RACIOCÍNIO LÓGICO

AULA 5

Prof. André Roberto Guerra

CONVERSA INICIAL

O roteiro proposto para esta aula contempla a *lógica predicativa,* também denominada *lógica dos predicados*. Serão apresentados no tema inicial as definições preliminares, os conceitos explicados em exemplos práticos, alinhados com os objetivos e definições iniciais da disciplina. No segundo tema, o *alfabeto (linguagem) da lógica de predicados* complementa as definições do tema inicial, para, em seguida, no terceiro tema, descrever o tema desta aula, os *predicados*. Nos temas finais (quarto e quinto), são definidos o *quantificador universal* e o *quantificador existencial* e são apresentados exemplos práticos alinhados com as aulas práticas e as atividades, com a resolução de exercícios.

Quadro 1 – Objetivos de acordo com a taxionomia de Bloom revisada

Objetivos de acordo com a taxonomia de Bloom revisada	Lógica Predicativa (lógica dos predicados)
	Objetivos Específicos

Fonte: elaborado pelo autor.

TEMA 1 – DEFINIÇÕES PRELIMINARES

A Lógica dos predicados é o complemento da lógica proposicional descrita nas aulas anteriores, pois “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.” (Coppin, 2017)

Existem proposições 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, denominado *predicado*.

A linguagem da lógica proposicional é limitada para representar relações entre objetos do mundo real.

Por exemplo, ao utilizar a linguagem proposicional para representar a relação: “João é pai de Ana” e “José é pai de João”, são utilizadas duas letras sentenciais (ou proposições) diferentes para expressar a mesma ideia, que é a relação de parentesco:

$\boldsymbol{P}$ para simbolizar que “João é pai de Ana” e

$\boldsymbol{Q}$ para simbolizar “José é pai de João”.

Contudo, ambas proposições representam a mesma informação no que se diz respeito à relação de parentesco entre João e Ana e entre José e João.

Outra limitação da lógica proposicional é a que essa linguagem tem baixo poder de expressão, pois é incapaz de representar instâncias de uma propriedade geral.

Para sanar problemas deste tipo, surgiu então a lógica de predicados, que é uma extensão da lógica proposicional (Aranha e Martins, 2003).

A lógica de predicados é também conhecida na literatura como **lógica de primeira ordem ou cálculo de predicados**. Essa lógica possibilita captar relações entre indivíduos de um mesmo domínio e permite concluir particularidades de uma propriedade geral dos indivíduos de um domínio, assim como derivar generalizações com base em fatos que valem para um indivíduo qualquer do domínio.

Como a lógica que trata apenas das proposições singulares é mais simples que a que trata também com conjuntos de objetos, os autores preferiram separar o estudo da Lógica em:

- Cálculo Proposicional, ou Lógica Sentencial, que se ocupa das proposições singulares, estudadas nos capítulos anteriores, e
- **Cálculo de Predicados**, ou Lógica dos Predicados, que trata dos conjuntos de objetos e suas propriedades, estudados nesta aula.

Para tratar com objetos e suas propriedades, o cálculo de predicados apresenta dois conceitos matemáticos:

- **variável**, para se referir a um objeto genérico de uma categoria; e
- **quantificadores**, expressões como “para todo” e “existe algum” para se referirem à quantidade de objetos que partilham o mesmo predicado.

Ex.: a proposição: “todos os homens são mortais” assume a forma: “para todo $\boldsymbol{x}$, $\boldsymbol{se}\ \boldsymbol{x}$ é um homem, $\boldsymbol{ent\tilde{a}o}\ \boldsymbol{x}$ é mortal” e as proposições: “alguns astronautas foram à Lua” e “nem todos os gatos caçam ratos” assumem respectivamente as formas: “existe um $\boldsymbol{x}$ tal que $\boldsymbol{x}$ é um astronauta e $\boldsymbol{x}$ foi à Lua” e “existe um $\boldsymbol{x}$ tal que $\boldsymbol{x}$ é um gato e $\boldsymbol{x}$ não caça ratos”.

Quando as variáveis e quantificadores se referem apenas aos objetos, o cálculo de predicados também é denominado *lógica de primeira ordem*. São predicados que se aplicam a indivíduos.

É uma proposição que depende de definições adicionais (quantificação) para poder ser tratado como uma proposição $\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{F}$. Define-se também como uma proposição quantificada, que se torna realmente uma proposição quando as variáveis que a definem assumem valores específicos, podendo-se então atribuir um valor $\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{F}$.

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

Ex.: “$\boldsymbol{x + y = 2}$” é um predicado: depende dos valores de $\boldsymbol{x}$ e $\boldsymbol{y}$ para se saber se é $\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{F}$.

Se “$\boldsymbol{x = 1}$” e “$\boldsymbol{y = 1}$” (variáveis definidas), então “$\boldsymbol{x + y = 2}$” torna-se uma proposição $\boldsymbol{V}$.

O cálculo de predicados é uma extensão do cálculo proposicional que trata de predicados, ou proposições quantificadas.

Ex.: “$\boldsymbol{x > 0}$” e “$\boldsymbol{cor = `azul'}$”: será $\boldsymbol{V}$ se $\boldsymbol{x}$ for positivo e cor for azul.

Assim, é possível expressar sentenças com as palavras “existe”, “qualquer”, “todos”, “alguns” e “somente”.

Para ter esse grande poder de expressão, a lógica de predicados dispõe uma variedade de símbolos, e o seu alfabeto será apresentado no capítulo seguinte.

Dotado de uma linguagem mais rica, o cálculo de predicados tem várias aplicações importantes não só para matemáticos e filósofos como também para a Computação. (Abbar, 2011)

TEMA 2 – ALFABETO DA LÓGICA DE PREDICADOS

Em razão da lógica proposicional ser uma extensão da lógica de predicados, ela herda todas definições e características e, dessa maneira, tanto os símbolos de pontuação quanto os conectivos lógicos possuem o mesmo significado.

A linguagem formal da lógica de predicados é mais expressiva que a da lógica proposicional, pois além dos símbolos (conectivos) **lógicos** $\sim$, $\wedge$, $\vee$, $\rightarrow$ e $\leftrightarrow$, as fórmulas bem-formadas (*fbf*) da lógica de predicados são compostas por:

- Objetos;
- Predicados;
- Conectivos;
- Variáveis;
- Quantificadores.

Cada um dos componentes da lógica predicativa citados será individualmente definido nos subcapítulos seguintes.

2.1 Objetos

Na lógica de predicados, a noção de objeto é usada num sentido bastante amplo. Objetos são elementos “conhecidos” do universo representados por letras minúsculas de “a” a “t”

Objetos podem ser:

- **concretos** (ex.: essa bola, esse livro, a lua);
- **abstratos** (ex.: o conjunto vazio, a felicidade, a paz);
- **fictícios** (ex.: unicórnio, vampiro, Saci Pererê);
- **atômicos** e/ou **compostos** (ex: um teclado é composto de teclas).

Em suma, um objeto pode ser qualquer coisa a respeito da qual precisamos dizer algo. Por convenção, nomes de objetos são escritos com letras minúsculas e nomes diferentes denotam objetos diferentes.

Figura 1 – Blocos empilhados sobre uma mesa

Créditos: Olga Chernyak/ Shutterstock.

2.2 Predicados

Os predicados descrevem algo dos objetos e são representados por letras maiúsculas:

Ex.:

João ama Maria**:** $\boldsymbol{A(a, b)}$

Apresenta adjetivos do sujeito e categoriza:

Ex.:

Sócrates é humano: $\boldsymbol{H(S\acute{o}crates)}$

Um predicado denota uma relação entre objetos de um determinado contexto de discurso.

Por convenção, se os predicados **não** utilizarem letras maiúsculas para representá-los, os nomes de predicados são escritos com letras minúsculas.

Por exemplo, no contexto ilustrado na Figura 1: o bloco B está sobre o bloco A e sobre o bloco C

$$\boldsymbol{posi\text{ção}(a, b, c)}$$

A cor da letra do bloco C é azul.

$$\boldsymbol{cor}(\boldsymbol{c}, \boldsymbol{azul})$$

O bloco A é maior que o bloco B.

$$\boldsymbol{tamanho}(\boldsymbol{a}, \boldsymbol{b})$$

2.3 Conectivos

Os conectivos lógicos são usados para construir proposições compostas (fórmulas atômicas) formando argumentos mais complexos. São os conectivos lógicos que permitirão construir proposições compostas para formar argumentos mais complexos.

Grande parte da expressividade da lógica de predicados é devida ao uso dos conectivos lógicos, que permitem formar sentenças complexas tomando como base sentenças simples.

Ex.:

Considerando o contexto da Figura 1:

O bloco A está ao lado do bloco C $\boldsymbol{e}$ o bloco B está em cima do bloco C.

$$\boldsymbol{posi}\text{ção}(\boldsymbol{a}, \boldsymbol{c}) \ \wedge \ (\boldsymbol{b}, \boldsymbol{c})$$

A letra do bloco B $\boldsymbol{n}\text{ã}\boldsymbol{o}$ é azul.

$$\sim\boldsymbol{cor}(\boldsymbol{b}, \boldsymbol{azul})$$

O bloco A é maior que o bloco B $\boldsymbol{ou}$ o bloco B é menor que o bloco C.

$$\boldsymbol{tamanho}(\boldsymbol{a}, \boldsymbol{b}) \ \vee \ (\boldsymbol{b}, \boldsymbol{c})$$

2.4 Variáveis

Variáveis representam objetos que não estão identificados no universo considerado (“todos”, "algum", "nenhum", etc.) representadas por letras maiúsculas de “**U**” a “**Z**”

Ex.:

$\boldsymbol{posi}\text{ção}(\boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y})$: X está sobre Y

$\boldsymbol{cor}(\boldsymbol{X})$: X é uma cor

$\boldsymbol{tamanho}(\boldsymbol{Y}, \boldsymbol{Z})$: Y é maior que Z

Nos exemplos apresentados, os valores de $\boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, \boldsymbol{Z}$ são desconhecidos.

Proposições atômicas são sentenças com valor ($\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{F}$) e não se pode definir valor ($\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{F}$) de $\boldsymbol{posição}(\boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y})$, $\boldsymbol{cor}(\boldsymbol{X})$ e $\boldsymbol{tamanho}(\boldsymbol{Y}, \boldsymbol{Z})$ até que as variáveis $\boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y}, \boldsymbol{Z}$ tenham sido quantificadas.

O universo (ou universo do discurso) de uma variável é o conjunto de valores que ela pode assumir.

Contudo, em muitos casos, o universo não é informado e, intuitivamente, os objetos que podem substituir o *pronome* são incluídos, e são descartados aqueles objetos que não podem.

Ex.:

“Isto está verde”

“isto” pode ser fruta, ou semáforo, ou o mar, mas **não** será um humano.

Portanto, quando o Universo não for explicitado, é definido pelo próprio contexto. Muitas vezes, a definição do Universo pode afetar a satisfatoriedade do aberto.

Ex.:

“$\boldsymbol{x}$ é feroz”

pode ser satisfazível se o universo for o conjunto de animais, e não satisfazível se o universo for o conjunto de disciplinas de um curso.

O conjunto verdade ($\boldsymbol{V_p}$) de uma proposição $\boldsymbol{P_x}$ é o conjunto de elementos do Universo que, quando instanciam a variável, satisfazem (tornam verdadeiro) o enunciado; ou seja

$$\boldsymbol{V_p} = \{\boldsymbol{a} \in \boldsymbol{U} |\ \boldsymbol{VL}[\boldsymbol{P}(\boldsymbol{a})] = \boldsymbol{V}\}$$

Ex.:

seja $\boldsymbol{U} = \{\mathbf{1}, \mathbf{2}, \mathbf{3}, \mathbf{4}, \mathbf{5}, \mathbf{6}, \mathbf{7}\}$ e a proposição “$\boldsymbol{x}$ é primo” representada por $\boldsymbol{P_x}$.

Então $\boldsymbol{V_p} = \{\mathbf{2}, \mathbf{3}, \mathbf{5}, \mathbf{7}\}$.

Algumas relações e uma sugestão de forma simbólica são apresentadas:

x gosta de **y**	$\boldsymbol{gosta}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y})$
João é casado com Maria	$\boldsymbol{casados}(\boldsymbol{João}, \boldsymbol{Maria})$
x está entre y e z	$\boldsymbol{estar}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}, \boldsymbol{z})$
Camões é o autor de *Os Lusíadas*	$\boldsymbol{autor}(\boldsymbol{Camões}, \boldsymbol{Os\ Lusíadas})$

Nas relações, a **ordem das variáveis** é importante, pois, como apresentado no exemplo, $\boldsymbol{Gxy}$ significa "$\boldsymbol{x}$ gosta de $\boldsymbol{y}$" mas não significa "$\boldsymbol{y}$ gosta de $\boldsymbol{x}$".

Esse fato deve ser levado em conta mesmo em predicados comutativos.

No exemplo, $\boldsymbol{casados(Jo\tilde{a}o, Maria)}$ significa "João é casado com Maria" mas não significa "Maria é casada com João".

O motivo para isso é que a lógica formal leva em conta apenas a forma das expressões, e não seu significado.

2.5 Quantificadores

O que realmente torna a lógica de predicados mais expressiva que a lógica proposicional é a noção de variáveis e *quantificadores*.

Quantificadores são símbolos utilizados em expressões que quantificam (atribuem valores) a determinados elementos do conjunto e *transformam* uma *sentença* aberta em *proposição* e são utilizados para expressar propriedades que valem para todos os indivíduos do domínio ou para alguns indivíduos do domínio, respectivamente.

Os quantificadores estarão sempre acompanhados de uma *variável* (símbolo não lógico) para captar o conceito das palavras "para qualquer" e "para algum", respectivamente.

É importante ressaltar que variáveis diferentes não designam necessariamente objetos diferentes e que a escolha de variáveis não faz diferença para o significado (Franco, 2008).

São utilizados antes das variáveis e fornecem seus valores.

Os quantificadores são:

- **universal** (∀); e
- **existencial** (∃).

Usando o quantificador **universal** (∀), é possível estabelecer fatos a respeito de todos os objetos de um contexto, sem ter que enumerar explicitamente todos eles.

Usando o quantificador **existencial** (∃) é possível estabelecer a existência de um objeto sem ter que identificar esse objeto explicitamente.

Ex.:

Considerando novamente o contexto da Figura 1, conclui-se que todo bloco está sobre alguma coisa (bloco ou mesa):

$$\forall \boldsymbol{X}[\boldsymbol{bloco}(\boldsymbol{X}) \ \rightarrow \ \exists \boldsymbol{Y} \ [\boldsymbol{sobre}(\boldsymbol{X}, \boldsymbol{Y} \ )]]$$

Atribuindo valores a todas as variáveis de uma função, a declaração resultante é uma proposição com um valor verdade determinado.

A quantificação é outra forma de criar uma proposição com base em uma função. São operadores lógicos que, em vez de indicarem relações entre sentenças, expressam relações entre conjuntos designados pelas classes de atributos lógicos.

O termo *quantificação* tem significados (gerais e específicos). Cobre toda ação que quantifique observações e experiências, traduzindo-as para números por meio da contagem e mensuração. Especifica a quantidade de indivíduos de um domínio que se aplicam (ou satisfazem) uma fórmula aberta.

Os quantificadores são **interdefiníveis,** pois uma fórmula com quantificador universal pode ser transformada em uma fórmula que contém apenas quantificadores existencial e vice-versa.

O ingrediente novo da lógica de primeira ordem não encontrado na lógica proposicional é a quantificação (Lógica..., 2018).

TEMA 3 – PREDICADO

Os predicados descrevem alguma característica ou propriedade de algum objeto.

Ex.:

$x \ > \ 3$

A **variável** ($\boldsymbol{x}$) é o **sujeito**

A **expressão** “$> \ \boldsymbol{3}$” é o **predicado**

Denota-se “$\boldsymbol{x} \ > \ \boldsymbol{3}$” por $\boldsymbol{P}(\boldsymbol{x})$

$\boldsymbol{P}(\boldsymbol{x})$ é o valor da função proposicional $\boldsymbol{P}$ em $\boldsymbol{x}$**.**

Quando algum valor for atribuído a $\boldsymbol{x}$, **P(x),** torna-se uma proposição e tem um valor verdade.

Ex.:

seja $\boldsymbol{P}(\boldsymbol{x})$ a declaração “$\boldsymbol{x} \ > \ \boldsymbol{3}$”.

Quais são os valores verdade de $\boldsymbol{P}(\mathbf{4})$ e $\boldsymbol{P}(\mathbf{2})$?

$\boldsymbol{P}(\mathbf{4})$, que é "$\mathbf{4} > \mathbf{3}$", é $\boldsymbol{V}$

$\boldsymbol{P}(\mathbf{2})$, que é "$\mathbf{2} > \mathbf{3}$", é $\boldsymbol{F}$

Os predicados podem ser classificados como:

- monádicos (de um só termo);
- diádicos (de dois termos);
- triádicos (de três termos) ou
- poliádicos (de quatro ou mais termos).

Muitos autores, no entanto, preferem nominar os predicados de dois ou mais termos de *relação*, reservando o nome *predicado* para os *monádicos*.

A área da lógica que trata dos predicados e quantificadores é o Cálculo de Predicados.

TEMA 4 – QUANTIFICADOR UNIVERSAL

Com a utilização dos quantificadores, é possível elaborar sentenças mais gerais utilizando o cálculo de predicados.

∀ é o **quantificador universal**.

Ex.:

para expressar a ideia de que todos gostam de queijo, utiliza-se:

$$(\forall \boldsymbol{x})\ (\boldsymbol{P}(\boldsymbol{x}) \rightarrow \boldsymbol{G}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{Q}))$$

O símbolo ∀ significa "para todo", logo a sentença traduzida é:

"para todo $\boldsymbol{x}$ é verdade que, se a propriedade $\boldsymbol{P}$ vale para $\boldsymbol{x}$, então o relacionamento $\boldsymbol{G}$ vale entre $\boldsymbol{x}$ e $\boldsymbol{Q}$", ou em português mais livre:

"todo $\boldsymbol{x}$ que é uma pessoa gosta de queijo".

Interpretando $\boldsymbol{P}(\boldsymbol{x})$ como significando "$\boldsymbol{x}$ é uma pessoa" ou, mais precisamente, "$\boldsymbol{x}$ tem propriedade $\boldsymbol{P}$".

Utiliza-se parênteses com muito cuidado na sentença anterior.

Esta sentença pode também ser escrita com menos parênteses:

$$\forall \boldsymbol{x}\ \boldsymbol{P}(\boldsymbol{x}) \rightarrow \boldsymbol{G}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{Q})$$

Declarações afirmam que uma propriedade é $\boldsymbol{V}$ ou $\boldsymbol{F}$ para todos os valores de uma variável em um domínio. (Tautologia/Contradição)

Seja $\boldsymbol{p}(\boldsymbol{x})$ uma sentença aberta em um conjunto não vazio $\boldsymbol{A}(\boldsymbol{A} \neq \mathbf{0})$ e $\boldsymbol{Vp}$ o conjunto verdade:

$$\boldsymbol{Vp} = \{\boldsymbol{x} | \boldsymbol{x} \in \boldsymbol{A} \wedge \boldsymbol{p}(\boldsymbol{x})\}$$

Quando $\boldsymbol{Vp} = \boldsymbol{A}$, todos elementos de $\boldsymbol{A}$ satisfazem $\boldsymbol{p}(\boldsymbol{x})$, então:

"Para todo elemento $\boldsymbol{x}$ de $\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{p}(\boldsymbol{x})$ é $\boldsymbol{V}$"

"Qualquer seja o elemento $\boldsymbol{x}$ de $\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{p}(\boldsymbol{x})$ é verdadeira".

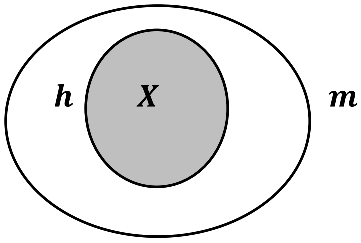
4.1 Enunciados categóricos

universal ($\forall$) **afirmativo** (conjuntivo)

Sentença: "todos humanos são mortais"

Sintaxe: $\forall \boldsymbol{X}[\boldsymbol{h}(\boldsymbol{X}) \rightarrow \boldsymbol{m}(\boldsymbol{X})]$

Semântica: para todo $\boldsymbol{X}$, $\boldsymbol{se}\ \boldsymbol{X} \in \boldsymbol{h}\ \boldsymbol{ent}$ã$\boldsymbol{o}\ \boldsymbol{X} \in \boldsymbol{m}$

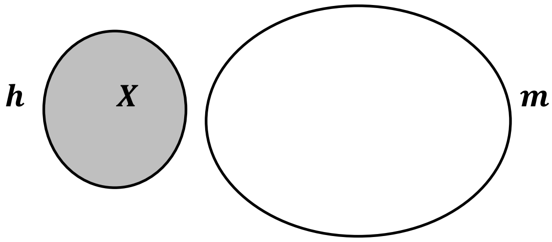


universal ($\forall$) **negativo** (disjuntivo)

Sentença: "nenhum humano é mortal"

Sintaxe: $\forall \boldsymbol{X}[\boldsymbol{h}(\boldsymbol{X}) \rightarrow {\sim}\boldsymbol{m}(\boldsymbol{X})]$

Semântica: para todo $\boldsymbol{X}$, $\boldsymbol{se}\ \boldsymbol{X} \in \boldsymbol{h}\ \boldsymbol{ent}$ã$\boldsymbol{o}\ \boldsymbol{X} \notin \boldsymbol{m}$



TEMA 5 – QUANTIFICADOR EXISTENCIAL

O quantificador $\exists$ é utilizado para expressar a noção de que *alguns* valores têm uma certa propriedade, mas não necessariamente *todos* eles.

Ex.:

A sentença "existe um x tal que x gosta de queijo".

$$(\exists x)\ (G(x, Q))$$

Isto não faz qualquer alegação sobre os possíveis valores de x, logo x pode ser uma pessoa, um cachorro ou um item de mobiliário.

Quando o **quantificador existencial** é utilizado desse modo, apresenta que existe pelo menos um valor de x para o qual $G(x, Q)$ é valido.

Portanto, o seguinte é verdadeiro:

$$(\forall x)\ (G(x, Q))\ \rightarrow\ (\exists x)\ (G(x, Q))$$

"Todo x gosta de queijo então algum x gosta de queijo"

Contudo, o seguinte não é:

$$(\exists x)\ (G(x, Q))\ \rightarrow\ (\forall x)\ (G(x, Q))$$

"Algum x gosta de queijo então todo x gosta de queijo"

O **quantificador existencial** é representado por:

existencial (∃) ("algum" "existe" "ao menos um")

Declarações afirmam que uma propriedade é V ou F para alguns valores de uma variável em um domínio (contingência)

Seja $p(x)$ uma sentença aberta em um conjunto não vazio $A(A \neq 0)$ e Vp o conjunto verdade:

$$Vp = \{x | x \in A \wedge p(x)\}$$

Quando $Vp = A$, algum elemento de A satisfaz $p(x)$**,** então:

"Algum elemento de $x \in A$, $p(x)$ é V"

"Pelo menos um elemento x de A, $p(x)$ é verdadeira".

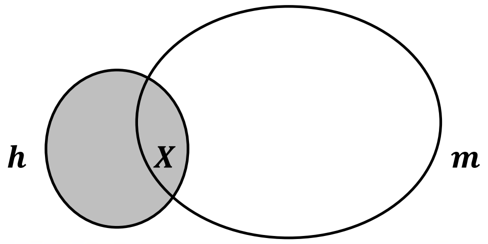
5.1 Enunciados categóricos

existencial (∃) **afirmativo**

Sentença: "alguns humanos são mortais"

Sintaxe: $\exists X[h(X) \wedge m(X)]$

Semântica: Existe X, tal que $X \in h$ e $X \in m$

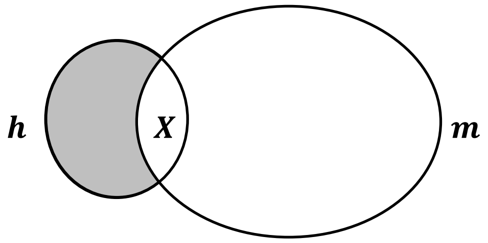


existencial (∃) **negativo**

Sentença: “alguns humanos não são mortais”

Sintaxe: $\exists \boldsymbol{X}[\boldsymbol{h}(\boldsymbol{X}) \land \sim \boldsymbol{m}(\boldsymbol{X})]$

Semântica: Existe $\boldsymbol{X},$ tal que $\boldsymbol{X} \in \boldsymbol{h}$ $\boldsymbol{e}$ $\boldsymbol{X} \notin \boldsymbol{m}$



FINALIZANDO

Nesta aula, foram apresentados os conteúdos que descrevem a *lógica predicativa*, também denominada *lógica dos predicados.*

Foram apresentados no tema inicial as *definições preliminares*, os conceitos explicados em exemplos práticos, alinhados com os objetivos e definições iniciais da disciplina.

No segundo tema, foi visto o *alfabeto* (linguagem) da lógica de predicados, que complementa as definições do tema inicial.

No terceiro tema, foram descritos os *predicados*.

Nos temas finais (quarto e quinto), foram definidos o *quantificador universal* e o *quantificador existencial*. Foram apresentados exemplos práticos alinhados com as aulas práticas e as atividades, com a resolução de exercícios.

REFERÊNCIAS

ABBAR, C. A. A. P. **Noções de lógica matemática,** São Paulo: PUCSP, 2011.

ARANHA, M. L. A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando -** Introdução à filosofia. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

COPI, I. M. **Introdução à lógica.** São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 1968

COPPIN, B. **Inteligência artificial,** Rio de Janeiro: LTC, 2017.

DOPP, J. **Noções de lógica formal.** São Paulo: 1970.

FRANCO, M. I. **Introdução à lógica de predicados**. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/~jkv/LogicaPred.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2008.

LÓGICA de primeira ordem. **Wikipédia – Enciclopédia livre**, 2018. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_de_primeira_ordem>. Acesso em: 2 dez. 2018.

LUGER, G. F. **Inteligência artificial.** 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

NOLT, J.; ROHATYN, D. **Lógica**. São Paulo: 1991.

TANENBAUM, A. S. **Organização estruturada de computadores.** 6. ed. São Paulo: Pearson, 2013.