

Introdução à Algoritmos Genéticos.

Prof. Msc. Osvaldo Vargas Jaques - UEMS

Tópicos

- ✓ Introdução
- ✓ Evolução Biológica
- ✓ Evolução Digital
- ✓ Algoritmos Genéticos
- ✓ Referências bibliográficas

Introdução

- O computador → ambiente evolutivo digital
- Algoritmos Genéticos podem simular a evolução populacional de indivíduos.
- Para cada indivíduo
 - Genes do DNA → números binários.
- Evolução
 - Regras Matemáticas
 - Cruzamento
 - Mutação
 - Seleção

Evolução Biológica

- Genes

- Estruturas do DNA.

- Genótipo

- Característica gênica do indivíduo.

- Fenótipo

- Característica física do indivíduo, ele é formado pelo genótipo e a influência do meio.

Evolução Biológica

- Seleção Natural

- Seleciona os indivíduos mais aptos no ambiente
- Sofre influência do meio
- Indivíduos mais aptos tem mais probabilidade de transmitirem seus genes a seus descendentes através da reprodução

(DARWIN, 1859)

- Reprodução

- característica gênica dos indivíduos pais são retransmitidas a um novo indivíduo, através dos gametas (células reprodutivas) dos pais

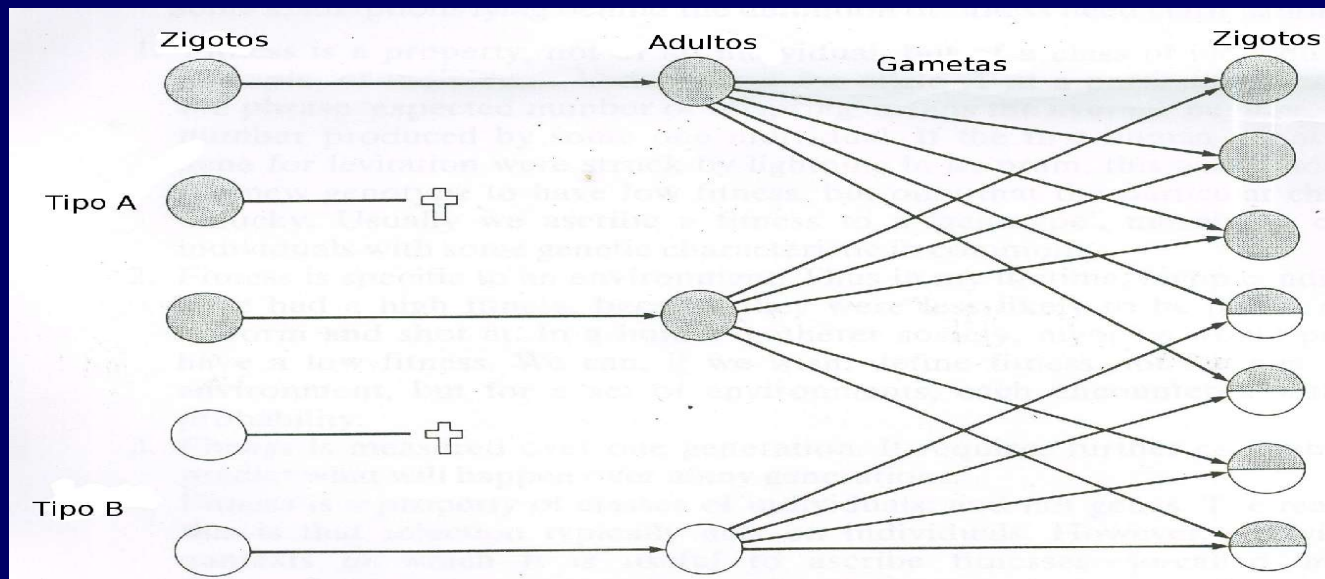
- Mutação

- processo que ocorre aleatoriamente durante o processo de reprodução, onde o novo indivíduo tem uma característica modificada nos genes.
- Altera as características do indivíduo, sem discriminar se será adaptativa ou não adaptativa ao meio

Evolução Biológica

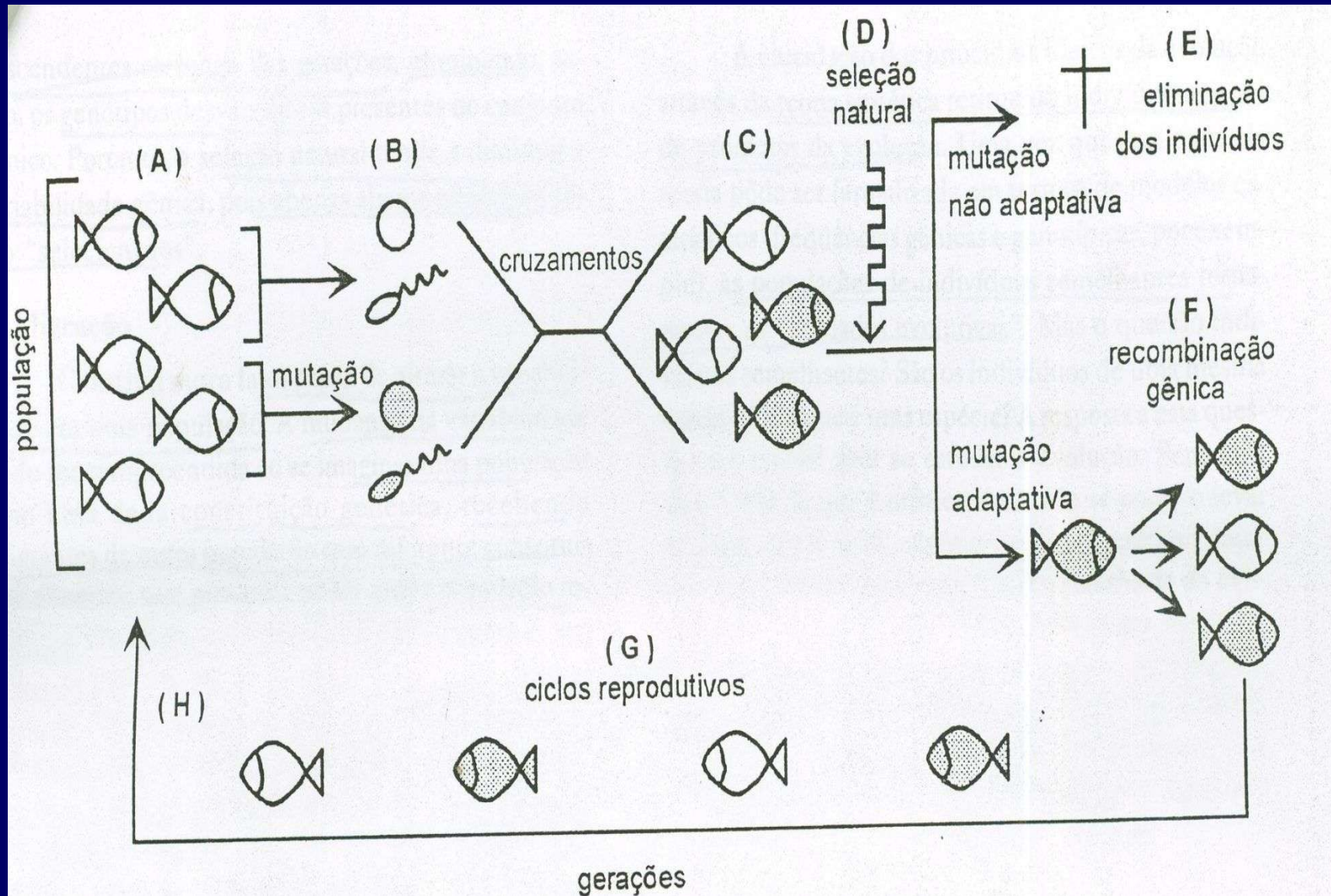
- Fitness ou função de aptidão

- Função que mede, usando um determinado critério, o quão apto um indivíduo ou população está.
- Probabilidade de o indivíduo sobreviver e espalhar seus genes para a próxima geração



O Tipo A tem um valor de fitness maior, tendo maior influência gênica na próxima geração

Evolução Biológica



Evolução Digital

- Genótipo
 - Característica gênica do indivíduo, representado pela numeração binária, ex: 11101001.
- Fenótipo
 - É a representação decimal do genótipo, ex: 233 igual genótipo 11101001.

Evolução Digital

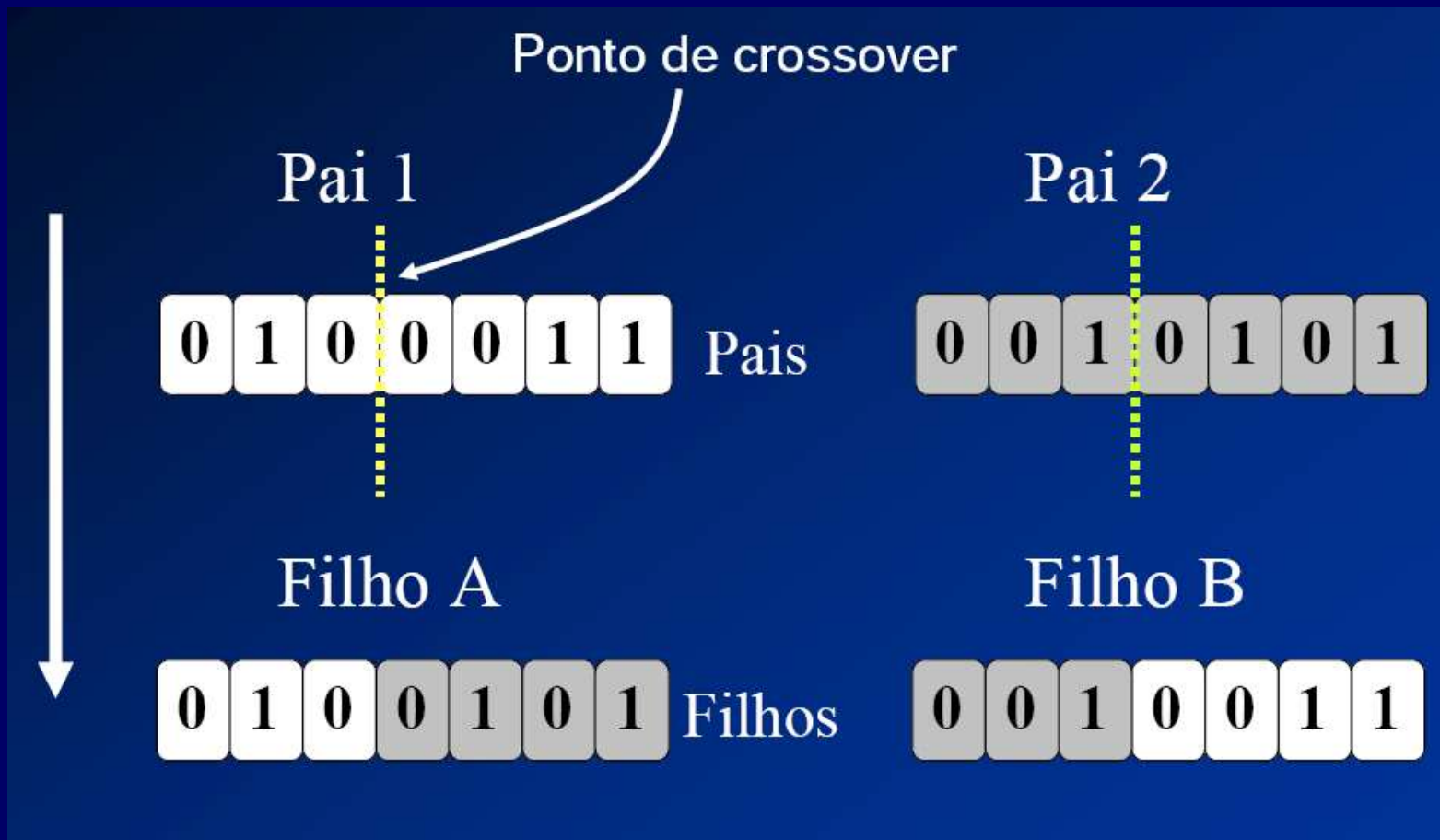
- Seleção

- Age semelhante a seleção natural.
- Não sofre os efeitos do meio.
- Age por meio de regras matemáticas, retirando amostras do conjunto da população.

Evolução Digital

•Cruzamento

- Recombina os genes pais, gerando os genes filhos, através de uma máscara de cruzamento.



Máscara : 1 1 1 0 0 0 0

Evolução Digital

- Mutação
 - Altera um ou mais bits, 0 passa a 1 e vice-versa



Evolução Digital

↳ Fitness ou função de aptidão

- O Fitness digital é calculado através de uma função matemática, sobre o valor do fenótipo digital.
- Se utilizarmos a função $2X$ e o indivíduo tiver fenótipo 9 (1001_b), seu valor de fitness será 18.

Evolução Digital

- Diversidade Populacional

- A diversidade populacional pode ser dada por alguma função de distância.
- Exemplo : cálculo da distância invertida de Hamming.

- A distância invertida de Hamming é calculada por:

| | |
|---------------|----------|
| X | 10001001 |
| Y | 10110001 |
| X XOR Y | 00111000 |
| NOT (X XOR Y) | 11000111 |

Distância invertida de Hamming → 5

→ Quanto menor a distância invertida de Hamming, maior a diversidade

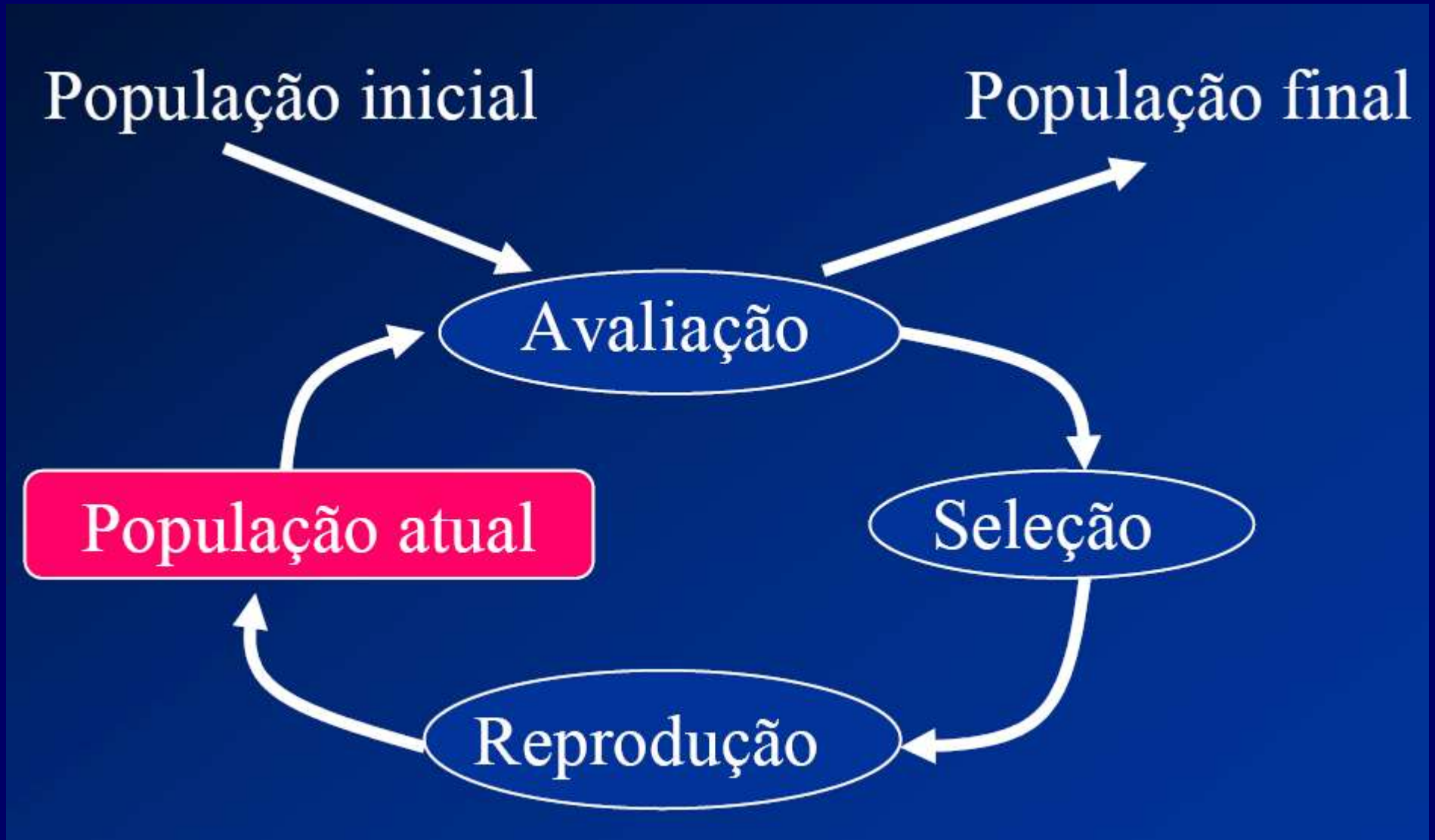
Algoritmos Genéticos (AG)

- Trata as possíveis soluções de um problema como "indivíduos" de uma população, que irá "evoluir" a cada iteração ou geração
- O fitness serve para avaliar a qualidade do indivíduo ou população
 - Ou seja, avalia a qualidade das soluções

Algoritmo AG

```
{  
  Inicia(p); //p é a população inicial  
  ENQUANTO [MAX Fitness(p)] < fitness_maximo FAÇA  
  {  
    Selecione(p).  
  
    Cruze(p).  
  
    Mutacione(p).  
  }  
}
```

Algoritmos Genéticos (AG)



Algoritmos Genéticos (AG)

Exemplo1: preparo de biscoitos

- Qualidade do biscoito (q):

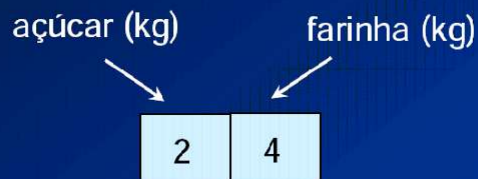
açúcar (kg)

farinha (kg)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| 6 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| 7 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 |
| 8 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

- Codificação do cromossomo

- Quantidade de farinha de trigo e de açúcar



Otimizar a quantidade de açúcar e farinha para o preparo de biscoitos

Algoritmos Genéticos (AG)

Exemplo1: preparo de biscoitos

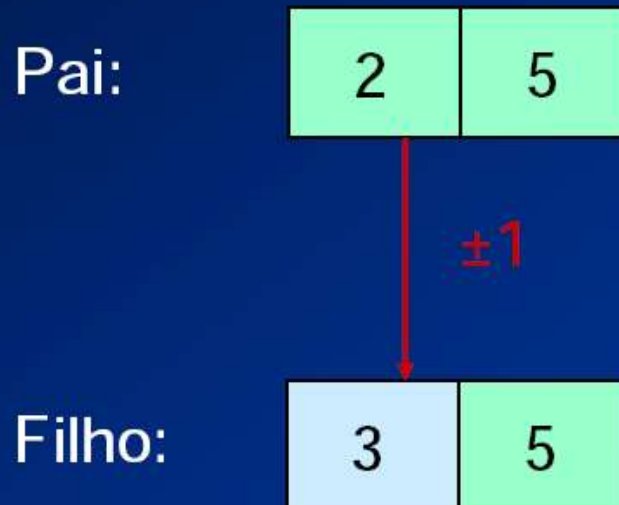
• Função de aptidão:

$$f_i = \frac{q_i}{\sum_j q_j}$$

| CROMOSSOMO | GRAU | APT. PADRÃO |
|------------|------|-------------|
| 1 4 | 4 | 0.4 |
| 3 1 | 3 | 0.3 |
| 1 2 | 2 | 0.2 |
| 1 1 | 1 | 0.1 |

Exemplo1: preparo de biscoitos

- Mutação:



Exemplo1: preparo de biscoitos

- Regras:
 - ✓ Cada cromossomo pode aparecer somente uma vez
 - ✓ Tamanho máximo da população: 4
 - ✓ Nova população: melhor indivíduo (elitismo) + indivíduos restantes escolhidos aleatoriamente

Cromossomo: vetor de genes binários

Algoritmos Genéticos (AG)

•Crossover:

| | | |
|----------|---|---|
| Pai 1: | 2 | 5 |
| Pai 2: | 1 | 4 |
| Filho 1: | 1 | 5 |
| Filho 2: | 2 | 4 |

Utilizando Crossover

| | Cromossomo | Qualidade | Filho | Qualidade |
|---------------------|----------------------------------|------------------|--|-----------|
| • <u>Geração 0:</u> | [1 1] | 1 | → [1 2] | 2 |
| • <u>Geração 1:</u> | [2 1] [1 1] | 2 1 | → [3 1] → [1 2] → [2 1] → [1 1] | 3 |
| ⋮ | | | | |
| • <u>Geração 7:</u> | [5 5] [1 4] [3 1] [5 2] | 9 4 2 0 | | |

Algoritmos Genéticos (AG)

- Qualidade do biscoito (q):

açúcar
(kg)

farinha (kg)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 4 | 4 | 0 | 0 | 7 | 8 | 7 | 0 | 0 | 4 |
| 5 | 5 | 0 | 0 | 8 | 9 | 8 | 0 | 0 | 5 |
| 6 | 4 | 0 | 0 | 7 | 8 | 7 | 0 | 0 | 4 |
| 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Referências Bibliográficas

- DARWIN, C. .*The Origin of Species*. London. Jon Murray, 1859.
- MITCHELL, Tom M. .*Machine Learning*. McGraw-Hill, 1997.
- BENTLEY, Peter J. . *Biologia Digital: Como a natureza está transformando a tecnologia e nossas vidas*. São Paulo. Berkley Brasil, 2002.
- BLICKLE, Tobias. THIELE, Lothar. *A Comparison of Selection Schemes used in Genetic Algorithms*. Disponível em: http://citeseer.ist.psu.edu/rd/0,16412,1,0.25,Download/http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/103/http:zSzzSzwww.dai.ed.ac.ukzSzgroupszSzevalgzSzLocal_Copies_of_PaperszSzBlickle.Thiele.95.A_Comparison_of_Selection_Schemes_used_in_Genetic_Algorithms.ps.gz/blickle95comparison.ps.gz. Acesso em: 19 Mar. 2005.
- LUKE, Brian T. .*Generating an Initial Population*. Disponível em: <http://members.aol.com/btluke/initpop.htm> . Acesso em: 8 jul. 2004
- HAUPT, Randy L. . HAUPT, Sue E. *Practical Genetic Algorithms*. Second Edition. New Jersey. John Wiley & Sons. 2004.