



Algoritmos genéticos

Professor: Eric A. Antonelo
Departamento de Automação e Sistemas

História

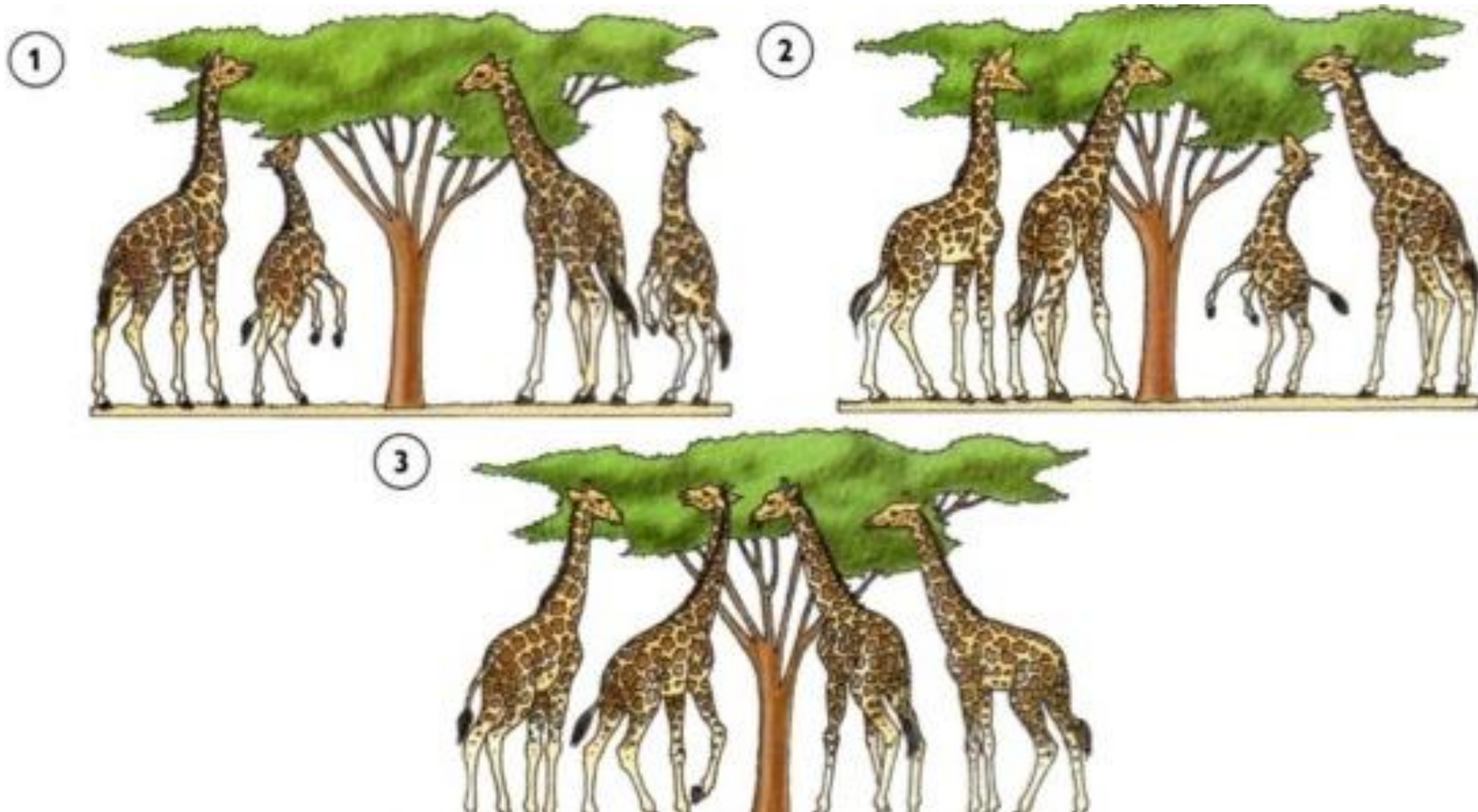


Fonte: pinterest

John Holland na década de 1960 inventa **Algoritmos Genéticos**

Com o objetivo original de estudar formalmente o fenômeno da **adaptação** como ocorre na **natureza** e desenvolver maneiras pelas quais os mecanismos de **adaptação natural** pudessem ser importados para os **sistemas computacionais**.

Sobrevivência dos mais “aptos”



Método original

- O método original consiste em iniciar com uma **população de cromossomos**, onde um **indivíduo** é representado por um cromossomo (por exemplo, **sequências de uns e zeros**, ou “**bits**”)

Cromossomo 1			
1	0	1	0

Solução candidata

Cromossomo 2			
1	1	0	0

Solução candidata

Cromossomo 3			
0	1	1	0

Solução candidata

...

Cromossomo n			
1	0	1	1

Solução candidata

Método original

- O método original consiste em iniciar com uma **população de cromossomos**, onde um **indivíduo** é representado por um cromossomo (por exemplo, **sequências de uns e zeros**, ou “**bits**”)
- Obtém-se uma nova população usando uma espécie de **seleção natural** através de **operadores genéticos** de **seleção, mutação, cruzamento** e inversão.

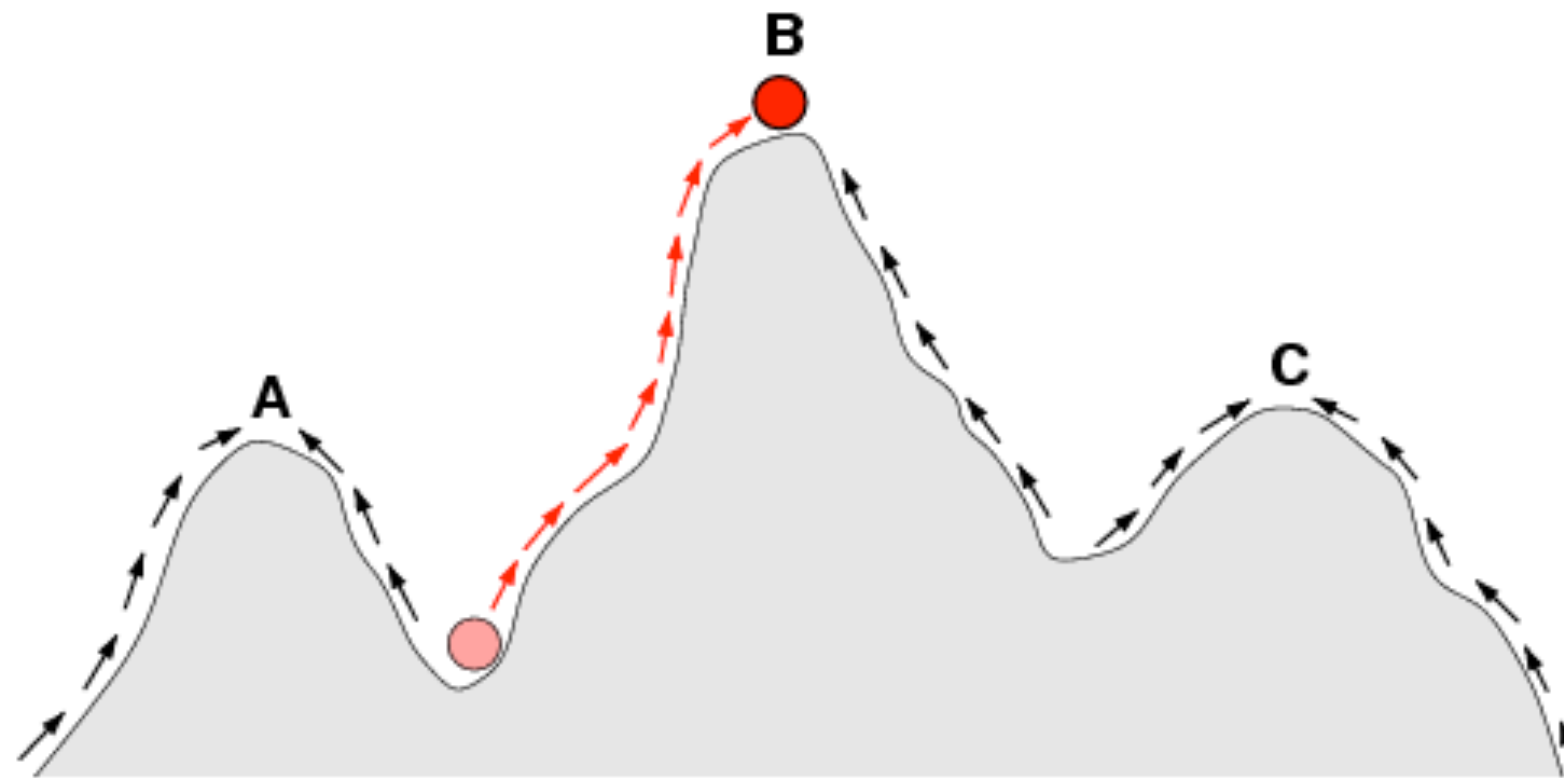
Espaço de busca

- Exemplo: **Procurar por uma proteína** - uma sequência de aminoácidos - que se dobra em uma determinada forma tridimensional de modo que possa ser usado para combater um vírus específico.
- Espaço de busca: coleções de todas possíveis sequências

A G G M C G B L....

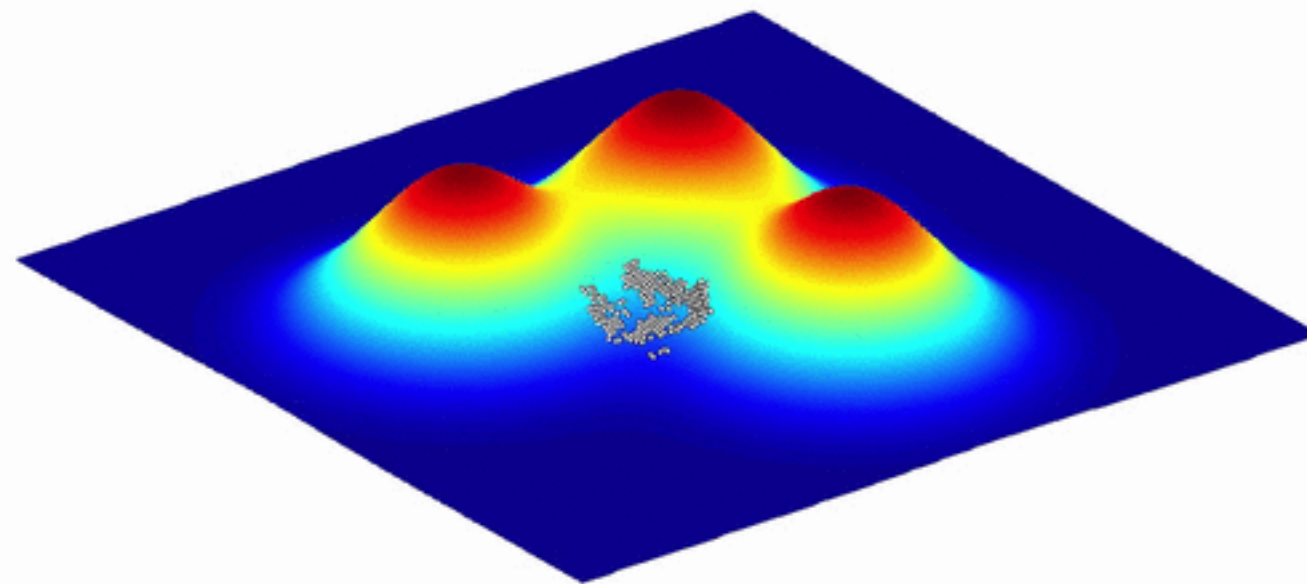
Panorama de aptidão

(fitness landscape)



Panorama de aptidão (*fitness landscape*)

Static fitness landscape

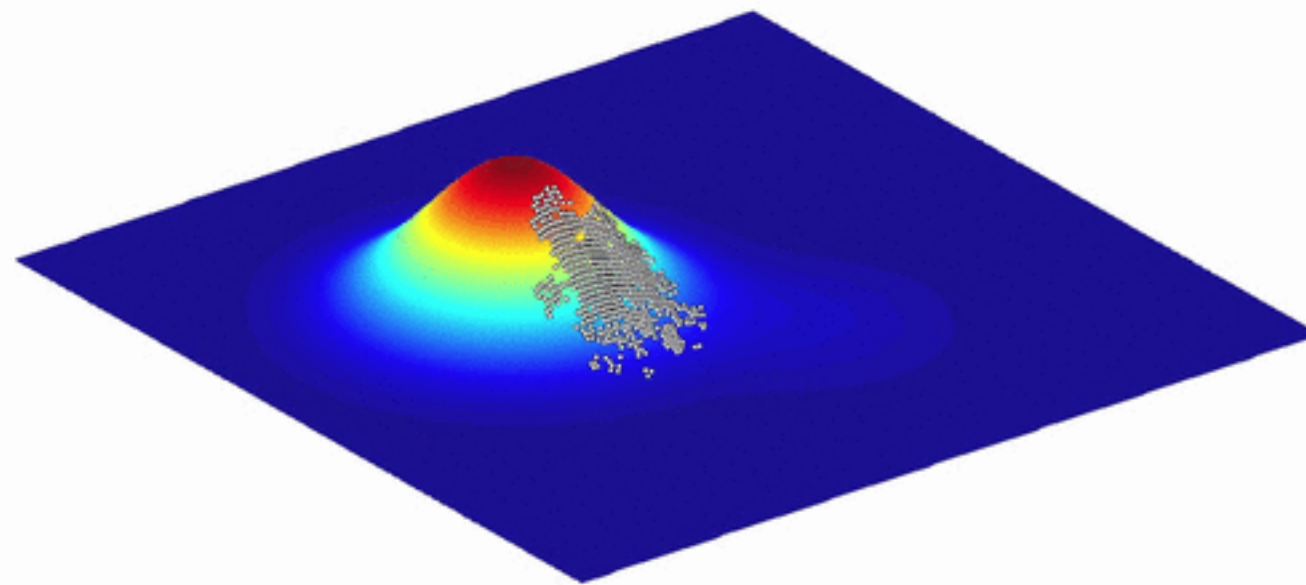


Population size, $N = 2,304$
Mutation rate, $\mu = 0.05$ per trait

© Randy Olson and Bjørn Østman

Panorama de aptidão (*fitness landscape*)

Dynamic fitness landscape



Population size, $N = 2,304$
Mutation rate, $\mu = 0.5$ per trait

© Randy Olson and Bjørn Østman

Operador genético: **Seleção**

Cromossomo 1				Cromossomo 2				Cromossomo 3				...				Cromossomo n			
1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0					1	0	1	1

$$P(x) = \frac{f(x)}{\sum_{j=1}^n f(x)}$$

Seleção proporcional
à aptidão (método da **roleta**)

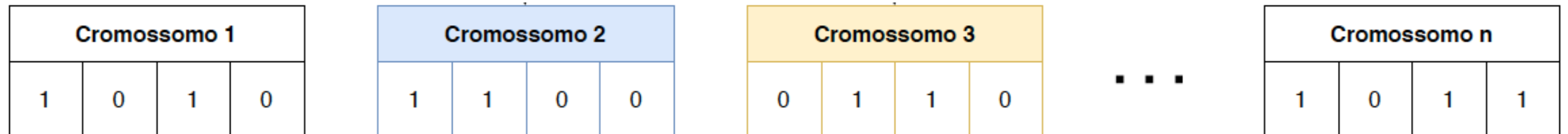
Operador genético: **Seleção**

Rank	Indivíduo	Aptidão
1	Cromossomo 20	137
2	Cromossomo 89	120
3	Cromossomo 3	99
...		
N	Cromossomo 11	2

Seleção por **classificação**
(*rank selection*)

- Evita convergência prematura (**população mais diversa**)
- Precisa ordenar população

Operador genético: **Seleção**



p

$1-p$

Seleção por **torneio**
(*tournament selection*)



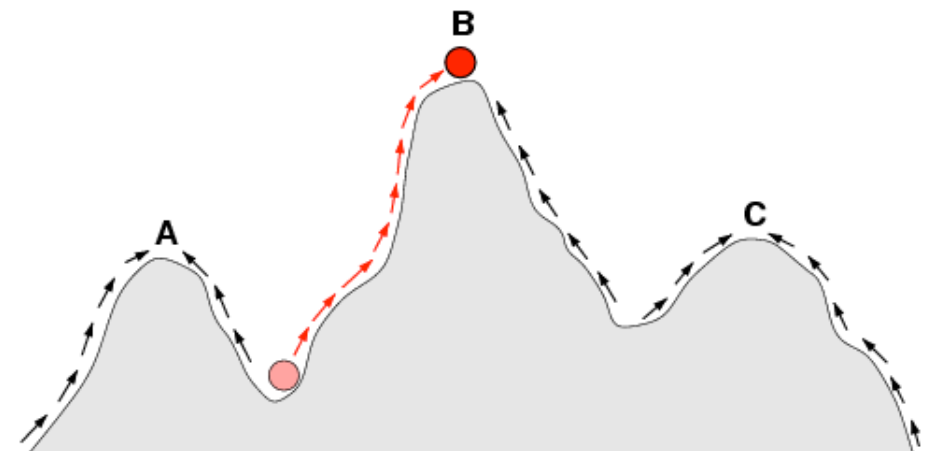
Cromossomo 2			
1	1	0	0

- similar à seleção por classificação em termos de **pressão seletiva**
- computacionalmente **mais eficiente** e mais suscetível à implementação paralela.

Cruzamento (crossover)

O operador típico de Algoritmos genéticos

Os algoritmos genéticos assumem que as **soluções candidatas "pai" de alta qualidade** de **diferentes regiões do espaço** podem ser **combinadas** via **crossover** para, ocasionalmente, produzir soluções candidatas “descendentes” de alta qualidade.

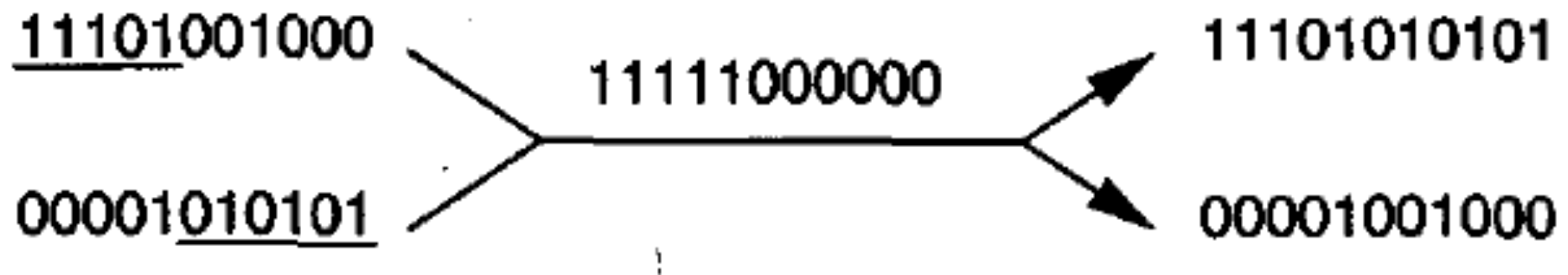


Cruzamento em um único ponto

Cadeias iniciais

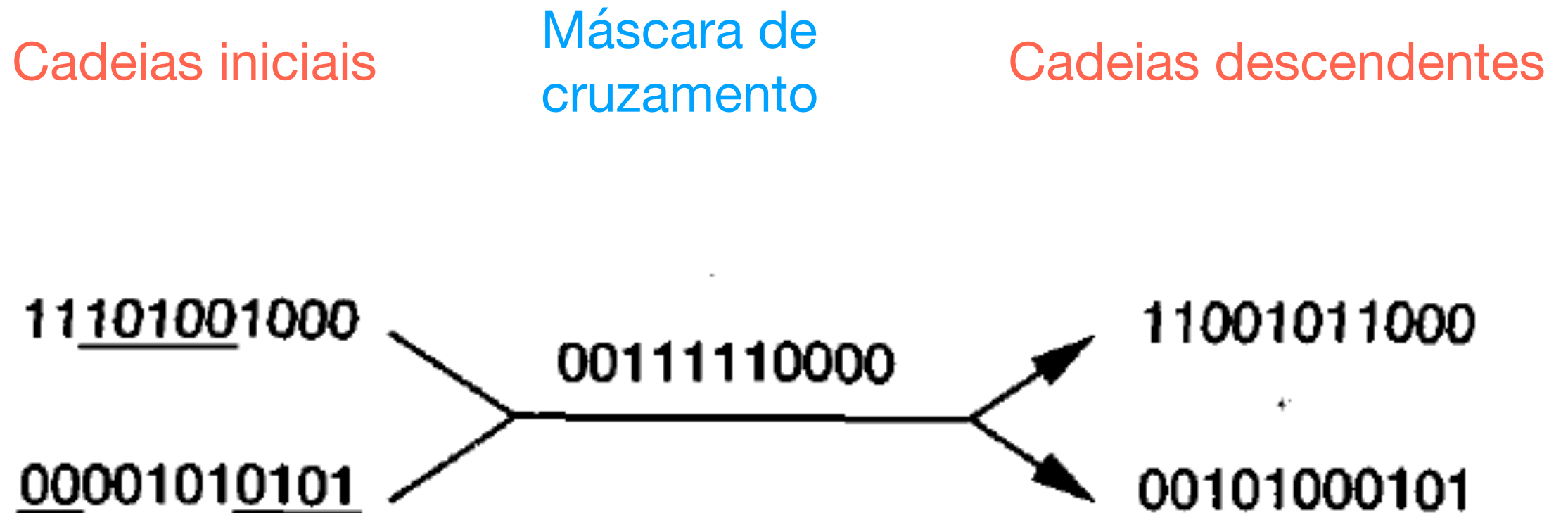
Máscara de
cruzamento

Cadeias descendentes



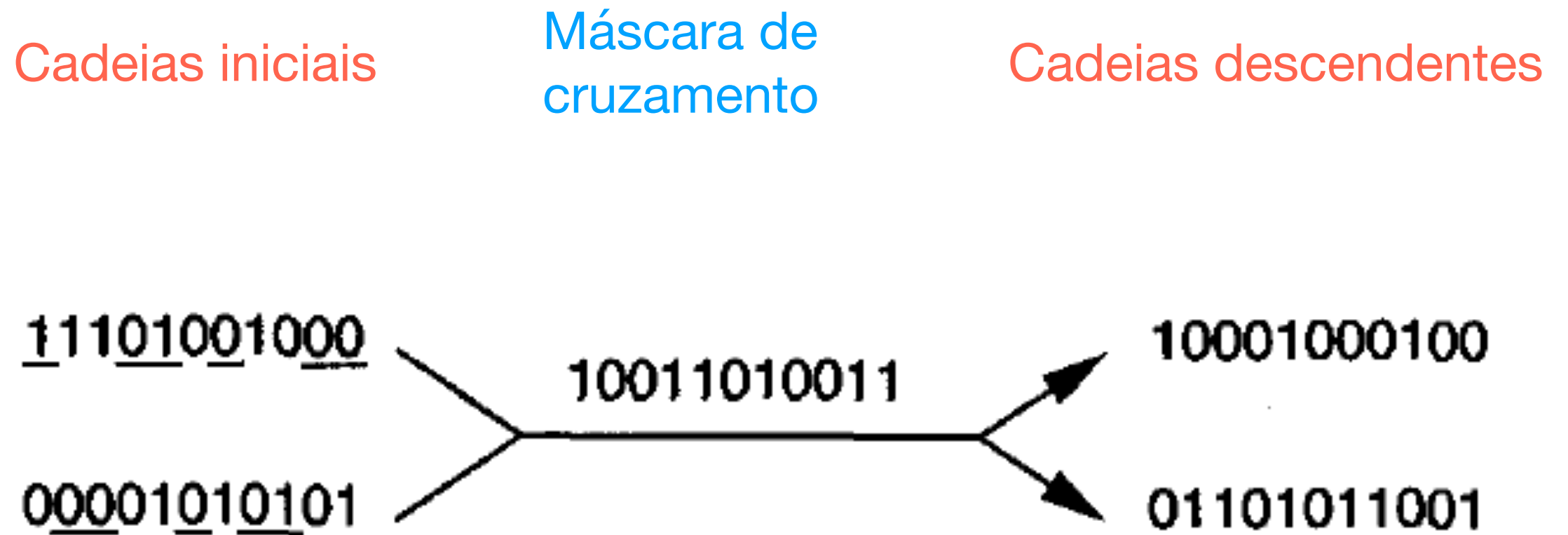
Viés posicional

Cruzamento em dois pontos



Mais diverso: Espaço possível de soluções candidatas **maior**

Cruzamento uniforme



Mutação

Cadeia inicial

Máscara de
cruzamento

Cadeia descendente

11101001000



11101011000

Funções de Aptidão

Em **otimização de funções**,

- onde se deseja encontrar um conjunto de valores de parâmetros que **maximize uma dada função complexa de múltiplos parâmetros**

$$f(y) = y + |\sin(32y)|, \quad 0 \leq y < \pi$$

Funções de Aptidão

Problema não numérico

- onde se deseja encontrar uma cadeia de 50 aminoácidos que se dobrará em uma estrutura proteica tridimensional desejada

IHCCVASASDMIKPVFTVASYLKNWTKAKGPNFEICISGRTPYWDNFPGI

20 possíveis aminoácidos
em cada posição

Função de aptidão:

negativo da energia potencial da sequência com respeito à estrutura desejada.

A energia potencial é uma medida de quanta resistência física a sequência apresentaria se forçada a ser dobrada na estrutura desejada

AG simples

1. Gere uma **população inicial aleatoriamente**.
2. Calcule a **aptidão** $f(x)$ de cada individuo da população.
3. Faça até gerar n **descendentes**:
 - a) **Selecione** um **par de individuos geradores** da população atual.
 - b) Com **probabilidade** p_c , **cruze** os geradores com um dos operadores de cruzamento.
 - c) Com **probabilidade** p_m , faça **mutação** de cada descendente da etapa anterior.
4. Substitua a população atual pela nova população.
5. Siga para etapa 2.

Conclusão

- Algoritmos genéticos: método alternativo de **busca em um espaço de soluções**
- Inspirado na teoria da **evolução, seleção natural** e recombinação genética.
- **Soluções candidatas** representam possíveis soluções do problema, codificadas via **cromossomos**
- Um **cromossomo** representa um indivíduo da população, normalmente sendo uma **cadeia de bits** que pode ser decodificada para uma solução do problema.
- A evolução (busca) se dá pela **seleção probabilística dos mais aptos**, os quais são alterados via **operadores genéticos** de **seleção, cruzamento, e mutação**.