

Algoritmos Genéticos

Prof. Dr. Rafael Teixeira Sousa

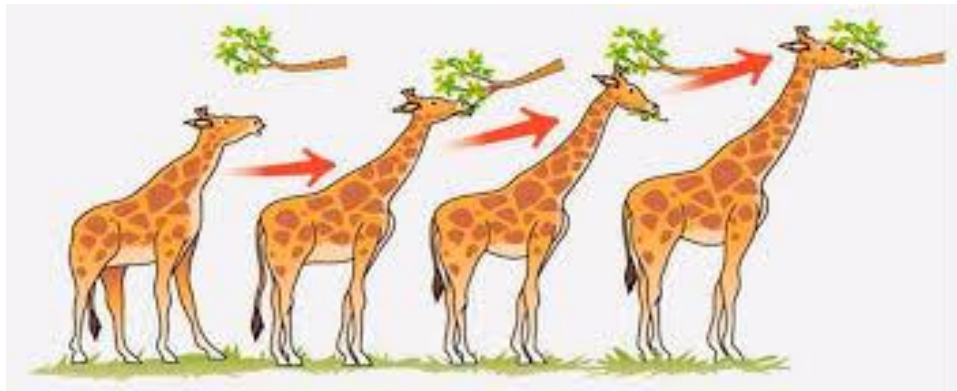
UFMT























Outline

- Evolução e Seleção Natural
- Algoritmos Genéticos:
 - Representação
 - Seleção (*fitness*)
 - Cruzamento
 - Mutação

Algoritmos Genéticos

- Método Bioinspirado
 - Teoria da evolução das espécies e seleção natural (Darwin)
 - Genética (Mendel)



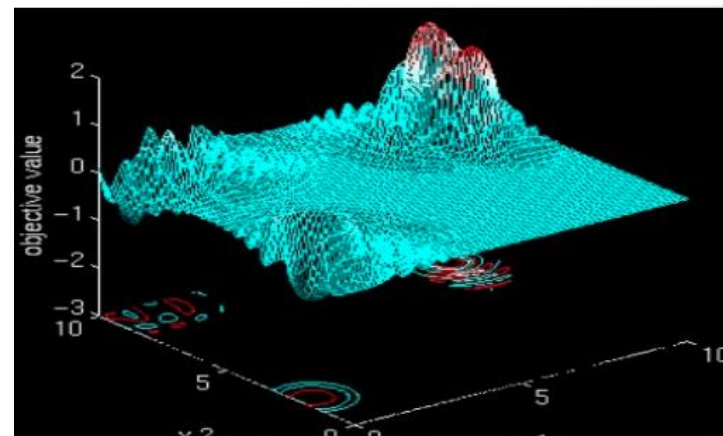
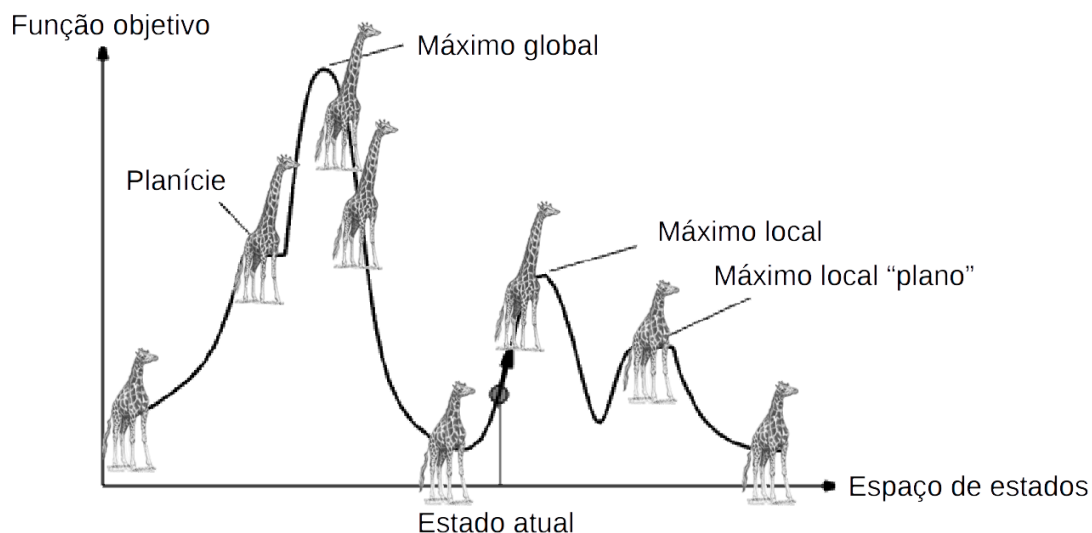
COR DOS OLHOS DOS PAIS = OLHOS DO BEBÊ						
	+		=			
				75%	18,75%	6,25%
<hr/>						
	+		=			
				50%	37,5%	12,5%
<hr/>						
	+		=			
				50%	50%	0%
<hr/>						
	+		=			
				75%	25%	<1%
<hr/>						
	+		=			
				50%	50%	0%
<hr/>						
	+		=			
				99%	1%	0%

Algoritmos Genéticos

1. Diversidade é gerada por **cruzamentos** e **mutações**
2. Serem mais adaptados aos seus ambientes sobrevivem
3. As características genéticas de tais seres são herdadas pelas próximas gerações

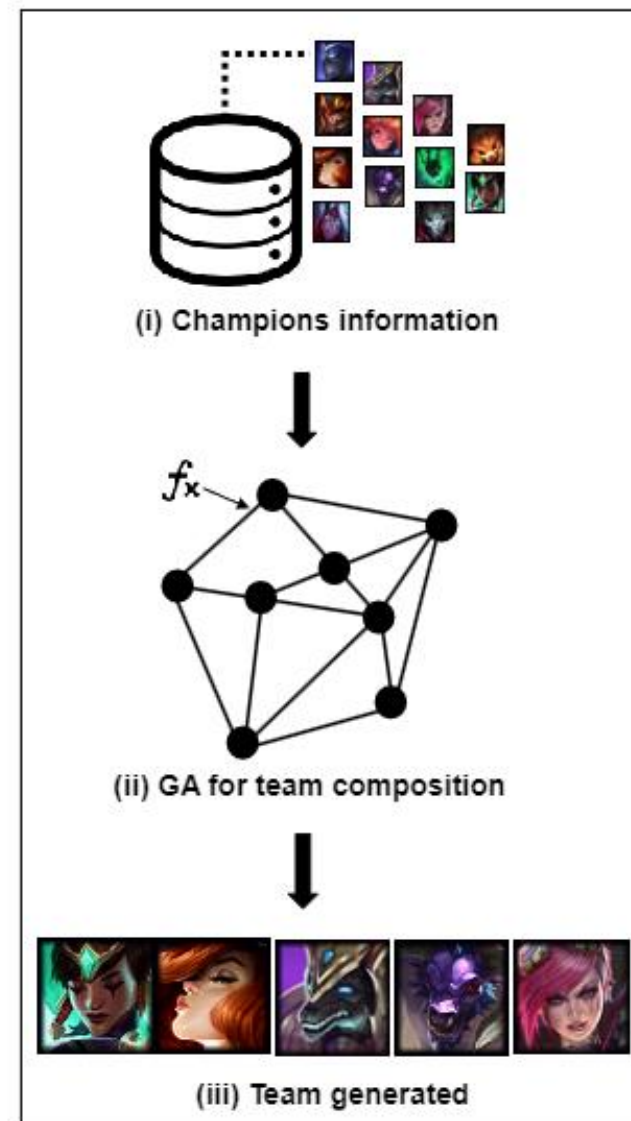
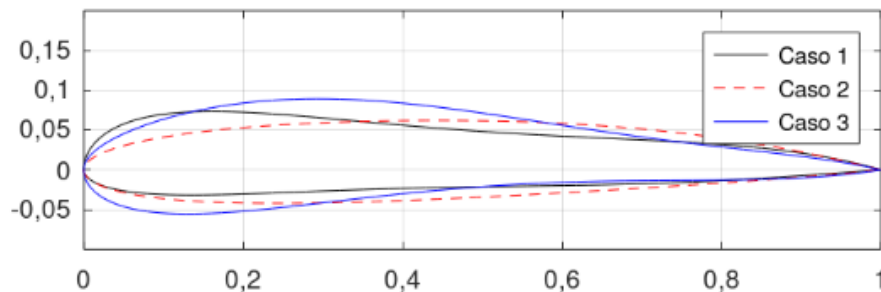
Algoritmos Genéticos

- 1859 – Charles Darwin publica “A Origem das Espécies”
- 1865 – Gregor Mendel apresenta experimentos do cruzamento de ervilhas
- 1960 – John Holland propõe um algoritmo de busca e otimização: Algoritmo Genético

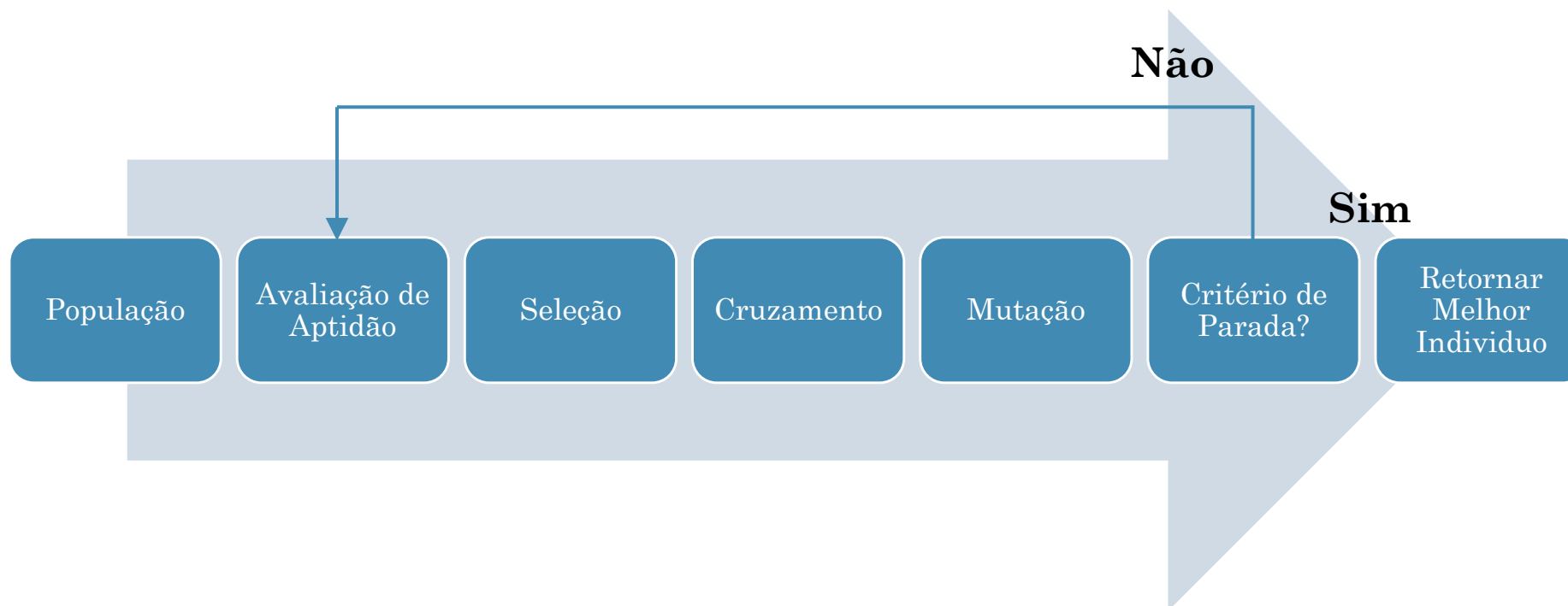


Algoritmos Genéticos

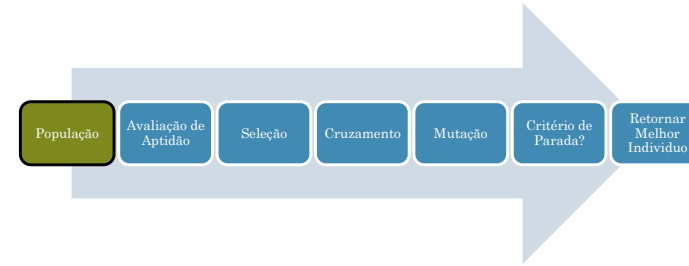
- Problemas complexos:
 - Múltiplos ótimos locais
 - Grande número de variáveis
 - **Necessidade de garantir resultado**
- Exemplos:
 - Otimização em engenharia: Projeto
 - Jogos: IA consegue evoluir com tempo
 - Alocação de recursos



Algoritmos Genéticos



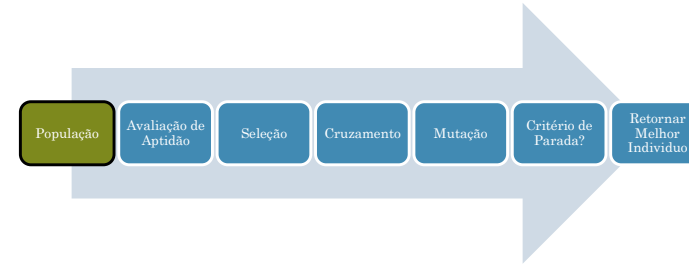
População



- Conjunto de indivíduos que são cogitados como solução
- Conjunto de possíveis estados



Indivíduo



- Cada indivíduo possui um cromossomo
 - Conjunto de atributos da solução
- Ex:
 - Possível caminho entre dois pontos
 - Possível projeto de circuitos
 - Possível organização das n-rainhas

Indivíduo



- Codificação de cromossomos:
- Binária:
 $a = [11011010]$
 $b = [01111010]$
- Permutação: (ex: Caixeiro Viajante)
 $a = [12345678]$
 $b = [12435678]$
- Valores:
 $a = [1.2; 1.3; 2.5; 3.7]$
 $b = [\textit{direita}; \textit{limpa}; \textit{esquerda}; \textit{limpa}]$

Avaliação



- A função de avaliação, ou função *fitness*, determina uma nota a cada indivíduo.
- Ex: contar 1s no indivíduo

Indivíduos	fitness
[11011010]	7
[01111010]	5
[11100011]	5
[00001100]	2

- ps: função fitness é executada em todos os indivíduos, logo deve ser computacionalmente eficiente para não criar um gargalo

Seleção



- Os melhores indivíduos devem sobreviver para gerar uma descendência melhor
- **Elitismo:** melhores indivíduos são repetidos na nova população. Usado para evitar uma geração pior.
- **Cruzamento:** Escolhe-se dois indivíduos, denominados de pais, e seus cromossomos são cruzados em um novo indivíduo.
 1. Selecionar pais
 2. Cruzar cromossomos

Seleção por Torneio



- Escolhe aleatoriamente K indivíduos
- Seleciona o melhor entre eles

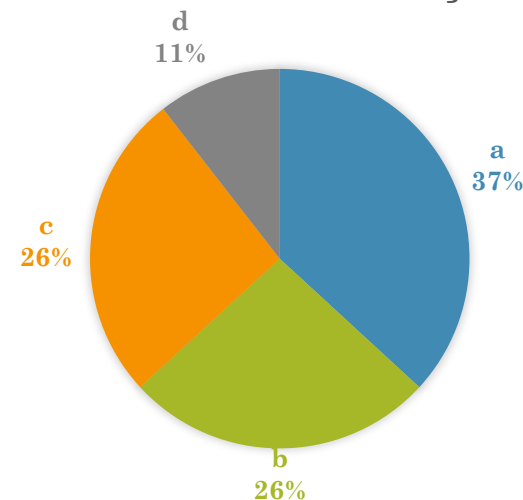
Seleção por Roleta



- Círculo dividido em N regiões (tamanho da população), onde a área de cada região é proporcional a aptidão do indivíduo

	Indivíduos	fitness
a	[11011010]	7
b	[01111010]	5
c	[11100011]	5
d	[00001100]	2

ROLETA DE SELEÇÃO



Cruzamento



- Operadores genéticos:

- Cruzamento (Crossover)
- Mutação

- Cruzamento de um ponto:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{a} = [11011|110] & \rightarrow \mathbf{c} = [11011010] \\ \mathbf{b} = [01111|010] & \rightarrow \mathbf{d} = [01111110] \end{array}$$

- Cruzamento de dois pontos:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{a} = [110|111|10] & \rightarrow \mathbf{c} = [110|110|10] \\ \mathbf{b} = [011|110|10] & \rightarrow \mathbf{d} = [011|111|10] \end{array}$$

Mutação



- Modificação aleatório de uma parcela indivíduos (geralmente $\sim 5\%$)

$$\begin{array}{l} c = [11011010] \\ d = [01111110] \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} c = [11010010] \\ d = [01111110] \end{array}$$

- A mutação é necessária para garantir a diversidade e a exploração do espaço de busca

Exploration vs Exploitation

Exploration vs Exploitation

- Exploração do espaço ou foco em indivíduos promissores?
- Exploration:
 - Melhor chance de encontrar solução global
 - Demora mais
- Exploitation:
 - Maior chance de parar em soluções subótimas
 - Mais rápido

Critério de parada



- A cada nova população temos uma geração
- Critério de parada pode ser:
 - Número de gerações
 - Qualidade de uma solução

Recapitulando...

- Evolução
- Indivíduos, populações e cromossomos
- Seleção
- Cruzamento
- Mutação