

## Aula 1

### Raciocínio Lógico

Prof. André Roberto Guerra

### Conversa Inicial

#### Estrutura e objetivos

- O raciocínio lógico é definido e avaliado por diversas linhas de pesquisa da neurociência, desde as fases iniciais da vida
- Percebe-se uma grande dificuldade dos acadêmicos nas disciplinas iniciais dos cursos superiores de Computação

- São conceitos elementares na definição das atividades computacionais, desde os circuitos mais básicos até os mais avançados algoritmos de *machine learning* e realidade virtual

- O aprendizado da Lógica auxilia os estudantes no raciocínio, na compreensão de conceitos básicos, na verificação formal de programas e os prepara melhor para o entendimento do conteúdo de tópicos mais avançados, atendendo aos objetivos gerais e específicos da disciplina

#### Organização da disciplina

- Aula 1 – Introdução (definições preliminares, classificação da Lógica e cálculo proposicional)
- Aula 2 – Cálculo proposicional (operações lógicas e construção das tabelas Verdade)
- Aula 3 - Fórmulas proposicionais especiais – proposições compostas e propriedades semânticas

- Aula 4 – Relações da implicação e da equivalência lógica, álgebra das proposições e método dedutivo
- Aula 5 – Lógica predicativa
- Aula 6 – Cálculo de predicados
- Aulas 7 a 10 – Aulas práticas 1 a 4 e resolução de exercícios propostos

## Organização da aula 1

- Aula 1 – Introdução
  - Fundamentação
  - Definições preliminares
  - Princípios da Lógica
  - Proposições e predicados
  - Cálculo proposicional

## Introdução

## Fundamentação

- Lógica está relacionada com o raciocínio e com a validade de argumentos, não se preocupando com a veracidade das sentenças, mas sim com a validade delas

- “Um raciocínio é válido se ele conduzir a uma conclusão verdadeira em todas as situações nas quais as premissas sejam verdadeiras.” (Coppin, 2017)

- Lógica é amplamente utilizada nas ciências exatas, em especial nos cursos de Engenharia Elétrica e de Computação, para o conteúdo de diversas disciplinas, em especial, Inteligência Artificial

## 1.2 Períodos da Lógica

- Um “esboço” do desenvolvimento
  - Período Aristotélico:  
(± 390 a.C. a ± 1840 d.C.)
  - Período Booleano:  
(± 1840 a ± 1910)
  - Período Atual:  
(1910 - ...)

## Período Aristotélico (± 390 a.C. a ± 1840 d.C.)

- Início com o filósofo grego Aristóteles (384 – 322 a.C.), que criou a ciência da Lógica, a teoria do silogismo
- Organon ou Instrumento da Ciência

## Período Booleano (± 1840 a ± 1910)

- Inicia-se com George Boole (1815-1864) e Augustus de Morgan (1806-1871)
- Fundamentos da Álgebra da Lógica, com as obras *Mathematical Analysis Of Logic* e *Formal Logic*, respectivamente

## Período atual (desde 1910)

- Lógicas não clássicas:
  - N.C.A. DA COSTA - lógicas paraconsistentes, L. A. ZADEH - lógica “fuzzy”. As lógicas para a informática, na inteligência artificial com os sistemas especialistas

## 1.3 Classificação da Lógica

- O estudo da Lógica se divide em:
  - indutiva
  - dedutiva
- Lógica indutiva
  - Útil no estudo da teoria da probabilidade (não será abordada neste roteiro)

- Lógica dedutiva (formal)
  - Validade dos argumentos é a análise e a verificação da estrutura dos argumentos
- A Lógica dedutiva está dividida em:
  - Lógica clássica
  - Lógicas complementares da clássica
  - Lógicas não clássicas

- **Lógica clássica**
  - Considerada como o núcleo da lógica dedutiva
  - Denominada atualmente como: cálculo de predicados de 1ª ordem
    - ✓ apresentado e definido neste roteiro, em tópico específico

- **Lógicas complementares da clássica**
  - Complementam de algum modo a lógica clássica, estendendo o seu domínio
- **Lógicas não clássicas**
  - Assim caracterizadas por derrogarem algum ou alguns dos princípios da lógica clássica

## Definições preliminares

## Definições preliminares

- A palavra lógica deriva do grego *logos*, que significa: palavra, pensamento, ideia, argumento, relato, razão lógica ou princípio lógico
- Lógica é o estudo de argumentos (Nolt, Rohatyn)

- A lógica é: "Coerência de raciocínio, de ideias. Modo de raciocinar peculiar a alguém, ou a um grupo. Sequência coerente, regular e necessária de acontecimentos, de coisas." (Dicionário Aurélio)

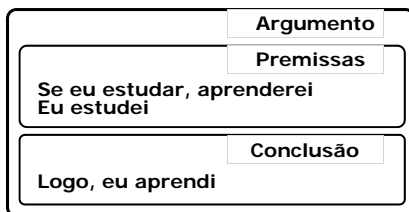
- O aprendizado da Lógica auxilia os estudantes no raciocínio, na compreensão de conceitos básicos, na verificação formal de programas e os prepara melhor para o entendimento do conteúdo de tópicos mais avançados (Abar, 2011)

- Uma das principais fraquezas da lógica tradicional é a sua incapacidade de lidar com incerteza. Sentenças lógicas devem ser expressas em termos de verdade ou falsidade – não é possível raciocinar, em lógica clássica, sobre possibilidades

## Argumento

- "Sequência de enunciados na qual um dos enunciados é a conclusão e os demais são premissas, as quais servem para provar, ou pelo menos fornecer, alguma evidência para a conclusão."

Argumento =  
premissa(s) + conclusão



## Tipos de argumento

- Tradicionalmente divididos em dedutivos e indutivos
- Argumento dedutivo:** é válido quando suas premissas, se verdadeiras, a conclusão é também verdadeira
- Classificados como válido e sólido

## Argumento dedutivo

- Premissa: "Todas as uvas são roxas"
- Premissa: "Mary é uma uva"
- Conclusão: "Então, Mary é roxa"
- Esses argumentos serão objeto de estudo neste roteiro

	Exemplo A	Exemplo B
Premissa:	"Todo homem é mortal."	"Se $x > 0$ , $x$ é positivo."
Premissa:	"José é homem."	" $x = 4$ ."
Conclusão:	"Logo, José é mortal."	"Logo, 4 é positivo."

### Argumento indutivo

- Argumento indutivo: a verdade das premissas não basta para assegurar a verdade da conclusão
- Esses argumentos (indutivos) não são objeto de estudo da disciplina

#### Premissas

Pedro é homem e mortal  
João é homem e mortal  
José é homem e mortal

#### Conclusão

Todos os homens são mortais

- 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
- Tais técnicas de análise serão objeto de estudo desta disciplina

### Princípios da lógica formal

### Princípios da lógica formal

- Identidade:** todo objeto é idêntico a si mesmo
- Não contradição:** um objeto não pode ser V e F ao mesmo tempo
- Terceiro excluído:** todo objeto é V ou F, não há terceira opção

- Permitem o desenvolvimento posterior da lógica e validam o raciocínio
- Com base nesses princípios, as proposições simples são ou verdadeiras ou falsas - sendo mutuamente exclusivos os dois casos; bivalente

## Proposições e predicados

### Proposições

- Sentenças declarativas afirmativas das quais tenha sentido afirmar que sejam verdadeiras ou que sejam falsas, e nunca ambas.
- "A Lua é quadrada"
- "Sócrates é humano"
- "Eu estudo Lógica"
- "Todos os humanos são mortais"

- Podem ser simples e compostas:
  - Proposição simples: não contém nenhum conectivo lógico
  - "Todas as uvas são roxas"
  - "Mary é uma uva"
  - "Mary é roxa"

- Proposição composta: aquela que utiliza algum conectivo lógico
- ( $\sim$  não,  $\wedge$  e,  $\vee$  ou,  $\rightarrow$  se ... então,  $\leftrightarrow$  se e somente se)
- "A Lua não é quadrada"
- "Sócrates é humano e é sábio"
- "Eu estudo Lógica ou Algoritmos"
- "Se estudo, então sou aprovado"
- "Sou aprovado se e somente se estudar"

### Predicado(s)

- Proposição que faz referência a conjunto: "todas as uvas são roxas"
- Depende de quantificadores (definições adicionais), variáveis que a definem e assumem valores específicos, tornando-se uma proposição, atribuindo valor V ou F

- Ex.: " $x + y = 2$ " é um predicado:
  - depende dos valores de  $x$  e  $y$  para se saber se é V ou F
- Se " $x = 1$ " e " $y = 1$ " (variáveis definidas), então " $x + y = 2$ " torna-se uma proposição V
- Se " $x = 2$ " e " $y = 2$ " (variáveis definidas), então " $x + y = 2$ " torna-se uma proposição F

## Cálculo proposicional e de predicados

## Cálculo proposicional

- A primeira e indispensável parte da Lógica é o cálculo proposicional (ou sentencial ou das sentenças)
- Estudo de proposições compostas
- "A Lua é quadrada" ou "a neve é branca": V

## Cálculo de predicados

- O cálculo de predicados é uma extensão do cálculo proposicional que trata de predicados, ou proposições quantificadas
- " $x > 0$ " e " $cor = 'azul'$ ": será V se x for "1" e cor for azul

## Símbolos da linguagem

- Variáveis proposicionais: letras latinas minúsculas (p, q, r, s,...) para indicar as proposições (fórmulas atômicas)
- Exemplos: A Lua é quadrada: p  
A neve é branca: q

## Conectivos lógicos

- $\sim$  não (negação)
- $\wedge$  e (conjunção)
- $\vee$  ou (disjunção)
- $\rightarrow$  se...então (implicação)
- $\leftrightarrow$  se e somente se (bi-implicação)

- A Lua não é quadrada:  $\sim p$
- A Lua é quadrada e a neve é branca:  
 $p \wedge q$  (conjuntos)
- A Lua é quadrada ou a neve é branca:  
 $p \vee q$  (disjuntos)
- Se a Lua é quadrada então a neve é branca:  
 $p \rightarrow q$
- A Lua é quadrada se e somente se a neve é branca:  $p \leftrightarrow q$



### Símbolos auxiliares

- ( ) - parênteses são utilizados para denotar o "alcance" dos conectivos
- Se a Lua é quadrada e a neve é branca, então a Lua não é quadrada:  $((p \wedge q) \rightarrow \sim p)$
- Os parênteses alteram a ordem de precedência dos conectivos:  
 $\sim, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$

### Referências

- COPPIN, B. Inteligência Artificial. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- LUGER, G. F. Inteligência Artificial. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.
- CASTANHEIRA, N. P.; LEITE A. E. Raciocínio Lógico e lógica quantitativa. Curitiba: InterSaberes, 2017 (Série Desmistificando a Matemática, 6).
- ABAR, C. A. A. P. Noções de Lógica matemática. São Paulo: Ed. PUC-SP, 2011.