



RACIOCÍNIO LÓGICO

AULA 1



Prof. André Roberto Guerra



CONVERSA INICIAL

Esta aula constitui uma introdução à lógica elementar clássica, procurando alcançar os objetivos gerais e específicos propostos pela disciplina para cursos da área da computação.

Os conteúdos previstos para esta disciplina contemplam uma introdução (definições preliminares e classificação da lógica), seguida pelo cálculo proposicional (operações lógicas e construção das tabelas-verdade), fórmulas proposicionais especiais (proposições compostas e propriedades semânticas), relações da implicação lógica e da equivalência lógica, álgebra das proposições, o método dedutivo, a lógica predicativa, e, por fim, o cálculo dos predicados de 1ª ordem.

O roteiro proposto contempla na aula inicial as definições preliminares do raciocínio lógico, incluindo as áreas de atuação, uma classificação da lógica e os períodos, as definições de argumento dedutivo e indutivo, proposição e predicados. Na sequência, o cálculo proposicional e de predicados, definindo os elementos – proposição e suas variáveis proposicionais, conectivos lógicos, símbolos auxiliares –, e, ao final, a ordem de precedência dos conectivos.

Objetivos de acordo com a taxonomia de Bloom revisada:

- Definições preliminares;
- Objetivos específicos.

CONTEXTUALIZANDO

O raciocínio lógico é definido e avaliado por diversas linhas de pesquisa da neurociência, desde as fases iniciais da vida. Contudo, nas disciplinas iniciais dos cursos superiores, com ênfase à área 1.03.00.00-7 – Ciência da Computação e à subárea 1.03.04.00-2 – Sistemas de Computação, percebe-se grande dificuldade dos acadêmicos em compreender tais conceitos elementares.

As atividades são desenvolvidas pelos mais diversos sistemas computacionais, desde circuitos básicos de mudança de estado (transistores) até os mais avançados algoritmos de *machine learning* e realidade virtual. Como definido por Tanenbaum (2013), “um computador digital é uma máquina que pode resolver problemas para as pessoas executando instruções que lhe são dadas. Uma sequência de instruções que descreve como realizar certa tarefa é denominada programa”.



Os circuitos eletrônicos de cada computador podem reconhecer e executar diretamente um conjunto limitado de instruções simples, e, para que os programas possam ser executados, todos devem antes ser convertidos em instruções. Juntas, as instruções primitivas de um computador formam uma linguagem pela qual as pessoas podem se comunicar com ele. Essa linguagem é denominada linguagem de máquina.

Os conceitos e definições, objetos de estudo desta aula, são a base para o entendimento dessa linguagem.

TEMA 1 – DEFINIÇÕES PRELIMINARES

A palavra *lógica* deriva do grego *logos*, que significa: palavra, pensamento, ideia, argumento, relato, razão lógica ou princípio lógico.

Segundo a definição do dicionário Aurélio, lógica é a “coerência de raciocínio, de ideias. Modo de raciocinar peculiar a alguém, ou a um grupo. Sequência coerente, regular e necessária de acontecimentos, de coisas”, podendo ser definida, então, como a ciência do raciocínio.

Veja a seguir algumas definições de lógica por diferentes autores:

- “Lógica é o estudo de argumentos.” (Nolt; Rohatyn, 1991)
- “A lógica formal é uma ciência que determina as formas corretas (válidas) de raciocínio.” (Copi, 1968)
- “Estudo dos métodos e princípios usados para distinguir o raciocínio correto do incorreto.” (Dopp, 1970)
- “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)
- “Lógica é a ciência das leis ideais do pensamento e a arte de aplicá-las à pesquisa e à demonstração da verdade.” (Nascimento, 2015)

A lógica é utilizada em ciências humanas, como filosofia, direito e letras (na interpretação de texto, argumentação correta e análise semântica); e amplamente utilizada nas ciências exatas, em especial nos cursos de matemática, ciência da computação, engenharia elétrica e de computação, nos conteúdos de algoritmos e programação, projetos de circuitos lógicos, teoria de



bancos de dados relacionais, teoria de sistemas distribuídos, e, em especial, na **inteligência artificial**.

A lógica é bastante utilizada como método representacional para comunicar conceitos e teorias dentro da comunidade de inteligência artificial. Diferentemente de algumas outras representações (como **quadros**), a lógica permite raciocinar facilmente sobre negativas (como “este livro não é vermelho”) e disjunções (“ele é um soldado ou um marinheiro”). E ela também é usada para representar linguagem em sistemas que sejam capazes de compreender e analisar a linguagem humana.

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.

Há versões de lógicas, tais como **lógicas modais**, que fornecem alguma capacidade para raciocinar sobre possibilidades, bem como métodos probabilísticos e lógica nebulosa, os quais, por sua vez, fornecem modos bem mais rigorosos para raciocinar em situações de incerteza (Coppin, 2017).

1.1 Períodos da lógica

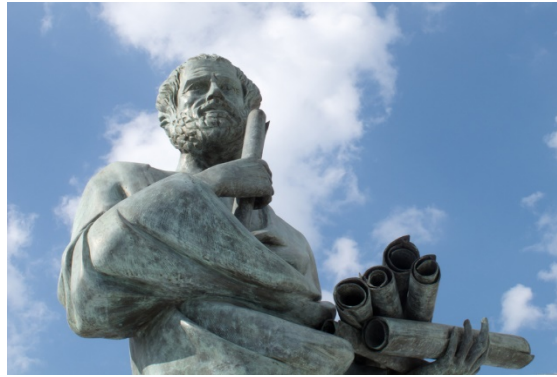
Abbar (2011) apresenta um “esboço” do desenvolvimento da lógica.

1.1.1 Período aristotélico (± 390 a.C. a ± 1840 d.C.)

A história da lógica tem início com o **filósofo grego Aristóteles** (384 – 322 a.C.) de Estagira (hoje Estavo, na Macedônia).

Aristóteles criou a ciência da lógica, cuja essência era a teoria do **silogismo** (certa forma de argumento válido). Seus escritos foram reunidos na obra denominada *Organon*, ou *Instrumento da Ciência*.

Figura 1 – Aristóteles



Crédito: thelefty/Shutterstock.

Na Grécia, distinguiram-se duas grandes escolas de lógica, a **peripatética**, que derivava de Aristóteles, e a **estoica**, fundada por Zenão (326-264 a.C.).

A escola estoica foi desenvolvida por Crisipo (280-250a.C.) a partir da escola megária (fundada por Euclides, seguidor de Sócrates). Segundo Kneale e Kneale (*O Desenvolvimento da Lógica*), houve durante muitos anos certa rivalidade entre os peripatéticos e os megários, o que talvez tenha prejudicado o desenvolvimento da lógica, embora, na verdade, as teorias destas escolas fossem complementares.

1.1.2 Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)

Seus trabalhos tiveram pouca influência à sua época, apenas sendo conhecidos e apreciados no século XIX.

Figura 2 – Gottfried Wilhelm Leibniz



Crédito: Nicku/Shutterstock.



1.1.3 Período booleano: (± 1840 a ± 1910)

Inicia-se com **George Boole** (1815-1864) e **Augustus de Morgan** (1806-1871). Publicaram os fundamentos da chamada **álgebra da lógica**, respectivamente com *Mathematical Analysis Of Logic* e *Formal Logic*.

Figura 3 – George Boole



Crédito: D. Ribeiro/Shutterstock.

1.1.4 Gotlob Frege (1848-1925)

Deu um grande passo no desenvolvimento da lógica com a obra *Begriffsschrift*, de 1879. Suas ideias só foram reconhecidas pelos lógicos mais ou menos a partir de 1905. É devido a Frege o desenvolvimento da lógica que se seguiu.

1.1.5 Giuseppe Peano (1858-1932)

Fundou a escola italiana juntamente de Burali-Forti, Vacca, Pieri, Pádoa, Vailati, entre outros, à qual se deve quase toda a simbologia da matemática.

1.1.6 Período atual (desde 1910)

Com **Bertrand Russell** (1872-1970) e **Alfred North Whitehead** (1861-1947) se inicia o período atual da lógica, com a obra *Principia Mathematica*.

Figura 4 – Bertrand Russell



Crédito: rook76 /Shutterstock.

- **David Hilbert** (1862-1943): escola alemã, com *von Neuman*, Bernays, Ackerman e outros.
- **Kurt Gödel** (1906-1978) e **Alfred Tarski** (1902-1983), com suas importantes contribuições.
- **Lógicas não clássicas**: N. C. A. da Costa, com as lógicas paraconsistentes; L. A. Zadeh, com a lógica *fuzzy*; e as contribuições dessas lógicas para a informática, no campo da inteligência artificial, com os sistemas especialistas.

Atualmente, as especialidades se multiplicam e as pesquisas em lógica englobam muitas áreas do conhecimento.

1.2 Classificações da lógica

Alguns autores dividem o estudo da lógica em: **indutiva** e **dedutiva**.

1.2.1 Lógica indutiva

Útil no estudo da teoria da probabilidade (não será abordada nesta aula).

1.2.2 Lógica dedutiva (formal)

Trata da validade dos argumentos. O objetivo principal é a verificação de um argumento, se é estruturado de forma tal que, independentemente dos valores lógicos das proposições simples envolvidas, a veracidade das premissas



implica sempre na veracidade da conclusão. Os argumentos são definidos em tópico específico deste roteiro.

A lógica dedutiva trata apenas da verificação da validade de argumentos, e não de sua solidez (assunto das outras ciências).

Ela pode ser dividida em:

- lógica clássica;
- lógicas complementares da clássica;
- lógicas não clássicas.

1.2.3 Lógica clássica

Considerada o núcleo da lógica dedutiva. Denominada atualmente **cálculo de predicados de 1ª ordem**, apresentado e definido neste roteiro, em tópico específico.

1.2.4 Lógicas complementares da clássica

Complementam de algum modo a lógica clássica estendendo o seu domínio.

Exemplos: lógicas modais, deôntica, epistêmica etc.

1.2.5 Lógicas não clássicas

Derrogam algum ou alguns dos princípios da lógica clássica.

Exemplos: paraconsistentes e intuicionistas (derrogam o princípio do terceiro excluído); paraconsistentes (derrogam o princípio da contradição); não aléticas (derrogam o terceiro excluído e o da contradição); não reflexivas (derrogam o princípio da identidade); probabilísticas; polivalentes; *fuzzy-logic*.

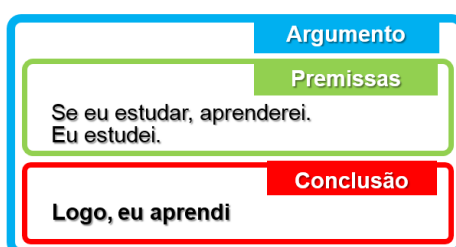
Nos últimos anos, as lógicas não clássicas têm sofrido enorme desenvolvimento, em virtude, principalmente, de novas aplicações, algumas das quais na área computacional, como a lógica nebulosa.

2.1 Argumentos

Para o bom entendimento e compreensão do conteúdo proposto, o principal objetivo será a investigação da validade de **argumentos**.

Um argumento é uma sequência de enunciados na qual um dos enunciados é a **conclusão**, e os demais são **premissas**, as quais, por sua vez, servem para provar, ou pelo menos fornecer, alguma evidência para a conclusão.

Argumento, então, é um conjunto de enunciados ou sentenças declarativas, conhecidas também como afirmações ou proposições (verdadeiras ou falsas), formado por uma ou mais premissas acompanhadas de uma conclusão. Portanto, argumento = premissa(s) + conclusão.



A lógica estuda a relação entre as premissas (também chamadas de hipóteses) e a conclusão (também chamada de tese), visando concluir se esta última é ou não consequência das premissas, validando-se ou não o argumento.

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 tratadas no decorrer deste roteiro.

A lógica está relacionada ao raciocínio e à validade de argumentos. Geralmente, não se preocupa com a **veracidade** das sentenças, mas sim com a sua **validade**. Isso quer dizer que, apesar de o seguinte argumento ser claramente lógico, ele **não** é considerado verdadeiro:

- Todos os limões são azuis;
- Mary é um limão;
- Então, Mary é azul.



Esse conjunto de sentenças é considerado **válido**, pois a conclusão (Mary é azul) segue logicamente as outras duas sentenças (premissas) (Coppin, 2017).

O mesmo autor, Coppin (2017), cita que a razão pela qual validade e veracidade podem ser separadas desse modo é simples: um raciocínio é considerado válido se sua conclusão for verdadeira, nos casos em que suas premissas também sejam verdadeiras.

Assim, um conjunto válido de sentenças, como as anteriores, pode chegar a uma conclusão falsa, desde que uma ou mais das premissas também sejam falsas.

Portanto, “um raciocínio é válido se ele conduzir a uma conclusão verdadeira em todas as situações nas quais as premissas sejam verdadeiras”.

A lógica está envolvida com **valores-verdade**. Os possíveis valores-verdade são verdadeiros e falsos. Estes podem ser considerados as unidades fundamentais da lógica, e quase toda lógica está, em última análise, envolvida a tais valores-verdade.

	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.”

Os argumentos estão tradicionalmente divididos em dedutivos e indutivos.

2.1.2 Argumento dedutivo

Válido quando suas premissas e sua conclusão são verdadeiras.

- Premissa: “Todo homem é mortal.”
- Premissa: “João é homem.”
- Conclusão: “João é mortal.”

Esses argumentos (dedutivos) serão objeto de estudo desta disciplina.

2.1.3 Argumento indutivo

A verdade das premissas não basta para assegurar a verdade da conclusão.

- Premissa: “É comum após a chuva ficar nublado.”
- Premissa: “Está chovendo.”
- Conclusão: “Ficará nublado.”



Premissas

**Pedro é homem e mortal.
João é homem e mortal.
José é homem e mortal.**

Conclusão

Todos os homens são mortais.

Esses argumentos (indutivos) não são objeto de estudo desta disciplina.

2.2 Argumento dedutivo válido e sólido

Os termos *válido* e *inválido* não se aplicam aos argumentos indutivos; eles costumam ser avaliados de acordo com a maior ou menor possibilidade de que suas conclusões sejam estabelecidas.

Um argumento dedutivo **válido**, ou simplesmente argumento válido, é aquele em que, sendo todas as premissas verdadeiras, obrigatoriamente a conclusão é verdadeira.

Exemplos:

- “Todo homem é mortal. José é homem. Logo, José é mortal.”
- “Todo verdureiro é bonito. José é verdureiro. Logo, José é bonito.”

Um argumento sólido é aquele em que as premissas são certamente verdadeiras na realidade.

No primeiro exemplo, o argumento é sólido, pois “Todo homem é mortal.” e “José é homem.”, ou seja, são premissas realmente verdadeiras.

Já no segundo exemplo, a premissa “Todo verdureiro é bonito.” não necessariamente é sempre verdadeira.

Logo, o primeiro exemplo é um argumento válido e sólido, enquanto o segundo é apenas válido. Como já foi dito, a lógica dedutiva trata apenas da verificação da validade de argumentos, e não da sua solidez.

A validade do argumento depende apenas da forma do argumento: se as premissas são verdadeiras, então a conclusão é verdadeira. As premissas de um argumento dedutivo não precisam ser verdadeiras no mundo real, uma vez que a validade do argumento depende apenas da forma.



Se as premissas de um argumento dedutivo forem de fato verdadeiras, e a conclusão for verdadeira no sentido da forma (argumento válido), então o argumento também é sólido.

TEMA 3 – PRINCÍPIOS DA LÓGICA FORMAL

A lógica formal repousa sobre três princípios fundamentais que permitem o seu desenvolvimento e dão validade a todos os atos do pensamento e do raciocínio. São eles:

- **Princípio da identidade.** Afirma $A = A$ e não pode ser B , o que é, é; ou seja, todo objeto é idêntico a si próprio. Isso não é um simples jogo de palavras; na verdade, é possível defender a noção oposta, de que a realidade é fluida, de que nada permanece igual a si próprio, e que qualquer raciocínio sobre objetos é ficção.
- **Princípio da não contradição.** $A = A$ e nunca pode ser *não A*, o que é, é e não pode ser sua negação, ou seja, o ser é, ou não ser não é. Um objeto não pode, simultaneamente, ser e não ser. Ou seja, não é possível afirmar e negar o mesmo predicado para o mesmo objeto ao mesmo tempo; ou ainda, de duas afirmações contraditórias, uma é necessariamente falsa.
- **Princípio do terceiro excluído.** Afirma que ou A é x ou A é y ; não existe terceira possibilidade.

A negação de um ou mais desses princípios dá origem a outras lógicas, chamadas genericamente de lógicas não clássicas, das quais já falamos anteriormente nesta aula.

TEMA 4 – PROPOSIÇÃO E PREDICADO

O primeiro passo na construção de uma linguagem simbólica, mais adequada à formulação dos conceitos da lógica, é a definição de proposição simples.

Em linhas gerais, uma proposição simples (ou enunciado, ou sentença), é uma declaração que exprime um pensamento com sentido completo (Pinho, 1999).

Uma proposição (ou afirmação) é uma sentença que é verdadeira (V) ou falsa (F), e nunca ambas.



Exemplos:

- “ $2 + 2 = 4$ ” é uma proposição *V*.
- “ $2 + 2 = 3$ ” é uma proposição *F*.

Define-se **proposição simples** como aquela que não contém nenhum conectivo lógico, como nos exemplos apresentados.

Define-se **proposição composta** como aquela que contém algum conectivo lógico (\sim *não*, \wedge *e*, \vee *ou*, \rightarrow *se ... então*, \leftrightarrow *se e somente se*)

Exemplo:

- “ $2 + 2 = 4$ ” e “ $2 + 2 = 3$ ” é uma proposição composta (no caso, *F*).

O objetivo da lógica, no entanto, não é verificar se as proposições são verdadeiras ou falsas, e sim examinar o relacionamento entre as proposições, em decorrência de seus valores lógicos.

A lógica não se interessa pelo significado das proposições, apenas por sua forma. Por exemplo, uma proposição como “A Lua é o satélite da Terra” pode ser tratada como “a proposição *p*”, não sendo necessária nenhuma referência a conhecimentos de astronomia.

Então, de acordo com os princípios da lógica, podemos afirmar que: toda proposição é necessariamente verdadeira ou falsa, não existindo outra possibilidade; nenhuma proposição pode ser simultaneamente verdadeira e falsa; e toda proposição verdadeira é sempre verdadeira, não podendo ser às vezes verdadeira e às vezes falsa.

Muitas das ideias envolvidas nos argumentos podem ser apresentadas por meio de proposições (também chamadas de enunciados ou sentenças), que se referem a um objeto; por exemplo, “eu ganhei na loteria”, “José atirou uma pedra no lago”, “Sócrates é um homem”. Tais proposições são chamadas **singulares**.

Existem outras proposições, no entanto, que fazem referência a conjuntos de objetos; por exemplo, “todos os homens são mortais”, “alguns astronautas foram à Lua”, “nem todos os gatos caçam ratos”. Os termos *homens*, *astronautas* e *gatos* são **conceitos**; não se referem a nenhum homem, astronauta ou gato em particular, mas sim ao conjunto de propriedades que faz com que um objeto esteja em uma categoria ou em outra. Tais propriedades são chamadas **predicados**.



Como a lógica que trata apenas das proposições singulares é mais simples do que a que trata de conjuntos de objetos, os autores preferiram separar o estudo da lógica matemática em duas partes: o **cálculo proposicional**, ou lógica sentencial, que se ocupa das proposições singulares, e o **cálculo de predicados**, ou lógica dos predicados, que trata dos conjuntos de objetos e suas propriedades.

Para tratar dos objetos e suas propriedades, o cálculo de predicados apresenta dois conceitos matemáticos: a variável, para se referir a um objeto genérico de uma categoria; e os quantificadores, expressões como “para todo” e “existe algum” para se referirem à quantidade de objetos que partilham o mesmo predicado.

Assim, a proposição “todos os homens são mortais” assume a forma “para todo x , se x é um homem, então x é mortal” e as proposições “alguns astronautas foram à Lua” e “nem todos os gatos caçam ratos” assumem respectivamente as formas “existe um x tal que x é um astronauta e x foi à Lua” e “existe um x tal que x é um gato e x não caça ratos”.

Quando as variáveis e quantificadores se referem apenas aos objetos, o cálculo de predicados também é chamado **lógica de primeira ordem**; mas podemos pensar em uma situação na qual as variáveis e quantificadores se refiram também aos predicados; por exemplo, considere o enunciado “existe um predicado que todas as pessoas possuem”, que pode ser expresso por “existe um p tal que p é um predicado e tal que para todo x , se x é uma pessoa, x possui p ”.

Quando as variáveis e quantificadores se referem também aos predicados, como na expressão anterior, temos o que chamamos lógica de segunda ordem. Um exemplo importante é o princípio de indução matemática: “se o número 1 tiver um predicado, e o fato de n possuir esse predicado implica em que $n + 1$ também o possua, então o predicado se aplica a todos os números naturais”.

Os predicados de primeira ordem são, pois, aqueles que se aplicam a indivíduos; de segunda ordem são aqueles que se aplicam a indivíduos e aos predicados de primeira ordem. A generalização pode prosseguir, considerando-se predicados de terceira ordem, de quarta ordem, e assim por diante, cada um deles aplicando-se aos indivíduos e aos predicados das ordens anteriores.



TEMA 5 – CÁLCULO PROPOSICIONAL E DE PREDICADOS

O cálculo proposicional trata do estudo de proposições compostas, que são formadas por proposições simples ligadas por conectivos lógicos (expressões lógicas).

Exemplo:

- “ $2 + 2 = 4$ ” ou “ $2 + 2 = 5$ ”: resulta em V .

Além das proposições, a lógica dispõe de uma função, chamada **valor lógico** (representada por **VL**), que associa a cada proposição simples um de dois valores lógicos, chamados verdadeiro (representado por V) ou falso (representado por F). Geralmente, o valor lógico V ou F é associado à proposição, em consonância com o significado da proposição no mundo real, embora isso não seja essencial.

Os valores lógicos das proposições são representados por:

$$VL[p] = V \quad VL[q] = V \quad VL[r] = F \quad VL[s] = F$$

Em termos gerais, o cálculo proposicional é frequentemente apresentado como um sistema formal que consiste em um conjunto de expressões sintáticas (fórmulas bem formadas, ou *fbfs*), um subconjunto distinto dessas expressões, e um conjunto de regras formais que define uma relação binária específica, a qual se pretende interpretar como a noção de equivalência lógica, no espaço das expressões.

5.1 Símbolos da linguagem

Em linguagem simbólica, as proposições simples são representadas pelas letras p, q, r, s, t etc., denominadas variáveis proposicionais.

p – A Lua é o satélite da Terra.

q – Pedro Álvares Cabral descobriu o Brasil.

r – Dante escreveu *Os Lusíadas*.

s – O Brasil é uma monarquia.

Na lógica simbólica, os conectivos são chamados **operadores**, e são representados por símbolos específicos:



Operação	Conectivo	Símbolo
Negação	Não	\sim
Conjunção	E	\wedge
Disjunção	Ou	\vee
Implicação ou condicional	se... então	\rightarrow
Bi-implicação ou bicondicional	se e somente se	\leftrightarrow

- 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: $p \leftrightarrow q$

Os 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:

$$\sim, \wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$$

Um predicado é um tipo de proposição que depende de definições adicionais (quantificação) para poder ser tratado como uma proposição **V** ou **F**.

Um predicado é uma proposição quantificada, que realmente se torna uma proposição quando as variáveis que a definem assumem valores específicos, podendo-se então atribuir um valor **V** ou **F**.

Neste caso, o predicado torna-se uma proposição para aquele conjunto de valores estabelecidos para as variáveis do predicado.

Exemplo:

- " $x + y = 2$ " 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**.

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 positivo e cor for azul.



FINALIZANDO

Nesta aula foram apresentados os conteúdos iniciais da disciplina, com ênfase nas definições preliminares do raciocínio lógico, apresentando os conceitos de diferentes autores, as áreas de atuação, as proposições e os conectivos. Foram também apresentados os períodos da lógica, num “esboço” do seu desenvolvimento ao longo da história. Em seguida, uma classificação da lógica em indutiva e dedutiva.

Na sequência, as definições de argumento dedutivo e indutivo, válido e sólido, enfatizando que a investigação da validade de argumentos é o principal objetivo da lógica. No capítulo seguinte, os três princípios fundamentais da lógica formal, que permitem todo raciocínio.

No tema seguinte, o conceito de predicado e de proposição, o primeiro passo na construção de uma linguagem simbólica, mais adequada à formulação dos conceitos da lógica, e a definição de proposição simples.

Finalizamos com o cálculo proposicional, que trata do estudo de proposições compostas, e também o cálculo de predicados, definindo os elementos, os símbolos auxiliares e a ordem de precedência dos conectivos.

A compreensão de tais conceitos é o princípio para o entendimento das atividades a serem desenvolvidas pelos mais diversos sistemas computacionais, desde os circuitos mais básicos de mudança de estado – os transistores – até os mais avançados algoritmos de *machine learning* e de realidade virtual.



REFERÊNCIAS

- ABAR, C. A. A. P. **Noções de lógica matemática**. São Paulo: PUCSP, 2011.
- CASTANHEIRA, N. P.; LEITE A. E. **Raciocínio lógico e lógica quantitativa**. Curitiba: InterSaberes, 2017. (Série Desmistificando a Matemática, 6).
- COPI, I. M. **Introdução à lógica**. São Paulo: Mestre Jou, 1968.
- COPPIN, B. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.
- DOPP, J. **Noções de lógica formal**. São Paulo: Herder, 1970.
- LUGER, G. F. **Inteligência artificial**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.
- NOLT, J.; ROHATYN, D. **Lógica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- TANENBAUM, A. S. **Organização estruturada de computadores**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.