Curso de Aprendizado de Máquina - TADS

Introdução à Inteligência Artificial e a Lógica Proposicional

Introdução de Inteligência Artificial

- O OBJETIVO DESSE TÓPICO É REALIZAR UMA INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, ABRANGENDO O TESTE DE TURING, AS DEFINIÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEUS FUNDAMENTOS

Na aula de hoje

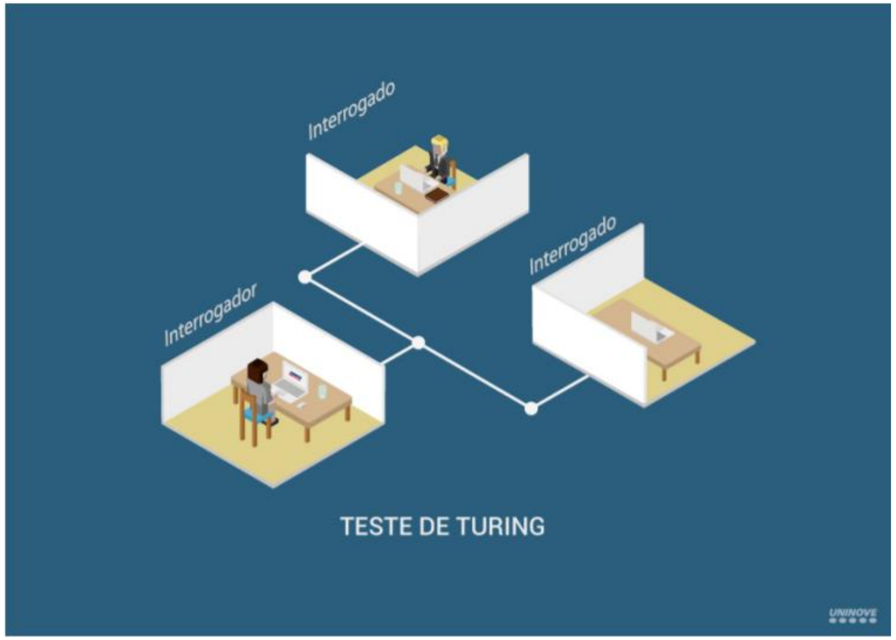
- Introdução a Inteligência Artificial
- Lógica Proposicional
- Lógica d ePredicados

O que é inteligência artificial

- A Inteligência Artificial é uma ciência relativamente recente visto que seu trabalho se iniciou logo após a Segunda Guerra Mundial, tendo o seu termo definido em 1956.
- Atualmente a Inteligência Artificial envolve vários subcampos que abrangem o aprendizado de máquina, percepção, tarefas específicas de em resolução de problemas, demonstração de teoremas matemáticos, criação e arte, diagnóstico de doenças, etc.
- Ela sistematiza e automatiza as tarefas através da percepção, compreensão, prevenção e manipulação de situações voltadas para a resolução de problemas reais.
- Enfim ela é uma ciência relevante para todas as esferas da atividade intelectual humana.

TESTE DE TURING

- Alan Turing propôs em 1959 um teste na qual tinha a pretensão de provar que um computador é inteligente.
- O computador irá passar no teste se um interrogador humano, depois de submetido a algumas questões por escrito, **não conseguir identificar** se as respostas foram escritas por uma pessoa ou por um computador.
- O teste evita totalmente a interação física direta entre o interrogador e o computador.



Em uma mansão vitoriana na cidade de Bletchley, um grupo de gênios contratados pelo serviço de inteligência britânico foi reunido durante a Segunda Guerra Mundial para desvendar o código militar alemão gerado pela Enigma, máquina de criptografia supostamente impenetrável.

Com a equipe, TURING começou a trabalhar na produção de uma máquina chamada "a bomba". O instrumento identificava pontos fracos da codificação e foi responsável por revelar a posição das tropas alemãs, o que ajudou a encurtar muito a guerra. História narrada no Filme " O Jogo da Imitação"

Material preparado com base no conteúdo do AVA elbaorado por : PROF. LEANDRO ZERBINATTI

TESTE DE TURING

- Para que o computador passe no teste, é necessário o desenvolvimento de um sistema que tenha minimamente os seguintes recursos:
- Processamento de linguagem natural;
- Representação do conhecimento;
- Raciocínio automatizado;
- Aprendizado de máquina;
- Aplicativos atuais estão muito próximo de serem utilizados com uma interface homem máquina que simularia, quase que totalmente, a interação homem – homem.

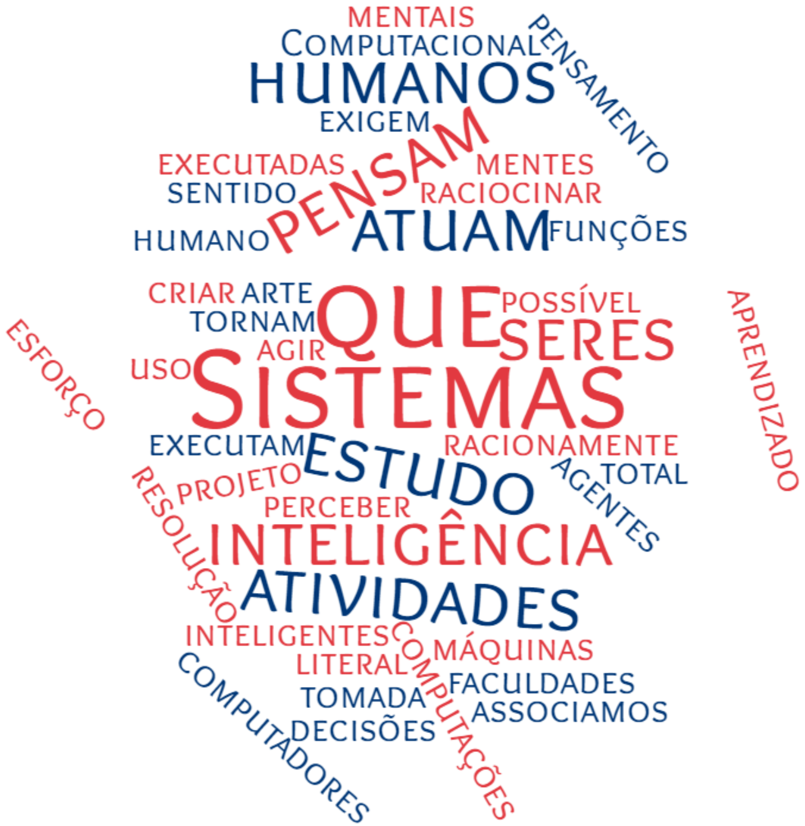
Definições

- Segundo os livros didáticos não existe uma única definição do que seja inteligência artificial.
- Existem sim definições que variam no aspecto do pensamento e raciocínio, e outro que varia no aspecto do comportamento.
- Existe outra classificação que se identifica com os termos de fidelidade ao desempenho humano e outro quanto a racionalidade.

Definições da IA

- Sistemas que pensam como seres humanos
- Sistemas que pensam racionalmente
- “O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem...máquinas com mentes, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)
- “O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott,1985)
- “[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado....” (Bellman, 1978)
- “O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)
- Sistemas que atuam como seres humanos Sistemas que atuam racionamente
- “A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas” (Kurzweil, 1990)
- “A inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole et al.,1998)

Tentando processar as definições



https://www.wordclouds.com/

Material preparado com base no conteúdo do AVA elbaorado por : PROF. LEANDRO ZERBINATTI

Fundamentos da Inteligência Artificial

- A Inteligência Artificial é multidisciplinar e oferecemos aqui quais são as principais áreas do conhecimento que mais influenciam essa ciência.
  - Filosofia
  - Matemática
  - Economia
  - Neurociência
  - Psicologia
  - Engenharia de Computadores
  - Linguística

RESUMO

- A Inteligência Artificial é uma área relativamente recente na ciência e tem como subcampos o aprendizado de máquina, percepção, tarefas específicas de em resolução de problemas, demonstração de teoremas matemáticos, criação e arte, diagnóstico de doenças, etc.
- Alan Turing propôs um teste na qual tinha a pretensão de provar que um computador é inteligente.
- As definições de Inteligência Artificial permeiam as classificações de Sistemsa que pensam como seres humanos, Sistemas que pensam racionalmente, Sistem
- as que atuam como seres humanos e Sistemas que atuam racionalmente. A Inteligência Artificial é multidisciplinar e abrangem campos da Filosofia, Matemática, Economia, Neurociência, Psicologia, Engenharia de Computadores, Teoria de Controle e Cibernética e Linguística.

Lógica Proposicional - Introdução

- Este conteúdo visa fazer uma introdução conceitual da representação em lógica e raciocínio.
- Serão abordadas questões de sintaxe da linguagem de representação, ou seja, especificação de uma expressão lógica, questões de semântica da linguagem de representação, que está relacionado ao significado das sentenças, bem como questões relacionadas à verdade de cada sentença lógica.

Sintaxe

- Como sintaxe da lógica proposicional define as sentenças permitidas.
- As sentenças atômicas consistem em um único símbolo proposicional, sendo que cada símbolo proposicional representa uma proposição que pode ser verdadeira ou falsa.
- Podem-se utilizar letras latinas maiúsculas para definir o símbolo proposicional (P, Q, R, e assim por diante).
- Os nomes são aleatórios e normalmente são escolhidos através de um mnemônico que representa algum valor para o leitor.
- Sentenças complexas são construídas utilizando-se conectivos lógicos. Existem cinco conectivos lógicos de uso comum.

Proposição

- Trata-se de uma sentença declarativa (Afirmação).
- Pode ser verdadeira ou falsa (mas não as duas ao mesmo tempo).
- Representada por letras minúsculas do alfabeto latino: p, q, r, s, t...

Exemplos:

- Esta semana tem oito dias.
- A lua é um satélite natural da Terra.
- O Brasil será hexa em 2018.

Conectivos Lógicos

- - São componentes com a função de conectar proposições.
- - Permitem construir sentenças complexas a partir de combinações.
- Observação: O Parênteses (...) altera a prioridade.

Conectivo	Operação	Linguagem Verbal	Prioridade
¬	Negação (~)	Não	1°
ʌ	Conjunção (^)	E	2°
v	Disjunção (v)	Ou	3°
⟶	Condicional (=>)	Se... Então	4°
⟷	Bicondicional (< = >)	...Se, e Somente Se	5°

Formalização de Argumentos

- Trata-se da Representação simbológica do Conhecimento;

- Passo a passo para a formalização:
  - Identificar as proposições;
  - Identificar os conetivos;
  - Escrever a fórmula correspondente a sentença;
  - Inserir o fechamento do argumento;

Exemplo: Se a Alemanha faz gol, o brasileiro sofre.
A Alemanha fez gol. Logo, o brasileiro sofre.

Formalização do Argumento:

$p \rightarrow q \, , \, p$

$\{ p \rightarrow q \, , \, p \} = q$

Validação dos Argumentos

- Um argumento só é valido se a sua conclusão é uma consequência lógica de suas premissas, ou seja, a veracidade da conclusão está implícita na veracidade das premissas.

- Um dos principais métodos de validação de argumentos é a Tabela Verdade.

Tabela Verdade

- A tabela-verdade é usada para determinar o valor lógico de uma proposição composta, sendo que os valores das proposições simples já são conhecidos.

- Construindo uma Tabela Verdade:

  - Identifica-se as proposições;
  - Define-se a quantidade de linhas;
  - Preenche os valores destas linhas com V e F (Verdadeiro e Falso);
  - Executa-se as operações.

Definindo Linhas da Tabela Verdade

- A definição das linhas da tabela verdade equivale a todas as possibilidades que as proposições compostas podem assumir.

  - Para isso, identifica-se as proposições e faz 2 elevado a esse valor. Por exemplo:

$p \wedge q \longrightarrow \neg q$	= 2 Proposições (p e q), logo 2^2	= 4 Linhas
$r \wedge q \longrightarrow \neg p$	= 3 Proposições (p, q e r), logo 2^3	= 8 Linhas
$r \wedge p \wedge \neg s \longrightarrow \neg q$	= 4 Proposições (p, q, r e s), logo 2^4	= 16 Linhas

Tabela-verdade para Negação

- Se p é uma proposição, a expressão ¬p é chamada negação de p; e Claramente, a negação **inverte o valor verdade de uma expressão**.
- Exemplos:

p	¬p
V	F
F	V

Tabela-verdade para Conjunção

- Se p e q são proposições, a expressão p $\wedge$ q é chamada conjunção de p e q; e As proposições p e q são chamadas fatores da expressão.
- Exemplos

p	q	p $\wedge$ q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Tabela-verdade para Disjunção

- Se p e q são proposições, a expressão p V q é chamada disjunção inclusiva de p e q; e As proposições p e q são chamadas parcelas da expressão..
- Exemplos

p	q	p V q
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Tabela-verdade para Condicional

- Se p e q são proposições, a expressão p → q é chamada condicional de p e q;
- A proposição p é chamada antecedente, e a proposição q consequente da condicional;
- A operação de condicionamento indica que o acontecimento de p é uma condição para que q aconteça
- **É falsa se e somente se o antecedente *p* é verdadeiro e o consequente *q* é falso.**
- **Nos demais casos, a proposição (p → q) é verdadeira.**

p	q	p → q
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

Tabela-verdade para Bicondicional

- Se p e q são proposições, a expressão p $\leftrightarrow$ q é chamada bicondicional de p e q;
- A operação de bicondicionamento indica que p é uma condição para que q aconteça, e vice-versa.
- **É verdadeira se e somente se as proposições *p* e *q* possuem o mesmo valor-verdade.**
- **A proposição (p $\leftrightarrow$ q) é falsa se e somente se as proposições *p* e *q* tiverem valores-verdade trocados.**

p	q	p $\leftrightarrow$ q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	V

Construção da Tabela Verdade

p	q	¬p	¬q	p ^ q	p v q	p $\longrightarrow$ q	p $\longleftrightarrow$ q
V	V	F	F	V	V	V	V
V	F	F	V	F	V	F	F
F	V	V	F	F	V	V	F
F	F	V	V	F	F	V	V

Tautologia

- **Tautologia** é uma proposição composta formada por duas ou mais proposições **p**, **q**, **r**, ... será dita uma **Tautologia** se ela for **sempre verdadeira (V)**, independentemente dos valores lógicos das proposições **p**, **q**, **r**, ... que a compõem. Exemplo: $(p \to q) \wedge (q \to r) \to (p \to r)$

p	q	r	p → q	q → r	p → r	(p → q) ^ (q → r) → (p → r)
V	V	V	V	V	V	V
V	V	F	V	F	F	V
V	F	V	F	V	V	V
V	F	F	F	V	F	V
F	V	V	V	V	V	V
F	V	F	V	F	V	V
F	F	V	V	V	V	V
F	F	F	V	V	V	V

Contradição

- **Contradição** é uma proposição composta formada por duas ou mais proposições **p**, **q**, **r**, ... será dita uma **contradição** se ela for **sempre falsa**, independentemente dos valores lógicos das proposições **p**, **q**, **r**, ... que a compõem. Exemplo: $p \vee \neg q \longleftrightarrow \neg p \wedge q$

p	q	¬p	¬q	¬p ^ q	p v ¬q	p v ¬q ⟷ ¬p ^ q
V	V	F	F	F	V	F
V	F	F	V	F	V	F
F	V	V	F	V	F	F
F	F	V	V	F	V	F

Contingência

- **Contingência** uma proposição composta será dita uma contingência sempre que não for uma tautologia nem uma contradição. Exemplo: $p \rightarrow (p \rightarrow \neg r) \longleftrightarrow q \vee r$

p	q	r	¬r	(p → ¬r)	q v r	p → (p → ¬r)	p → (p → ¬r) q v r
V	V	V	F	F	V	F	F
V	V	F	V	V	V	V	V
V	F	V	F	F	V	F	F
V	F	F	V	V	F	V	F
F	V	V	F	V	V	V	V
F	V	F	V	V	V	V	V
F	F	V	F	V	V	V	V
F	F	F	V	V	F	V	F

Lógica de Primeira Ordem

- Os elementos sintáticos básicos da lógica de primeira ordem são os símbolos que representam objetos, relações e funções.
- Elas são representadas por três tipos: símbolos de constantes, símbolos de predicados, e símbolos de funções. A primeira representa os **objetos**, a **segunda** as relações e a terceira as **funções**.

Sentenças

- As sentenças atômicas enunciam fatos. Ela é formada por um símbolo de predicado, seguido por uma lista de termos entre parêntese.
  – Mãe (Vivian, Théo)
  – Isso anuncia que a Vivian é mãe de Théo.
- As sentenças podem ter termos mais complexos como argumentos, como por exemplo:
  – *Casado(Pai(João), Mãe(José))*
  – Isso anuncia que o pai de João é casado com a mãe de José.

Quantificadores

- Como na lógica de primeira ordem podemos expressar objetos, por vezes é necessário expressar coleções inteiras de objetos.
- Com os quantificadores é possível realizar essa alocação.
- Em lógica de Primeira Ordem, existem dois quantificadores, eles são chamados de universal e existencial.

Quantificador Universal

- O quantificador universal é expresso pelo símbolo ∀, que significa “para todo...” ou “para todos” .
- A sentença $\forall x\ P$, onde P é qualquer expressão lógica, afirma que P é verdadeira para todo objeto x.
- Ele é utilizado para declarar o significado intuitivo da quantificação universal.
- Considere a seguinte base de conhecimento:
- $\forall x\ homem(x) \rightarrow pessoa(x)$
- Essa afirmação quer dizer que para todo x se x for homem x é uma pessoa

Quantificador Existencial

- Da mesma forma que o quantificador universal faz declarações sobre “todo objeto”, o quantificador existencial faz a declaração sobre “algum objeto”.
- O quantificador universal é expresso pelo símbolo ∃, que significa “Existe um x tal que..” ou “Para algum x...
- Dessa forma, a sentença ∃ x P afirma que P é verdadeira para pelo menos um objeto de x.
- Da mesma forma que o conectivo → parece ser o conectivo natural a se utilizar com o ∀ , ∧ é o conectivo natural da se utilizar com ∃.

O que é predicado?

O predicado é o termo que traz todas as informações sobre o sujeito.

Exemplos de Predicado:

- O amor é benigno.
- O livro está rasgado.
- O ônibus quebrou na marginal.

Lógica de predicados

Na lógica de predicados, um predicado representa as propriedades dos objetos ou a relação entre os objetos. Há diversos tipos de ***argumentos*** que não podem ser adequadamente formalizados em Lógica Proposicional, como por exemplo:

"Sócrates é homem.
Todo homem é mortal.
Logo, Sócrates é mortal"

Intuitivamente, podemos ver que esse argumento é válido. No entanto, usando lógica proposicional, a formalização desse argumento resulta em $\{p,q\} = r$

Objetos e predicados

Na lógica de predicados, a noção de objeto é usada num sentido bastante amplo. Objetos podem ser:

- Concretos (esse livro, a lua).
- Abstratos (o conjunto vazio, a paz).
- Fictícios (unicórnio, saci pererê).
- Atômicos ou Compostos (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 inicial minúscula e assumimos que nomes diferentes denotam objetos diferentes.

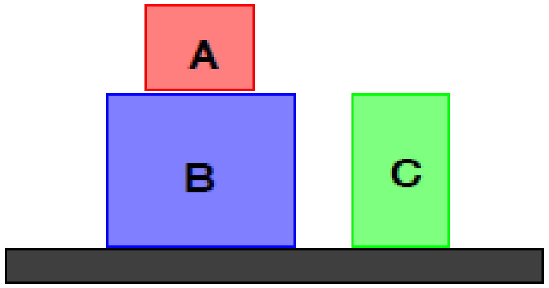
Relação de Objetos

Um predicado denota uma relação entre objetos de um determinado contexto de discurso. Por exemplo, no contexto ilustrado na Figura 1, podemos dizer que o bloco A está sobre o bloco b usando o predicado ***sobre*** e escrevendo sobre(a, b).

Para dizer que o bloco b é azul, podemos usar o predicado ***cor*** e escrever cor(b, azul)

E para dizer que o bloco b é maior que o bloco c, podemos usar o predicado maior e escrevendo maior(b, c).

Figura 1: Blocos empilhados sobre uma mesa.



Variáveis e Quantificadores

Grande parte da expressividade da lógica de predicados é devida ao uso dos conectivos lógicos, que nos permitem formar sentenças complexas a partir de sentenças mais simples. Por exemplo, considerando o contexto da figura 1, podemos dizer que o bloco a está sobre o bloco b e que este está sobre a mesa escrevendo:

$$\text{sobre}(A, B) \land \text{sobre}(B, MESA)$$

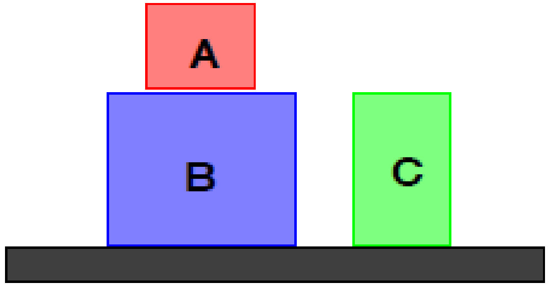


Figura 1: Blocos empilhados sobre uma mesa.

Sintaxe da Lógica de Predicados

Para tratar esse tipo de argumento, a lógica de predicados entende a lógica com noções de predicados, variáveis e quantificadores.

Além dos conectivos lógicos (¬ , ∧ , ∨ ,→ e ↔), a lógica de predicados utiliza os **quantificadores**, que são:

- **Universal** (∀): Estabelece fatos a respeito de todos os objetos de um contexto, sem termos que enumerar explicitamente todos eles. (Conjunção)

- **Existencial** (∃): Estabelece a existência de um objeto sem ter que identificar esse objeto explicitamente. (Disjunção)

Argumentos na Lógica de Predicados

Tabela 1: Exemplo de Argumentos

Argumento	Lógica Proposicional	Lógica de Predicados
"Sócrates é homem. Todo homem é mortal. Logo, Sócrates é mortal"	$\{p \wedge q\} \rightarrow r$	Homem (Sócrates) $\forall x$ [homem (x) → Mortal (x)] Mortal (Sócrates)

Representação do Conhecimento

Há **quatro** tipos de sentenças de especial interesse, denominadas enunciados categóricos:

- **Universal afirmativo**:
Todos os homens são mortais.

- **Universal negativo**:
Nenhum homem é extraterrestre.

- **Particular afirmativo**:
Alguns homens são cultos.

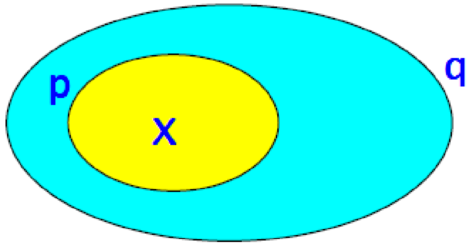
- **Particular negativo**:
Alguns homens não são cultos.

Enunciados Categóricos e Tradução de Sentenças

Universal Afirmativo

- É enumerado da forma:
  $\forall x[p(x) \rightarrow q(x)]$

- Estabelece que *p* é um subconjunto de



- Exemplo:

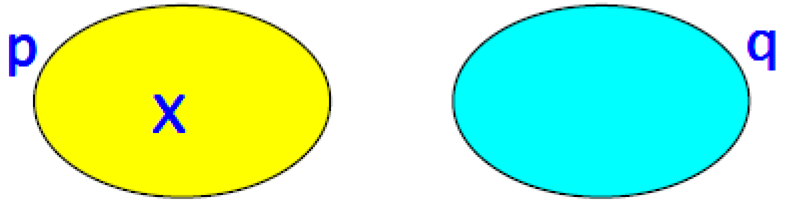
Todos os homens são mortais.

Enunciados Categóricos e Tradução de Sentenças

Universal Negativo

- É enumerado da forma:
  $\forall x[p(x) \rightarrow \neg q(x)]$

- Estabelece que os conjuntos *p* e *q* são



- Exemplo:

Nenhum homem é extraterreste.

Enunciados Categóricos e Tradução de Sentenças

Particular Afirmativo

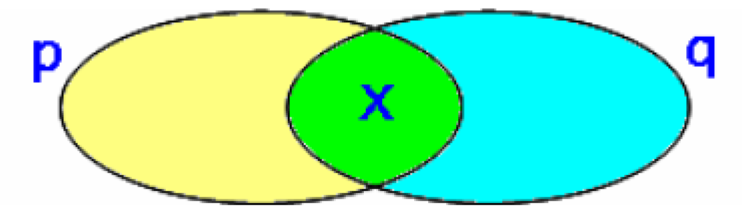
- É enumerado da forma: intersecção

$\exists x[p(x) \wedge q(x)]$

- Exemplo:

Alguns homens são cultos.

- Estabelece que os conjuntos *p* e *q* tem não-vazia.



Enunciados Categóricos e Tradução de Sentenças

Particular Negativo

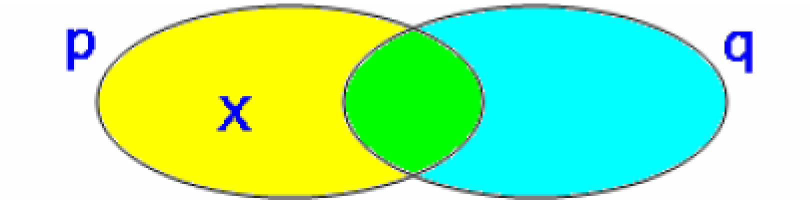
- É enumerado da forma:

  $\exists x[p(x) \wedge \neg q(x)]$

- Exemplo:

Alguns homens não são cultos.

- Estabelece que existem elementos em *p* que estão em *q.*



Exemplos de Sentenças

Tabela 2: Exemplos de Sentenças

Argumento	Classificação
Toda cobra é venenosa.	Universal Afirmativo
Os remédios são perigosos.	Universal Afirmativo
Nenhuma bruxa é bela.	Universal Negativo
Não existe bêbado feliz.	Universal Negativo
Algumas plantas são carnívoras.	Particular Afirmativo
Existem plantas que são carnívoras	Particular Afirmativo
Alguns políticos não são honestos.	Particular Negativo
Há aves que não voam.	Particular Negativo

Simbolos

Símbolo	Nome	O que significa	Exemplo
{ , }	chaves	o conjunto de...	Ex: {a,b,c} representa o conjunto composto por a, b e c.
{ } ou ∅	conjunto vazio	Significa que o conjunto não tem elementos, .	Ex: A={1,2,3} B={4,5,6} A∩B=∅
∀	para todo	Significa "Para todo" ou "Para qualquer que seja".	Ex: ∀x > 0, x é positivo. Significa que para qualquer x maior que 0, x é positivo.
∈	pertence	Indica relação de pertinência.	Ex: 5∈N. Significa que o 5 pertence aos números naturais.
∉	não pertence	Não pertence .	Ex: -1∉ N. Significa que o número -1 não pertence ao N.
∃ e ∄	Existe e Não existe	Indica existência não existência	Ex: ∃ x ∈Z | x > 3 Significa que existe um x pertencente ao conjunto dos números inteiros tal que x é maior que 3.
⊂	está contido	Indica que um conjunto está contido em outro	Ex: N⊂Z, ou seja, o conjunto dos números naturais está contido no conjunto dos números inteiros.
⊄	não está contido	Indica que um conjunto não está contido em outro	Ex: R⊄N, ou seja, o conjunto dos números reais não está contido no conjunto dos números naturais.
⊃ e ⊅	Contém Não contém	Indica que um conjunto contém outro	Ex: Z⊃N, ou seja, o conjunto dos números inteiros contém o conjunto dos números naturais.
A ∪ B	união	"A união B"	Ex: A={5,7,10} B={3,6,7,8} A∪B = {3,5,6,7,8,10}
A ∩ B	intersecção	"A intersecção B"	Ex: A={1,3,5,7,8,10} B={2,3,6,7,8} A∩B={3,7,8}

Lista de exercícios

- No seguinte link você poderá fazer uma lista de exercícios
- https://forms.gle/6A9r6J7aTQQNR9xu5
- Este link estará disponível por uma semana
- Cada Lista de exercícios resolvida contará pontos na AV1
- SOMENTE aqueles que cadastrarem seu nome completo, email e seu RA corretos para receber as respostas e **OS RESPECTIVOS PONTOS NA AV1**
- **Esses exercícios podem valer até 30% da nota na AV1**

Você pode consultar este material no AVA