

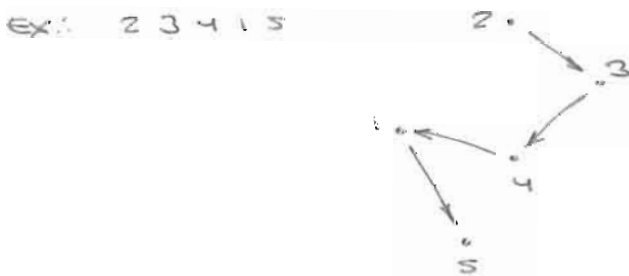
② ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS

②.1 REPRESENTAÇÕES

- STRINGS SOBRE UM ALFABETO FINITO (GA)
- VETORES DE VALORES REAIS (ES) (EVOLUTION STRATEGY)
- MÁQUINAS DE ESTADOS FINITOS (EP) (EVOLUTIONARY PROGRAMMING)
- ÁRVORES (GP) (GENETIC PROGRAMMING)

← --
 — Mapeamento GENÓTIPO —> FENÓTIPO

EX.: 00010 —> 2
 10010 —> 18



— ESPAÇO DE GENÓTIPOS	VS.	ESPAÇO DE INDIVÍDUOS
INDIVÍDUO		INDIVÍDUO
GENÓTIPO		FENÓTIPO
CRÔMOSSOMO		SEQUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS

— CRÔMOSSOMO = SEQUÊNCIA DE GENES : 2 3 4 1 5

↑ ↑ ↑ ↑ ↑
GENES

CRÔMOSSOMOS SÃO OS ARGUMENTOS DOS OPERADORES DE VARIAÇÃO.

②.2 AMBIENTE E FUNÇÃO DE OPTIMIZAÇÃO

AMBIENTE É REPRESENTADO POR UMA FUNÇÃO CUSTO A SER OTIMIZADA,
 OU UMA EXPRESSÃO DO GRÁU DE ADEQUAÇÃO DOS REQUERIMENTOS AMBIENTAIS.

9

PSEUDO-CÓDIGO COMUM:

1. ESCOLHA DA POPULAÇÃO INICIAL $x_1(0), x_2(0), \dots, x_k(0), \dots, x_K(0)$ 2. CÁLCULO DE OPTIMÕES $J(x_k(0)), k=1, \dots, K$

3. ITERAÇÃO BÁSICA:

- SELECIONAR PAIS CONFORME $J(x_k(n))$
 - RECOMBINAÇÃO ENTRE PAIS SELECIONADOS
 - MUTAÇÃO DOS INDIVÍDUOS RESULTANTES
 - NOVO CÁLCULO DE OPTIMÕES $J(x_k(n+1))$
- SELECIONAR INDIVÍDUOS PARA A PRÓXIMA GERAÇÃO
- AUMENTAR n ; SE O CRITÉRIO DE PARADA NÃO FOR SATISFEITO,

4. FIM

OBS (ALEATORIEDADE): SÃO ALGORITMOS DO TIPO "GERA E TESTA", SÃO ALGORITMOS DE BUSCA ESTOICÍSTICA.

— FUNÇÕES DE OPTIMIZAÇÃO

COMO ESTIMAR O VALOR (QUALIDADE DE UM INDIVÍDUO)

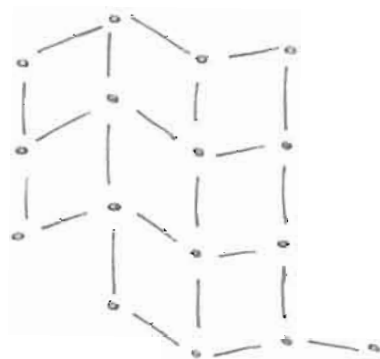
Mapeamento FENÓTIPO \rightarrow IR (QUALIDADE)

· "FUNÇÃO DE OPTIMIZAÇÃO = - FUNÇÃO CUSTO"

②.3 POPULAÇÃO E LIMITES POPULACIONAIS:

- COMO ARMAZENAR UM CONJUNTO DE SOLUÇÕES CANDIDATAS
- POPULAÇÃO = CONJUNTO DE GENÓTIPOS, COM POSSÍVEIS REPETIÇÕES DE ALGUNS ELEMENTOS
- POPULAÇÕES SÃO OS ARGUMENTOS DOS OPERADORES DE SELEÇÃO
- DIVERSIDADE

- POPULAÇÕES PODEM TER UMA ESTRUTURA DE VIZINHANÇAS:



2.4 SELEÇÃO DOS PAIS

- COMO DISTINGUIR, COM BASE NOS VALORES GERADOS PELA FUNÇÃO DE APTIDÃO, QUAIS SÃO AQUELES INDIVÍDUOS QUE DEVEM GERAR FILHOS. TÍPICAMENTE ENVOLVE PROBABILIDADES.

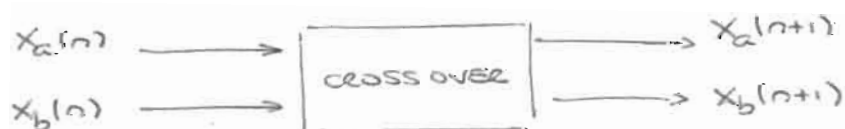
EX.: TAMANHO DA POPULAÇÃO: $K=50$. PARA O PRÓXIMO GERAÇÃO, SÃO NECESSÁRIOS 40 INDIVÍDUOS PARA RECOMBINAÇÃO. PARA PREENCHER AS 40 VAGAS:



ORDENAR OS INDIVÍDUOS EM ORDEM CRESCENTE DE J . DO 1.º AO 50.º, REPETIR O SORTEIO DE UMA VARIÁVEL ALEATÓRIA R UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDA NO INTERVALO $[0, 1]$ EM QUE O INDIVÍDUO X_k SOBREVIVE SE $J(X_k) > r$ E MORRE CASO CONTRÁRIO. SE NEM TODAS AS VAGAS FOREM PREENCHIDAS, REINICIAR O PROCESSO.

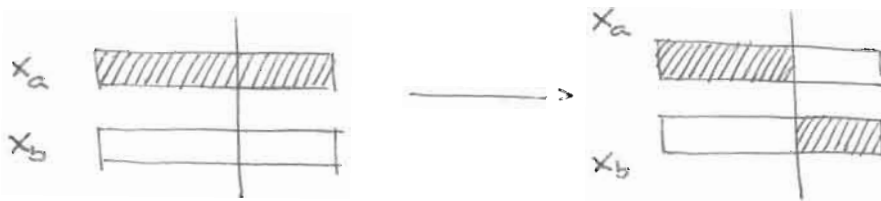
2.5 OPERADORES DE VARIAÇÃO

— RECOMBINAÇÃO (CROSSOVER). TÍPICAMENTE:



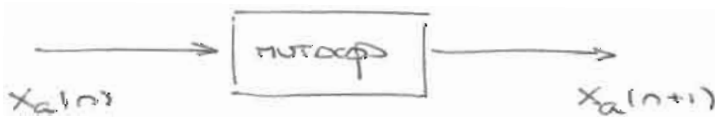
CROSSOVER TIPIKAMENTE ENVOLVE PROBABILIDADES, INCLUINDO PROBABILIDADES COM RESPEITO À DECISÃO DE DUPLICÁ-LO OU NÃO.

EX.: PARA OS 40 INDIVÍDUOS ESCOLHIDOS, SORTEAR 2 ALEATORIAMENTE. SORTEAR $R \in [0,1]$. SE $R < 0.8$, ENTÃO HOUVERÁ RECOMBINAÇÃO. SE HOUVER RECOMBINAÇÃO, SORTEAR UMA POSIÇÃO NO CROMOSSOMO



E REPETIR O PROCEDIMENTO 30 VEZES. ASSIM, SERÃO GERADOS 60 NOVOS INDIVÍDUOS.

MUTAÇÃO. TIPIKAMENTE:



EX.: DA POPULAÇÃO INICIAL, SORTEAR 5 INDIVÍDUOS PARA MUTAÇÃO. PARA CADA UM DOS 5 CROMOSSOMOS, SORTEAR ALEATORIAMENTE UM DOS GENES E PERTURBAR ALEATORIAMENTE O SEU VALOR:



2.6 SELEÇÃO DOS SOBREVIVENTES

PODERIA SER TAMBÉM ALEATÓRIO, MAS NORMALMENTE É SOMENTE

DETERMINÍSTICO MESMO. CONSISTE EM DECIDIR, A PARTIR DO CONJUNTO DE INDIVÍDUOS DA GERAÇÃO ANTERIOR E DO CONJUNTO DE INDIVÍDUOS "FILHOS", QUAIS SERÃO AQUELES QUE FARÃO PARTE DA GERAÇÃO SEGUINTE. A "IDADE" PODE SER LEVADA EM CONSIDERAÇÃO.

EX.: DO TOTAL DE INDIVÍDUOS ($50 + 60 + 5$), MANTER SOMENTE OS 50 MELHORES.

EX.:	POPULAÇÃO	FILHOS	
	100	500	SELEÇÃO DE SOBREVIVENTES
	100	2	SUBSTITUIÇÃO

2.7 INICIALIZAÇÃO

- INDIVÍDUOS GERADOS ALEATORIAMENTE

2.8 CRITÉRIOS DE PARADA

- NÚMERO MÁXIMO DE ITERAÇÕES
- MELHORIA DE OPTIMOS (ΔJ) INFERIOR AO MÍNIMO (ΔJ_{MIN}) APÓS NÚMERO DE GERAÇÕES $> G$
- DIVERSIDADE POPULACIONAL: $H < H_{MIN}$
- $J \geq J_{MIN}$

9
EM RESUMO:

ELEMENTOS COMUNS A TODOS OS ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS.

AMBIENTE (2.2) E REPRESENTAÇÕES (2.1)

LIMITE POPULACIONAL (2.3)

EXPECTATIVA DE AUMENTO DA OPTIMIZAÇÃO DA POPULAÇÃO COM O TEMPO

PREPARAÇÃO DO GERAÇÃO SEGUINTE:

SELEÇÃO (2.4) E (2.6)

OPERADORES DE VARIACÃO (2.5)



INDIVÍDUOS. REDUÇÃO DETERMINÍSTICA DO PROBLEMA, DE TAMANHO $n+2$ PARA TAMANHO n . TAMANHO DA POPULAÇÃO: $n = 100$.

✓ CRITÉRIO DE PARADA: 10000 CÁLCULOS DE $J(p)$, OU SOLUÇÃO OBTIDA.

— PROBLEMA DA Mochila:

ITEM	(u_i) VOLUME	(c_i) CUSTO	(s_i) g
CARTEIRO	100	10	1
TELEFONE	20	20	1
LIVRO	50	80	0
NOTEBOOK	100	30	1
⋮	⋮	⋮	⋮
BORRACHO	10	1	0
LANTERNA	5	40	0
CANISA	60	40	1

✓ GENÓTIPO: $g = p$ ($G = P$) $g = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$ $b_i = 0$ ou 1

↳ (NÃO)

$q(p) = \sum u_i b_i$

MAS MAXIMIZAR $q(p)$ IMPLICA EM $\sum c_i b_i > C_{max}$

ALTERNATIVAMENTE: g PERTENCE O MESMO. MAS O PROCEDIMENTO

PARO CRIAR p MUDA. COMEÇAMOS POR $i = 1$, COLOCANDO O i -ÉSIMO

ITEM NA Mochila SE ISTO NÃO CAUSAR $\sum c_i b_i > C_{max}$.

✓ MUTAÇÃO: INVERTER b_i COM PROBABILIDADE BAIXA

✓ CROSSOVER:

1	1	0	1	0	1	1	→	1	1	0	1	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0		0	1	0	1	0	1	1

COM 70% DE PROBABILIDADE.

✓ SELEÇÃO E REPRODUÇÃO DA POPULAÇÃO:

TORNEIO: SELECIONE DOIS INDIVÍDUOS ALEATORIAMENTE. O MELHOR SE TORNO PAI*. ISTO É REPETIDO DTE QUE 500* FILHOS SEJAM GERADOS. A POPULAÇÃO NOVA É COMPOSTO SOMENTE PELOS FILHOS.

* CADA DOIS PAIS GERAM DOIS FILHOS

* TAMANHO DA POPULAÇÃO: 500

✓ CRITÉRIO DE PARADA: 25 GERAÇÕES SEM MELHORA.

— " —

— OPERAÇÃO DO ALGORITMO EVOLUCIONÁRIO:

FASE INICIAL E FASE FINAL

PARADA A QUALQUER MOMENTO

PRIMEIRO MÉTODO VS. SEGUNDO MÉTODO — NÃO É CONVENIENTE EXECUTAR UM NÚMERO MUITO GRANDE DE ITERAÇÕES.

— COMPARAÇÃO ENTRE ALGORITMO EVOLUCIONÁRIO E BUSCA ALEATÓRIA.

— ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS E OTIMIZAÇÃO GLOBAL.