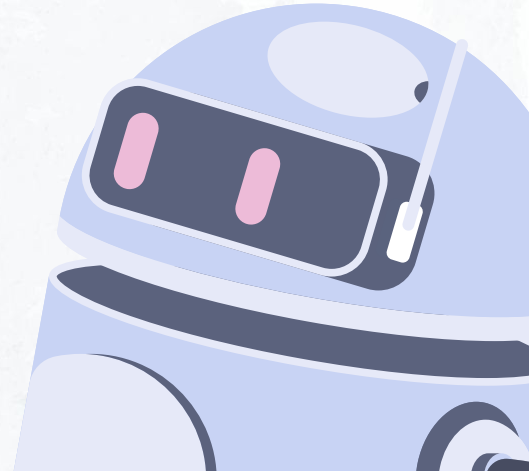


Setrem

Introdução à Inteligência Artificial

João Paulo Aires

(IA)



Objetivos

- Busca não-determinística
- Busca Adversária
 - Hill Climbing / Simulated Annealing
- Algoritmos genéticos

Índice

- 01 → Hill Climbing
- 02 → Simulated Annealing
- 03 → Algoritmos Genéticos

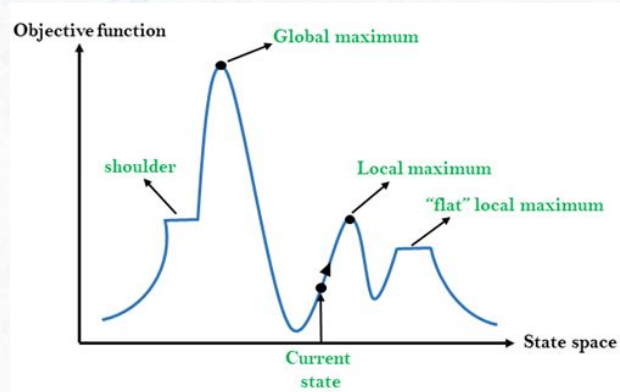
01 →

Hill Climbing

Hill Climbing

Busca Hill Climbing

- É uma técnica de busca informada focada no objetivo;
 - Ela foca no objetivo e não no caminho para o objetivo;
- Também conhecida por **Greedy Local Search** (Ou Busca Local Gulosa)



Hill Climbing

Busca Hill Climbing

- O objetivo é alcançar o **topo de uma colina**, onde a busca terminará;
- A estratégia de busca é a seguinte:
 - Não olhar para frente dos seus vizinhos imediatos do estado atual.

Hill Climbing

Busca Hill Climbing

- O objetivo é alcançar o **topo de uma colina**, onde a busca terminará;
- A estratégia de busca é a seguinte:
 - Não olhar para frente dos seus vizinhos imediatos do estado atual.
 - Não retroceder, porque não possui uma árvore de busca

Hill Climbing

Busca Hill Climbing

- O objetivo é alcançar o **topo de uma colina**, onde a busca terminará;
- A estratégia de busca é a seguinte:
 - Não olhar para frente dos seus vizinhos imediatos do estado atual.
 - Não retroceder, porque não possui uma árvore de busca
 - Escolha aleatoriamente entre o conjunto de melhores sucessores, se existe um.

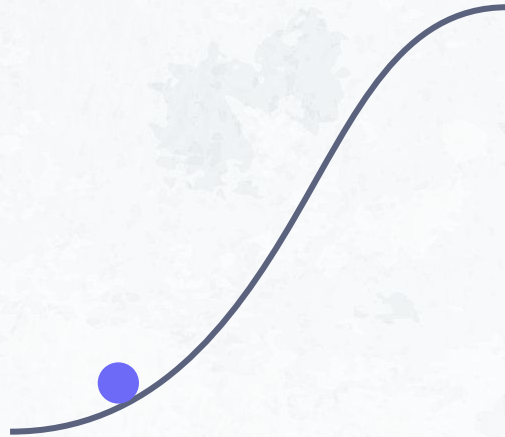
Hill Climbing

Busca Hill Climbing

- O objetivo é alcançar o **topo de uma colina**, onde a busca terminará;
- A estratégia de busca é a seguinte:
 - Não olhar para frente dos seus vizinhos imediatos do estado atual.
 - Não retroceder, porque não possui uma árvore de busca
 - Escolha aleatoriamente entre o conjunto de melhores sucessores, se existe um.
 - Registrar apenas o estado e o valor de sua função objetivo (global máximo ou global mínimo)

Hill Climbing

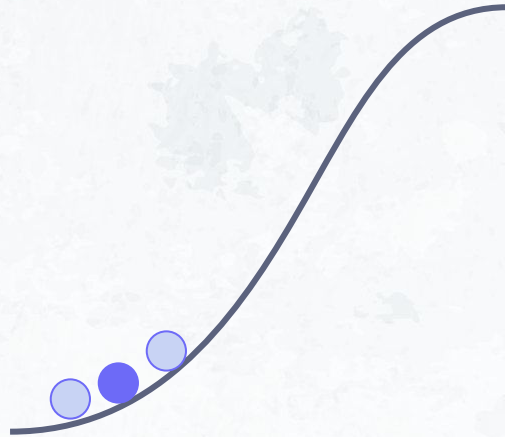
Busca Hill Climbing



Escolha um ponto aleatório no espaço de busca

Hill Climbing

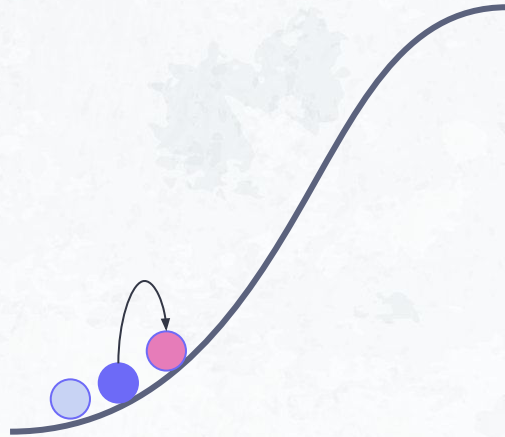
Busca Hill Climbing



Cheque os vizinhos do estado selecionado.

Hill Climbing

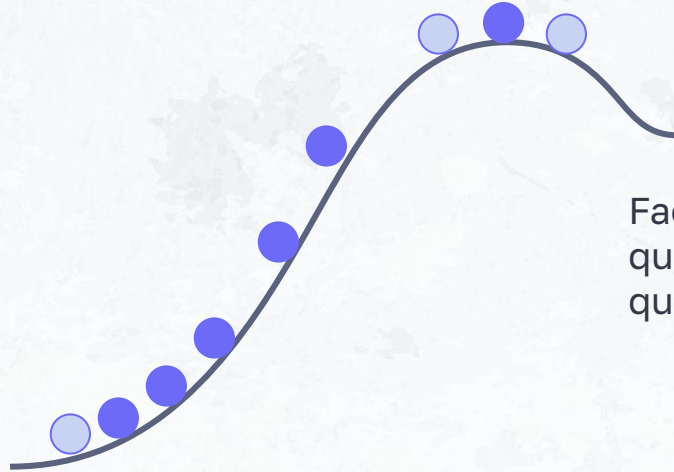
Busca Hill Climbing



Verifique o melhor e mova-se para o melhor estado.

Hill Climbing

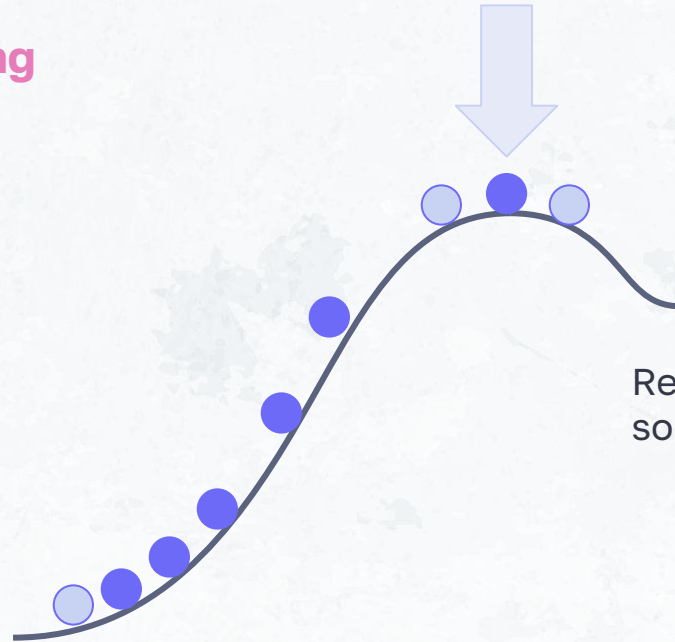
Busca Hill Climbing



Faça isso até chegar a um ponto em que os vizinhos não são melhores que o estado atual.

Hill Climbing

Busca Hill Climbing

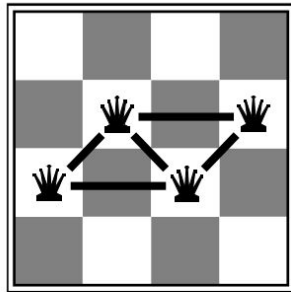


Retorne o melhor estado como solução.

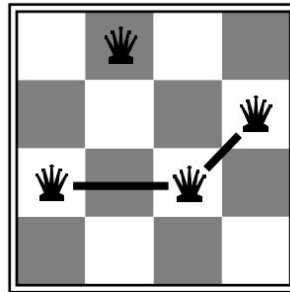
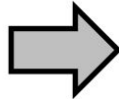
Hill Climbing

Problema das 4 Rainhas

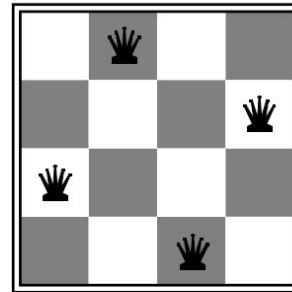
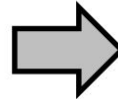
- Objetivo: Nenhuma rainha pode atacar a outra;
- h = número de pares de rainhas que estão atacando outras



$h = 5$



$h = 2$



$h = 0$

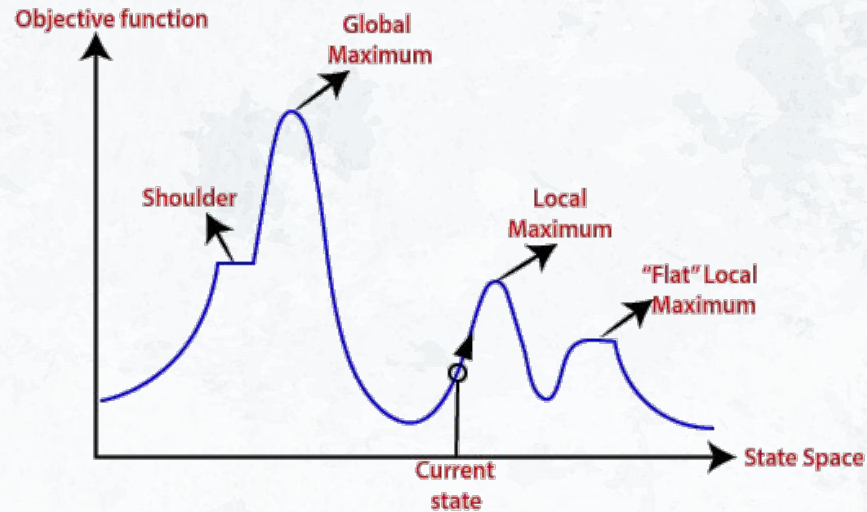
Hill Climbing

Problema das 4 Rainhas



Hill Climbing

Desvantagens



A one-dimensional state-space landscape in which elevation corresponds to the objective function

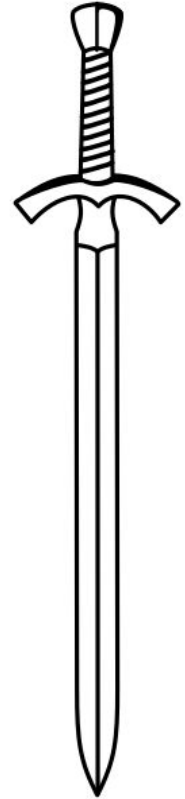
02 →

Simulated Annealing

Simulated Annealing

Simulated Annealing

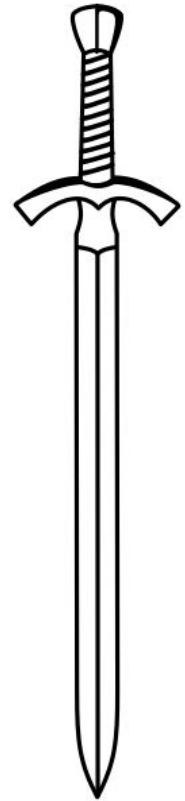
- Mesmo com reinicializações aleatórias
 - A otimização nem sempre melhora (exploit)
 - Às vezes você precisa buscar (explorar)
- Origem: Metalurgia
- Aquecimento e resfriamento repetidos fortalecem a lâmina



Simulated Annealing

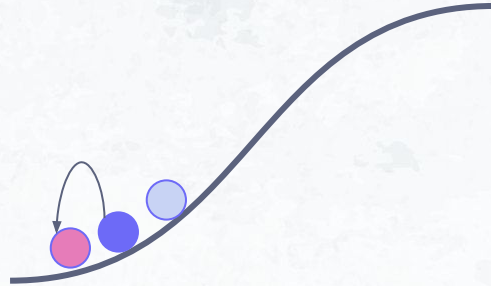
Algoritmo de meta-heurística

- Se baseia em conceitos simples e “fáceis” de implementar;
- Pode superar limitações de local máxima;
- Pode ser adaptado para problemas alternativos de outras disciplinas



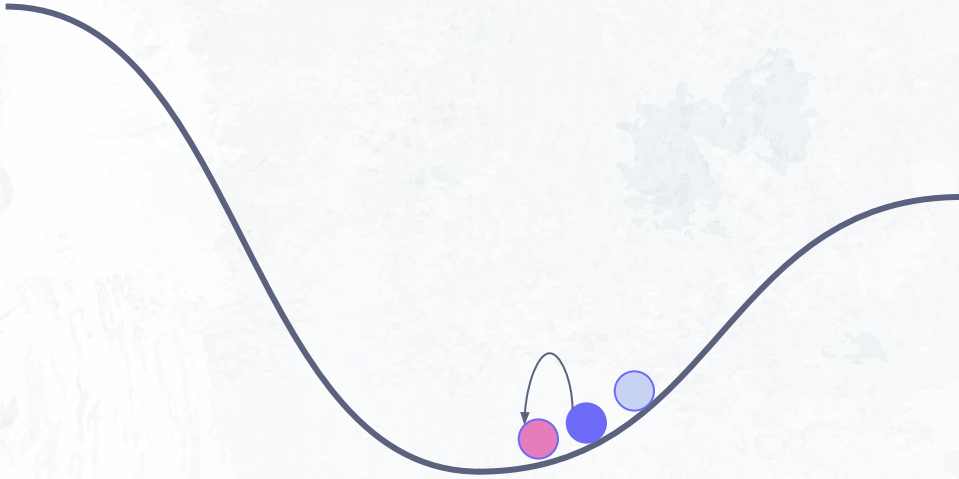
Simulated Annealing

Algoritmo de meta-heurística



Simulated Annealing

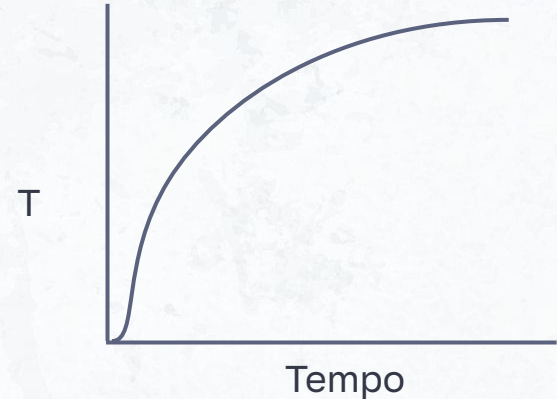
Algoritmo de meta-heurística



Simulated Annealing

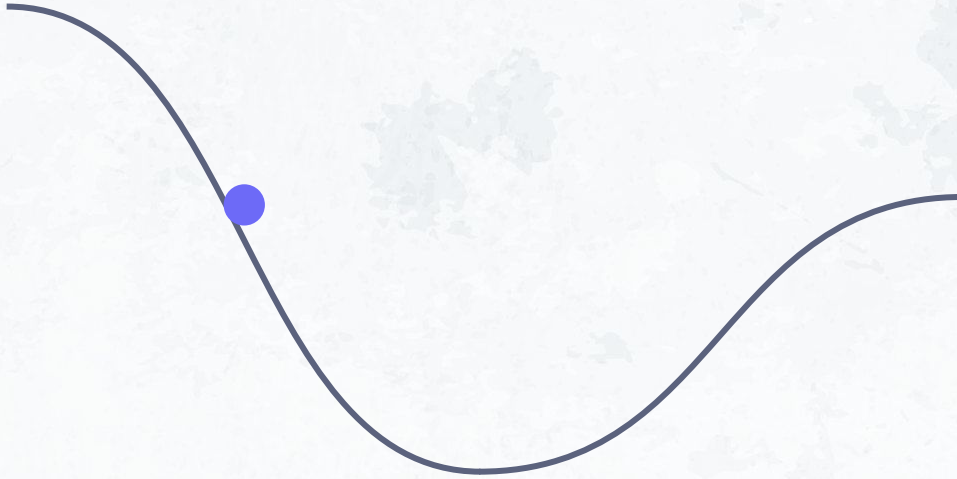
Energia

- $\Delta E = E_{\text{atual}} - E_{\text{próximo}} < 0$; probabilidade 1;
- $\Delta E = E_{\text{atual}} - E_{\text{próximo}} > 0$; probabilidade:
 - $P(\text{Aceitar próximo}) = e^{\Delta E/T}$;
 - T = temperatura no tempo atual



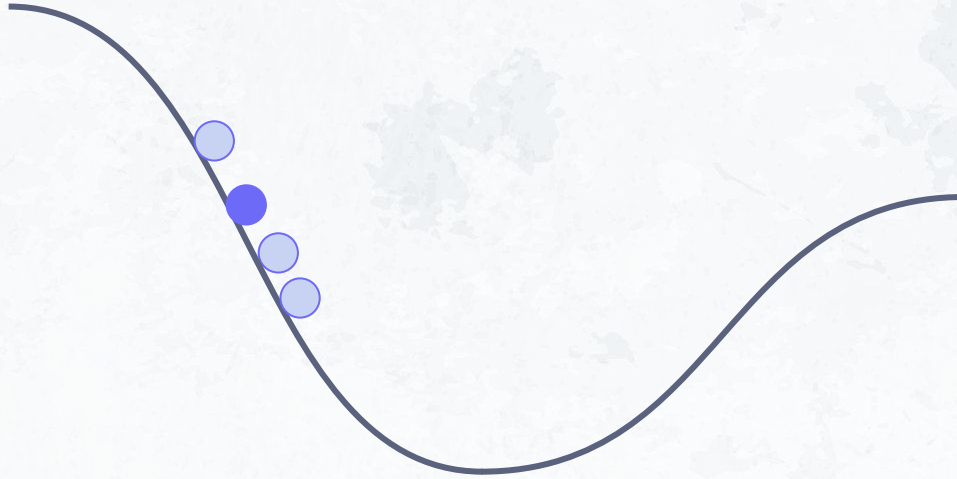
Simulated Annealing

Energia



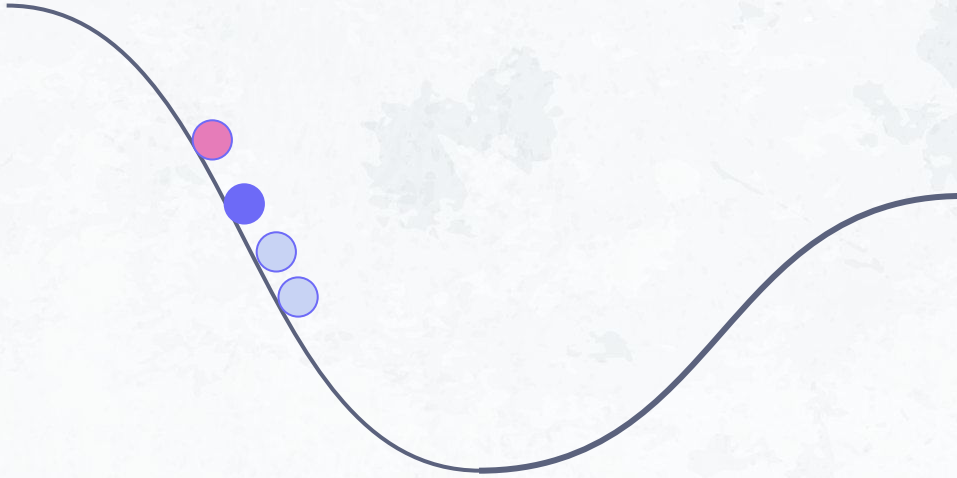
Simulated Annealing

Energia



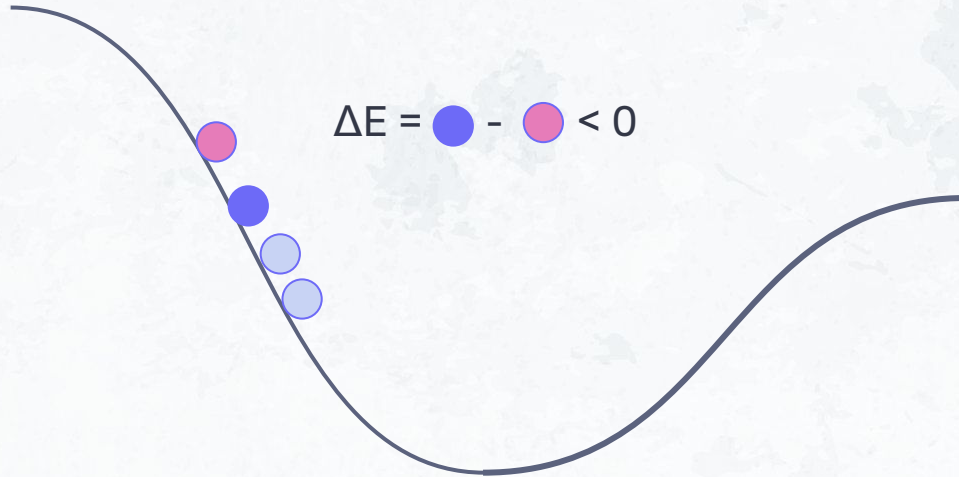
Simulated Annealing

Energia



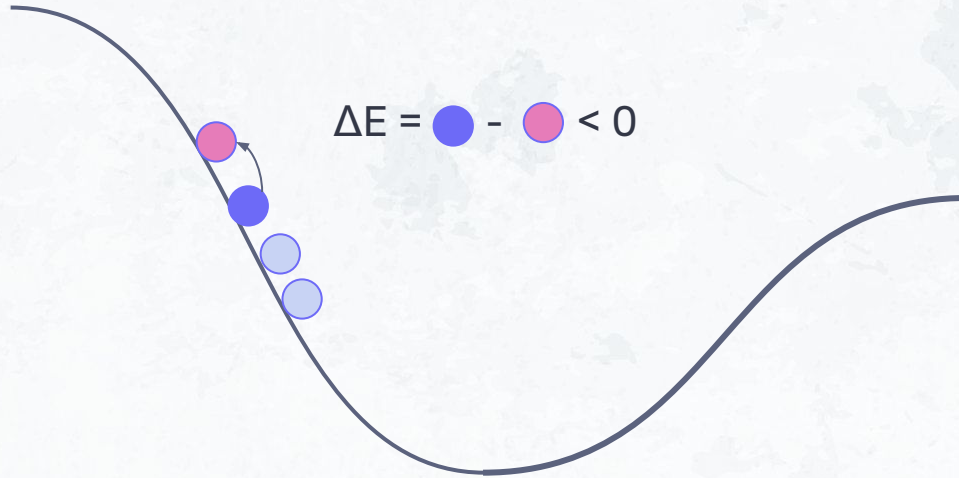
Simulated Annealing

Energia



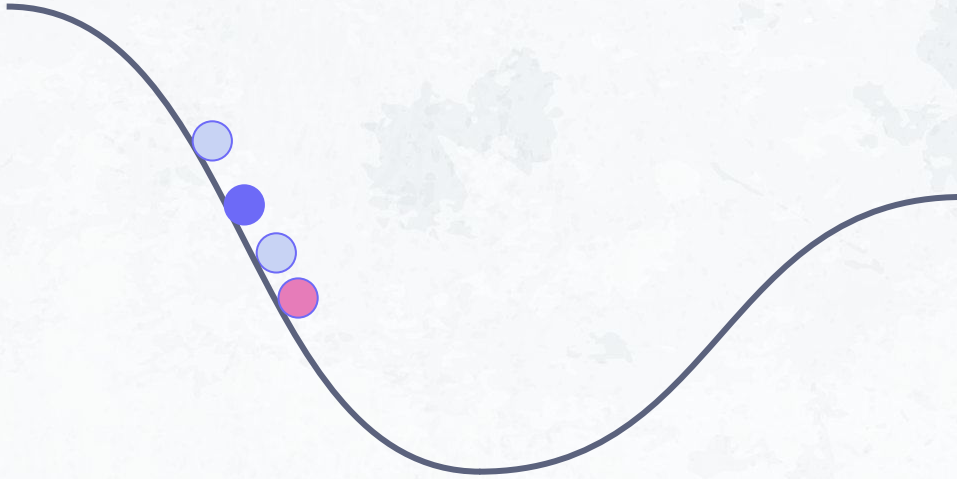
Simulated Annealing

Energia



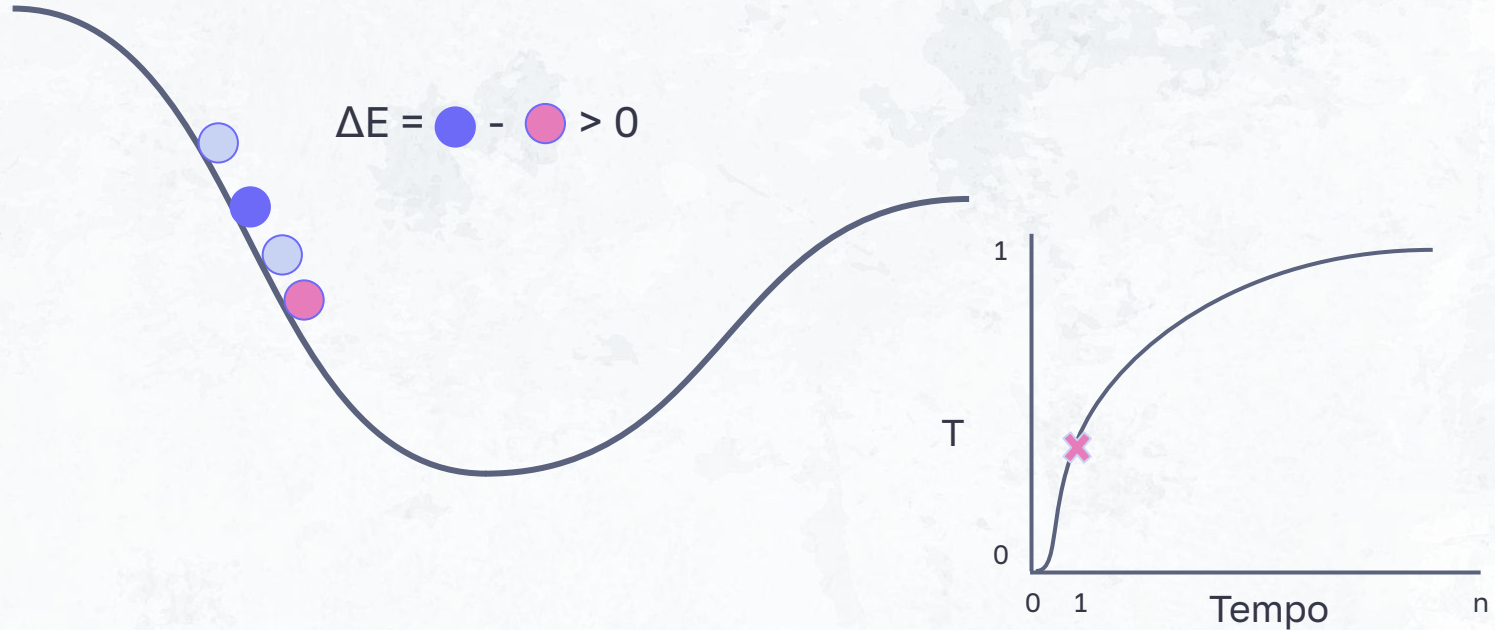
Simulated Annealing

Energia



Simulated Annealing

Energia

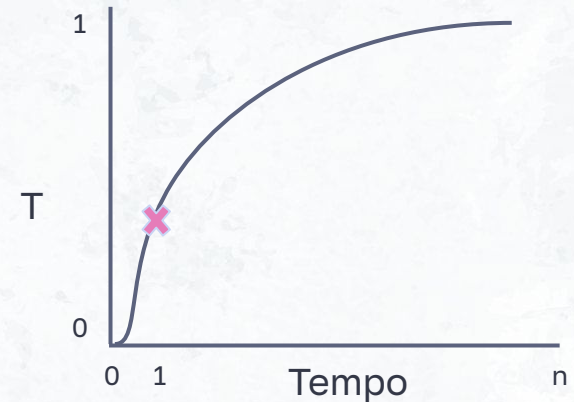


Simulated Annealing

Energia

$$P(\text{Aceitar } \text{pink}) = e^{-(\text{blue} - \text{pink}) / T}$$

$$\Delta E = \text{blue} - \text{pink} > 0$$

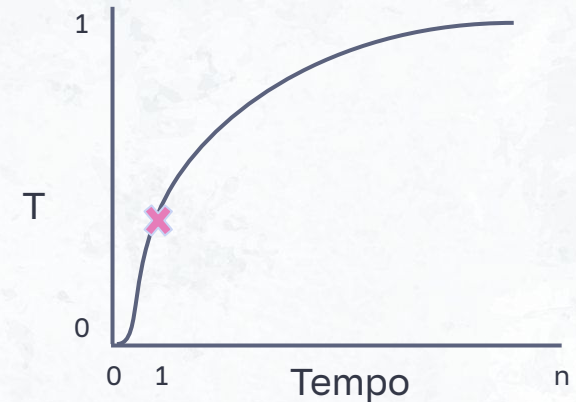


Simulated Annealing

Energia

$$P(\text{Aceitar } \text{pink}) = e^{-(\text{blue} - \text{pink}) / T}$$

$$\Delta E = \text{blue} - \text{pink} > 0$$



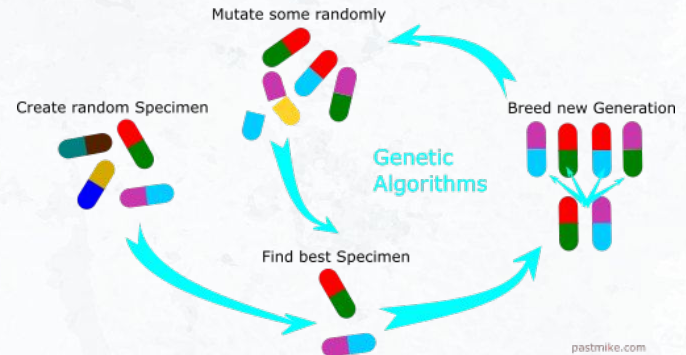
03 →

Algoritmos Genéticos

Algoritmos Genéticos

Algoritmos Genéticos

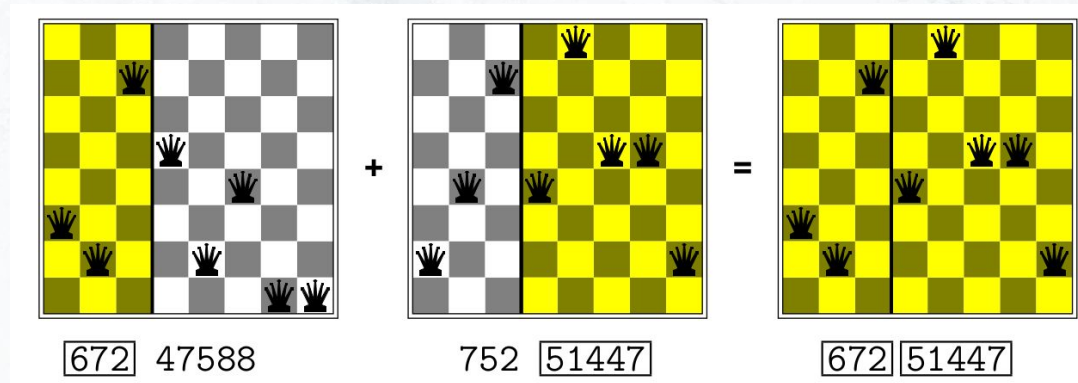
- População de indivíduos
- Mutação – busca local $N(x)$
- Cruzamento – a população detém informações
- Gerações – iterações de melhoria



Algoritmos Genéticos

Algoritmos Genéticos

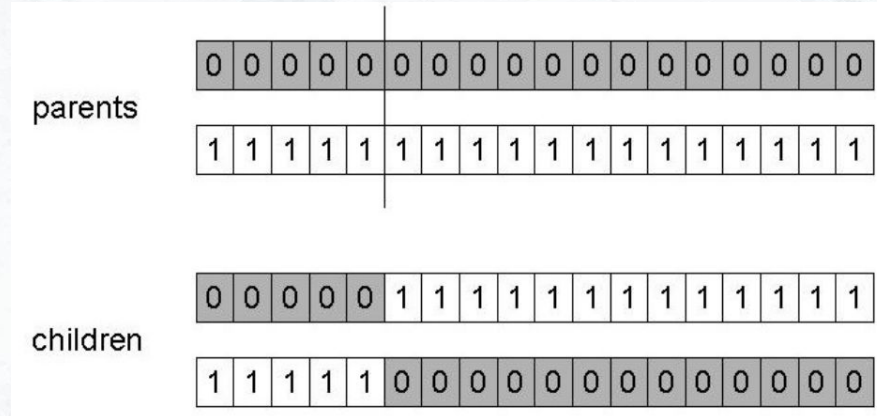
- Exemplo: problema das n-rainhas
- Caractere i refere-se à linha da rainha i;



Algoritmos Genéticos

Terminologia

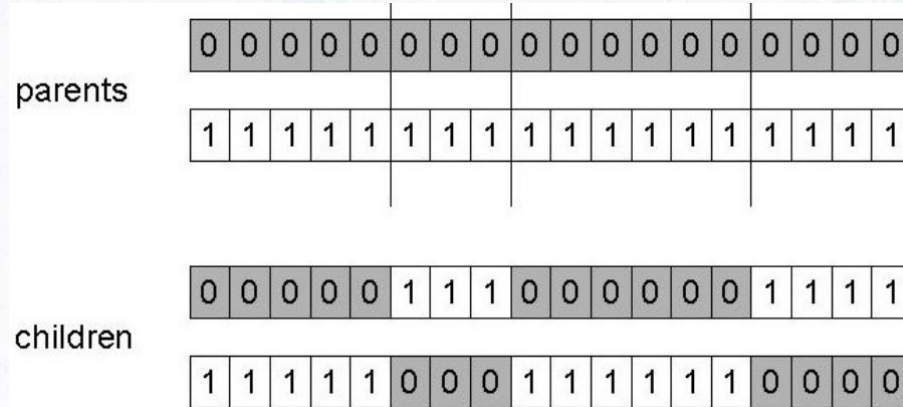
- Gene - caracteres na string que representa o estado
- Cromossomo - blocos de genes na cadeia em um estado
- População - vizinhos na busca
- Seleção, cruzamento, mutação



Algoritmos Genéticos

n-point Crossover

- Escolha n pontos de cruzamento aleatórios
- Dividir ao longo desses pontos
- Cole as peças, alternando entre os pais



Algoritmos Genéticos

Mutação

- Altere cada gene independentemente com uma probabilidade P_m
- P_m é chamado de taxa de mutação
- Normalmente entre $1/\text{tamanho_pop}$ e $1/\text{tamanho_cromo}$

parent

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

child

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

Algoritmos Genéticos

Crossover vs Mutação

- Exploração: Descobrir áreas promissoras no espaço de busca, ou seja, obter informações sobre o problema
- Exploitation: Otimização dentro de uma área promissora, ou seja, usando informações
- Existe cooperação e competição entre eles
- O crossover é exploratório, dá um grande salto para uma área em algum lugar “entre” duas áreas (pai)
- A mutação é exploitative, cria pequenas diversões aleatórias, permanecendo assim perto (na área) do pai

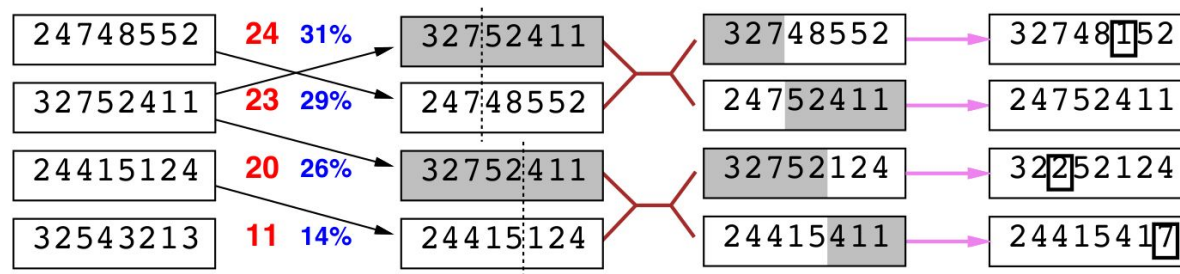
Algoritmos Genéticos

Crossover vs Mutação

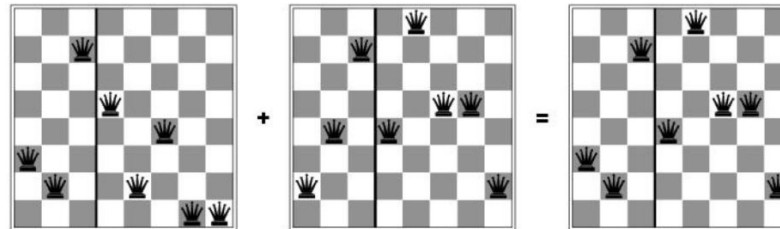
- Somente o crossover pode combinar informações de dois pais
- Somente a mutação pode introduzir novas informações (alelos)
- O crossover não altera as frequências alélicas da população
- Para atingir o nível ideal, muitas vezes você precisa de uma mutação de “sorte”

Algoritmos Genéticos

Exemplo de Algoritmo Genético



Fitness **Selection** **Pairs** **Cross-Over** **Mutation**



Algoritmos Genéticos

Mar I/O

<https://www.youtube.com/watch?v=qv6UVOQ0F44>