

Bem-vindos à Teoria da Computação

Roteiro da Aula

Roteiro

Apresentação do curso

Revisão

Palavras e Linguagens

Nosso primeiro Computador Formal

① Apresentação do curso

Ementa

② Revisão

Conjuntos

Diagramas de Venn

Relações e Funções

③ Palavras e Linguagens

④ Nosso primeiro Computador Formal

Apresentação do curso

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- ① Nome: *Victor Ströele*
- ② E-mail: *victor.stroele@ice.ufjf.br*
- ③ Avaliações Escritas
 - 1º TVC: 04/04/17
 - 2º TVC: 02/05/17
 - 3º TVC: 30/05/17 (último dia de aula)
- ④ Material Complementar:
 - Listas de Exercícios
- ⑤ Bibliografia: Michael Sipser - *Introduction to the Theory of Computation*
- ⑥ Frequência: 75 %

Apresentação do curso

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

① O que pode ser computado **em princípio**?

- não importa quanto tempo seja preciso...
- não importa quanta memória seja preciso...

② Modelo computacional **genérico**

- biologia: modelo para redes de neurônios
- eletrônica: teoria do chaveamento
- matemática: lógica
- linguística: gramática para linguagens naturais
- implementar qualquer **Função Computável**

③ Daquilo que pode ser computado: como medir a *eficiência* da computação?

- o que torna alguns problemas **computacionalmente difíceis** e outros **fáceis**?
- o que pode ser, **em princípio**, *eficientemente* computado?
- há problemas importantes que não admitem solução eficiente?
- vocês conhecem o **caixeiro viajante**?

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade:
 - Linguagens regulares, autômatos finitos e expressões regulares;
 - Linguagens livres de contexto, autômatos de pilha e gramáticas;
 - Linguagens recursivas, máquinas de Turing;
 - Indecidibilidade.

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade:
 - Linguagens regulares, **autômatos** finitos e expressões regulares;
 - Linguagens livres de contexto, autômatos de pilha e **gramáticas**;
 - Linguagens recursivas, **máquinas de Turing**;
 - **Indecidibilidade**.

Formalização do Conceito de Computação

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

Computação no dia-a-dia

- Um tipo de computador e um tipo de linguagem de programação
- Um Problema \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um programa
- Uma entrada para o programa

Computação Formalizada

- Autômatos Finitos
- Uma linguagem \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um autômato
- Uma palavra

Formalização do Conceito de Computação

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

Computação no dia-a-dia

- Um tipo de computador e um tipo de linguagem de programação
- Um Problema \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um programa
- Uma entrada para o programa

Computação Formalizada

- Autômatos Finitos
- Uma linguagem \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um autômato
- Uma palavra

Formalização do Conceito de Computação

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

Computação no dia-a-dia

- Um tipo de computador e um tipo de linguagem de programação
- Um Problema \rightarrow Programador (você) \rightarrow Um programa
- Uma entrada para o programa

Computação Formalizada

- Autômatos Finitos
- Uma linguagem \rightarrow Programador (você) \rightarrow Um autômato
- Uma palavra

Formalização do Conceito de Computação

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

Computação no dia-a-dia

- Um tipo de computador e um tipo de linguagem de programação
- Um Problema \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um programa
- Uma entrada para o programa

Computação Formalizada

- Autômatos Finitos
- Uma linguagem \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um autômato
- Uma palavra

Formalização do Conceito de Computação

Roteiro

Apresentação
do curso

Ementa

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

Computação no dia-a-dia

- Um tipo de computador e um tipo de linguagem de programação
- Um Problema \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um programa
- Uma entrada para o programa

Computação Formalizada

- Autômatos Finitos
- Uma linguagem \longrightarrow Programador (você) \longrightarrow Um autômato
- Uma palavra

Conjuntos

Conceitos iniciais

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Conjuntos
Diagramas de
Venn
Relações e
Funções

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Um *conjunto* é um grupo de elementos distintos;
- Usamos parênteses para representá-los: $A = \{1, 4, 77, 8\}$,
 $B = \{1, 2, 4, 8, \dots\}$;
- Veja que $\{1, 2, 5, 8\}$, $\{1, 1, 1, 2, 5, 5, 5, 8\}$ e $\{5, 2, 8, 1\}$ são o mesmo conjunto;
- O conjunto vazio é representado por \emptyset ;
- Os elementos de um conjunto podem também ser conjuntos. Exemplo: $\{1, 2, \{2\}, \{3, 4, 7\}, \emptyset\}$.

Conjuntos

Propriedades elementares

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Conjuntos

Diagramas de
Venn
Relações e
Funções

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- **Pertinência:** $4 \in \{3, 5, 8, 99, 4, 2\}$ e $4 \notin \{0, 1, 2\}$;
- **Inclusão:** $A \subseteq B$ (A está contido em B , A é subconjunto de B) se:
 - se $x \in A$, então $x \in B$;
 - $x \in A \Rightarrow x \in B$;
 - $x \in A$ implica $x \in B$.
- **Inclusão própria:** $A \subsetneq B$ (A é subconjunto próprio de B) se:
 - $A \subseteq B$ e $A \neq B$.

Conjuntos particulares

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Conjuntos

Diagramas de
Venn
Relações e
Funções

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Alguns conjuntos especiais:
 - \mathbb{Z} é o conjunto dos números inteiros (positivo ou negativo);
 - \mathbb{N} é o conjunto dos números naturais (positivos); para nós, o zero **é natural**: $\mathbb{N} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots\}$;
 - \mathbb{R} é o conjunto dos números reais;
 - \mathbb{Q} é o conjunto dos números racionais.
- $\mathcal{P}(C)$ é o **conjunto potência** de C , o conjunto de todos os subconjuntos de C .
 - Exemplo: $C = \{1, 4, 8\}$, então
 $\mathcal{P}(C) = \{\emptyset, \{1\}, \{4\}, \{8\}, \{1, 4\}, \{1, 8\}, \{4, 8\}, \{1, 4, 8\}\}$.

Conjunto $C = \{ x \mid \text{propriedade sobre } x \}$

- $\{2, 4, 6, 8\} = \{ x \mid x \text{ é par, maior que } 1 \text{ e menor que } 9 \};$
- $\{2, 4, 6, 8\} = \{ x \mid 1 < x < 9 \text{ e } \exists n \in \mathbb{N}, x = 2n \};$
- $\{1, 2, 4, 8, 16, \dots\} = \{ x \mid \exists n \in \mathbb{N}, x = 2^n \};$
- $\{ x \in \mathbb{N} \mid \text{propriedade sobre } x \}$ é o mesmo que $\{ x \mid x \in \mathbb{N} \text{ e propriedade sobre } x \}.$

Diagrama de Venn

- O conjunto é representado por um círculo ou forma ovalada. Os elementos do conjunto são os pontos no interior do círculo:
- A é o conjunto dos ímpares, B o conjunto dos primos.

Conjuntos:

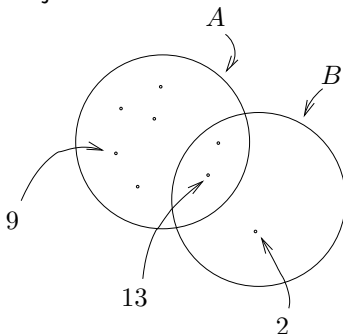


Diagrama de Venn

Roteiro

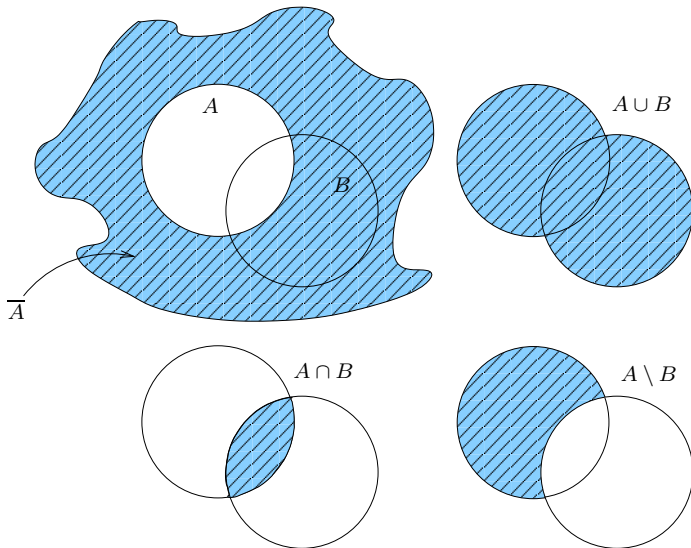
Apresentação
do curso

Revisão

Conjuntos
**Diagramas de
Venn**
Relações e
Funções

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal



Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Conjuntos
Diagramas de
Venn
Relações e
Funções

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- **Dupla** (ou Par Ordenado) é uma **seqüência** de dois elementos;

Neste caso, elementos podem se repetir e a ordem importa!

- Notação: $(1, 7)$;
 - $(1, 7) \neq (7, 1)$;
- Temos também triplas, quádruplas, quintuplas... em geral **tuplas**.

Produto Cartesiano

Roteiro

Apresentação do curso

Revisão

Conjuntos
Diagramas de
Venn
Relações e
Funções

Palavras e Linguagens

Nosso primeiro Computador Formal

- $A \times B$ denota o **produto cartesiano** de A com B .
É o conjunto de todos os pares (c, d) , onde $c \in A$ e $d \in B$.
 - Exemplo: $A = \{3, 1\}$ e $B = \{u, w, y\}$, então
 $A \times B = \{(1, y), (1, u), (1, w), (3, y), (3, u), (3, w)\}$.
- Temos também o produto entre vários conjuntos:
 $A_1 \times A_2 \times A_3 \times \cdots \times A_k$;
- Podemos fazer o produto cartesiano de um conjunto com ele mesmo:
 $A = \{1, 3\}$, $A^3 = A \times A \times A =$
 $\{(1, 1, 1), (1, 1, 3), (1, 3, 1), \dots, (3, 3, 3)\}$.

Relação e Função

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Conjuntos
Diagramas de
Venn
Relações e
Funções

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Uma **relação** H entre dois conjuntos A e B é:
 $H \subseteq A \times B$.
 - Exemplo: $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ e $B = \{4, 8, 7, 9, 3, 17\}$.
 $H = \{(1, 8), (1, 17), (3, 3), (2, 9), (4, 7), (4, 8)\}$.
- Uma **função** f entre A e B é uma relação onde:
 - Cada elemento de A aparece exatamente uma vez em f .
 - Denotamos: $f : A \rightarrow B$.

Alfabetos e palavras

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Um **Alfabeto** é simplesmente um conjunto finito de símbolos.
 - Exemplos:
 - $\Sigma = \{0, 1\}$;
 - $\Gamma = \{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, x, z\}$.
- Uma **Palavra** sobre um alfabeto Σ é uma seqüência finita de símbolos de Σ .
 - Formalmente, seria uma tupla, mas ao invés de $(1, 1, 0, 0, 1)$ escrevemos 11001.

Alfabetos e palavras

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- A palavra vazia (com zero símbolos) é denotada por ε ;
- $|\rho|$ denota o número de símbolos da palavra ρ :
 - Exemplo: $|11001| = 5$.
- Concatenação possui o significado natural:
 - Exemplo: $x = 11001$ e $y = 0000000011$;
 - A concatenação xy é 110010000000011 .
- x^k denota a concatenação de x consigo mesma k vezes:
 - Exemplo: se $x = 110$, então $x^4 = 110110110110$.

Alfabetos e palavras

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Uma **Linguagem** sobre um alfabeto Σ é simplesmente um conjunto de palavras sobre Σ .
 - Exemplos:
 - $\mathcal{L} = \{1^p \mid p \text{ é primo}\} = \{11, 111, 11111, 1111111, 11111111111, \dots\}$
- Uma linguagem especial: Σ^* é o conjunto de todas as palavras sobre Σ ;
 - Exemplo: se $\Sigma = \{0, 1\}$, então $\Sigma^* = \{\varepsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, \dots\}$.

Nosso primeiro Computador Formal

Roteiro

Apresentação
do curso

Revisão

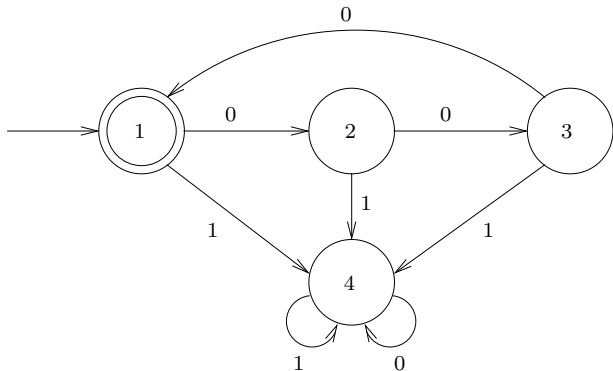
Palavras e
Linguagens

Nosso primeiro
Computador
Formal

- Processamento de palavras de um alfabeto
 - Processamento de uma Linguagem
 - Criptografia (Filme: O Jogo da Imitação)
- Como **processar** formalmente as palavras *three*, *then* e *the*?

Nosso primeiro Computador Formal

- Processamento de palavras de um alfabeto



- Qual **linguagem** é processada por esse computador?