



Universidade Federal  
de Santa Catarina

# Inteligência Artificial II

Engenharia de Computação

## Computação Evolucionária

Prof. Anderson Luiz Fernandes Perez

Email: [anderson.perez@ufsc.br](mailto:anderson.perez@ufsc.br)

# Sumário

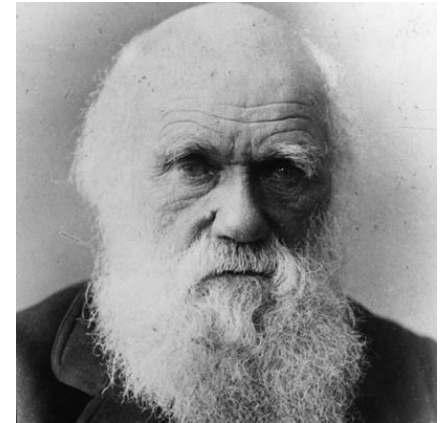
- Introdução
- Algoritmos Evolutivos
- Operadores Genéticos
- Critérios e Parâmetros de Controle
- Tipos de Algoritmos Evolutivos

# Introdução

- A computação evolucionária/evolutiva (CE) é um paradigma da **computação bioinspirada**, que investiga:
  - como computadores podem ser utilizados para modelar a natureza e,
  - como soluções encontradas pela natureza podem originar novos paradigmas de computação.
- A CE compreende um conjunto de técnicas de busca e otimização inspiradas na evolução natural das espécies formalizada por Charles Darwin.

# Introdução

- Seleção Natural (Darwin, 1859)
  - “...Se variações úteis para qualquer organismo devam ocorrer para que ele venha a existir, certamente indivíduos assim caracterizados terão a melhor chance de serem preservados na luta por sobrevivência; e do forte princípio de hereditariedade, eles tenderão a produzir gerações com características similares. Este princípio de preservação, eu batizei, para ser sucinto, de Seleção Natural.”



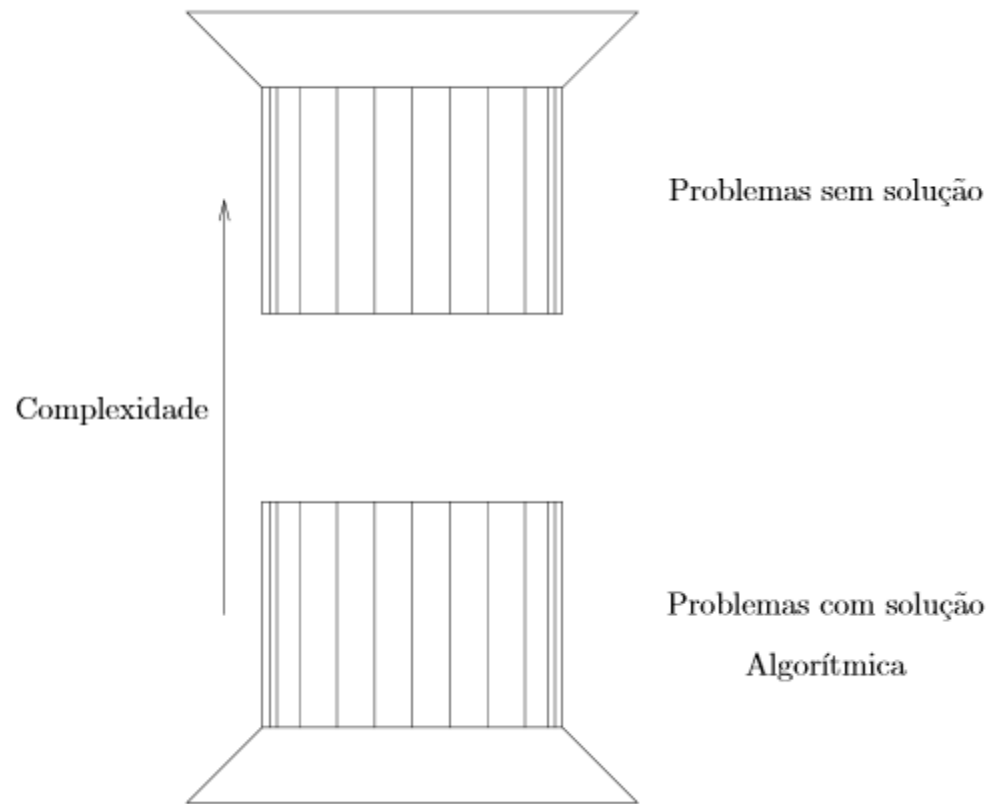
# Introdução

- As técnicas da CE são eficazes, principalmente, na resolução de casos pertencentes às **classes de problemas cujos espaços de busca têm um caráter combinatório** e portanto de cardinalidade explosiva.
- A CE propõe um paradigma alternativo para a resolução de problemas e **não exige conhecimento prévio para encontrar uma solução**.



Universidade Federal  
de Santa Catarina

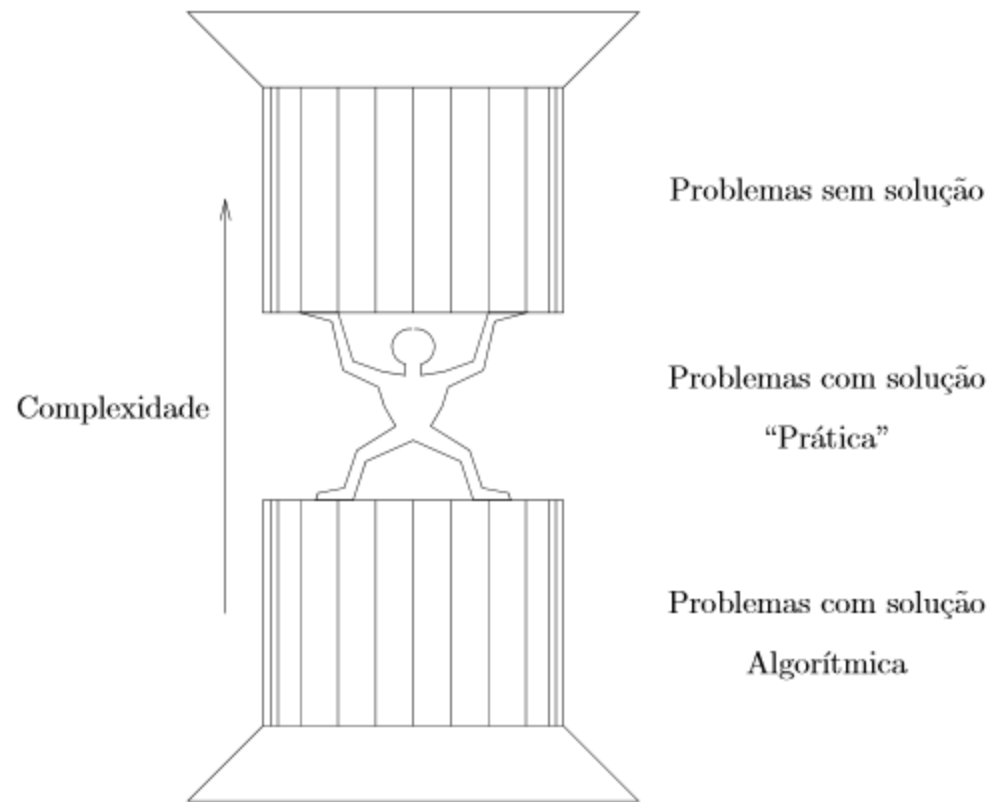
# Introdução





Universidade Federal  
de Santa Catarina

# Introdução



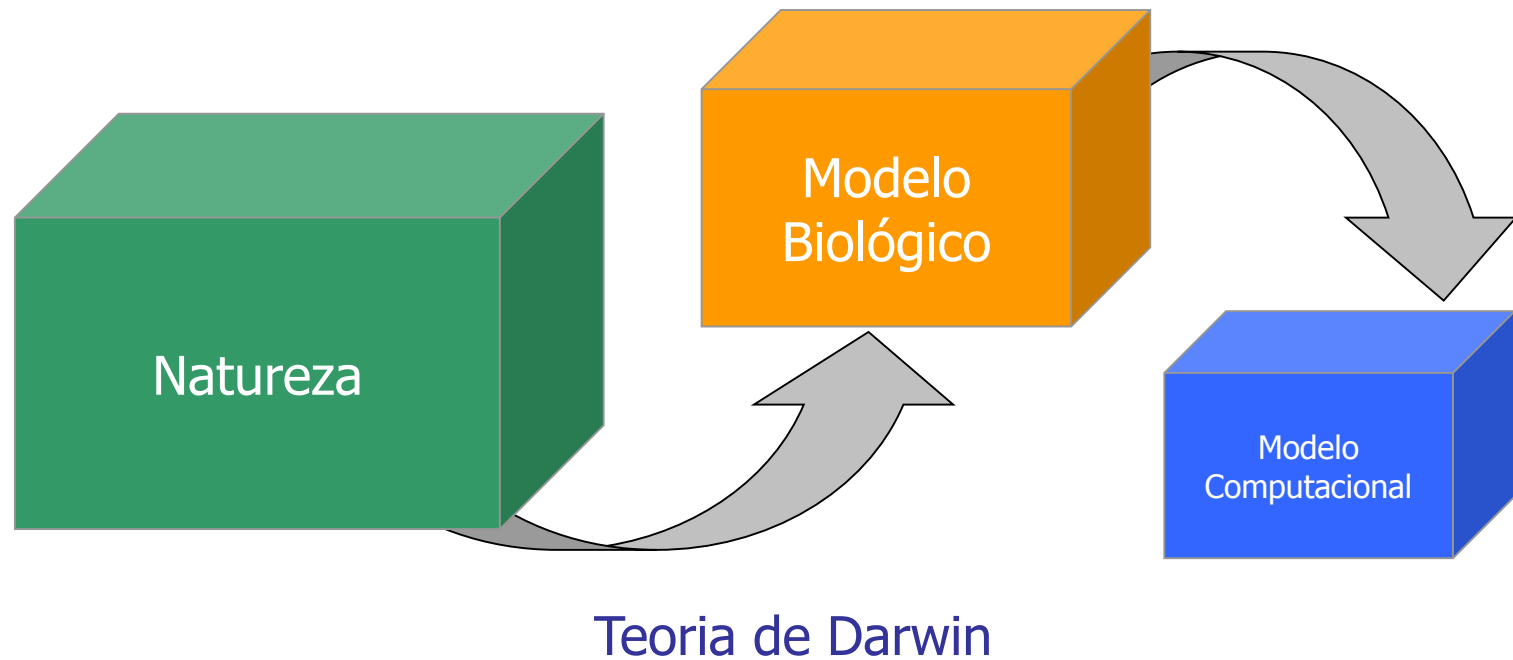
# Algoritmos Evolutivos

- A CE deve ser entendida como um **conjunto de técnicas e procedimentos genéricos** e adaptáveis, a serem aplicados na solução de problemas complexos.
- Os algoritmos baseados nesse paradigma possuem características como **auto-organização e comportamento adaptativo**, no qual uma população de indivíduos se reproduz e compete pela sobrevivência, onde os mais adaptados sobrevivem e transferem suas características às **novas gerações**.



# Algoritmos Evolutivos

- Visão Geral



# Algoritmos Evolutivos

- Em CE existem diferentes tipos de algoritmos evolutivos (AEs), cada um possui uma peculiaridade de funcionamento e pode ser aplicado em diferentes tipos de problemas.
- Todos os AEs têm pelo menos três características em comum:
  1. utilizam populações de indivíduos (soluções para o problema);
  2. introduzem variação genética na população usando um ou mais operadores genéticos como por exemplo a mutação ou a recombinação; e
  3. selecionam, de acordo com a aptidão, os indivíduos que depois se reproduzem para criar a nova geração.

# Algoritmos Evolutivos

- Os AEs apresentam uma **sequencia de procedimentos gerais que podem ser adaptados a cada problema.**
- Os dois aspectos seguintes são fundamentais para o desempenho de uma abordagem evolutiva:
  - **codificação dos indivíduos numa representação genotípica, em que cada indivíduo representa um candidato à solução de um dado problema.**
  - **uma função de avaliação que associa a cada indivíduo um valor de adaptação (*fitness*) que determina o quão adaptado o indivíduo está.**

# Algoritmos Evolutivos

- Nos AEs, os pontos no espaço de busca são modelados através de indivíduos que compõem um conjunto de soluções (população) que são manipulados a cada iteração.
- A chance de um indivíduo da população ser selecionado para a próxima geração depende da função de aptidão ou *fitness* desse indivíduo.

# Algoritmos Evolutivos

- Sequência de passos de um AE:

---

**Algorithm 1.1** Algoritmo Evolutivo

---

$t \leftarrow 0$

**inicialize**  $P(t)$

**avale**  $P(t)$

**while** não condição de parada **do**

$t \leftarrow t + 1$

**selecione**  $P(t)$  a partir de  $P(t - 1)$

    aplique os operadores genéticos

**avale**  $P(t)$

**end while**

---

# Algoritmos Evolutivos

- Um AE mantém uma população de indivíduos  $P(t) = \{x_1^t, \dots, x_n^t\}$  na geração  $t$ .
- Cada indivíduo representa um candidato à solução do problema em questão, e assume a forma de alguma estrutura de dados  $S$ .
- Cada solução  $x_i^t$  é avaliada e produz alguma medida de aptidão (*fitness*).
- Uma nova população é formada na *iteração  $t + 1$*  pela seleção dos indivíduos mais adaptados.
- Alguns indivíduos podem sofrer alterações por meio de operadores genéticos.

# Operadores Genéticos

- Os operadores genéticos podem ser:
  - Reprodução
  - Cruzamento (recombinação)
  - Mutação

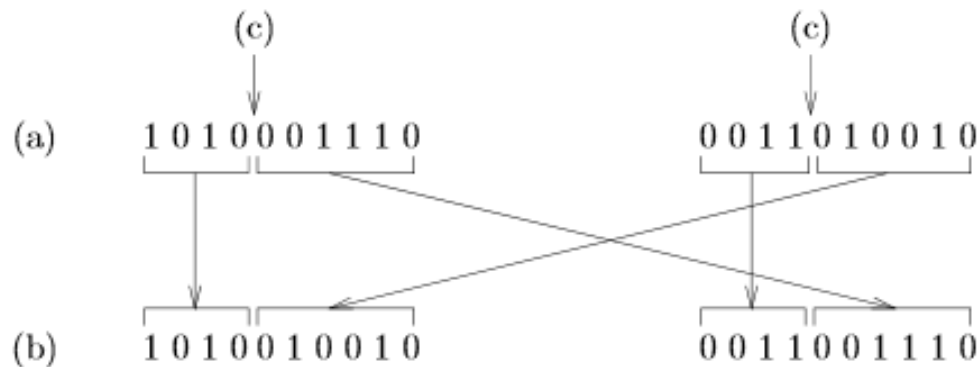
# Operadores Genéticos

- Operador de Cruzamento (recombinação)
  - Cria novos indivíduos, através da transferência de características entre dois ou mais indivíduos.



# Operadores Genéticos

- Operador de Cruzamento (recombinação)



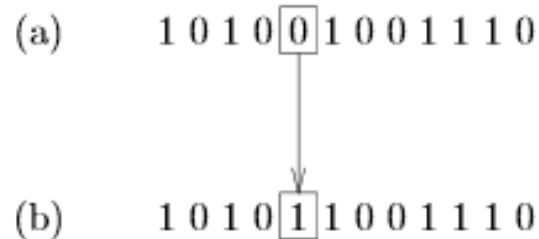
(a) Ancestrais    (b) Descendentes    (c) Ponto de recombinação

# Operadores Genéticos

- Operador de Mutação
  - É responsável pela criação de novos indivíduos, através da modificação de atributos de um dado indivíduo, esperando com isto que estes novos indivíduos estejam melhor adaptados às novas condições do meio.

# Operadores Genéticos

- Operador de Mutação



(a) Descendente

(b) Descendente após mutação

# Operadores Genéticos

- Reprodução
  - O operador genético de reprodução copia indivíduos de uma população para outra.

# Critérios e Parâmetros de Controle

- Critério de parada
  - Término do número de gerações ou convergência?
- Quantidade de indivíduos na população
  - Poucos indivíduos ou muitos indivíduos?
- Função de aptidão
  - Como calcular o *fitness*?
- Formato dos indivíduos
  - Estrutura de dados dos indivíduos?

# Tipos de Algoritmos Evolutivos

- Algoritmos Evolutivos
  - Algoritmos genéticos;
  - Sistemas classificadores;
  - Estratégias evolutivas;
  - Programação genética, e
  - Programação evolutiva