

Lógica para Computação

Profa. Dra. Viviane Menezes

Universidade Federal do Ceará

vivianemenezes@ufc.br

29 de fevereiro de 2024

Bem-vindos(as) de volta!



Vamos nos conhecer?!

- ▶ Nome
- ▶ Curso e semestre
- ▶ Aponte uma relação entre lógica e computação.

O que é Lógica?

Introdução

Conjunto de regras para raciocínio e argumentação.

Lógica

- ▶ 1. A habilidade de determinar respostas corretas por meio de um processo padronizado.

Introdução

Conjunto de regras para raciocínio e argumentação.

Lógica

- ▶ 1. A habilidade de determinar respostas corretas por meio de um processo padronizado.
- ▶ 2. O estudo formal da inferência

Introdução

Conjunto de regras para raciocínio e argumentação.

Lógica

- ▶ 1. A habilidade de determinar respostas corretas por meio de um processo padronizado.
- ▶ 2. O estudo formal da inferência
- ▶ 3. Raciocínio, como oposição à intuição.

Introdução

Conjunto de regras para raciocínio e argumentação.

Lógica

- ▶ 1. A habilidade de determinar respostas corretas por meio de um processo padronizado.
- ▶ 2. O estudo formal da inferência
- ▶ 3. Raciocínio, como oposição à intuição.

Distinguir o que é *verdadeiro* do que é *falso*.

Introdução

► TODOS VOCÊS QUEREM CAFÉ?



<https://www.youtube.com/watch?v=B07606MRQwA>

Introdução



A História da Lógica

GRAMÁTICA, RETÓRICA E **LÓGICA**

Silogismos de Aristóteles (300 a.C.)



Aristóteles

Filósofo



- Criou as primeiras regras que regem o raciocínio.

Silogismos de Aristóteles (300 a.C.)

*Todo homem é mortal.
Sócrates é um homem.
Então, Sócrates é mortal.*

Silogismos de Aristóteles (300 a.C.)

*Todo homem é mortal.
Sócrates é um homem.
Então, Sócrates é mortal.*

- ▶ Os silogismos deveriam abranger também frases com as palavras: *alguns*, *nenhum*, *não*.

Silogismos de Aristóteles (300 a.C.)

Todo homem é mortal.
Sócrates é um homem.
Então, Sócrates é mortal.

- ▶ Os silogismos deveriam abranger também frases com as palavras: *alguns*, *nenhum*, *não*.
- ▶ Dos 256 silogismos possíveis, somente 19 foram identificados como confiáveis.

Silogismos de Aristóteles (300 a.C.)

*Todo gato tem quatro patas.
Meu cachorro tem quatro patas.
Então, meu cachorro é um gato.*

Silogismos de Aristóteles (300 a.C.)

*Todo gato tem quatro patas.
Meu cachorro tem quatro patas.
Então, meu cachorro é um gato.*

FALÁCIA!

Silogismos de Aristóteles (300 a.C.)

*Todo gato tem quatro patas.
Meu cachorro tem quatro patas.
Então, meu cachorro é um gato.*

FALÁCIA!

LLMs e Silogismos: <https://arxiv.org/abs/2306.12567>

Lógica Simbólica (Séc. 19)

- ▶ Por que os símbolos são importantes?

Lógica Simbólica (Séc. 19)

- ▶ Por que os símbolos são importantes?
 - ▶ A linguagem natural é ambígua!

Lógica Simbólica (Séc. 19)

- ▶ Por que os símbolos são importantes?
 - ▶ A linguagem natural é ambígua!
 - ▶ Paradoxos

Lógica Simbólica (Séc. 19)

- ▶ Por que os símbolos são importantes?
 - ▶ A linguagem natural é ambígua!
 - ▶ Paradoxos
 - ▶ Paradoxo do mentiroso:

Esta frase é uma mentira.

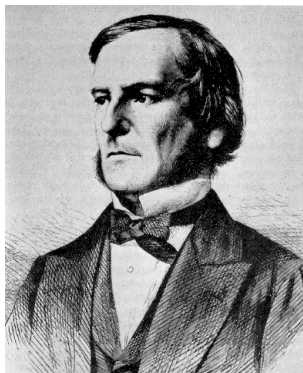
Lógica Simbólica (Séc. 19)

- ▶ Lewis Carroll, matemático, filósofo e romancista.
- ▶ Escreveu:
 - ▶ Alice no País das Maravilhas e Alice através do Espelho.



Lógica Algébrica (Séc. 19, 2a metade)

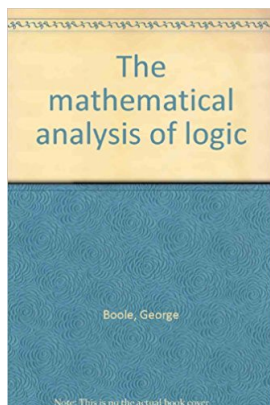
- ▶ O uso da Lógica como ferramenta de cálculo.



George Boole (1815-1864)

Lógica Algébrica (Séc. 19, 2a metade)

- O uso da Lógica como ferramenta de cálculo.



George Boole, 1857

Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)

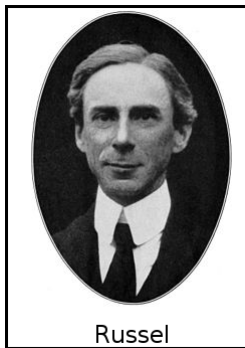
- ▶ A Lógica para expressar os fundamentos da matemática.



- ▶ Elaborou uma lógica para expressar *quantificadores*.
 - ▶ *Todos* amam *alguém*.
 - ▶ Há *alguém* que *todos* amam.

Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)

- ▶ A Lógica para expressar os fundamentos da matemática.



- ▶ Russel detectou um **paradoxo** na teoria dos conjuntos.
- ▶ Entenda melhor:
<https://www.youtube.com/watch?v=fpXlGqh02Fk>

Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)

► A Lógica para expressar os fundamentos da matemática.

Your discovery of the contradiction caused me the greatest surprise and, I would almost say, consternation, since it has shaken the basis on which I intended to build arithmetic. It seems, then, that transforming the generalization of an equality into an equality of courses-of-values [die Umwandlung der Allgemeinheit einer Gleichheit in eine Werthverlaufsgleichheit] (§ 9 of my *Grundgesetze*) is not always permitted, that my Rule V (§ 20, p. 36) is false, and that my explanations in § 31 are not sufficient to ensure that my combinations of signs have a meaning in all cases. I must reflect further on the matter. It is all the more serious since, with the loss of my Rule V, not

128

FREGE

only the foundations of my arithmetic, but also the sole possible foundations of arithmetic, seem to vanish. Yet, I should think, it must be possible to set up conditions for the transformation of the generalization of an equality into an equality of courses-of-values such that the essentials of my proofs remain intact. In any case your discovery is very remarkable and will perhaps result in a great advance in logic, unwelcome as it may seem at first glance.

► Carta-resposta de Frege para Russel.

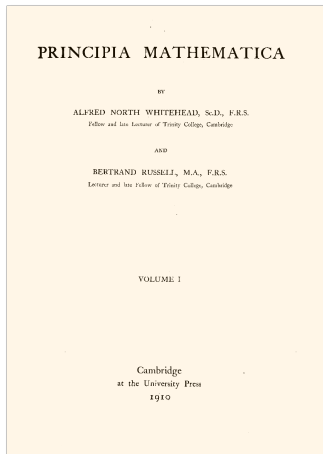
Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)



**FATAL
ERROR**

Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)

- A Lógica para expressar os fundamentos da matemática.



- Garantia que $1 + 1 = 2$.

Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)

- ▶ A Lógica para expressar os fundamentos da matemática.

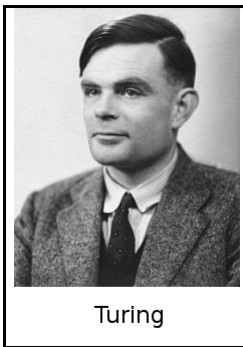


Gödel

- ▶ Algumas verdades não podem ser provadas.

Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)

- ▶ A Lógica para expressar os fundamentos da matemática.



- ▶ Construiu a “*máquina universal*”.
- ▶ Não é possível distinguir quais problemas matemáticos a **máquina** resolve e quais problemas ela ficará computando para sempre.

Lógica Matemática (Séc. 19 - Séc. 20)

- A Lógica para expressar os fundamentos da matemática.

ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO THE ENTSCHEIDUNGSPROBLEM

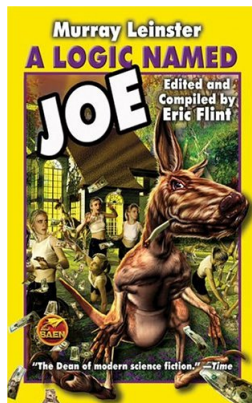
By A. M. TURING.

[Received 28 May, 1936.—Read 12 November, 1936.]

The “computable” numbers may be described briefly as the real numbers whose expressions as a decimal are calculable by finite means. Although the subject of this paper is ostensibly the computable *numbers*, it is almost equally easy to define and investigate computable functions of an integral variable or a real or computable variable, computable predicates, and so forth. The fundamental problems involved are, however, the same in each case, and I have chosen the computable numbers for explicit treatment as involving the least cumbersome technique. I hope shortly to give an account of the relations of the computable numbers, functions, and so forth to one another. This will include a development of the theory of functions of a real variable expressed in terms of computable numbers. According to my definition, a number is computable if its decimal can be written down by a machine.

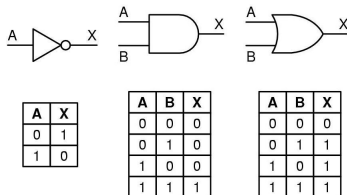


Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação



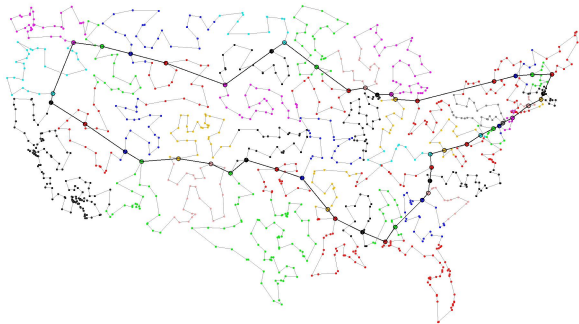
“Você tem ‘lógica’ em sua casa. Parece com um receptor de TV, só que com teclas...Ela ainda faz contas pra você, e atua como consultor em química, física, astronomia.”[Murray Leinster, 1946]

Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação



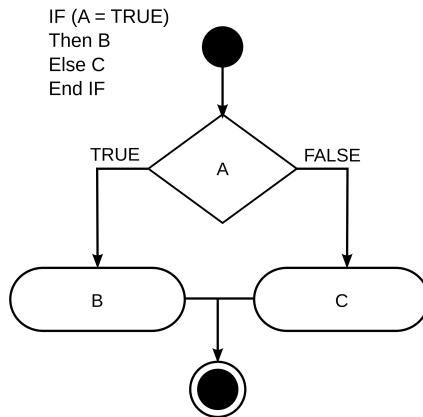
► Circuitos Lógicos.

Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação



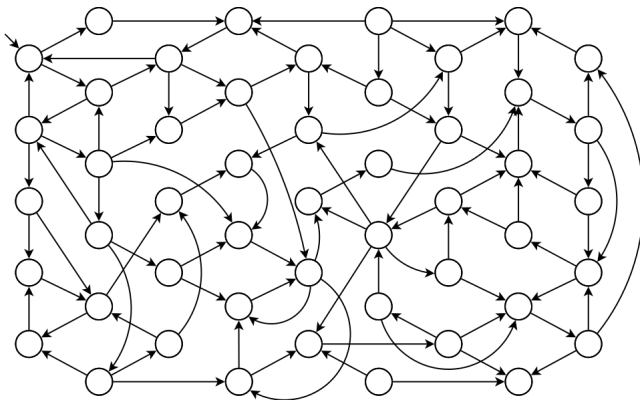
- Problemas Difíceis: NP-Completo.

Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação



- Semânticas de Programas.

Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação



- Verificação e Validação Formal de Projeto de Sistemas.

Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação



- ▶ Inteligência Artificial:
 - ▶ Representação do Conhecimento e Planejamento Automatizado.

Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação



```
1      (define (domain rover)
2
3          (:types LOCATION ROVER DATATYPE EMPTY)
4
5          (:constants soil rock image - DATATYPE      empty - EMPTY)
6
7          (:predicates
8              (ROVER          ?r - ROVER)
9              (LOCATION        ?l - LOCATION)
10             (DATATYPE       ?d - DATATYPE)
11             (EMPTY          ?e - EMPTY)
12             (path            ?r - ROVER      ?l1 ?l2 - LOCATION)
13             (at              ?r - ROVER      ?l - LOCATION )
```

Quarta Era da Lógica: Lógica em Computação

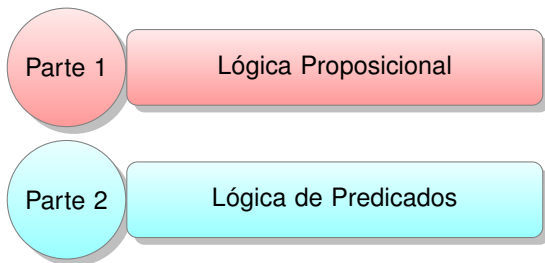


A Disciplina

Estudo de Lógica

1. **Especificação da Linguagem:** conceitos de *sintaxe* e *semântica*.
2. **Métodos** que verifiquem as fórmulas ou os *argumentos* *válidos*.
3. **Sistemas de Dedução** para inferência de novos conhecimentos.

Plano de Ensino



Livro



Michael Huth e Mark Ryan, **Lógica em Ciência da Computação.**
Modelagem e Argumentação sobre Sistemas, 2a. Edição,
Editora LTC.

Saiba Mais!

Material Complementar

- ▶ The Joy of Logic

<https://www.youtube.com/watch?v=dr1P0-A0eFY>

- ▶ A Brief History of Logic

<http://www.cs.rice.edu/~vardi/comp409/history.ps>