

Lógica para computação: **introdução**

Prof. Jonathan Gil Müller

jgmuller@furb.br

Escopo da disciplina:

Unidade 1:

INTRODUÇÃO À LOGICA

- >> O que é lógica?
- >> Porque estudar lógica?
- >> Histórico e evolução.

Unidade 2:

LÓGICA PROPOSICIONAL

- >> Introdução: proposições, princípios, operadores lógicos;
- >> Linguagem: sintaxe e semântica;
- >> Métodos para verificar a validade de fórmulas: (a) tabelas verdade, (b) método da refutação, (c) dedução formal
- >> Formalização de problemas.

Unidade 3:

LÓGICA DE PREDICADOS

- >> Introdução;
- >> Linguagem: sintaxe e semântica;
- >> Métodos para verificar a validade de fórmulas: dedução formal;
- >> Formalização de Problemas.

Unidade 4:

FORMALIZAÇÃO DE PROGRAMAS E SISTEMAS DE COMPUTAÇÃO SIMPLES

- >> PROgramming in LOGic (PROLOG)

O que é lógica?

FILOSOFIA

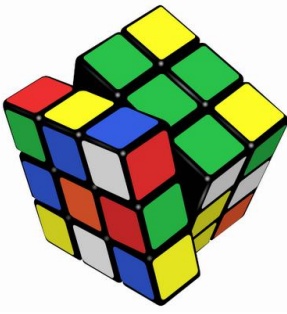
É uma ramo da filosofia que estuda os fundamentos, estrutura e as **expressões do conhecimento humano**.

MATEMÁTICA

É uma ramo da matemática que usa a **lógica formal do raciocínio matemático**.



Nesta disciplina, trataremos da **lógica matemática (lógica formal)**.



O que é lógica?

- **Dicionário Webster:**

É a ciência do raciocínio correto.

- **Dicionário de Computação:**

Lógica se preocupa com o que é verdadeiro, e como podemos saber se algo é verdadeiro.

- **Filosofia:**

Lógica é o estudo das verdades necessárias (válidas) e dos métodos sistemáticos para expressar claramente e demonstrar rigorosamente tais verdades.

O que é lógica?

“A **LÓGICA** pode ser entendida como a **ciência** que estuda os princípios e os métodos que permitem estabelecer as condições de validade e invalidade dos **argumentos**” (BISPO; CASTANHEIRA; SOUZA FILHO, 2011, p. xi).

“... é uma parte do discurso (falado ou escrito) no qual localizamos um conjunto de premissas [informações que sabemos ou supomos serem verdadeiras] e uma sentença denominada **conclusão** [uma informação que não era conhecida]”.

João é mais velho que Paulo.
Paulo é mais velho do que Pedro.

← Premissas

O que é possível concluir?
João é mais velho do que Pedro.

O que é lógica?

(GERSTING, 2001, p. 1): em um júri popular, o advogado de defesa do sr. X argumenta o seguinte:

Se meu cliente fosse culpado, a faca estaria na gaveta. Ou a faca não estava na gaveta ou Jacson viu a faca. Se a faca não estava lá no dia 10 de outubro, então Jacson não viu a faca. Além disso, se a faca estava lá no dia 10 de outubro, então a faca estava na gaveta e o martelo estava no celeiro. Mas todos sabemos que o martelo não estava no celeiro. Portanto, senhoras e senhores, meu cliente é inocente.

É possível concluir que **o sr. X é inocente**?

A **linguagem natural**, com a qual nos expressamos diariamente, é muito suscetível a **ambiguidades e imprecisões**. Existem frases não gramaticais que possuem sentido (por exemplo, anúncios de classificados no jornal) e frases perfeitamente gramaticais sem sentido ou com sentido múltiplo. Isso faz que a **linguagem natural não seja apropriada para o estudo das relações lógicas entre suas sentenças**.

Portanto, no estudo da lógica matemática e computacional nos utilizamos de uma **linguagem formal**. Linguagens formais são objetos matemáticos cujas **regras de formação** são precisamente definidas e às quais podemos atribuir um **único sentido**, sem ambiguidade.

(SILVA, FINGER, MELO, 2018)

O que é lógica?

Forbellone e Eberspächer (1993, p. 2) afirmam que o **pensamento e suas representações** (palavra escrita e palavra falada) sempre vem acompanhado **da lógica ou da ilógica**.

Assim, a **lógica** não é somente importante na **teoria** como também o é na **prática**, visto que quando alguém deseja expressar seus pensamentos e se fazer entender através da escrita ou através da fala, necessariamente precisa colocar **ordem no pensamento**, ou seja, **usar a lógica**.

Para representar o conhecimento deve-se usar **uma linguagem objetiva e precisa:**

- **Linguagens naturais (português, inglês):** são mais expressivas, mas são ambíguas.
Exemplo: Pequenos cachorros e gatos.
- **Linguagens de programação (Java, C++):** são adequadas para descrever algoritmos e estruturas de dados, isto é, o estado do computador e como ele "muda" durante a execução do programa.
Exemplo: $a = a + 1$
- **Linguagens simbólicas (lógica proposicional, lógica de predicados):** são expressivas e não ambíguas.
Exemplo : $P \wedge Q$
 P = pequenos cachorros
 Q = pequenos gatos

O que é lógica?

Uma sentença (em linguagem natural ou em linguagem artificial) pode ser classificada como:

1. **Sentença imperativa:** expressa ordem.

Exemplo:

- Feche a porta.
- Incremente em **1** o valor armazenado em **a** e atribua à variável **a**. $\rightarrow a = a + 1$

2. **Sentença exclamativa:** expressa emoção.

Exemplo: Que calor!

O que é lógica?

Uma sentença (em linguagem natural ou em linguagem artificial) pode ser classificada como:

3. Sentença interrogativa: expressa uma interrogação.

Exemplo: Está frio?

4. Sentença declarativa: afirma um atributo, uma qualidade ou propriedade de um sujeito.

Exemplo: João está andando.

Dos quatro tipos de sentenças, apenas às **sentenças declarativas** podem ser atribuído um valor verdadeiro ou falso.

Assim, a lógica é o estudo das sentenças declarativas.

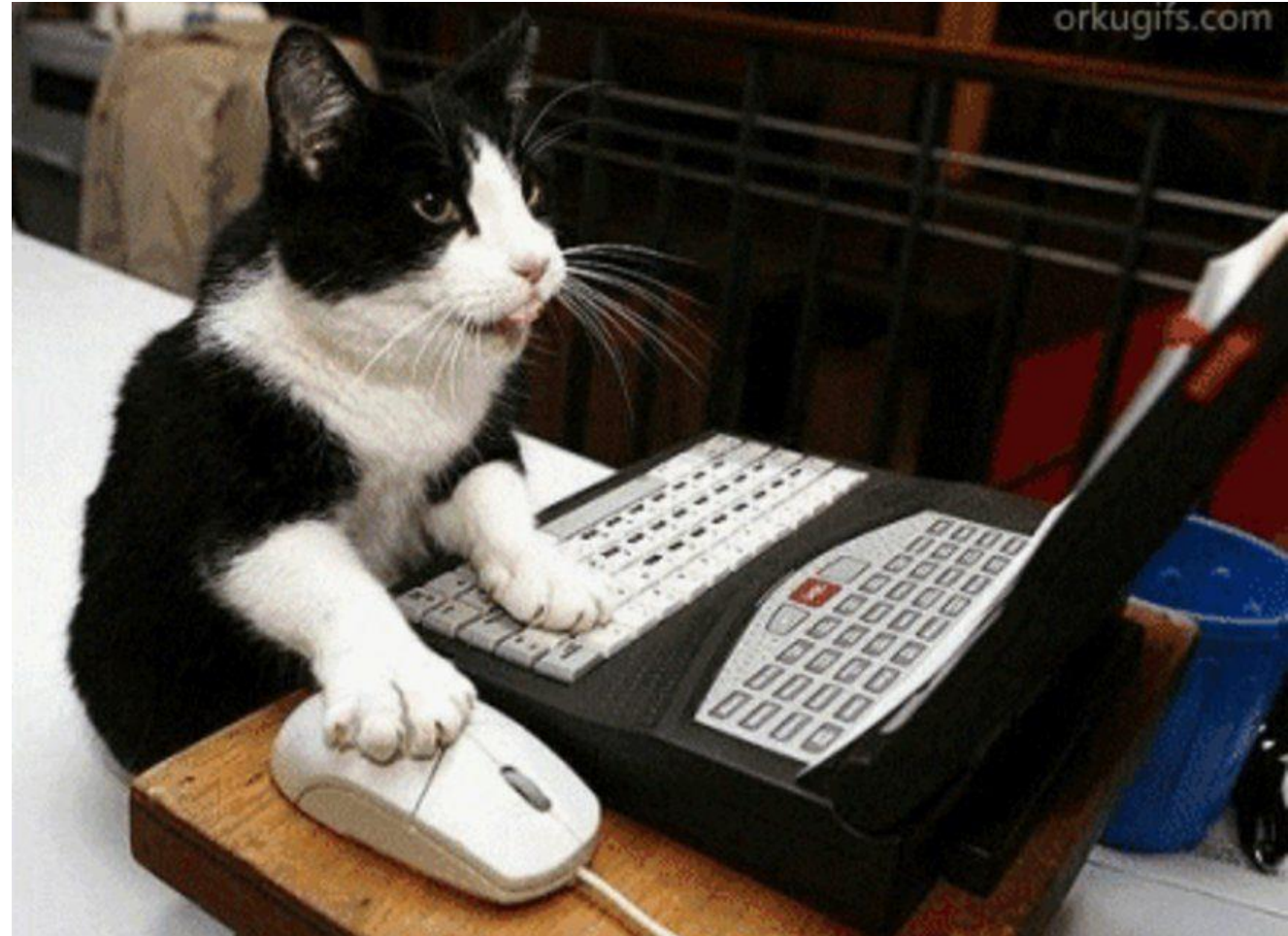


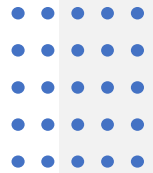
>> Afinal, o que vocês entenderam ser lógica?



>> Como vocês a definiriam, informalmente?

Por que
estudar
lógica?



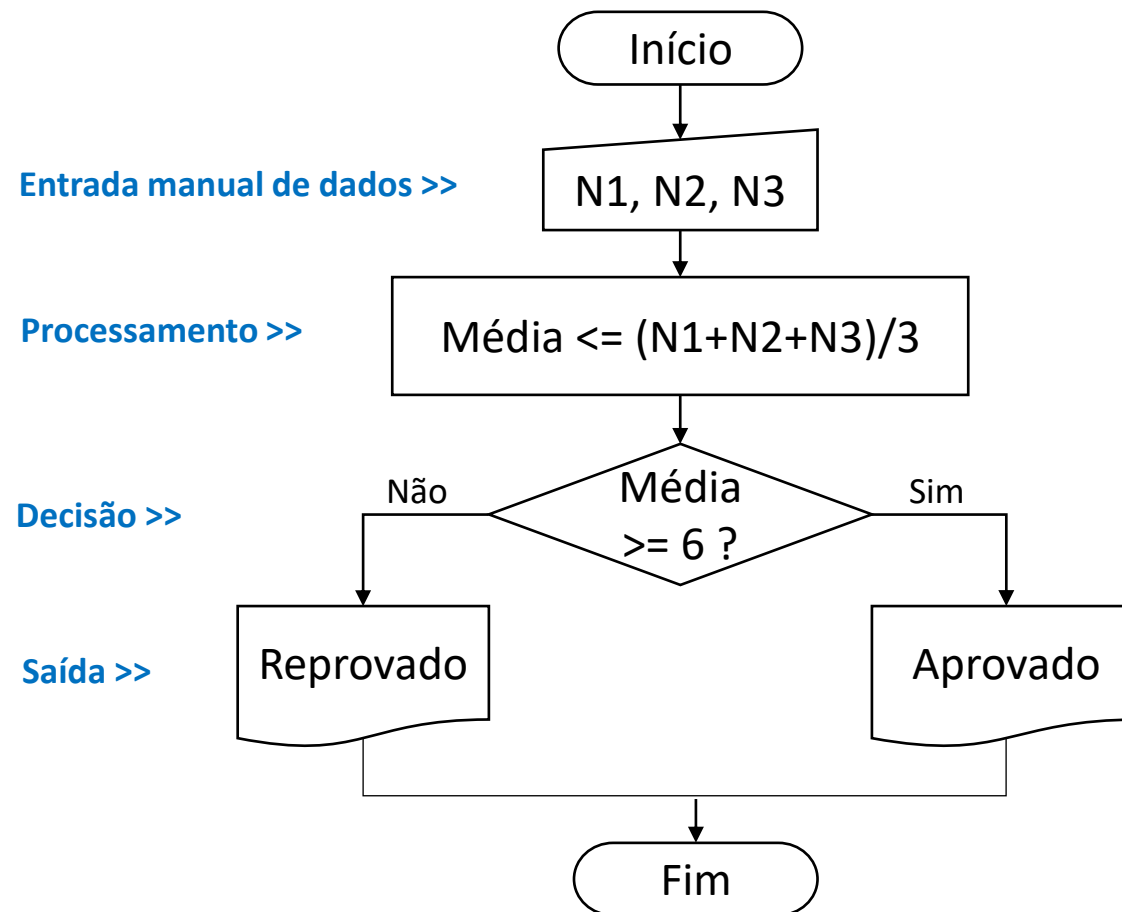


Por que estudar lógica?

- Atualmente, muitos problemas são resolvidos através de algoritmos computacionais. Estabelecer **instruções organizadas e de maneira lógica é fundamental para criação de um código ou script** em determinada linguagem de programação.
- A compreensão de conceitos lógicos certamente potencializada a capacidade de organizar pensamentos e estabelecimentos de linhas de comando adequadas aos objetivos.

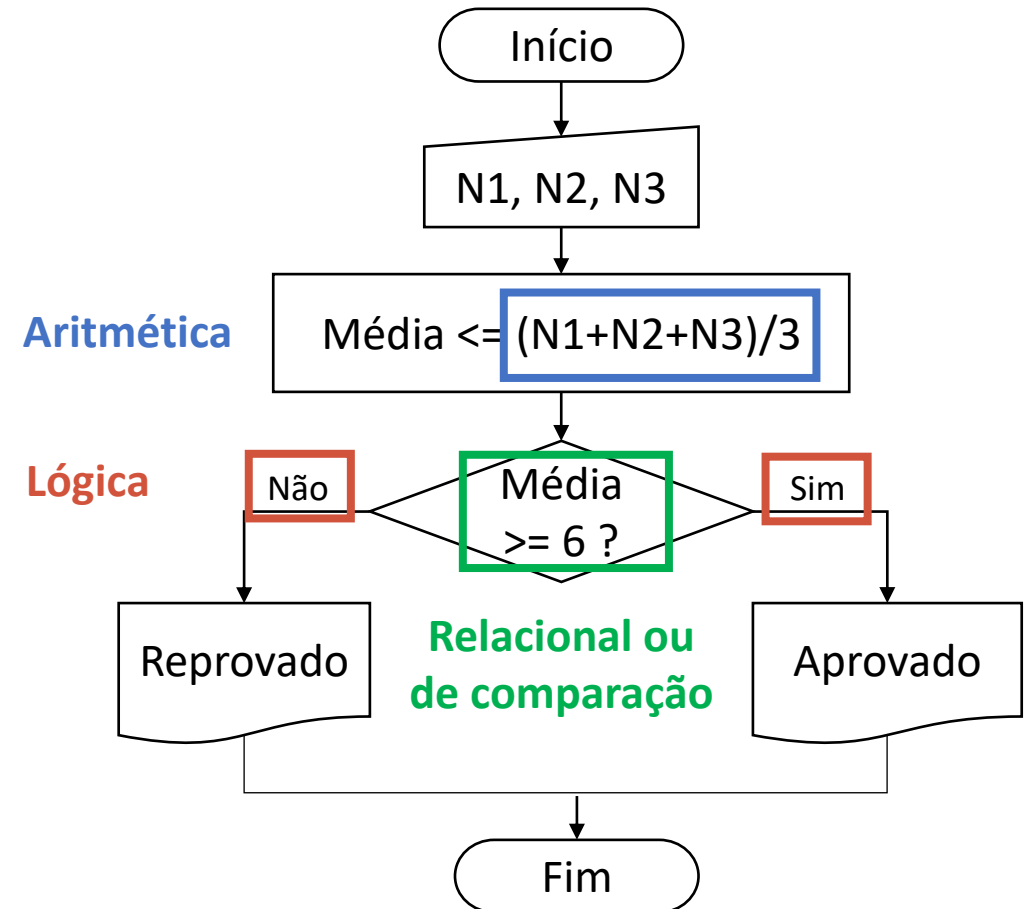
Por que estudar lógica?

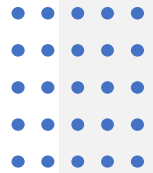
EXEMPLO: Definir se um aluno foi aprovado ou não:



Que tipos de operações existem nesse algoritmo?

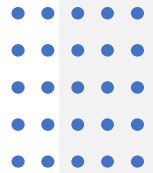
Por que estudar lógica?





Por que estudar lógica?

- Aumentar a capacidade de **análise crítica** dos argumentos mentais utilizados na organização das ideias e dos processos criativos;
- Tomar consciência dos elementos fundamentais à **capacidade de argumentar e expor suas ideias**;
- Tornar mais capaz a **racionalização e organização das ideias**;
- Estudar como as pessoas devem raciocinar.
- Elaboração de programas;
- Manipulação de expressões lógicas: minimização, equivalência;



Por que estudar lógica?

- Teoria da recursão: trata do que pode e do que não pode efetivamente ser computável;
- Formalização de linguagens: estuda a sintaxe e a semântica de construções linguísticas (linguagens naturais e artificiais);
- Desenvolvimento de ferramentas para especificação e verificação de hardware e software;
- Representação do conhecimento: processamento de linguagem natural (voz), sistemas especialistas;
- Projeto e análise de circuitos digitais.

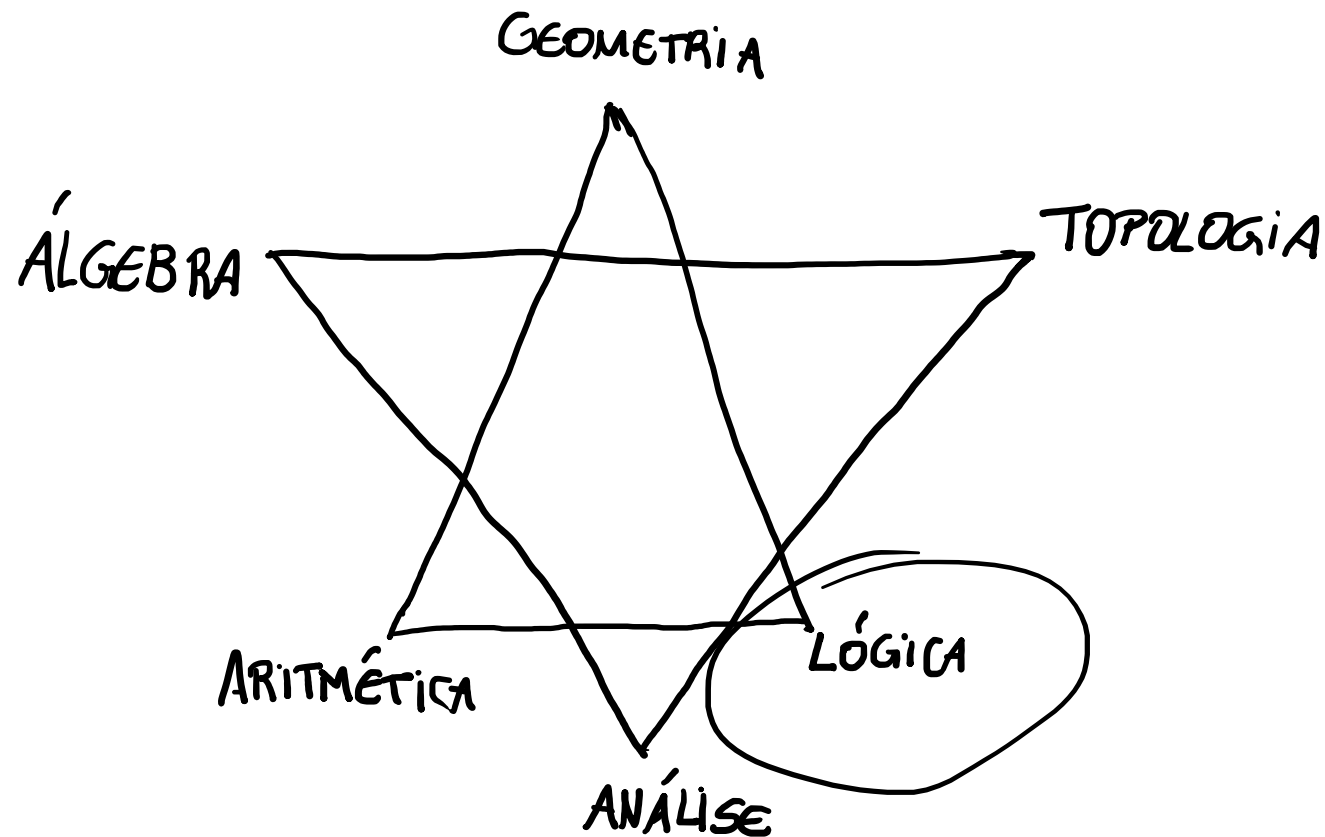


História e evolução da lógica (resumo)





Primeiramente, é importante compreender o que a lógica corresponde na Matemática...





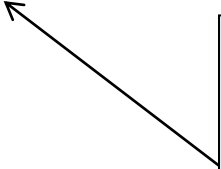
História e evolução da lógica (resumo)

PERÍODO GREGO (século IV a.C. até o início do século XIX)

A Lógica constituiu-se como ciência com o filósofo grego **Aristóteles (384-322 a.C.)**, que sistematizou uma coleção de tratados para assegurar a validade de um argumento.

Suas considerações foram de tal relevância que a lógica permaneceu intacta por mais de dois mil anos.

Outros, como Crísipo de Soles (280-205 a.C.), definiram uma teoria lógica diferente, que forma a base da **lógica proposicional**.



É caracterizada pelo uso de expressões lógicas que envolvem apenas símbolos que representam proposições lógicas e operações que atuam sobre elas.

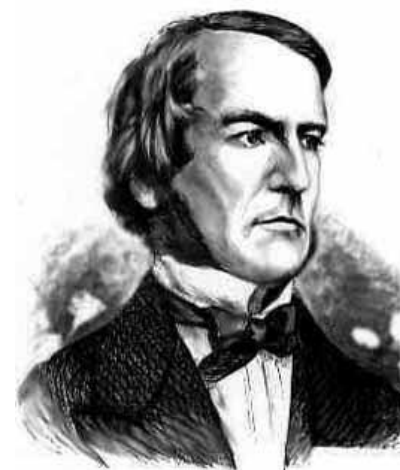
Aristóteles é filósofo.
Aristóteles é filósofo **E** mortal.



História e evolução da lógica (resumo)

PERÍODO BOOLEANO (século XIX e primeira década do século XX): pesquisadores de formação matemática definiram uma linguagem simbólica, bem como uma forma de transformar a lógica numa álgebra, estabelecendo uma “**matematização**” da lógica.

Foi George Boole (1815-1864) quem criou a lógica matemática introduzindo um sistema simbólico para estruturar proposições em linguagem natural. A álgebra booleana é fundamental para o projeto de circuitos lógicos, é também a base da teoria dos conjuntos.



Ainda, Gottlob Frege (1848-1925) sistematizou o raciocínio matemático com a formalização de regras de demonstração matemática, dando origem à **lógica de predicados**.



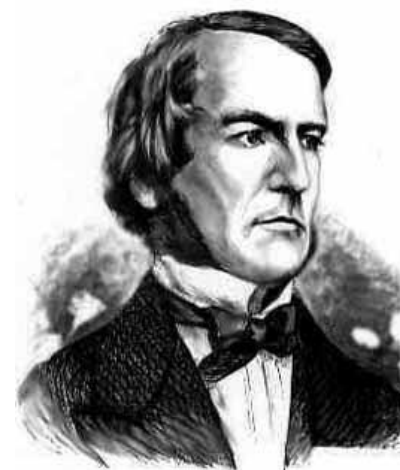
História e evolução da lógica (resumo)

PERÍODO BOOLEANO (século XIX e primeira década do século XX): pesquisadores de formação matemática definiram uma linguagem simbólica, bem como uma forma de transformar a lógica numa álgebra, estabelecendo uma “**matematização**” da lógica.

ma
es
bo
é t

É caracterizada pelo uso de expressões lógicas que, além de símbolos e operações lógicas, envolvem símbolos que representam elementos de um universo.

Alguém é filósofo.



Ainda, Gottlob Frege (1848-1925) sistematizou o raciocínio matemático com a formalização de regras de demonstração matemática, dando origem à **lógica de predicados**.

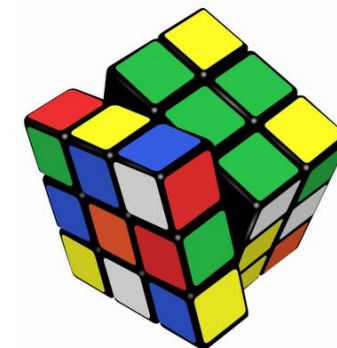


História e evolução da lógica (resumo)

PERÍODO CONTEMPORÂNEO:

É dado um enfoque linguístico-formal à lógica. Isto é, a lógica como linguagem possui:

- **sintaxe** (regras para combinar símbolos) e,
- **semântica** (interpretação e significado dos símbolos),



de tal forma que existem diversas lógicas, cada uma com sua estrutura linguística (lógica temporal, lógica modal, entre outras).

"Eu estou sempre com fome."

"Paulo foi possivelmente assassinado."

.....

Como
estudar
lógica?





Como estudar lógica?

Segue três passos básicos (SOUZA, 2002, p. vii):

- **1º passo:** especificação de uma linguagem a partir da qual o conhecimento é representado. Deve-se **definir a sintaxe e a semântica** da linguagem em questão;

Sintaxe: especifica todas as sentenças que são bem-formadas.

- Exemplo na aritmética:

✓ $x+y=4$

✗ $x4y+=$

Semântica: especifica o significado das sentenças. Define a verdade de cada sentença com relação a cada “mundo possível”.

- Exemplo:

- a sentença “ $x+y=4$ ” é verdadeira em um mundo no qual $x=2$ e $y=2$, mas é falsa em um mundo em que $x=1$ e $y=1$.



Como estudar lógica?

Segue três passos básicos (SOUZA, 2002, p. vii):

- **1º passo:** especificação de uma linguagem a partir da qual o conhecimento é representado. Deve-se **definir a sintaxe e a semântica** da linguagem em questão;
- **2º passo:** estudo de métodos para produzir ou **verificar fórmulas ou argumentos válidos**;
- **3º passo:** definição de sistemas de dedução formal onde são consideradas **noções de prova**, que estabelecem formas para derivação de novos argumentos a partir daqueles representados previamente.



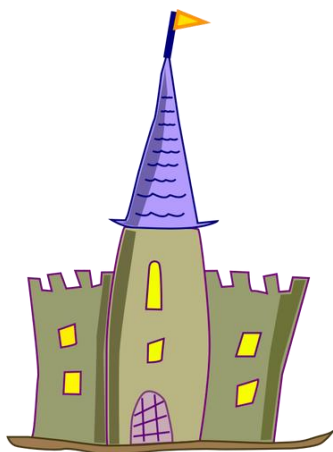
Como estudar lógica?

*"O que eu ouço, esqueço.
O que eu vejo, lembro.
O que eu faço, aprendo."
(Confúncio)*





Problema no Conto de Fadas (Mortari, 2001, p. 2)



O velho rei de um país tinha três filhas chamadas Guilhermina, Genoveva e Griselda.

Sentindo-se perto de passar desta para melhor e sem saber qual das filhas designar como sua sucessora, o rei resolveu submetê-las a um teste. A vencedora seria a nova soberana.

Chamou as filhas e mostrou-lhes cinco pares de brincos: três de esmeralda e dois de rubi. O rei vendou os olhos das moças e, escolhendo ao acaso, colocou em cada uma delas um par de brincos.

O teste consistia no seguinte: aquela que pudesse dizer qual o tipo de pedra havia em seus brincos herdaria o reino.





Problema no Conto de Fadas (Mortari, 2001, p. 2)

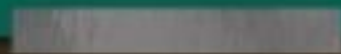
A primeira que desejou tentar foi Guilhermina, de quem foi removida a venda dos olhos. Guilhermina examinou os brincos de suas irmãs, mas não foi capaz de dizer que tipo de pedra estava nos seus e retirou-se.

A segunda que desejou tentar foi Genoveva. Contudo, após examinar os brincos de Griselda, se deu conta de que também não sabia determinar se seus brincos eram de esmeralda ou rubi e saiu batendo a porta.

Quanto a Griselda, antes mesmo de retirar a venda, anunciou corretamente o tipo de pedra de seus brincos, dizendo o porquê da sua afirmação.

**Pergunta-se: quais eram os brincos de Griselda?
Justifique.**







Lógica: princípios básicos

Investigaremos a validade dos **Argumentos**.

O conteúdo anterior contém argumentos a favor da conclusão de que brincos de Giselda são de esmeralda?

- **Argumento:** conjunto de enunciados dos quais um é a **conclusão** e os demais **premissas**.
- **Premissas:** informações sobre o raciocínio.
 - *Existem apenas dois pares de brincos de rubi.*
- **Conclusão:** objetivo do raciocínio.
 - *Se tanto Genoveva quanto Griselda estivessem com brincos de rubi, Guilhermina saberia que os seus brincos eram de esmeralda.*



Lógica: princípios básicos

As premissas e a conclusão de um argumento, formuladas em uma linguagem estruturada, permitem que o **argumento** possa ter uma análise lógica apropriada para a verificação de sua **validade**.

Se as premissas fornecem bases ou boas provas para a conclusão e, se a afirmação da verdade das premissas garante a afirmação de que a conclusão também é verdadeira, então o raciocínio é correto. No caso contrário é incorreto.

Documentos Consultados/Recomendados

1. BISPO, C. A. F.; CASTANHEIRA, L. B.; SOUZA FILHO, O. M. **Introdução à lógica matemática**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
2. FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, [s.d.].
3. FONSECA FILHO, C. **História da computação**: o caminho do pensamento e da tecnologia. Porto Alegre: PUCRS, 2007. Disponível em:
<<http://www.pucrs.br/edipucrs/online/historiadacomputacao.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2011.
4. FORBELLONE, A. L.V.; EBERSPÄCHER, H. F. **Lógica de programação**: a construção de algoritmos e estrutura de dados. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1993.
5. GERSTING, J. L. **Fundamentos matemáticos para a ciência da computação**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
6. MORTARI, C. A. **Introdução à lógica**. São Paulo: UNESP, 2001.
7. PARIS, R. de. **Lógica**. Unisinos. 2016.
8. SOUZA, J. N. **Lógica para ciência da computação**: fundamentos de linguagem, semântica e sistemas de dedução. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
9. SMULLYAN, R. M. **A Dama ou o tigre? e outros problemas lógicos**. São Paulo: Zahar, 2004.

