

Inteligência Artificial

Aula 4

- Métodos de Busca para Resolução de Problemas
- Algoritmos Genéticos
- Prática #3

Prof. Ricardo M. Marcacini
ricardo.marcacini@ufms.br

Curso: Sistemas de Informação

1º Semestre / 2015

<http://moodle.lives.net.br/>



FUNDAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MATO GROSSO DO SUL

Algoritmos Genéticos

- Proposto por John Holland (1975)
- Baseados na evolução natural das espécies
 - A origem das Espécies (Charles Darwin, 1859)

Algoritmos Genéticos

- Proposto por John Holland (1975)
- Baseados na evolução natural das espécies
 - A origem das Espécies (Charles Darwin, 1859)
 - Cada indivíduo se adapta de uma forma ao ambiente
 - Uns melhores, outros piores

Algoritmos Genéticos

- Proposto por John Holland (1975)
- Baseados na evolução natural das espécies
 - A origem das Espécies (Charles Darwin, 1859)
 - Cada indivíduo se adapta de uma forma ao ambiente
 - Uns melhores, outros piores
 - Capacidade de adaptação é hereditária

Algoritmos Genéticos

- Proposto por John Holland (1975)
- Baseados na evolução natural das espécies
 - A origem das Espécies (Charles Darwin, 1859)
 - Cada indivíduo se adapta de uma forma ao ambiente
 - Uns melhores, outros piores
 - Capacidade de adaptação é hereditária
 - Seleção natural
 - Luta pela sobrevivência
 - Melhores indivíduos tem mais chances de reprodução
 - Indivíduos mais adaptados geram mais descendentes

Abordagem de um Algoritmo Genético

- O problema a ser resolvido é representado por um conjunto de indivíduos
 - Cada indivíduo é uma solução potencial do problema
 - Representação por meio de um cromossomo

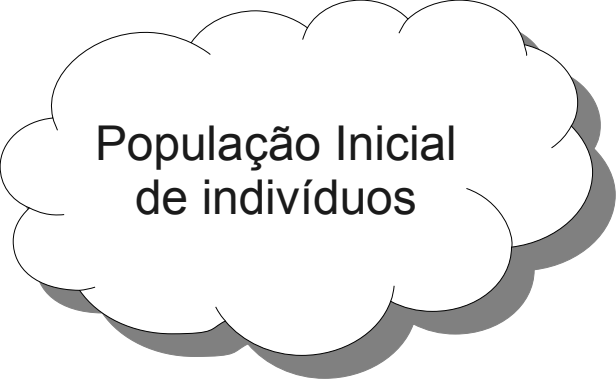
Abordagem de um Algoritmo Genético

- O problema a ser resolvido é representado por um conjunto de indivíduos
 - Cada indivíduo é uma solução potencial do problema
 - Representação por meio de um cromossomo
- Repetir processos de
 - Seleção
 - Reprodução
 - Mutação

Abordagem de um Algoritmo Genético

- O problema a ser resolvido é representado por um conjunto de indivíduos
 - Cada indivíduo é uma solução potencial do problema
 - Representação por meio de um cromossomo
- Repetir processos de
 - Seleção
 - Reprodução
 - Mutação
- Até obter um conjunto de indivíduos adequado ao problema

Abordagem de um Algoritmo Genético



População Inicial
de indivíduos

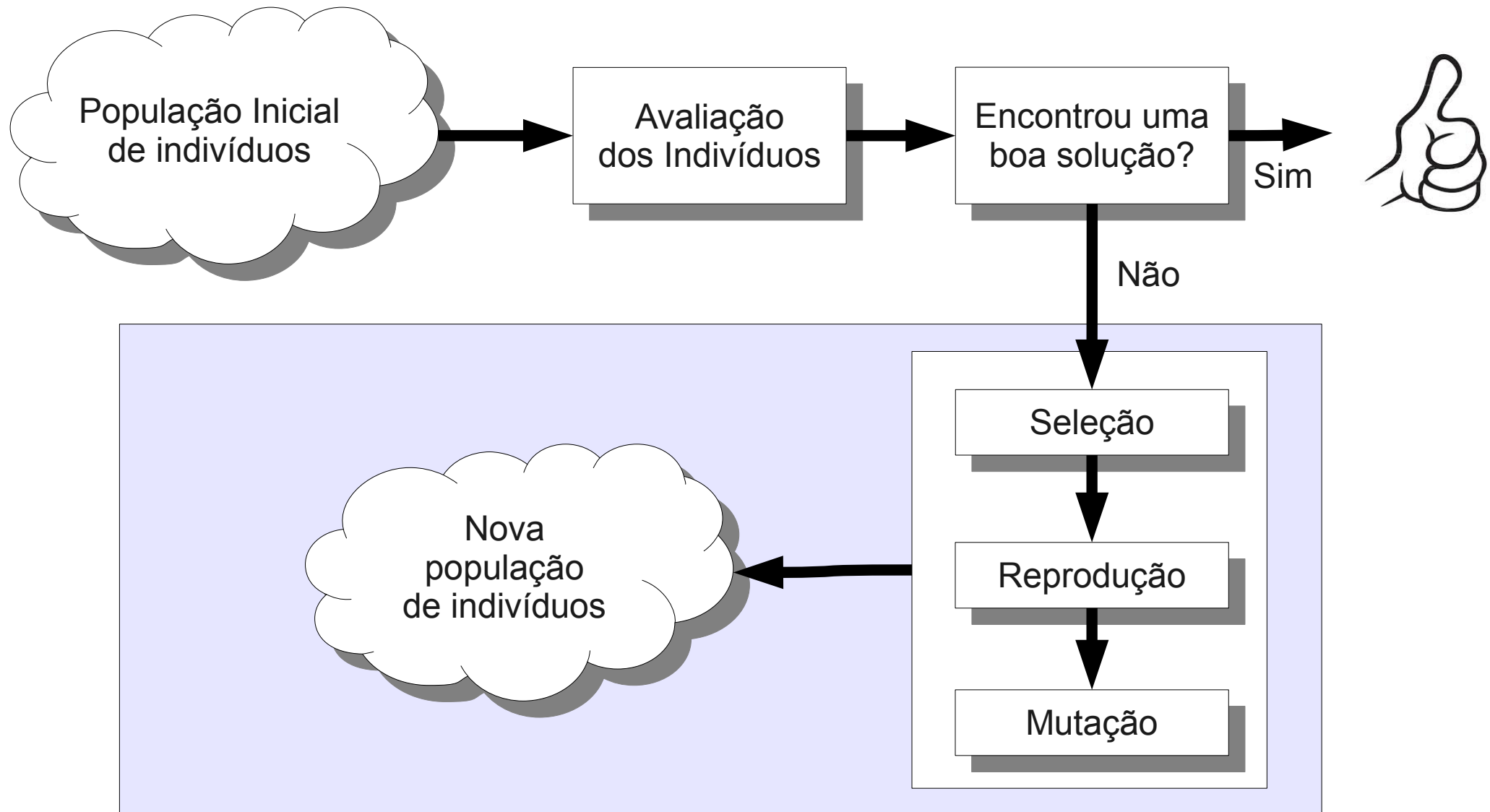
Abordagem de um Algoritmo Genético

```
graph LR; A((População Inicial de indivíduos)) --> B[Avaliação dos Indivíduos];
```

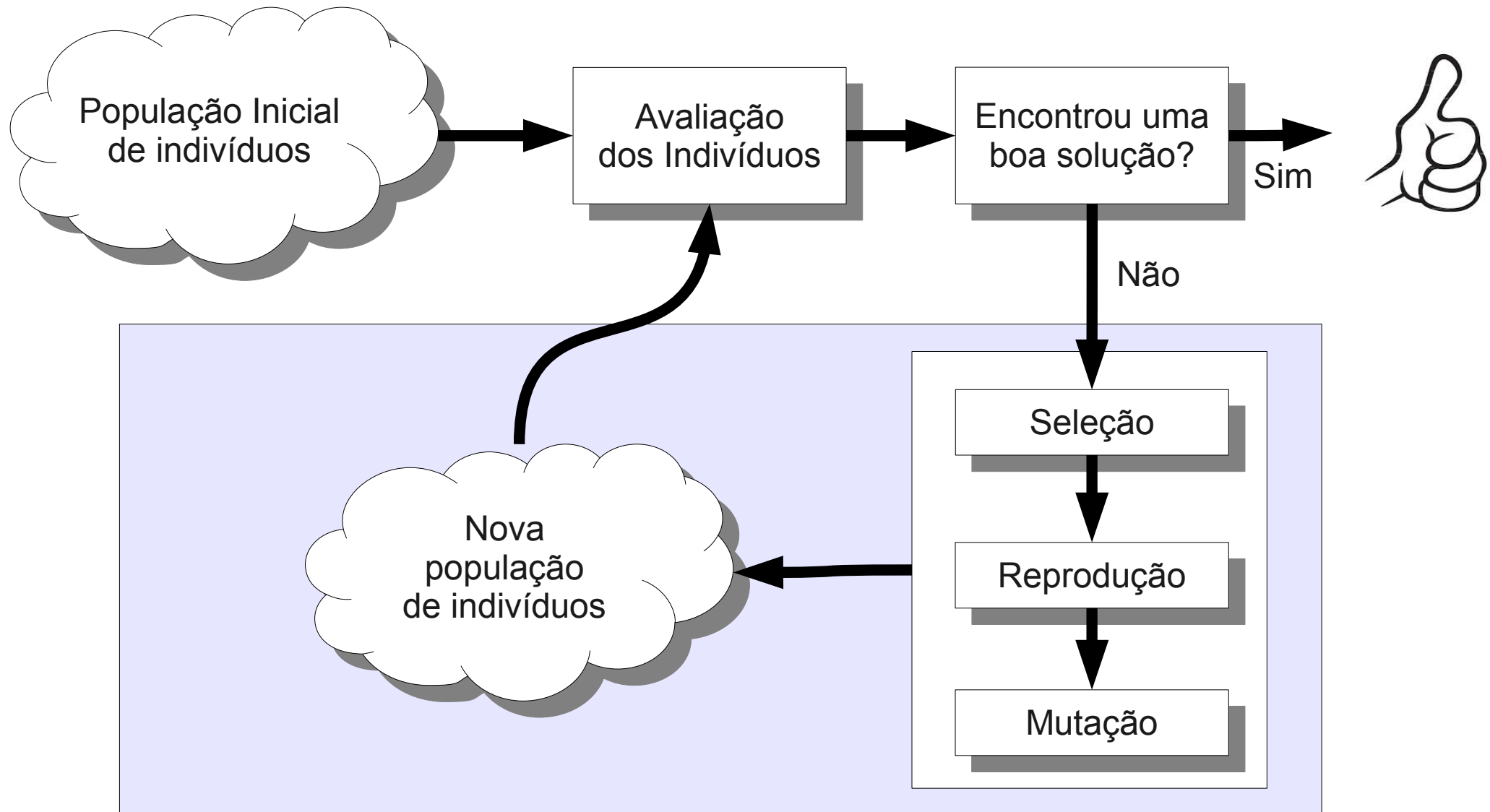
População Inicial de indivíduos

Avaliação dos Indivíduos

Abordagem de um Algoritmo Genético



Abordagem de um Algoritmo Genético



Representação do Problema

- Indivíduos possuem uma “carga genética”
 - Cada indivíduo tem um cromossomo
 - Cada cromossomo é uma possível solução do problema

Representação do Problema

- Indivíduos possuem uma “carga genética”
 - Cada indivíduo tem um cromossomo
 - Cada cromossomo é uma possível solução do problema
- A representação mais comum é a binária
 - Cromossomo é uma sequência de 0's e 1's
 - Indica a presença ou ausência de determinada característica
 - A interpretação do cromossomo é dependente do problema

Representação do Problema

- Exemplo: Problema da Mochila
 - Mochila com capacidade de 23 kg
 - Temos 5 objetos para carregar
 - Quais objetos carregar?

Objeto (j)	1	2	3	4	5
Peso (w_j)	4	5	7	9	6
Benefício (p_j)	2	2	3	4	4

Representação do Problema

■ Exemplo: Problema da Mochila

- Mochila com capacidade de 23 kg
- Temos 5 objetos para carregar
- Quais objetos carregar?

Objeto (j)	1	2	3	4	5
Peso (w_j)	4	5	7	9	6
Benefício (p_j)	2	2	3	4	4

■ Cromossomo dos indivíduos:

- Indivíduo 1: 00110 (carrega objetos 3 e 4)
- Indivíduo 2: 10101 (carrega objetos 1, 3 e 5)
- ...

Representação do Problema

- Exemplo: Números reais

- Considere um problema de maximizar a função

$$f(x, y) = |x * y * \text{sen}\left(\frac{y\pi}{4}\right)|$$

- x e y pertencem ao intervalo $[0, 15]$

Representação do Problema

■ Exemplo: Números reais

- Considere um problema de maximizar a função

$$f(x, y) = |x * y * \text{sen}\left(\frac{y\pi}{4}\right)|$$

- x e y pertencem ao intervalo $[0, 15]$

■ Cromossomo dos indivíduos

- Indivíduo 1: 01000011 ($x=0100$) e ($y=0011$) [$x=4$ $y=3$]
- Indivíduo 2: 11101001 ($x=1110$) e ($y=1001$) [$x=14$ $y=5$]
- ...

População Inicial

- Como gerar a população inicial?

População Inicial

- Como gerar a população inicial?

ALEATORIAMENTE!

Função de Avaliação

- Avaliação dos indivíduos sobre a adaptação ao problema
 - O indivíduo X é uma boa solução?

Função de Avaliação

- Avaliação dos indivíduos sobre a adaptação ao problema
 - O indivíduo X é uma boa solução?
- Depende do problema
 - Heurística!
 - A “inteligência” do algoritmo genético é a função de avaliação

Função de Avaliação

- Avaliação dos indivíduos sobre a adaptação ao problema
 - O indivíduo X é uma boa solução?
- Depende do problema
 - Heurística!
 - A “inteligência” do algoritmo genético é a função de avaliação
- Como seria uma boa função de avaliação para o problema da mochila?
 - Relação de custo e benefício

Seleção de Indivíduos

- Utiliza a função de avaliação
- Os mais aptos (função de avaliação) devem ser selecionados para reprodução

Seleção de Indivíduos

- Utiliza a função de avaliação
- Os mais aptos (função de avaliação) devem ser selecionados para reprodução
 - Se os pais são boas soluções
 - Filhos gerados desses pais também devem ser boas soluções







Seleção de Indivíduos

- Utiliza a função de avaliação
- Os mais aptos (função de avaliação) devem ser selecionados para reprodução
 - Se os pais são boas soluções
 - Filhos gerados desses pais também devem ser boas soluções
- Como escolher os indivíduos mais aptos?
 - TÉCNICA DA ROLETA
 - Mais simples e mais utilizado

Seleção de Indivíduos

■ Técnica da Roleta

- Cada indivíduo é dono de uma proporção da roleta
- Indivíduos com maior aptidão → maior proporção

Indivíduo	Nro. Indivíduo	Aptidão	Participação na roleta
	1	4	5%
	2	20	25%
	3	16	20%
	4	24	30%
	5	8	10%
	6	8	10%



Reprodução

- Dados dois indivíduos selecionados para reprodução, como gerar seus filhos?

Reprodução

- Dados dois indivíduos selecionados para reprodução, como gerar seus filhos?
- Recombinação (crossover)
 - Filho recebe parte das características de cada pai
 - Exemplo:

Pais:

0 1 1 1 0 1 0 1
1 1 0 1 1 0 0 1

Reprodução

- Dados dois indivíduos selecionados para reprodução, como gerar seus filhos?
- Recombinação (crossover)
 - Filho recebe parte das características de cada pai
 - Exemplo:

Pais:

0 1 1 1 0 1 0 1
1 1 0 1 1 0 0 1



Ponto de Corte
(escolha aleatória)

Reprodução

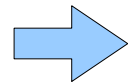
- Dados dois indivíduos selecionados para reprodução, como gerar seus filhos?
- Recombinação (crossover)
 - Filho recebe parte das características de cada pai
 - Exemplo:

Pais:

0 1 1 1 0 1 0 1
1 1 0 1 1 0 0 1



Ponto de Corte
(escolha aleatória)



Filhos:

0 1 1 1 1 0 0 1
1 1 0 1 0 1 0 1

Filhos com
características dos pais

Parâmetros do Algoritmo Genético

- Tamanho da população

Parâmetros do Algoritmo Genético

- Tamanho da população
 - Grande o suficiente para um bom espaço de busca
 - Muito grande → processo lento

Parâmetros do Algoritmo Genético

- Tamanho da população
 - Grande o suficiente para um bom espaço de busca
 - Muito grande → processo lento
- Taxa de Reprodução

Parâmetros do Algoritmo Genético

- Tamanho da população
 - Grande o suficiente para um bom espaço de busca
 - Muito grande → processo lento
- Taxa de Reprodução
 - Quantidade de novos filhos em cada geração
 - OBS: em geral, o tamanho da população é fixo

Parâmetros do Algoritmo Genético

- Tamanho da população
 - Grande o suficiente para um bom espaço de busca
 - Muito grande → processo lento
- Taxa de Reprodução
 - Quantidade de novos filhos em cada geração
 - OBS: em geral, o tamanho da população é fixo
- Taxa de Mutação

Parâmetros do Algoritmo Genético

- Tamanho da população
 - Grande o suficiente para um bom espaço de busca
 - Muito grande → processo lento
- Taxa de Reprodução
 - Quantidade de novos filhos em cada geração
 - OBS: em geral, o tamanho da população é fixo
- Taxa de Mutação
 - Evita contornar mínimos locais/globais
 - Muito alto → busca aleatória!

Quando parar o Algoritmo Genético?

- Tempo de execução
- Número de gerações
- Falta de diversidade
 - Os indivíduos são muito parecidos
 - Sinal de convergência para uma solução

Algoritmo Genético

■ Pseudocódigo

1. $t = 0$
2. Gerar população inicial $P(t)$
3. **Para** cada indivíduo i de $P(t)$ **faça**
4. Avaliar aptidão do indivíduo i
5. **Fim Para**
6. **Enquanto** Critério de Parada não for satisfeito **faça**
7. $T = t + 1$
8. Selecionar população $P(t)$ a partir de $P(t-1)$
9. Aplicar operadores de cruzamento sobre $P(t)$
10. Aplicar operadores de mutação sobre $P(t)$
11. Avaliar $P(t)$
12. **Fim Enquanto**

Referências Bibliográficas

■ Bibliografia

REZENDE, S.O. Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações. Ed. Manole, 2003.

Algoritmos Evolutivos - Pg. 227 - 239

Prática #3

- Implementar um Algoritmo Genético
 - Em sala de aula (com apoio do professor)
- Resolução do Problema da Mochila
 - Mochila com capacidade máxima de 23 kg.
 - Temos 5 possíveis objetos para carregar

Objeto (j)	1	2	3	4	5
Peso (w_j)	4	5	7	9	6
Benefício (p_j)	2	2	3	4	4

- Objetivo: quais objetos carregar na mochila?
- Bônus: Tente aumentar a complexidade do problema