



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE

Sistemas de Informação

Inteligência Computacional

Eduardo Rodrigues

eduardo.rodrigues@iff.edu.br

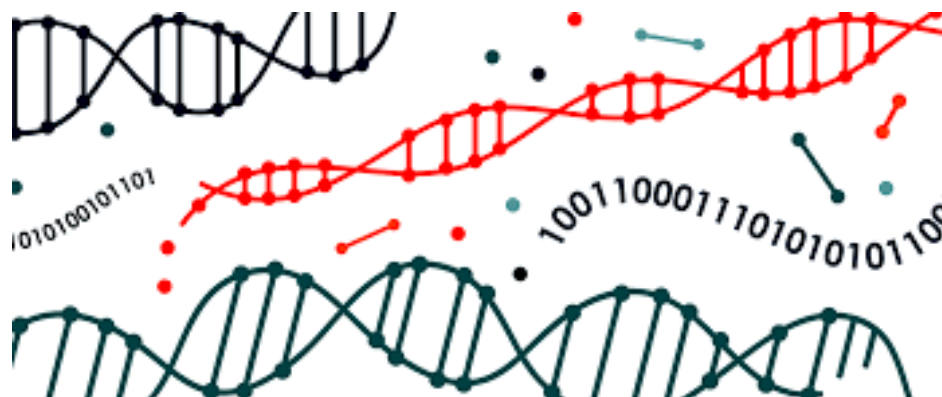
Objetivos

- ▶ Entender o conceito dos algoritmos genéticos e seus componentes;
- ▶ Entender as etapas do processo de aplicação dos algoritmos genéticos;
- ▶ Implementar AG para solução de problema.

Algoritmos genéticos

Algoritmos Genéticos

- ▶ Os algoritmos genéticos utilizam conceitos provenientes do princípio de seleção natural para abordar uma série ampla de problemas, em especial de otimização.

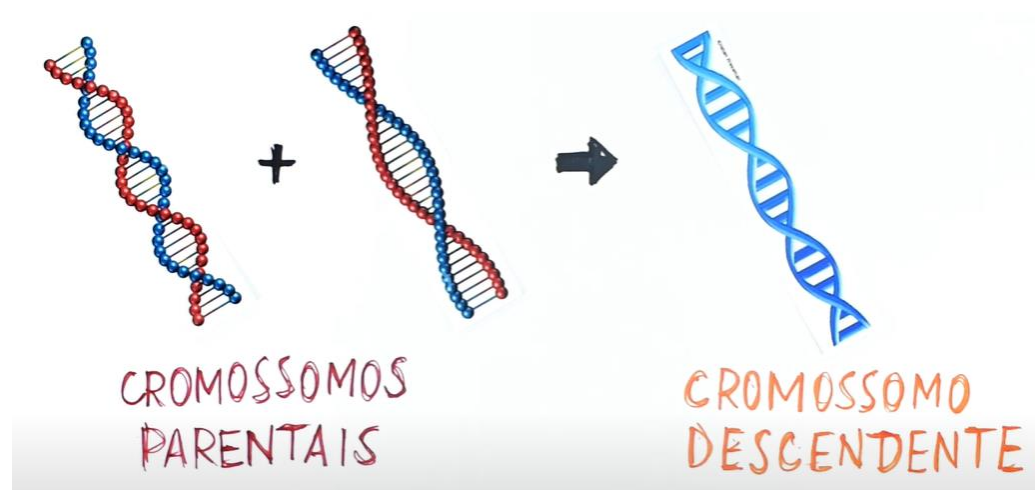


- ▶ Inspirado na maneira como o darwinismo explica o processo de evolução das espécies, busca sempre os melhores indivíduos de uma população para melhoria das próximas gerações.

Algoritmos Genéticos

► POPULAÇÃO

- Considera-se um conjunto de indivíduos como população (conjunto de soluções para o problema);
- Os indivíduos que melhor se adaptarem, reproduzem e geram novos indivíduos;



Algoritmos Genéticos

► INDIVÍDUO

- Cada indivíduo representa uma possível solução para o problema de otimização.
- A representação de cada indivíduo vai depender da modelagem do problema a ser solucionado.

► FUNÇÃO DE OTIMIZAÇÃO (*fitness function*)

- Pressão exercida pelo meio para obter melhores indivíduos a cada geração;
- O resultado da função aplicado a todos os indivíduos da geração, indicará as melhores soluções.

Algoritmos Genéticos

► GERAÇÃO

- A população é selecionada e evoluída de geração em geração, de modo a obter a melhor solução para o problema.

► CONDIÇÃO DE PARADA

- Número definido de gerações;
- Tempo de execução;
- Qualidade da solução obtida.

Algoritmos Genéticos

▶ MÉTODOS DE INTENSIFICAÇÃO

- ▶ Reprodução: um par de indivíduos geram o novo indivíduo para a próxima geração (*cross-over*).

▶ MÉTODOS DE DIVERSIFICAÇÃO

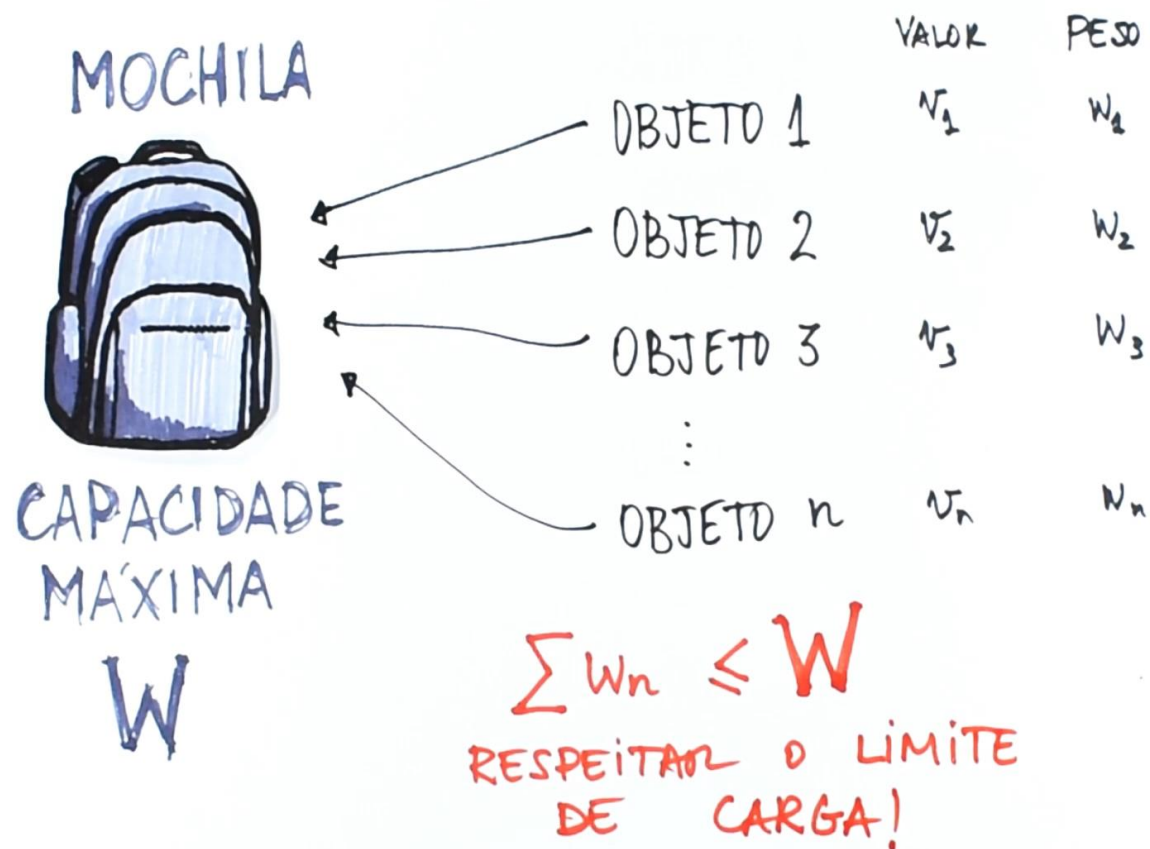
- ▶ Mutação: aleatoriamente, o indivíduo tem o seu código genético modificado.

- ▶ Tais técnicas certificam que o algoritmo não fique preso em mínimos ou máximos locais.

Implementação

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

PROBLEMA
DA MOCHILA



RESTRIÇÕES

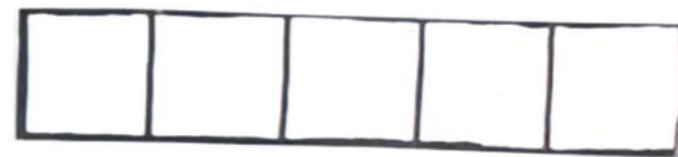
- 01 OBJETO DE CADA TIPO;
- OBJETOS INTEIROS;
- CAPACIDADE MÁXIMA RESPEITADA;
- CAPACIDADE DE CARGA ASSOCIADA A UM NÚMERO MÁX. DE OBJETOS;



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

- Os indivíduos são representados por um vetor binário que sugere uma solução para o problema;
- Cada índice do vetor representa um gene do cromossomo.



CROMOSSOMO

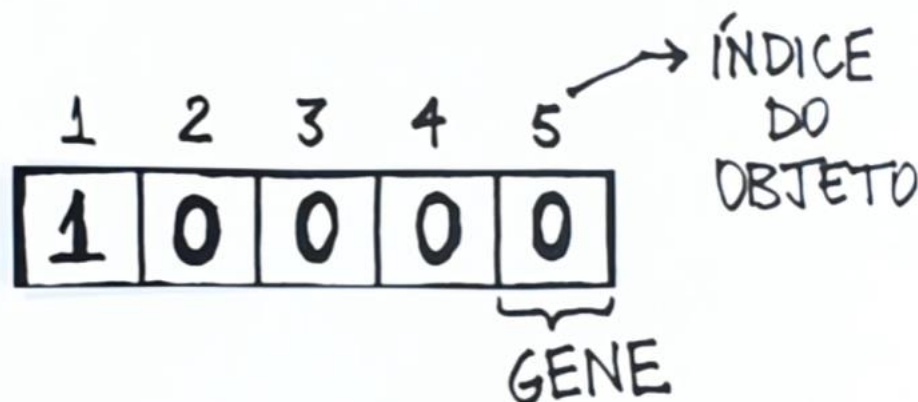
X_{mn}

↳ GERAÇÃO
↳ ÍNDICE

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

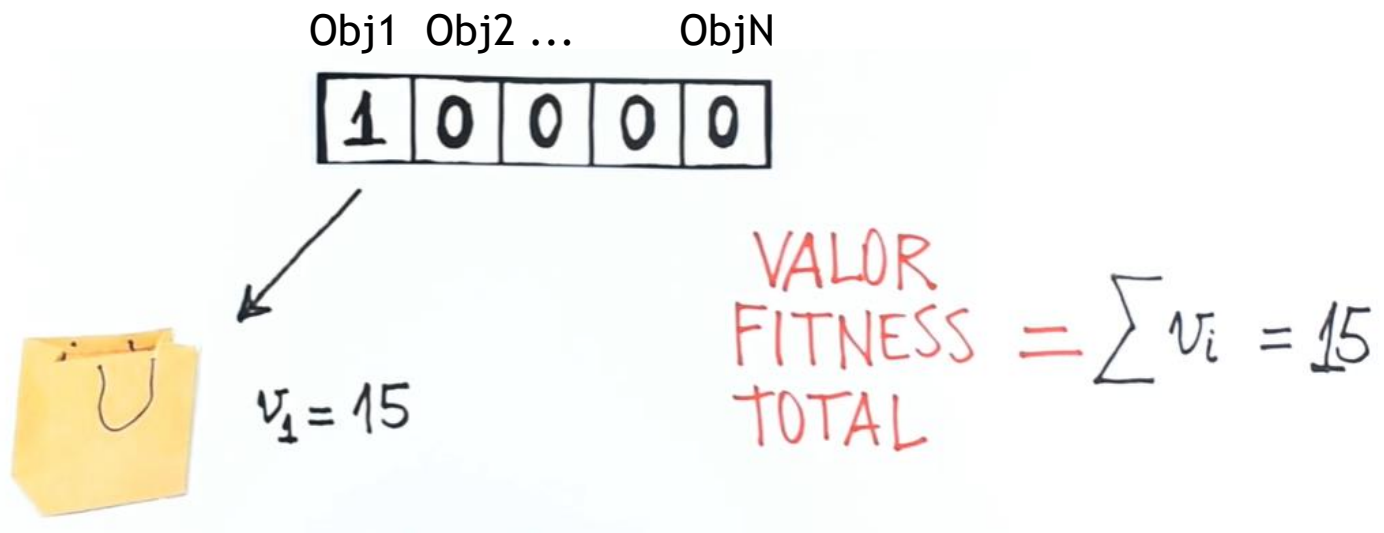
- Os indivíduos são representados por números que os identificam (1, 2, 3...N);
- Cada gene indica uma parte da solução para o problema.
- O valor 1 indica que o objeto foi selecionado e o valor 0 indica que o objeto não faz parte da solução.



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

- Aplicamos a função solução (*fitness function*), que recebe um vetor binário como entrada, para obtermos o valor total do custo de uma solução específica.

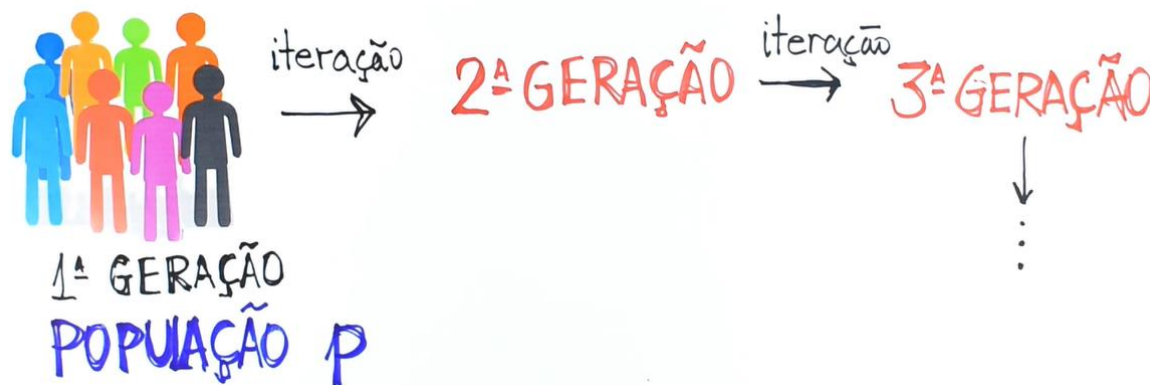


Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► População inicial - 1ª Geração

- Possui p indivíduos, onde p é um parâmetro a ser ajustado de acordo com o problema. (CONSIDERE QUE TEMOS 6 INDIVÍDUOS. $p = 6$)
- Obteremos essa população de forma aleatório (números randômicos para preencher os vetores solução).



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► POPULAÇÃO INICIAL - 1ª Geração

- Geramos a primeira população de forma aleatória;
- Baseado no parâmetro que define a quantidade de indivíduos, define-se o número total da primeira geração.

NOME DO CROMOSSOMO						VALOR FITNESS
ÍNDICE/GERAÇÃO	↓					Σm ↓
X_{11}	1	0	1	1	1	137
X_{21}	1	0	0	0	0	15
X_{31}	1	0	0	0	1	27
X_{41}	0	1	1	1	1	212
X_{51}	0	0	1	0	1	62
X_{61}	0	1	1	0	1	152

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► POPULAÇÃO INICIAL - 1ª Geração APÓS ORDENAÇÃO

X_{41}

0	1	1	1	1
---	---	---	---	---

 212

X_{61}

0	1	1	0	1
---	---	---	---	---

 152

X_{41}

1	0	1	1	1
---	---	---	---	---

 137

X_{31}

1	0	0	0	1
---	---	---	---	---

 27

X_{51}

0	0	1	0	1
---	---	---	---	---

 62

X_{21}

1	0	0	0	0
---	---	---	---	---

 15

POPULAÇÃO ORDENADA

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► SELEÇÃO

- Baseando-se no parâmetro de taxa de reprodução, deve-se escolher pares de cromossomos para a realização da reprodução.

$$\begin{array}{l} X_{21} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} 15 \\ X_{61} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} 152 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} X_{41} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} 212 \\ X_{31} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} 27 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} X_{51} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} 62 \\ X_{11} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} 137 \end{array}$$

TAXA DE
REPRODUÇÃO
100%

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► REPRODUÇÃO (CROSS OVER) - Método de Seleção

- A porção de cada indivíduo na roleta deve ser definida baseado no valor fitness do indivíduo em relação à população;
- A cada giro da roleta, um indivíduo é selecionado e não participará do próximo giro da roleta;
- Repetimos o giro até que a quantidade desejada de indivíduos para reprodução seja selecionada.

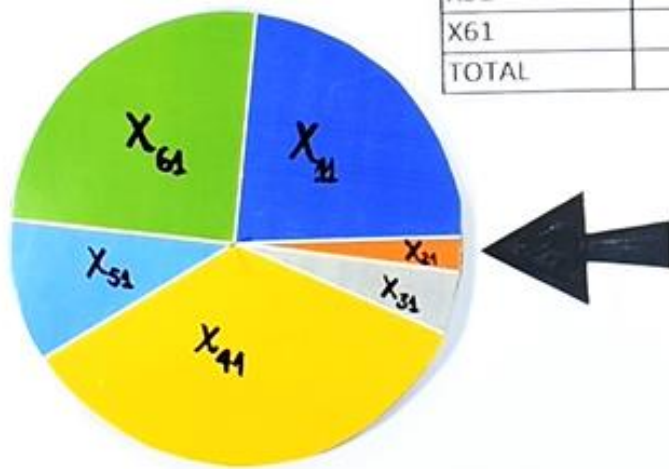
Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► REPRODUÇÃO (CROSS OVER) - Método de Seleção

MÉTODO
DA
ROLETA

1ª Tabela de Probabilidades - CrossOver			
Cromossomo	Fitness	Peso	Probabilidade
X11	137	76	0,226446281
X21	15	10	0,024793388
X31	27	18	0,044628099
X41	212	106	0,350413223
X51	62	34	0,102479339
X61	152	74	0,251239669
TOTAL	605	318	1



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► REPRODUÇÃO (CROSS OVER) - Método de Seleção

- Função de aptidão de um indivíduo. Ou seja, qual o nível de adaptação do indivíduo em relação à população à qual ele pertence.

$$f_A(x) = \frac{f_O(x)}{\sum_{i=1}^n f_O(i)}$$

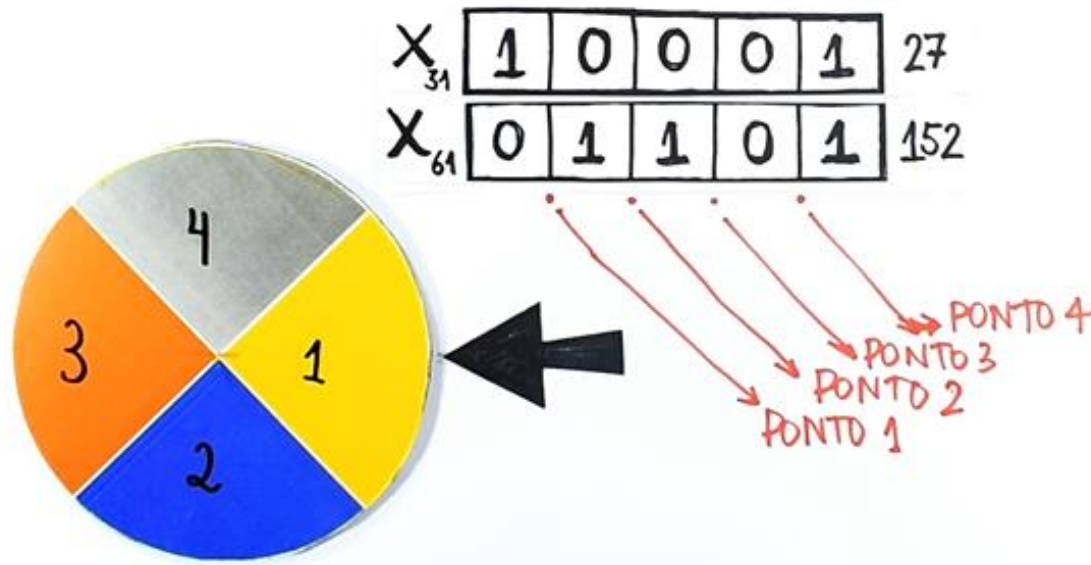
- $f_A(x)$: função de aptidão;
- $f_O(x)$: função objetivo ou função fitness do elemento X;
- Somatório de todos os valores da função objetivo dos demais indivíduos da população.

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► REPRODUÇÃO - Recombinação baseada em uma posição do vetor

- Nesta etapa, deve-se gerar os indivíduos filhos, a partir da combinação dos pares selecionados.

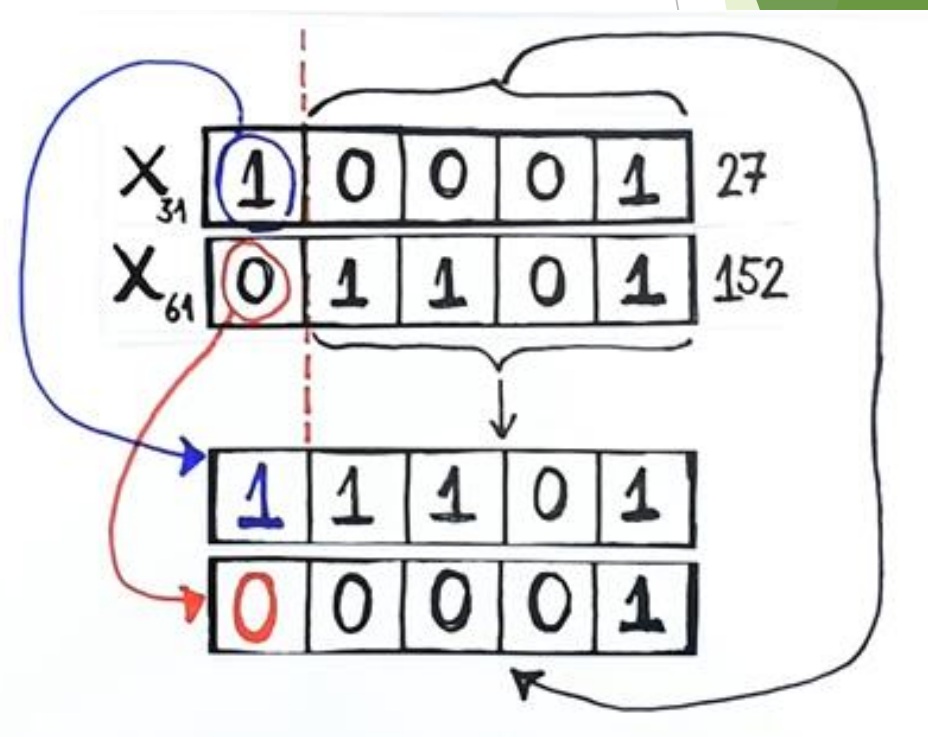


Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► REPRODUÇÃO - Recombinação baseada em uma posição do vetor

- Como o ponto 1 foi o selecionado na roleta, deve-se ter a combinação como mostrada da figura ao lado;
- Logo, tem-se mais dois novos indivíduos a partir dos indivíduos pais.
- Ao final do processo, teremos um nova população com 12 indivíduos.



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► MUTAÇÃO

- Evita que fiquemos presos em mínimos ou máximos locais;
- Caso a mutação seja selecionada, deve-se sortear um indivíduo de forma aleatório dentro da população.



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► MUTAÇÃO

- A escolha do indivíduo que sofrerá mutação deverá ser feita de forma aleatório (roleta) com o conjunto de indivíduos gerados a partir da reprodução;
- A escolha do gene que sofrerá mutação também será baseado no método da roleta.



Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► AJUSTE POPULACIONAL

- Deve-se excluir ou pais da população da segunda geração ou **dizimar os indivíduos com menor valor *fitness*** após todos os processos aplicados anteriormente.

X_{41}	0	1	1	1	1	212
X_{12}	1	1	1	0	1	167
X_{42}	0	1	1	0	1	152
X_{61}	0	1	1	0	1	152
X_{41}	1	0	1	1	1	137
X_{32}	1	0	1	1	1	137

X_{52}	1	0	1	0	1	77
X_{51}	0	0	1	0	1	62
X_{31}	1	0	0	0	1	27
X_{21}	1	0	0	0	0	15
X_{22}	0	0	0	0	1	12
X_{62}	0	0	0	0	0	0

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► AJUSTE POPULACIONAL

- Escolhemos os melhores indivíduos, baseando-se no valor fitness e excluimos os indivíduos que não atendem o valor de restrição.
- De todo modo, X11 e X12 permanecem na população como pais para a próxima geração, mesmo não podendo ser escolhido como solução.

		PESO w_i					
X_{41}	<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> 212	0	1	1	1	1	106
0	1	1	1	1			
X_{12}	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table> 167	1	1	1	0	1	84
1	1	1	0	1			
X_{42}	<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table> 152	0	1	1	0	1	74
0	1	1	0	1			
X_{61}	<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table> 152	0	1	1	0	1	74
0	1	1	0	1			
X_{11}	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> 137	1	0	1	1	1	76
1	0	1	1	1			
X_{32}	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> 137	1	0	1	1	1	76
1	0	1	1	1			

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► AJUSTE POPULACIONAL

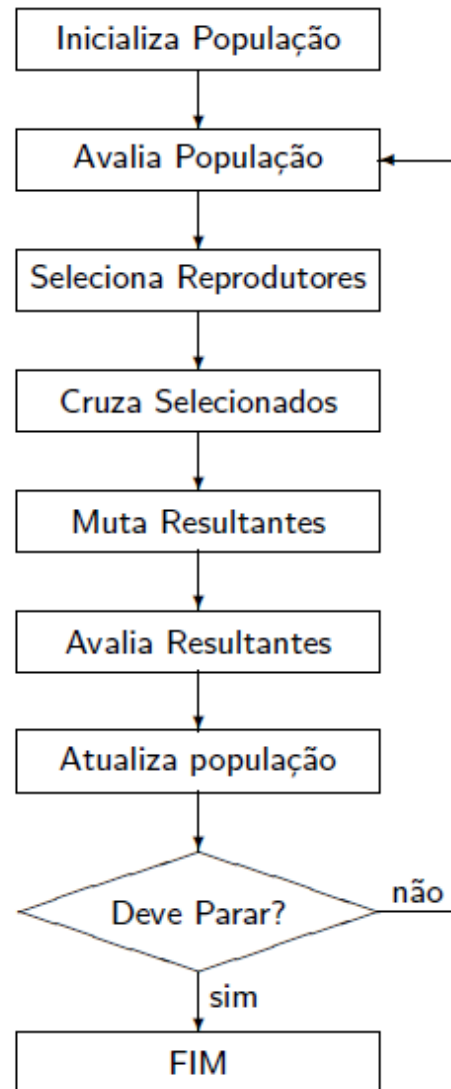
		PESO W_i							
X_{41}	<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	0	1	1	1	1	212	106	
0	1	1	1	1					
X_{12}	<table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	0	1	167	84	
1	1	1	0	1					
MELHORES SOLUÇÕES	X_{42}	<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	0	1	1	0	1	152	74
	0	1	1	0	1				
X_{61}	<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	0	1	1	0	1	152	74	
0	1	1	0	1					
X_{41}	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	0	1	1	1	137	76	
1	0	1	1	1					
X_{32}	<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	0	1	1	1	137	76	
1	0	1	1	1					

POPULAÇÃO
DA
PRÓXIMA
ITERAÇÃO

Algoritmos Genéticos- Implementação

► PROBLEMA DA MOCHILA

► RESUMO DAS ETAPAS



Bibliografia Básica

- ▶ Braga, A. P. Carvalho, A. P. L.; Ludermir, T. B. - **Redes neurais artificiais - teoria e aplicações** , Editora LTC, 1ª. Edição, 2000.
- ▶ Shaw, I. S. Simões, M. G. - **Controle e Modelagem Fuzzy** , Editora Edgard Blucher Ltda, 1ª. Edição, 2001.

Bibliografia Complementar

- ▶ Barreto, J. M. - **Inteligência artificial no limiar do Século XXI - abordagem híbrida: simbólica, conexionista e evolucionária**, Editora rrr UFSC Florianópolis, 2ª. Edição, 1999.
- ▶ JyH-Shing, Roger Jang, Chuen-Tsai Sun, Eiji Mizutani. **Neuro-Fuzzy and Soft Computing**. PrenticeHall, 1997.

Obrigado!

► Até o próximo encontro.