



**Faculdade de Computação e Engenharia Elétrica**  
**Bacharelado em Engenharia da Computação**  
**Inteligência Artificial**



# **CAPÍTULO 4 – ALGORITMOS GENÉTICOS**

**Prof. Dr. Elton Alves**

# TEORIA DA EVOLUÇÃO

❑ Até o século XIX acreditava-se em duas teorias principais:

- **Criacionismo:** tudo vem de Deus
- **Geração espontânea:** a vida surge através de substâncias do ar

❑ Charles Darwin em um viagem de navio(1850)percebeu:

- Animais da mesma espécie eram ligeiramente diferentes que seus parentes em outros ecossistemas diferentes.
- Cada grupo era mais adaptado às necessidades e oportunidades oferecidas pelo seu ecossistema específico.

❑ **CONCLUSÃO:**

- **Teoria da Evolução das Espécies**

# Genética Básica

- ❑ Darwin desconhecia os mecanismos dos quais a adaptação acontecia.
- ❑ Gregor Mendel (século XX) descobriu o gene (característica genética).
- ❑ 1929 descoberta do DNA (fostato-açúcar-base) – **hereditariedade**.
- ❑ Todo indivíduo é formado por cromossomos que descrevem o organismo (genoma).
- ❑ Um cromossomo consiste de genes (sequência de DNA).
- ❑ Locus é uma posição no DNA.

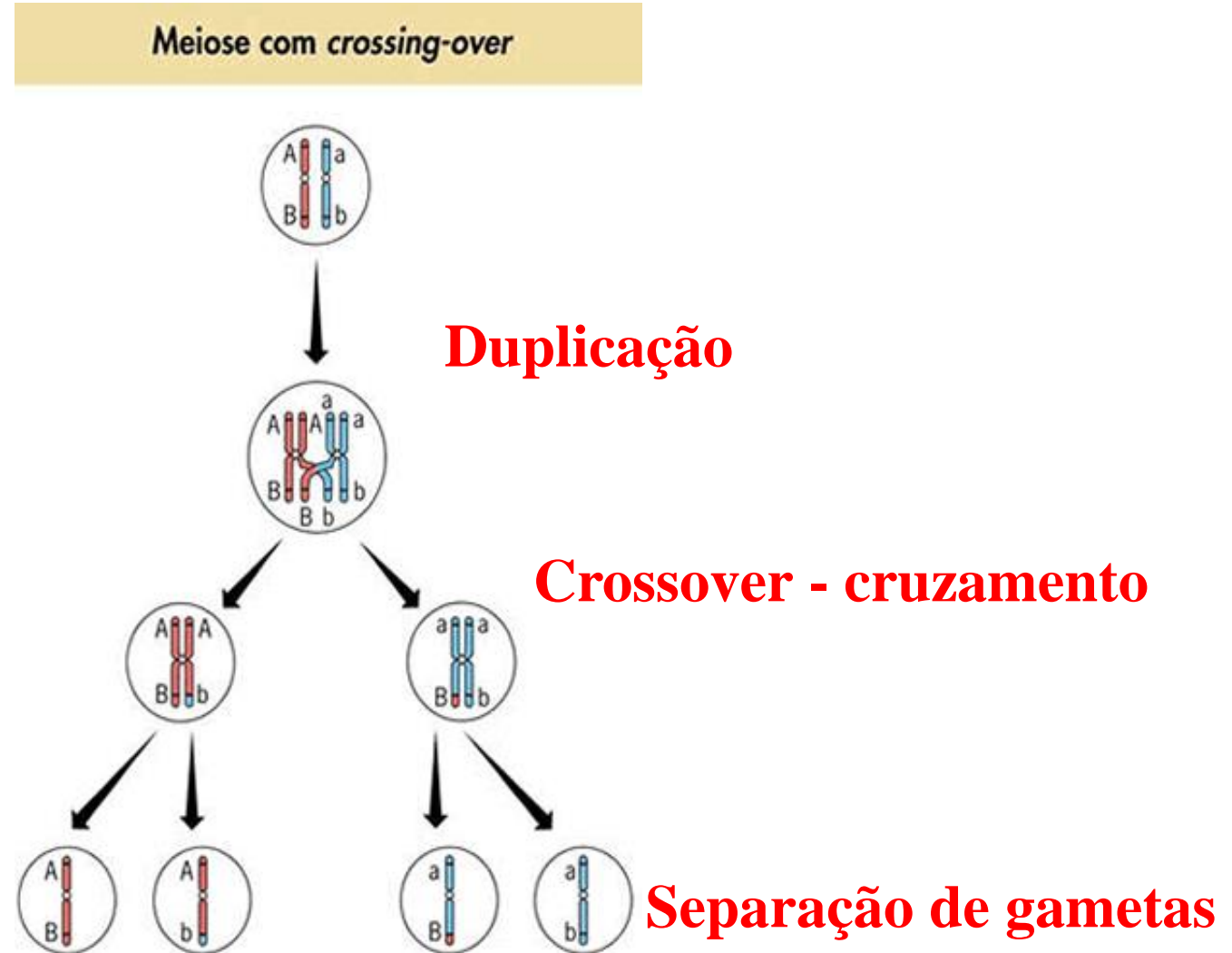
# Genética Básica

- ❑ **Genótipo** - Conjunto específico de genes no genoma.
- ❑ **Fenótipo** - características físicas e mentais codificadas pelos genes.
- ❑ A reprodução sexuada é a base dos AGs.

# Genética Básica

**OBS 1:** Mutações podem ocorrer dentro do código genético – boas ou ruins.

**OBS 2:** Mecanismo de correção que garantem uma taxa de mutação baixa.



# Genética Básica

- ❑ Indivíduos com uma melhor adequação do seu fenótipo ao ambiente (**fitness melhor**) reproduzem mais.
- ❑ Mais chances de passar seus genes para as próximas gerações.
- ❑ Os cromossomos dos filhos não são exatamente iguais aos dos pais (**operadores genéticos - crossover e mutação**).
- ❑ Ligação da genética com à teoria da evolução.

# TEORIA DA EVOLUÇÃO

- ❑ Indivíduos com uma melhor adequação ao meio ambiente (**fitness melhor**) reproduzem mais.
  - **têm mais chances de passar seus genes para a próxima geração.**
- ❑ Entretanto, os cromossomos dos filhos não são exatamente iguais aos dos pais:
  - **Operadores genéticos(crossover e mutação)**
- ❑ Assim, eles podem **evoluir** e se **adaptar** cada vez mais aos meio ambiente que os cerca (**SELEÇÃO NATURAL**).

# ALGORITMO GENÉTICOS

- ❑ São inspirados na **teoria da evolução** para resolver **problemas**.
- ❑ São técnicas de **buscas** e **otimização**.
- ❑ Desenvolvido por **John Holland** (1975) e seus alunos.
- ❑ Popularizado por Popularizado por **David Goldberg** (1989).



# ALGORITMO GENÉTICOS

□ Em comum eles apresentam:

- Conceito de **simulação da evolução das espécies**
- Uso de **operadores de seleção, mutação e reprodução**
- Todos os processos dependem do "**desempenho**" dos indivíduos desta espécie dentro do "ambiente."
- Cada indivíduo recebe um **avaliação** que é uma quantificação da sua qualidade como solução do problema em questão.

# OTIMIZAÇÃO

□ É a busca da melhor solução para um dado problema.

- Consiste em tentar várias soluções e usar a informação obtida para conseguir soluções cada vez melhores.

□ Exemplo de otimização:

- Telespectador através de ajuste na antena da televisão otimiza a imagem buscando várias soluções até alcançar uma boa imagem.

# OTIMIZAÇÃO

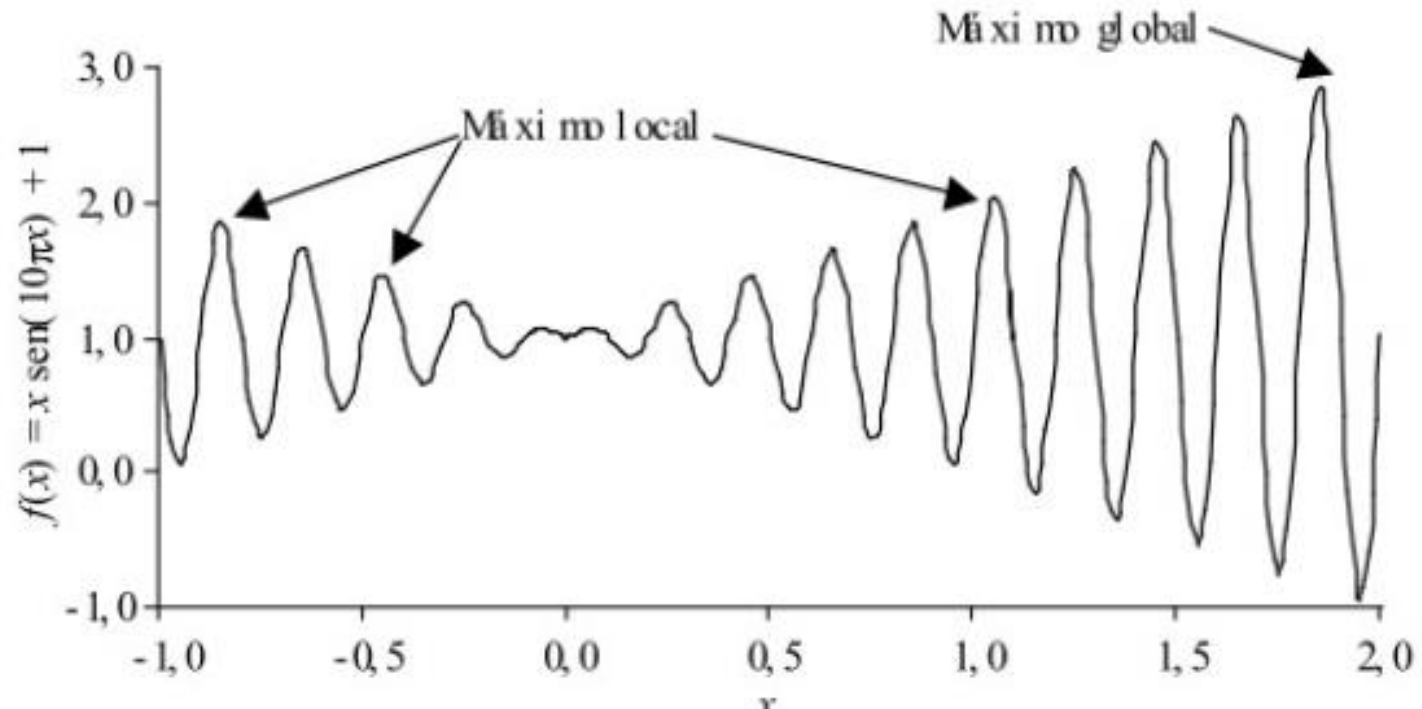
□ As técnicas de otimização, geralmente, apresentam:

- **Espaço de busca:** onde estão todas as possíveis soluções do problema
- **Função objetivo:** utilizada para avaliar as soluções produzidas, associando a cada uma delas uma nota.

# OTIMIZAÇÃO

□ Achar o ponto máximo da função

$$f(x) = x \sin(10\pi x) + 1, \quad -1 \leq x \leq 2$$



# OTIMIZAÇÃO

## □ Dificuldades:

- Alguns problemas podem ter espaços de busca muito grandes
- Muitos algoritmos não são capazes de localizar ótimo global na presença de múltiplos ótimos locais

# ALGORITMO GENÉTICOS

- ❑ Mantêm uma população de estruturas

- **Indivíduos ou cromossomos**

- ❑ Comportam-se de forma semelhante à evolução das espécies.

- ❑ Operadores genéticos são aplicados na população

- ❑ Cada indivíduo recebe uma avaliação

- **Quantifica quão bom é a solução**

- ❑ Baseado na avaliação, simula-se a sobrevivência dos mais aptos

# POR QUE USAR EVOLUÇÃO?

- ❑ Natureza **é eficiente** para encontrar soluções
- ❑ **Existe** uma solução(espécie) para cada problema específico(ambiente)
- ❑ Soluções(espécies) se **adaptam** ao ambiente com o tempo

# COMO APLICAR OS CONCEITOS?

□ Temos que codificar estes conceitos:

- Temos vários indivíduos (população);
- Todos são avaliados;
- Os melhores reproduzem mais vezes;
- Existe algo como os genes que codificam as características;
- Os filhos compartilham características de ambos os pais;
- Os indivíduos morrem com o passar do tempo.



# AG – Comportamento dos Algoritmos Evolucionários

*$T:=0$  // inicialização do contador de tempo*

*Inicializa\_População $P(0)$  //iniciada aleatoriamente*

*Enquanto critério de parada não atingido faça // condição de término do tempo*

*Avalie\_População $P(t)$  // avalia a população no instante*

*$P':=$ Selecione\_Pais $P(t)$  //seleção de sub-população*

*$P'=$ Recombinação\_e\_mutação $P'$  // operadores genéticos*

*Avalie\_População $P'$  // avalia a nova população*

*$P(t+1)=$ Selecione\_sobreviventes $P(t),P'$  // sobreviventes*

*$t:=t+1$  //incrementa o contador*

**Fim enquanto**

# AG

❑ São dependentes de fatores estocásticos.

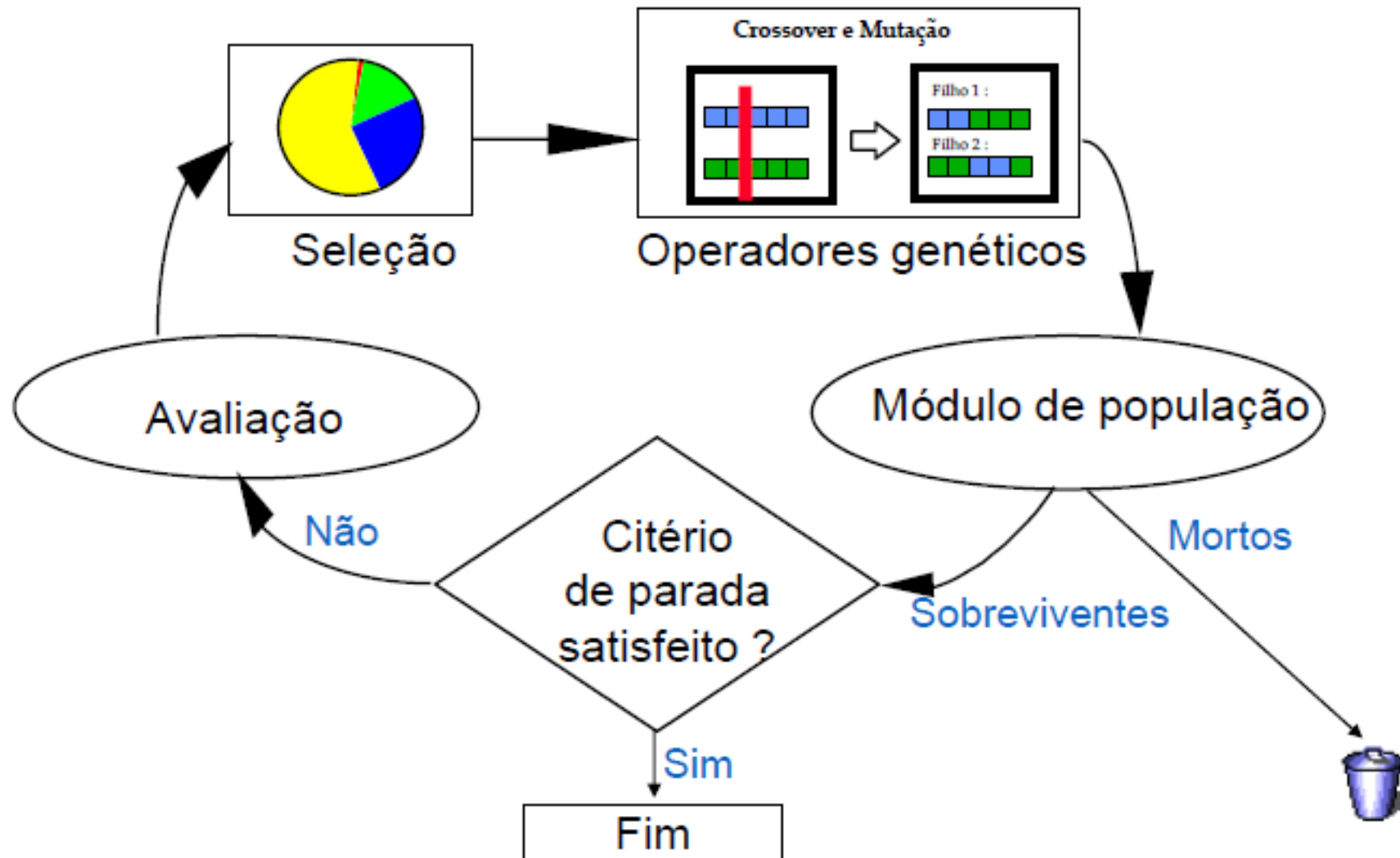
• **Inicialização da população, seleção dos pais, etc.**

❑ Resultados não são perfeitamente reproduzíveis.

❑ Buscam encontrar a melhor solução, **mas não asseguram a obtenção da ótima.**

❑ Utilizados em problemas cujos algoritmos são extraordinariamente lentos (**NP-completo**) e incapazes de encontrar a solução (**funções multimodais – maximização**)

# AG



# Respostas do Exercício

1. Qual a consequência de um AG ser uma técnica probabilística?

R = um AG com mesma população inicial e o mesmo conjunto de parâmetros pode encontrar soluções diferentes a cada vez que é executado.

2. O AG é um algoritmo de busca com heurística? Justifique.

R = SIM, pois a busca é direcionada no espaço de soluções.

3. Por que dizemos que AGs são técnica de busca paralela? Isto quer dizer não podemos executar um AG em uma máquina comum, com apenas um processador?

R = Mantém uma população de soluções que são avaliadas simultaneamente.

4. AGs são métodos totalmente aleatórios?

R = Não, embora tenham componentes aleatórios, mas como usam informações da população corrente para determinar o processo estado, logo não são totalmente aleatórios.