** que para realizar búsqueda heurística intenta utilizar todo el conocimiento sobre el problema (usualmente conocimiento en términos de algoritmos específicos de búsqueda local para el problema)

Definición

¿por qué hibridar?

Los algoritmos genéticos son
algoritmos generales

Definición

¿por qué hibridar?

Los algoritmos genéticos son
algoritmos generales

muy buenos en búsqueda global



búsqueda no especializada

Definición

¿por qué hibridar?

Los algoritmos genéticos son algoritmos generales

Los algoritmos de búsqueda locales son perfectos para explotar o refinar una solución existente

muy buenos en búsqueda global



búsqueda no especializada

Definición

¿por qué hibridar?

Los algoritmos genéticos son algoritmos generales

Los algoritmos de búsqueda locales son perfectos para explotar o refinar una solución existente

muy buenos en búsqueda global

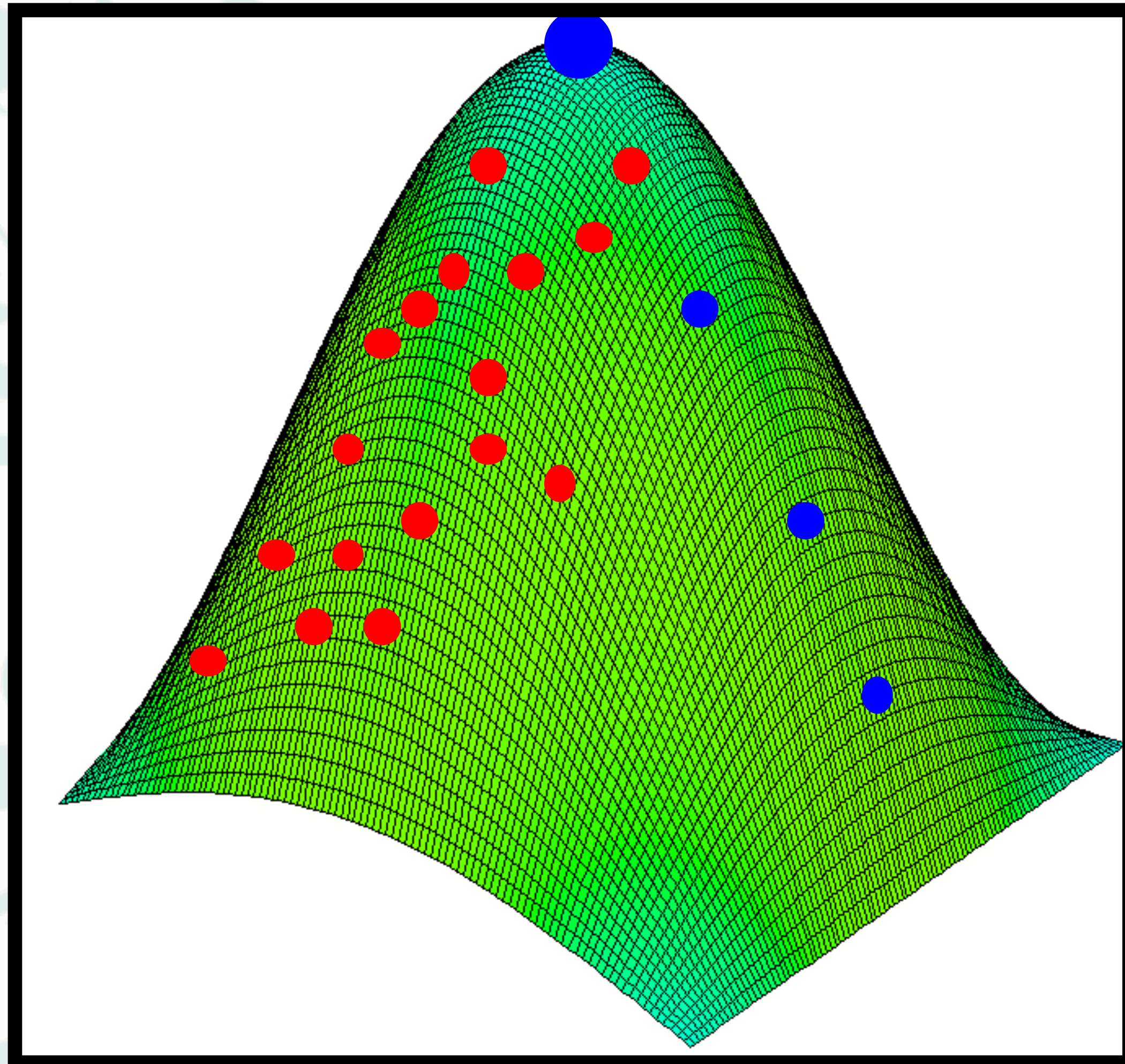


búsqueda no especializada

fácil de adaptar al problema

Definición

¿por qué hibridar?



muy buenos en búsqueda global

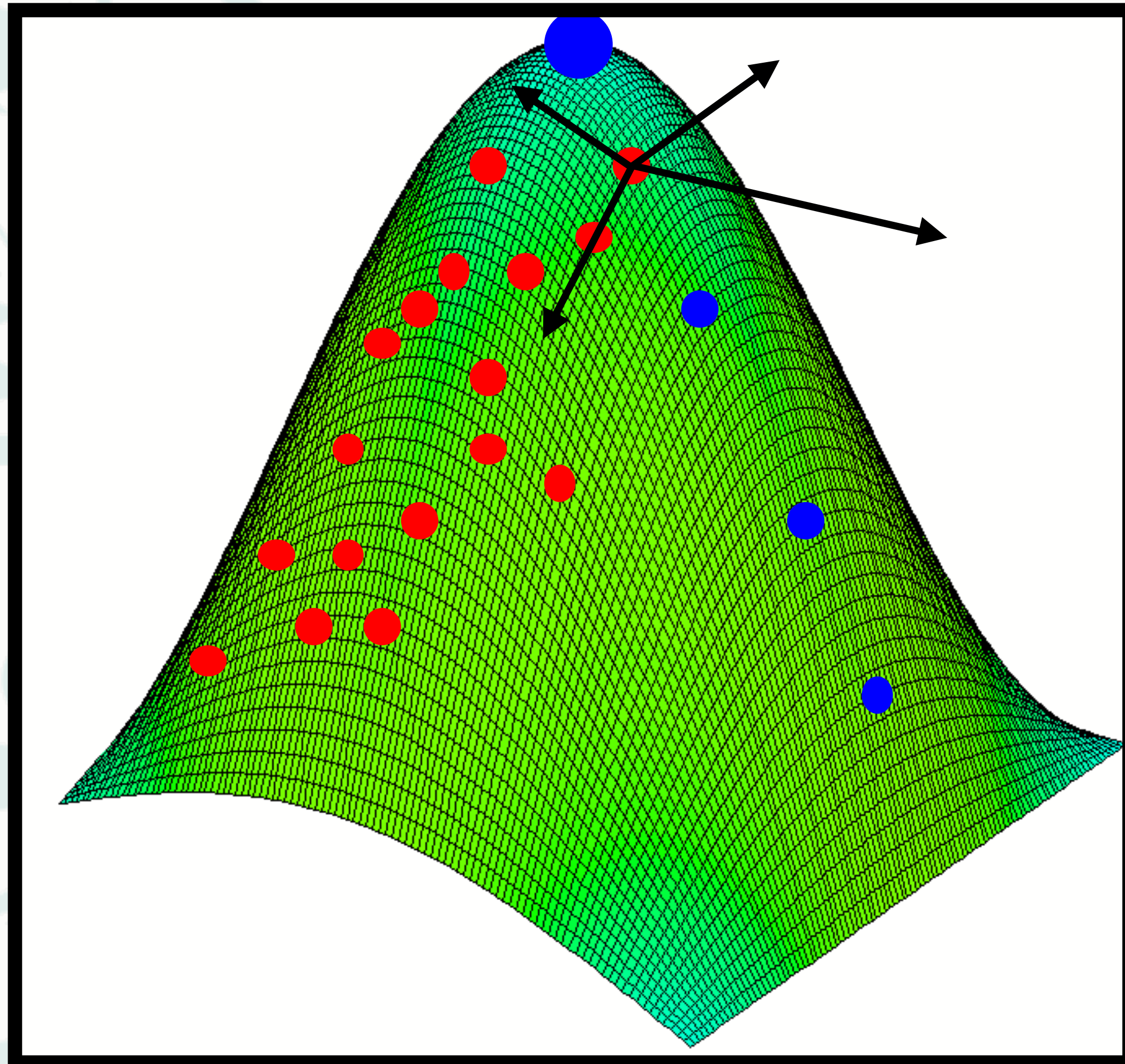


búsqueda no especializada

fácil de adaptar al problema

Definición

¿por qué hibridar?



muy buenos en búsqueda global



búsqueda no especializada

fácil de adaptar al problema

Definición

incorporar conocimiento a los algoritmos evolutivos

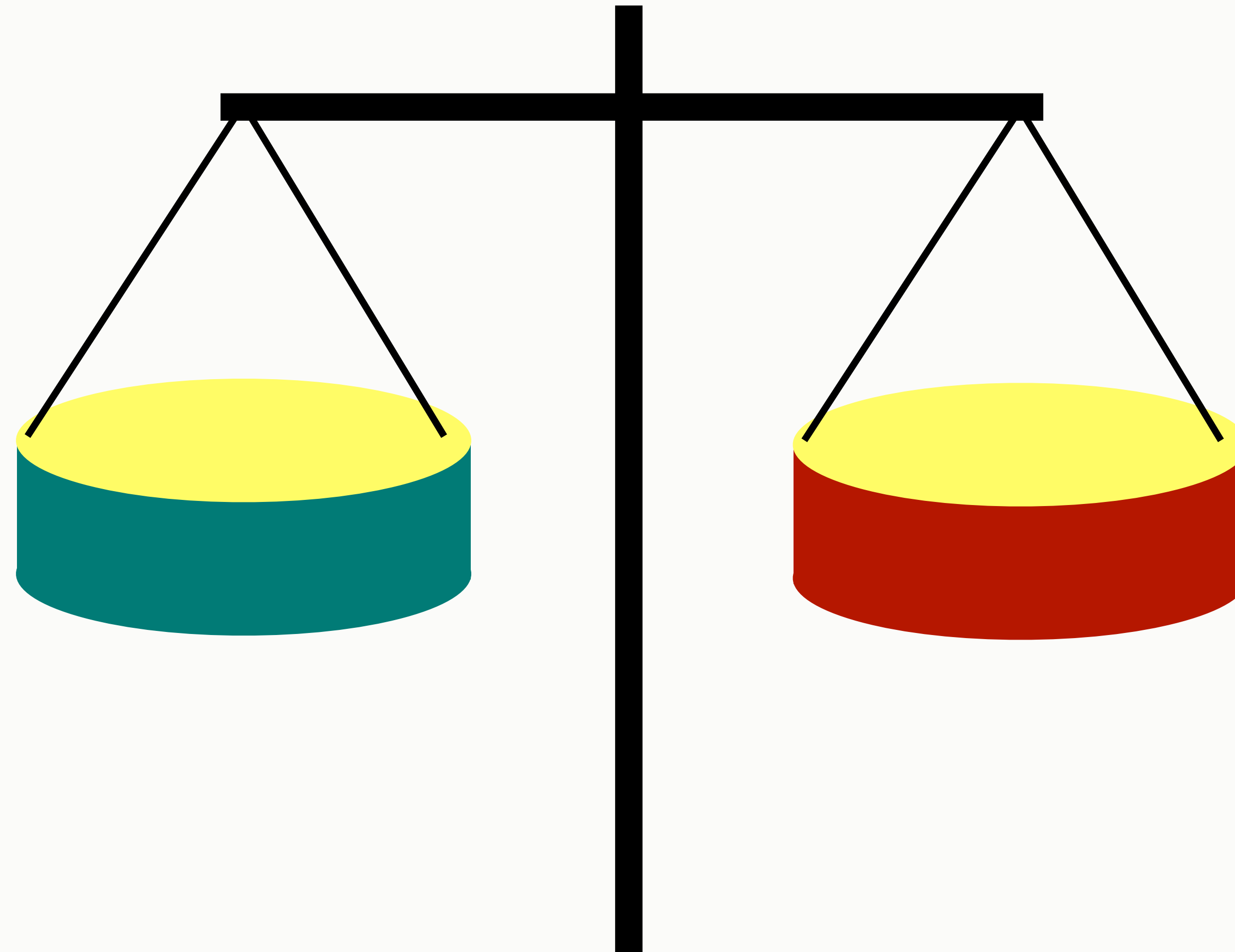
Incluir conocimiento en los algoritmos de búsqueda aumenta las posibilidades de encontrar óptimos globales

Desde los años 80 se introdujeron heurísticas específicas en los evolutivos, es decir, ya se encaminaban a la hibridación

Las heurísticas de búsqueda pueden considerarse como algoritmos de búsqueda local

Definición

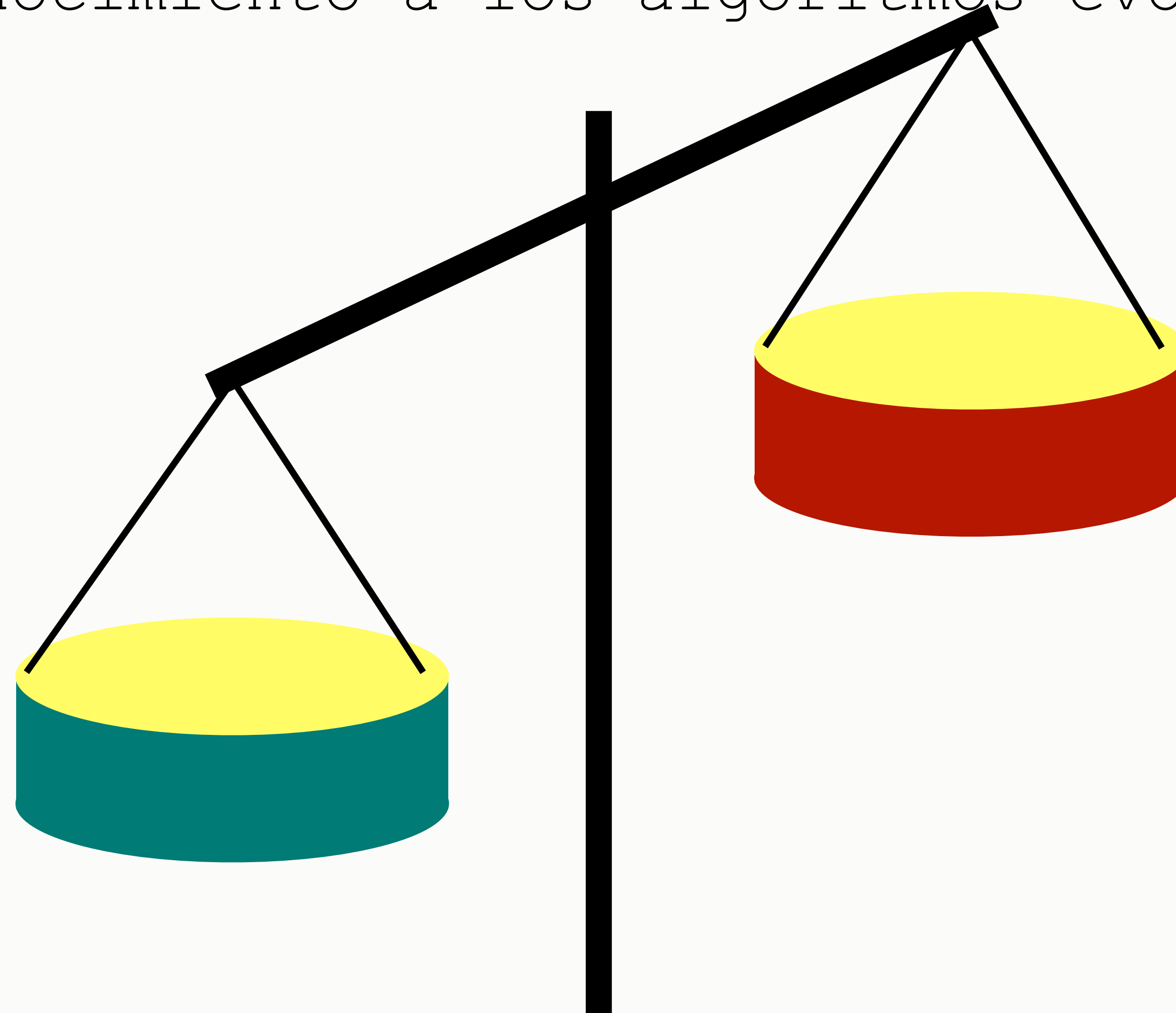
incorporar conocimiento a los algoritmos evolutivos



Definición

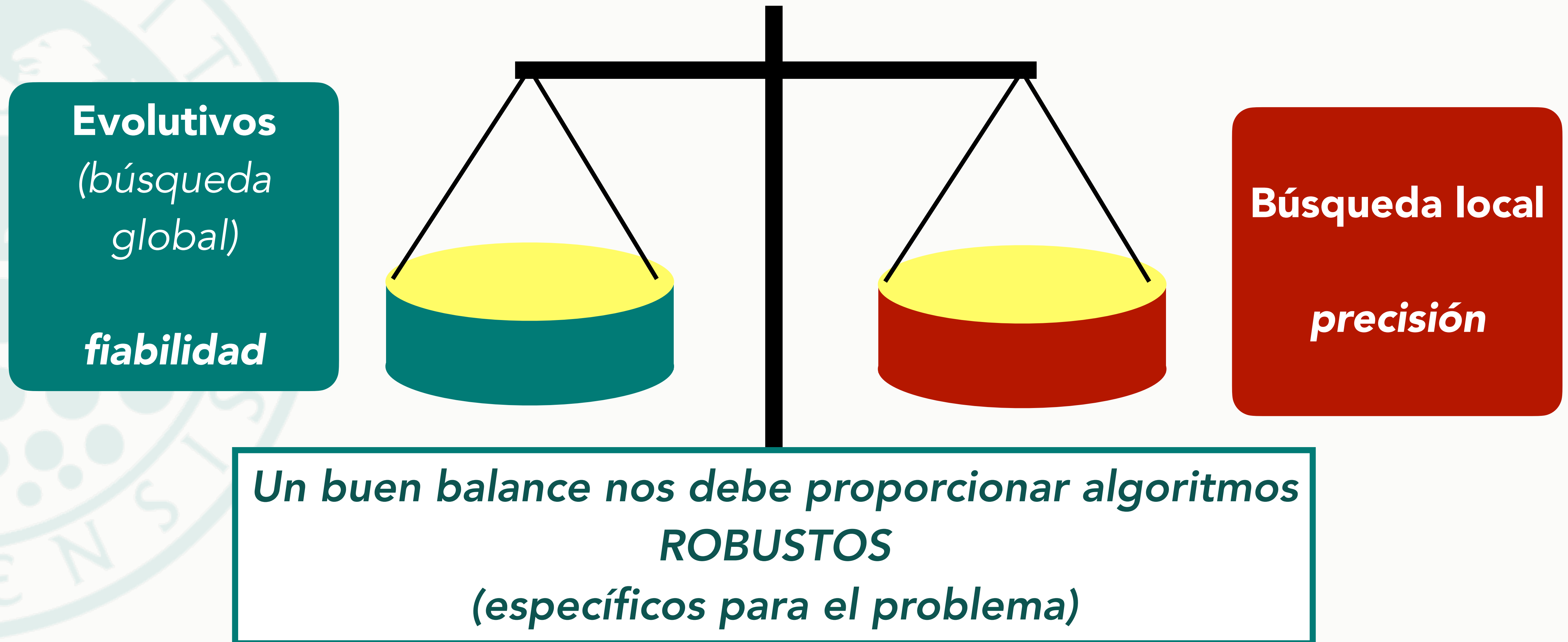
incorporar conocimiento a los algoritmos evolutivos

Evolutivos
(*búsqueda global*)
fiabilidad



Definición

incorporar conocimiento a los algoritmos evolutivos



Algoritmos meméticos

definición

**se construyen sobre el
concepto de meme**

1. Elemento cultural o de comportamiento que se transmite de persona a persona o de generación a generación.
Fue Richard Dawkins quién lo empleó como unidades culturales aprendidas o asimiladas que no se transfieren genéticamente
2. Texto, imagen, vídeo u otro elemento que se difunde rápidamente por internet, y que a menudo se modifica con fines humorísticos

Algoritmos meméticos

definición



**se construyen sobre el
concepto de meme**

1. Elemento cultural o de comportamiento que se transmite de persona a persona o de generación a generación.
Fue Richard Dawkins quién lo empleó como unidades culturales aprendidas o asimiladas que no se transfieren genéticamente
2. Texto, imagen, vídeo u otro elemento que se difunde rápidamente por internet, y que a menudo se modifica con fines humorísticos

Algoritmos meméticos

definición



**se construyen sobre el
concepto de meme**

“Ejemplos de memes son melodías, ideas, frases echas, modas en la vestimenta, formas de hacer vasijas, o de construir bóvedas. Del mismo modo que los genes se propagan en el acervo genético a través de gametos, los “memes” se propagan en el acervo memético saltando de cerebro a cerebro en un proceso que, en un amplio sentido, puede denominarse imitación”

Algoritmos meméticos

definición

P.A. Moscato lo definió como:

A Memetic Algorithm is a population of agents that alternate periods of self-improvement (via local search) with periods of cooperation (via recombination), and competition (via selection)

Algoritmos meméticos

definición

emplean el concepto de agentes como extensión de individuos

Tanto la selección como la actualización o **reemplazo**, son procesos puramente competitivos

La reproducción es la encargada de crear nuevos agentes (cooperación). Aunque puede aplicarse una gran variedad de operadores de reproducción, existen básicamente los operadores de **Recombinación y Mutación**

Algoritmos meméticos

definición

Recombinación

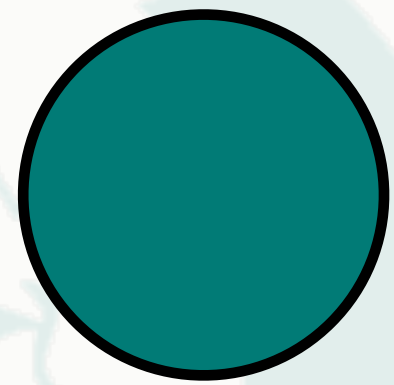
Crea nuevos agentes utilizando principalmente la información extraída de los agentes re combinados. Se suele hablar de combinación inteligente de información

Mutación

Permite incluir información externa creando nuevos agentes mediante modificación parcial del agente mutado

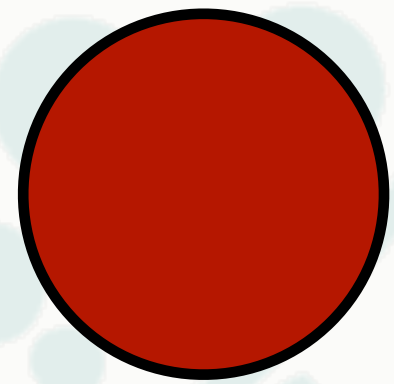
Algoritmos meméticos

definición



Agente₁

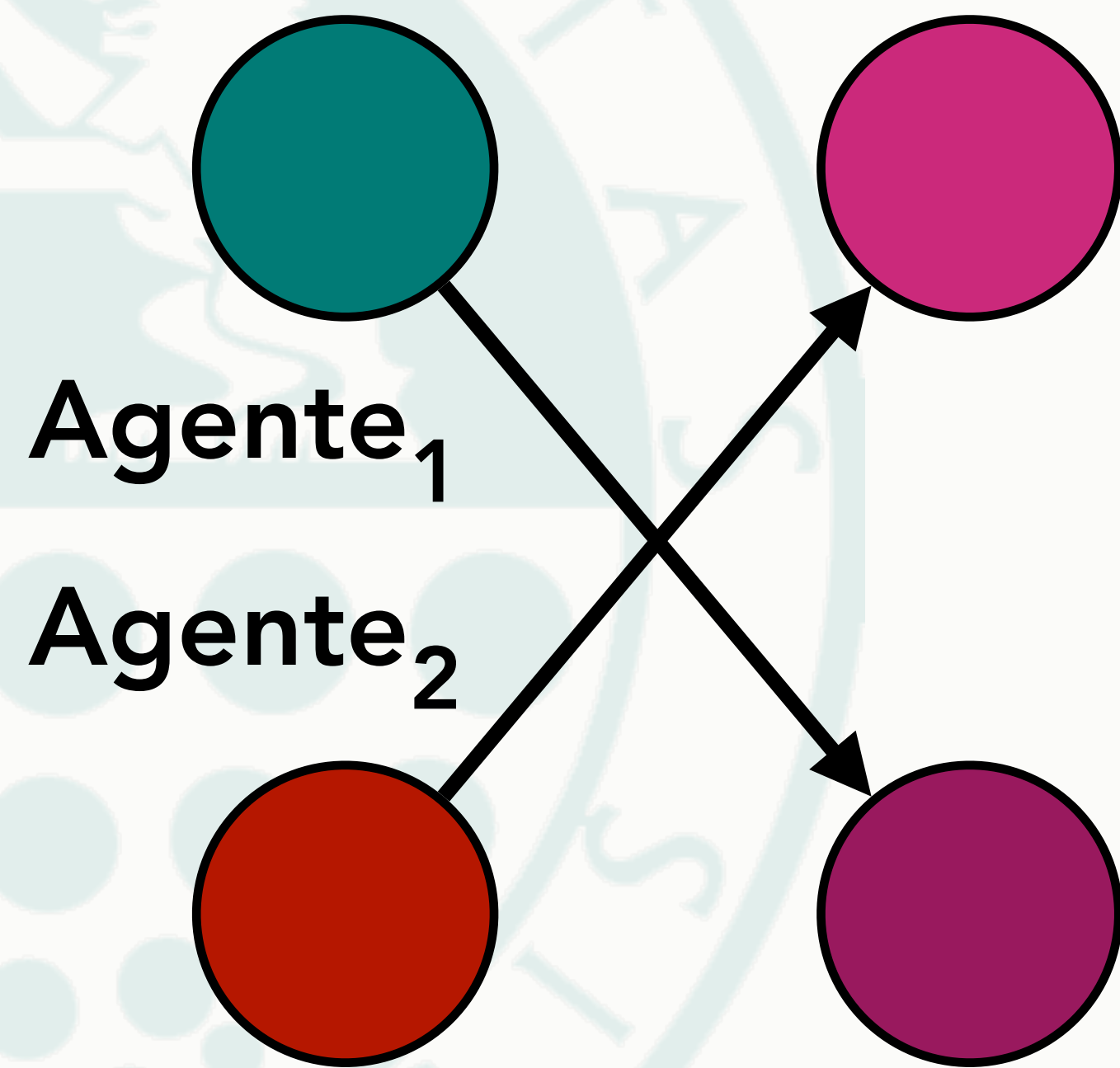
Agente₂



Algoritmos meméticos

definición

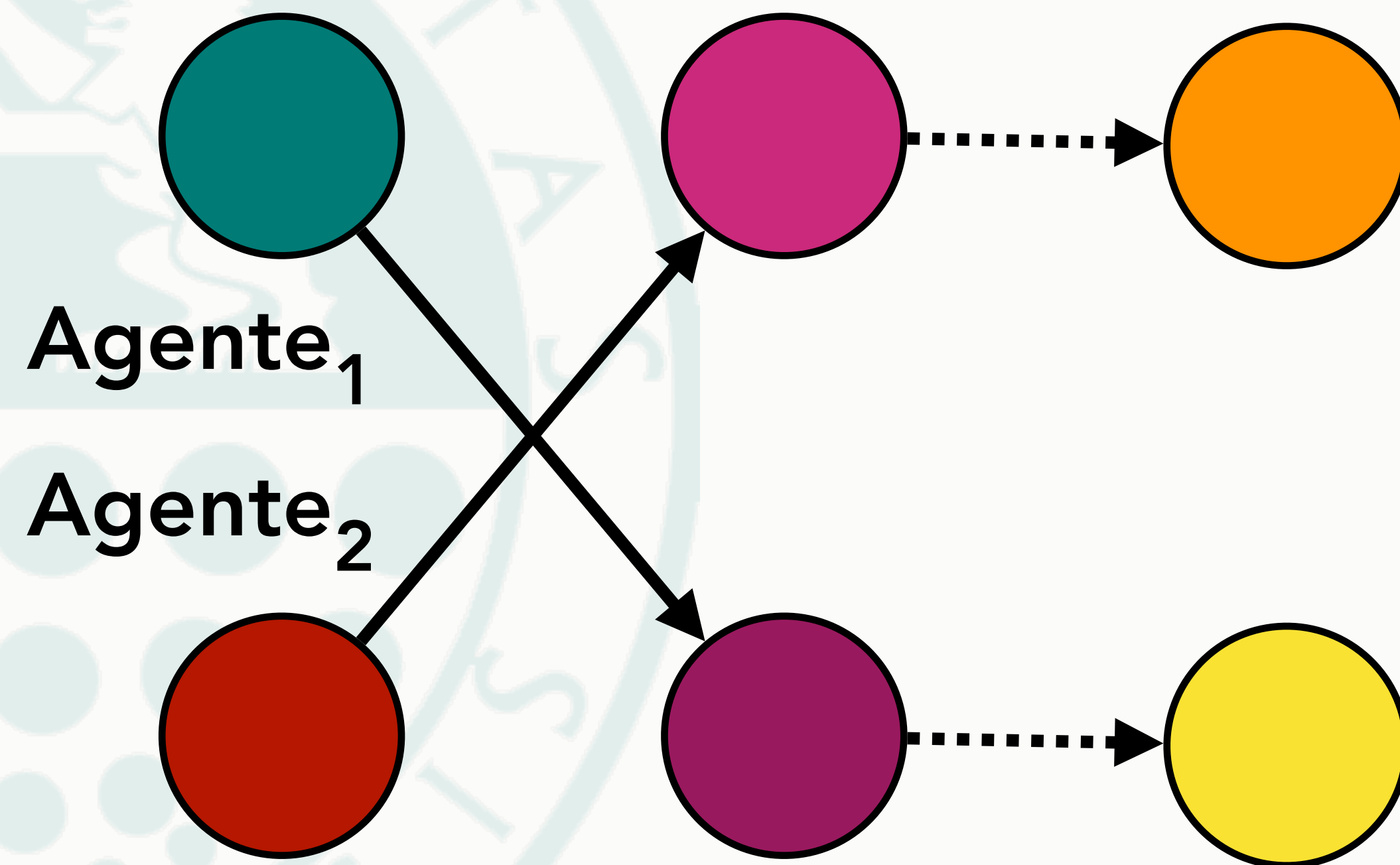
RECOMBINACIÓN



Algoritmos meméticos

definición

RECOMBINACIÓN

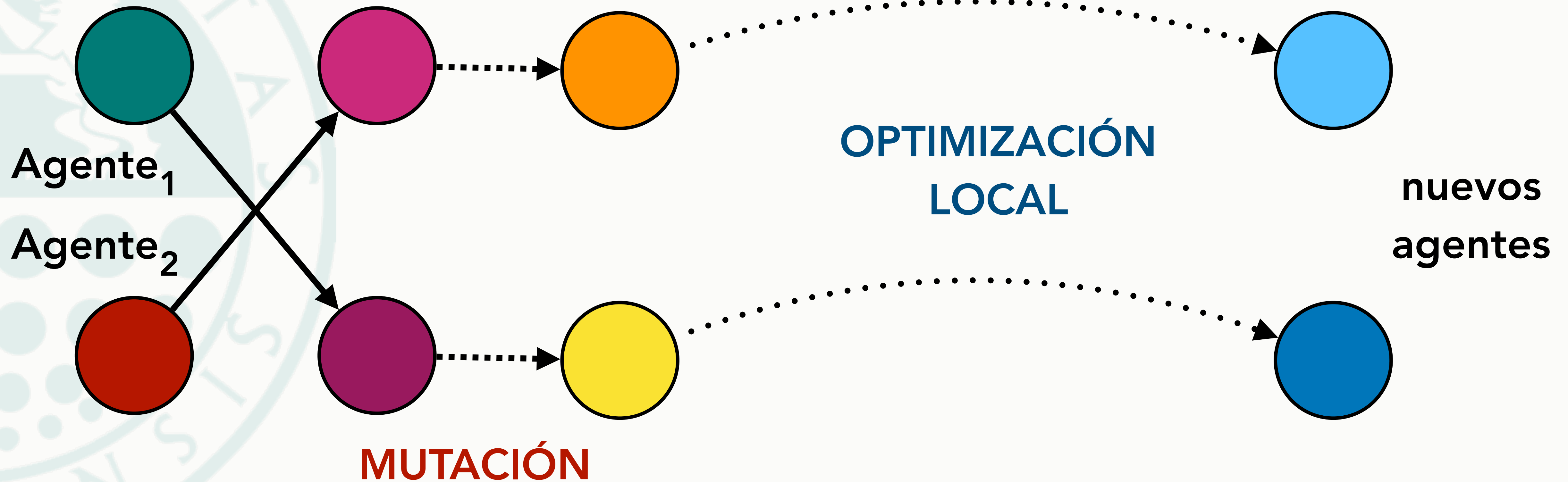


MUTACIÓN

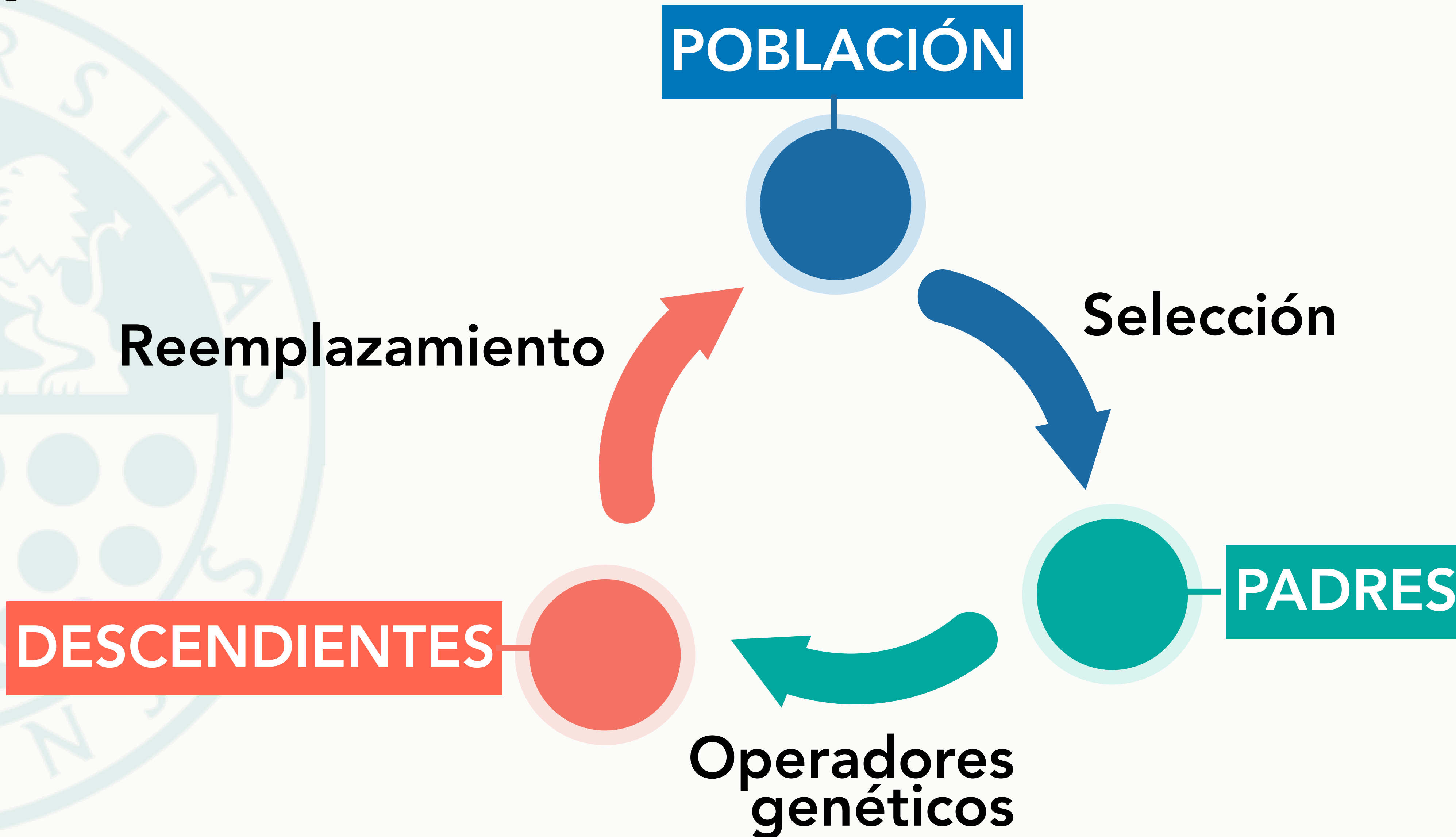
Algoritmos meméticos

definición

RECOMBINACIÓN



Algoritmos meméticos




Algoritmos meméticos



Algoritmos meméticos





Ejemplo de funcionamiento de un algoritmo memético en un espacio bidimensional

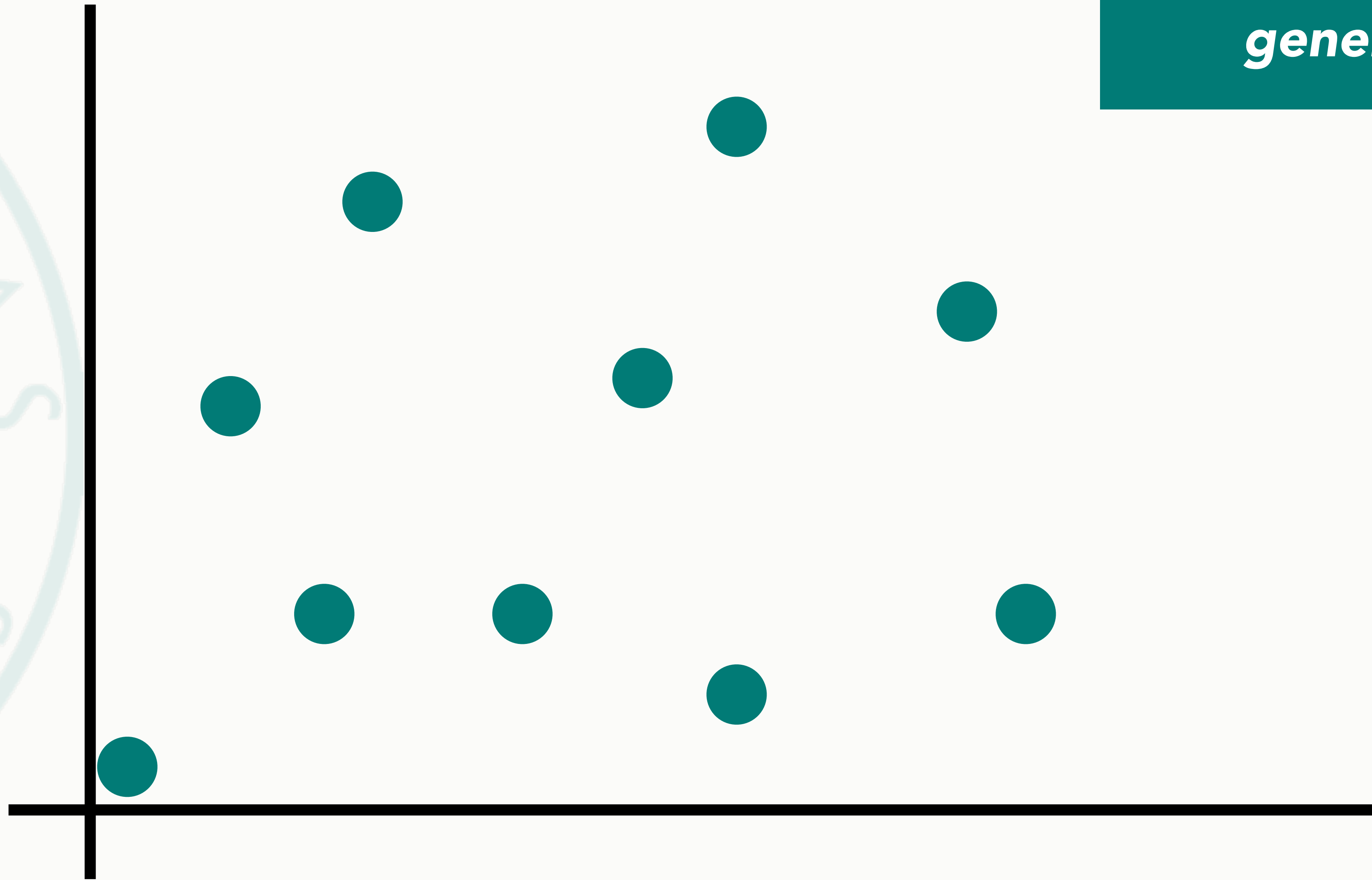
Algoritmos meméticos

Inicialización
generación 1



Algoritmos meméticos

Inicialización
generación 1



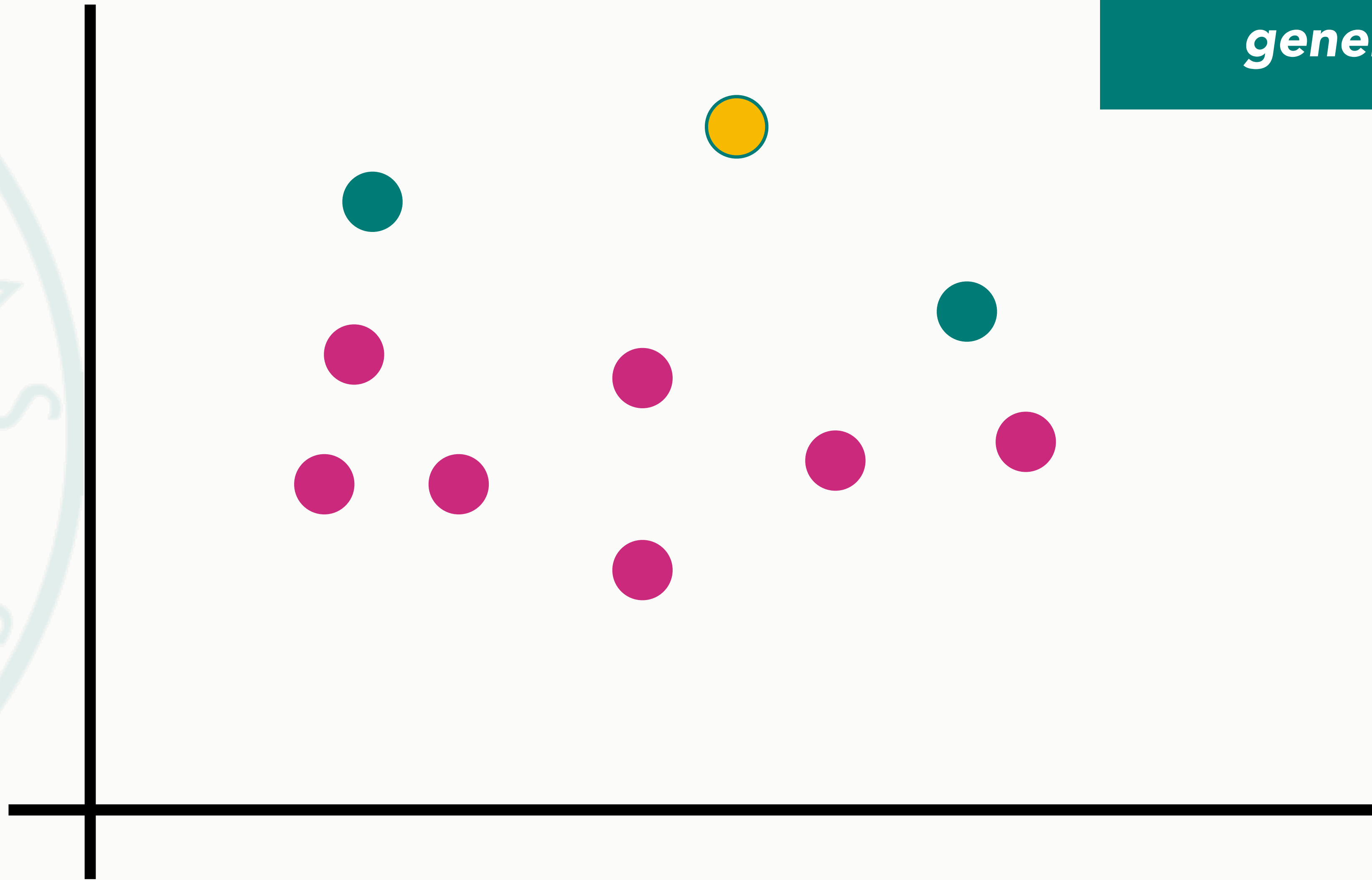
Algoritmos meméticos

Recombinación
generación 1



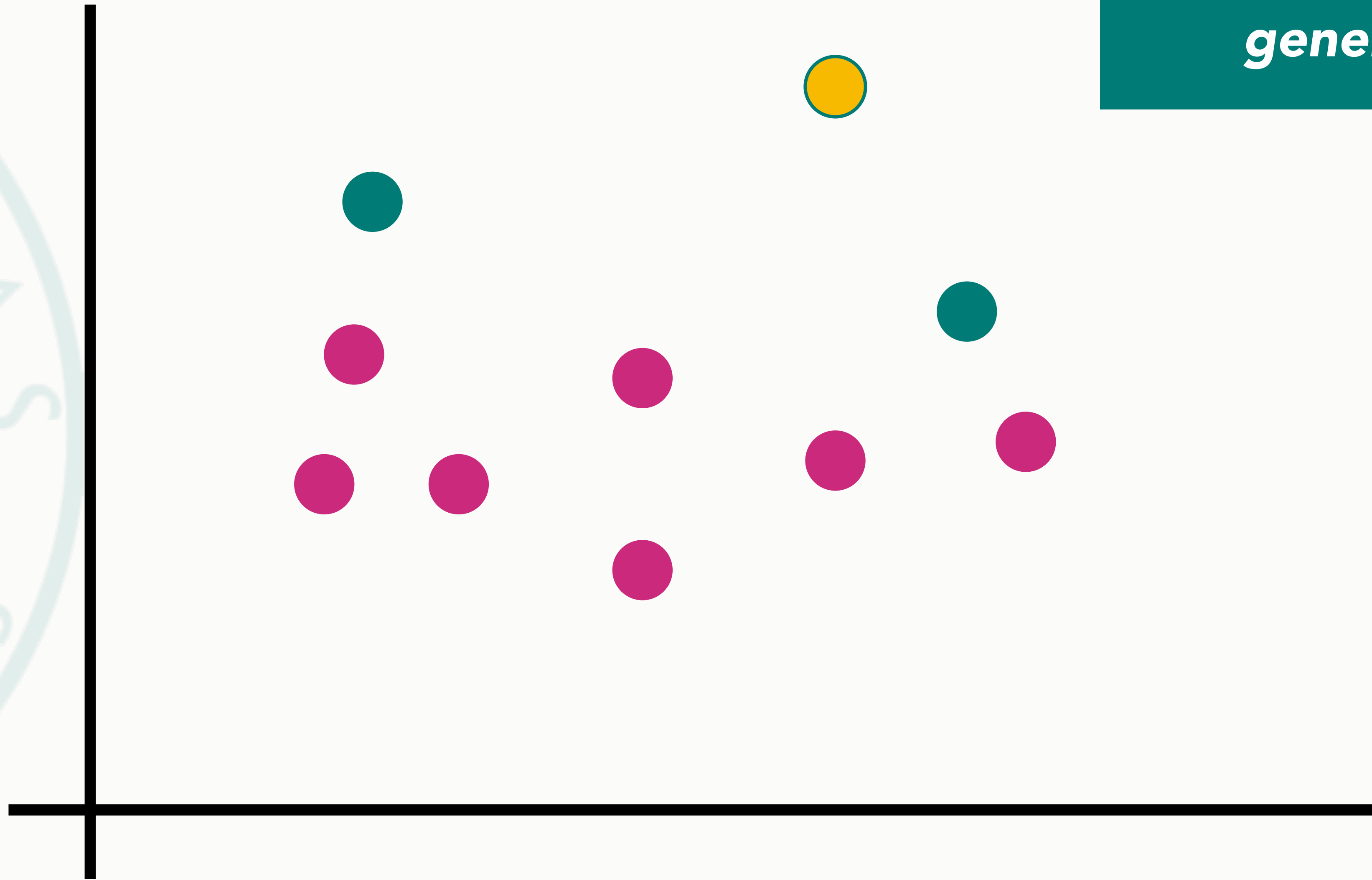
Algoritmos meméticos

Localizo el Mejor
generación 1



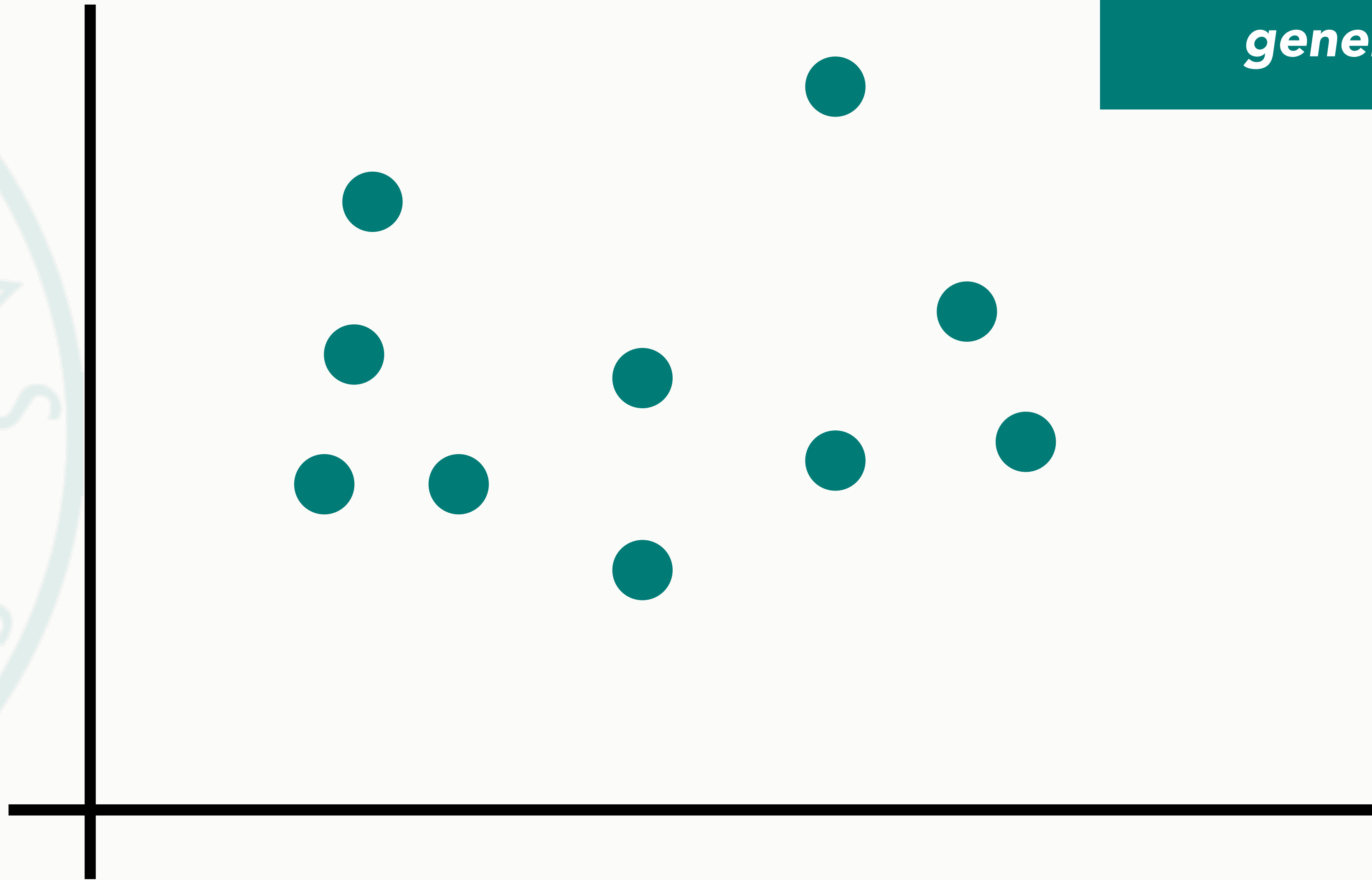
Algoritmos meméticos

Optimización del Mejor
generación 1



Algoritmos meméticos

Reemplazamiento
generación 2



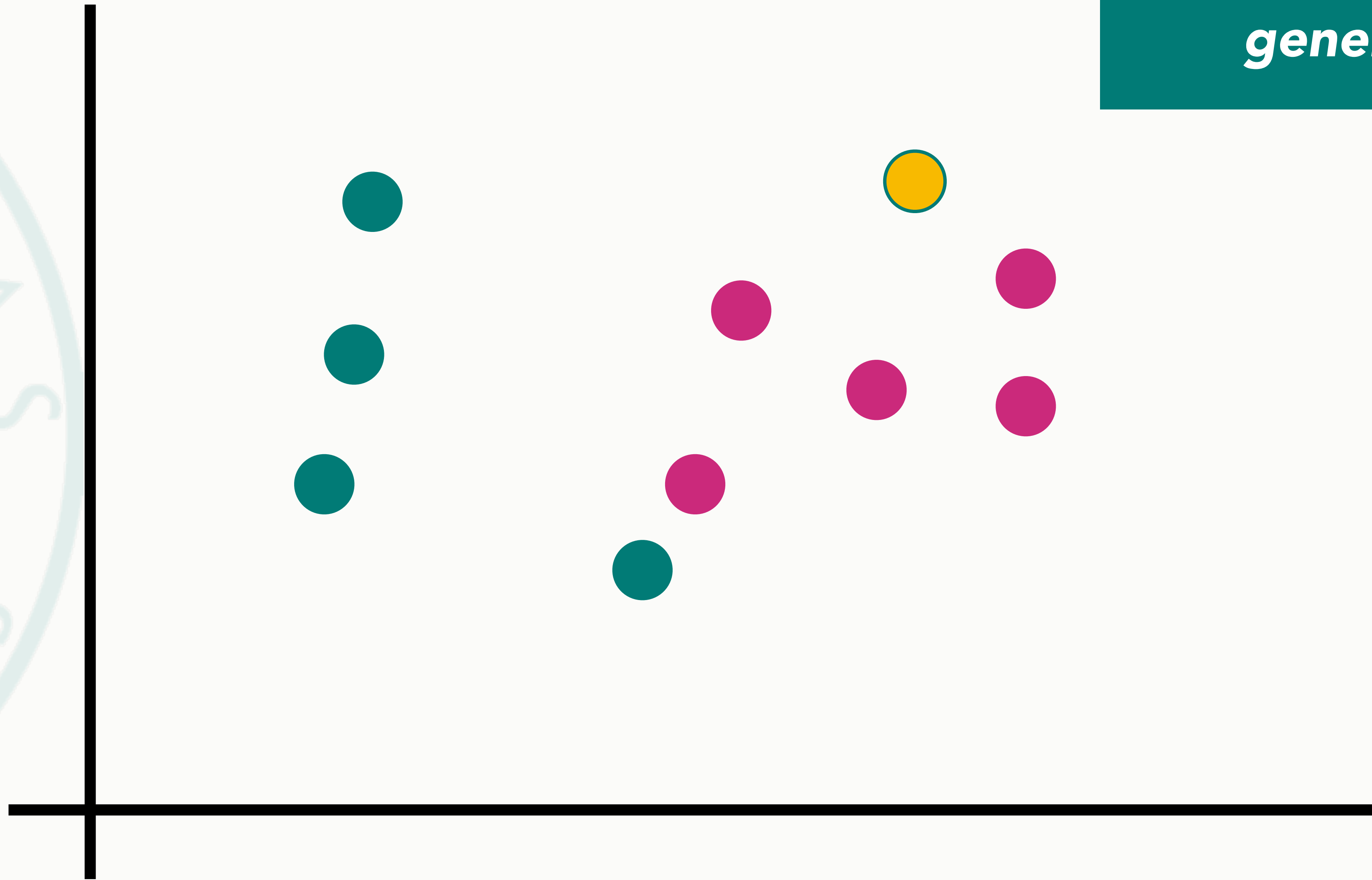
Algoritmos meméticos

Recombinación
generación 2

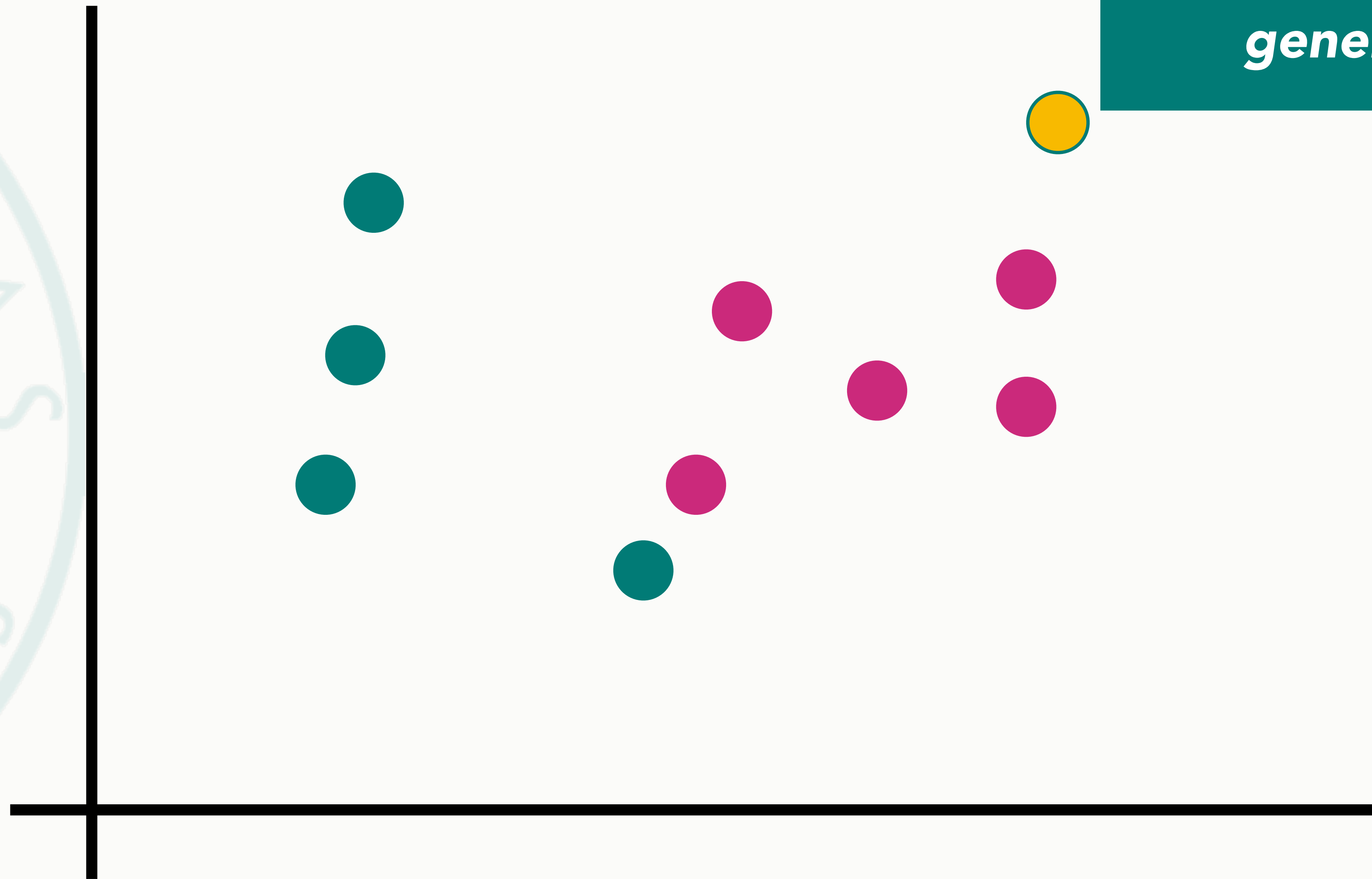


Algoritmos meméticos

Localizo el mejor
generación 2

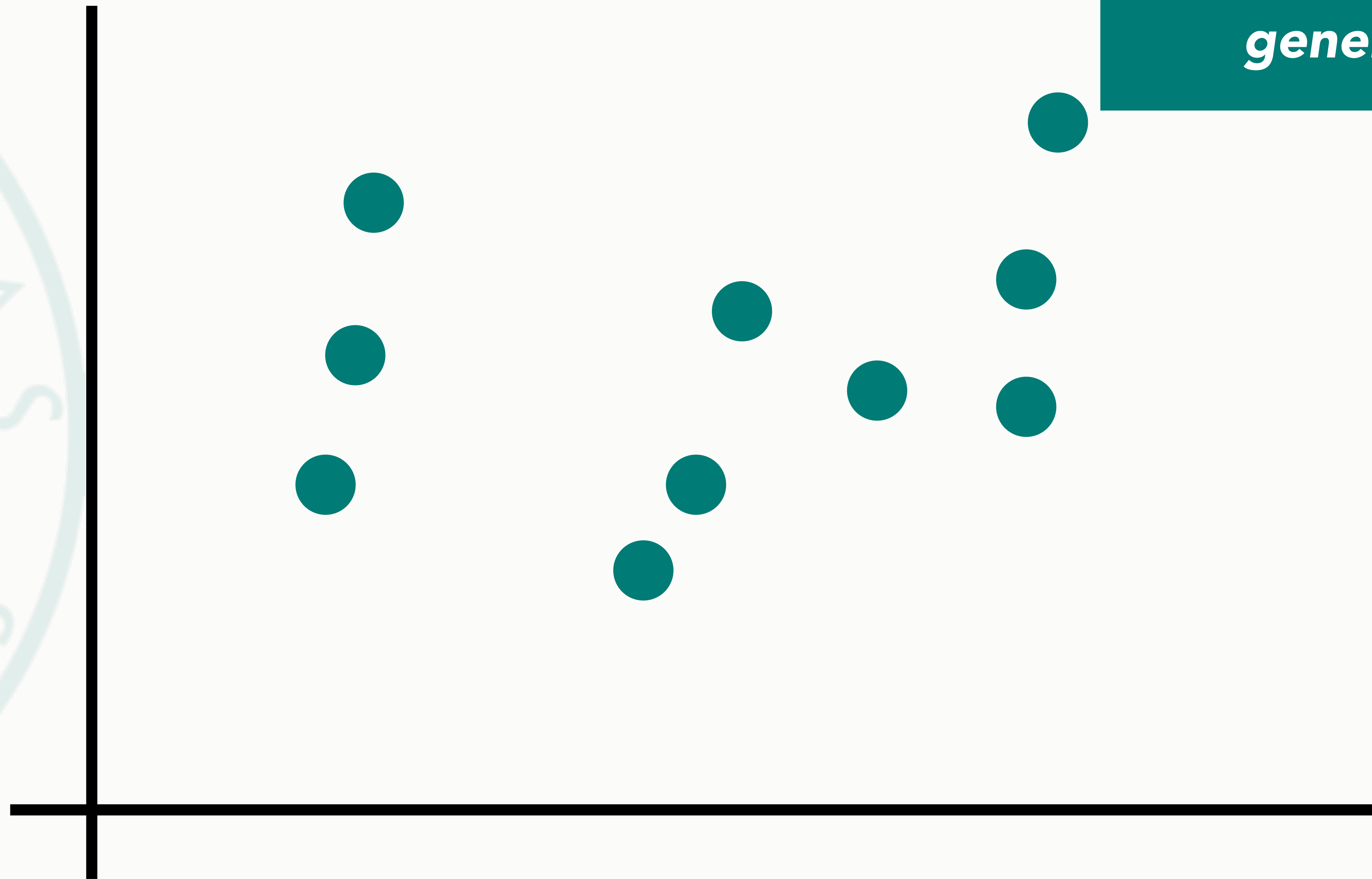


Algoritmos meméticos



Optimización del mejor
generación 2

Algoritmos meméticos



Reemplazamiento
generación 3

Diseño de los algoritmos meméticos

NO existe un modelo sistemático para diseñar un algoritmo memético

Diseño de los algoritmos meméticos

Cuestiones de diseño

NO existe un modelo sistemático para diseñar un algoritmo memético

Diseño de los algoritmos meméticos

Cuestiones de diseño

¿cuándo
aplicar
búsqueda
local?

**NO existe un modelo
sistemático para diseñar un
algoritmo memético**

Diseño de los algoritmos meméticos

Cuestiones de diseño

¿cuándo
aplicar
búsqueda
local?

¿sobre qué
agentes se
aplica?

**NO existe un modelo
sistemático para diseñar un
algoritmo memético**

Diseño de los algoritmos meméticos

Cuestiones de diseño

¿cuándo
aplicar
búsqueda
local?

¿sobre qué
agentes se
aplica?

¿cómo usar el
agente
optimizado?

**NO existe un modelo
sistemático para diseñar un
algoritmo memético**

Diseño de los algoritmos meméticos

Cuestiones de diseño

¿cuándo
aplicar
búsqueda
local?

¿sobre qué
agentes se
aplica?

¿cómo usar el
agente
optimizado?

¿con qué
intensidad?

**NO existe un modelo
sistemático para diseñar un
algoritmo memético**

Diseño de los algoritmos meméticos

Cuestiones de diseño

¿cuándo
aplicar
búsqueda
local?

¿sobre qué
agentes se
aplica?

¿cómo usar el
agente
optimizado?

¿con qué
intensidad?

¿con qué
técnica
hibridamos?

**NO existe un modelo
sistemático para diseñar un
algoritmo memético**

Diseño de los algoritmos meméticos

¿cuándo aplicar la búsqueda local?

Podemos aplicarlos de diferentes formas:

- Inicializar la población
- En cada generación
- Cada x generaciones
- Durante los operadores de recombinación

Diseño de los algoritmos meméticos

¿cuándo aplicar la búsqueda local?

Podemos aplicarlos de diferentes formas:

- Inicializar la población
- En cada generación
- Cada x generaciones
- Durante los operadores de recombinación

Un algoritmo se considera memético SI Y SOLO SI la búsqueda local se aplica dentro del proceso evolutivo

Diseño de los algoritmos meméticos

¿sobre qué agentes se aplica?

Es un concepto también de diseño:

- Sobre toda la población
- Sobre un subconjunto de ella:
 - Al mejor
 - A un grupo de representantes
 - Mediante una probabilidad
- Sobre los nuevos agentes obtenidos en el proceso evolutivo

Diseño de los algoritmos meméticos

¿qué uso se hace del agente optimizado?

Existen dos modelos

Baldwiniano

- El agente inicial del proceso de optimización local recibe el fitness del agente final pero no su genotipo (cede su fitness)

Diseño de los algoritmos meméticos

¿qué uso se hace del agente optimizado?

Existen dos modelos

Baldwiniano

- El agente inicial del proceso de optimización local recibe el fitness del agente final pero no su genotipo (cede su fitness)

No se usan en la realidad

Diseño de los algoritmos meméticos

¿qué uso se hace del agente optimizado?

Existen dos modelos

Lamarckiano

- El agente resultante del proceso de optimización local se introduce en la población (cede su genotipo) y reemplaza en la población al agente sobre el que se inició el proceso o al más cercano

$P(t+1)$
C_1
C_2
...
C_M

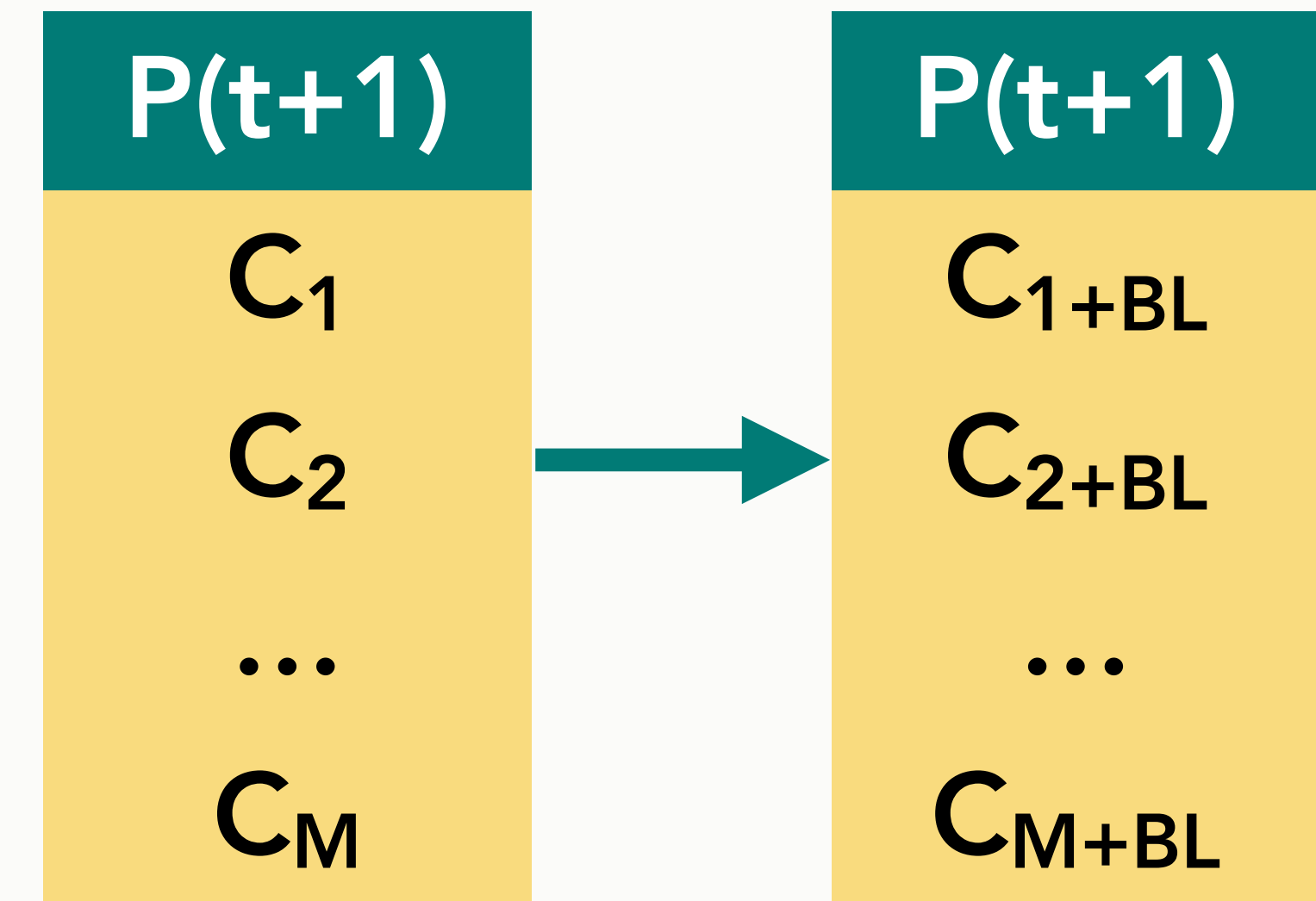
Diseño de los algoritmos meméticos

¿qué uso se hace del agente optimizado?

Existen dos modelos

Lamarckiano

- El agente resultante del proceso de optimización local se introduce en la población (cede su genotipo) y reemplaza en la población al agente sobre el que se inició el proceso o al más cercano



Diseño de los algoritmos meméticos

¿con qué intensidad aplicamos el optimizador?

Es muy importante regular el equilibrio entre

- anchura, mide la frecuencia con la que se aplica el optimizado, es decir, la probabilidad de actuación de la búsqueda local
- profundidad, mide la intensidad del optimizador

Diseño de los algoritmos meméticos

¿con qué intensidad aplicamos el optimizador?

Es muy importante regular el equilibrio entre

baja intensidad implican

pocas iteraciones del
optimizador local
alta frecuencia

alta intensidad implican

muchas iteraciones del
optimizador local
baja frecuencia

Conclusiones

- Los algoritmos meméticos son **técnicas de optimización** que explotan el conocimiento disponible de un problema embebido en un modelo de evolución de poblaciones
- No son un paradigma “purista” u “ortodoxo”
- Contienen **muchos grados de libertad** para el usuario
- Cuando se aborda el diseño de un algoritmo memético efectivo para un cierto problema, hay que partir de la base de que **no existe un procedimiento sistemático** para tal fin
- Han demostrado ser **más eficaces** que los algoritmos genéticos para diferentes problemas

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

