UNIP
UNIVERSIDADE PAULISTA

EAD
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

UNIDADE I

Lógica

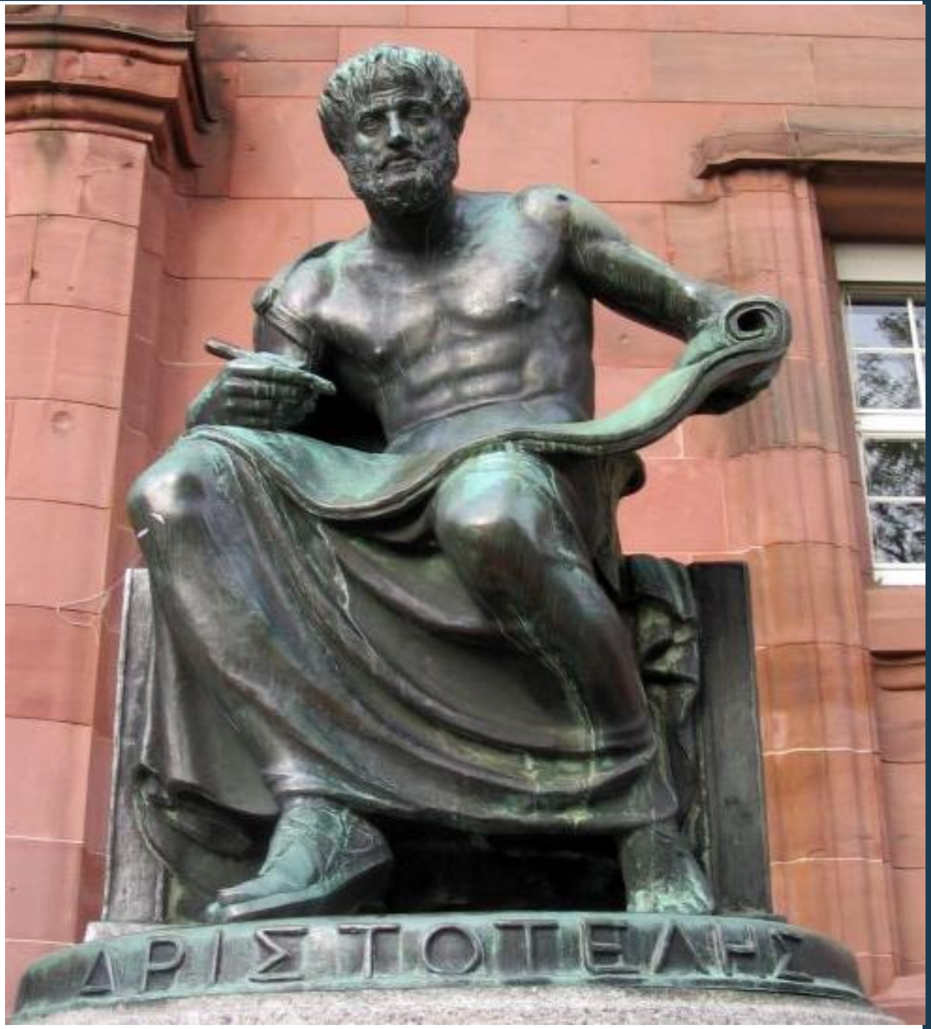
Prof. João Giardulli

Introdução

A primeira qualidade do estilo é a clareza. (Aristóteles)

Introdução

Aristóteles é considerado o precursor da lógica.



Aristóteles (384-322 a.C.)

Fonte: https://cpantiguidade.wordpress.com/2010/10/15/historia-politica-plano-de-poder

Introdução

Alguns matemáticos:

- Leibniz (1646-1716)
- Leonhard Euler (1707-1783)
- Augustus de Morgan (1806-1871)
- George Boole (1815-1864)
- Alfred North Whitehead (1861-1947)
- Bertrand Russell (1872-1970)

Introdução

Claude E. Shannon:

- Em 1938, mostrou a aplicação da Álgebra de Boole na análise de circuitos de relés, o que serviu de base para o desenvolvimento da teoria dos interruptores.

Introdução

A lógica é:

- “O estudo da razão” ou
- “O estudo do raciocínio”.

UNIP

Introdução

A lógica é:

- O estudo dos métodos e princípios usados para distinguir o raciocínio correto do incorreto. (Irving Copi)

Proposições e conectivos

Proposição:

- Conjunto de palavras ou símbolos que exprimem um pensamento de sentido completo. (ALENCAR FILHO, 2002)

Ex.: Madri é a capital da Espanha.

Proposições e conectivos

Proposição:

- É uma sentença declarativa que pode ser verdadeira ou falsa.
- Cristóvão Colombo descobriu o Brasil.

Proposições e conectivos

Proposição:

- Não pode ser ambígua ou suscitar dúvida.
- “Eu vi uma foto sua no metrô.”

Proposições e conectivos

Proposição:

- Não pode ser ambígua ou suscitar dúvida.
- “Eu vi uma foto sua no metrô.”

Quem estava no metrô? Eu ou você?

UNIP

Leis fundamentais

I. Princípio da identidade: todo objeto é idêntico a si mesmo.

Leis fundamentais

I. Princípio da identidade: todo objeto é idêntico a si mesmo.

II. Princípio da não contradição: uma proposição não pode ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo.

Leis fundamentais

I. Princípio da identidade: todo objeto é idêntico a si mesmo.

II. Princípio da não contradição: uma proposição não pode ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo.

III. Princípio do terceiro excluído: toda proposição ou é verdadeira ou é falsa.

Leis fundamentais

I. Princípio da identidade: todo objeto é idêntico a si mesmo.

II. Princípio da não contradição: uma proposição não pode ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo.

III. Princípio do terceiro excluído: toda proposição ou é verdadeira ou é falsa.

A lógica matemática é uma lógica bivalente.

Valores lógicos das proposições

- O valor lógico de uma proposição ou é verdadeiro (V) se a proposição é verdadeira, ou é falso (F) se a proposição é falsa.

Exemplo:

a. O chumbo é mais pesado que a água.

b. O Sol gira em torno de Marte.

Usando a notação:

V(a) = V

V(b) = F

Interatividade

Qual das alternativas abaixo é verdadeira?

a) Cos $\pi/2 = 0$.
b) Cervantes escreveu *Os Sertões*.
c) O número 17 é um número igual a 29.
d) O Sol gira em torno da Terra.
e) $0! = 0$.

Resposta

Qual das alternativas abaixo é verdadeira?

a) Cos π/2 = 0.
b) Cervantes escreveu *Os Sertões*.
c) O número 17 é um número igual a 29.
d) O Sol gira em torno da Terra.
e) 0! = 0.

Proposições simples e compostas

Proposição simples:

- É aquela que não pode ser subdividida em outras proposições.

Proposições simples e compostas

Proposição simples:

- É aquela que não pode ser subdividida em outras proposições.

Convenção:

- As proposições simples são geralmente designadas pelas letras latinas minúsculas p, q, r, s etc.

Proposições simples e compostas

Exemplos:

p: João é careca.

q: Alice é jogadora de futebol.

r: O número 16 é ímpar.

Proposições simples e compostas

Proposição composta:

- É aquela formada pela combinação de duas ou mais proposições.

Proposições simples e compostas

Proposição composta:

- É aquela formada pela combinação de duas ou mais proposições.

Convenção:

- As proposições compostas são habitualmente designadas pelas letras latinas maiúsculas P, Q, R, S etc.

Proposições simples e compostas

Exemplos:

P: João é careca e Alice é estudante.

Q: Alice é bonita ou Viviane é estudante.

R: Se João é careca, então é infeliz.

Proposições simples e compostas

<u>Observações:</u>

- As proposições compostas também costumam ser chamadas de fórmulas proposicionais ou apenas fórmulas.

- As proposições simples são também chamadas de átomos, pois, assim como o átomo, não é divisível, enquanto a proposição composta é chama de molécula.

Proposições simples e compostas

Observações:

- Quando interessa destacar ou explicitar que uma proposição composta P é formada pela combinação das proposições simples p, q, r etc., escreve-se:
- P (q, r, s etc.). Essas proposições simples serão chamadas de proposições componentes simples quando for o caso.

Proposições simples e compostas

Observações:

- As proposições componentes de uma proposição composta podem ser, elas mesmas, proposições compostas.

Conectivos

Definição:

- Chamam-se conectivos as palavras que se usam para formar novas proposições a partir de outras. (ALENCAR FILHO, 2002)

Conectivos

Exemplos:

P. O número 10 é par e o número 27 é ímpar.

Q. O quadrilátero ABCD é retângulo ou é quadrado.

R. Não está quente.

S. Se Roberto é físico, então sabe matemática.

T. O triângulo ABC é equilátero se, e somente se, é equiângulo.

Tabela-verdade

Considerando o princípio do terceiro excluído, a proposição simples “p” terá a seguinte representação tabular:

p
V
F

chamada tabela-verdade.

Tabela-verdade

O valor lógico de qualquer proposição composta depende unicamente dos valores lógicos das proposições simples componentes, ficando por eles univocamente determinado. (ALENCAR FILHO, 2002)

Tabela-verdade

Exemplo com duas proposições simples:

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

Tabela-verdade

Exemplo com três proposições simples:

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

Interatividade

Construa a tabela-verdade para uma proposição composta P(p, q, r, s) e determine quantas linhas ela possui.

a) 16 linhas.
b) 32 linhas.
c) 64 linhas.
d) 128 linhas.
e) 256 linhas.

Resposta

Construa a tabela-verdade para uma proposição composta P(p, q, r, s) e determine quantas linhas ela possui.

a) 16 linhas.
b) 32 linhas.
c) 64 linhas.
d) 128 linhas.
e) 256 linhas.

Operações lógicas sobre proposições

Negação (~)

p	~p
V	F
F	V

Operações lógicas sobre proposições

Exemplos de Negação (~)

p: $3 + 3 = 6$ e ~p: $3 + 3 \neq 6$

q: $10 < 4$ e ~q: $10 > 4$

r: Brasília é a capital da Argentina (F) e ~r: Brasília não é a capital da Argentina.

Operações lógicas sobre proposições

Observações:

Nos casos mais simples, antepõe-se o advérbio “não” ao verbo da proposição.

Operações lógicas sobre proposições

Observações:

Nos casos mais simples, antepõe-se o advérbio “não” ao verbo da proposição.

- p: Ursa Maior é uma estrela.
- ~p: Ursa Maior não é uma estrela.

Operações lógicas sobre proposições

Observações:

- Outra maneira de efetuar a negação consiste em antepor à proposição dada expressões tais como “não é verdade que”, “é falso que”, por exemplo, a negação da proposição.

Operações lógicas sobre proposições

Observações:

- Outra maneira de efetuar a negação consiste em antepor à proposição dada expressões tais como “não é verdade que”, “é falso que”, por exemplo, a negação da proposição.

q: Jorge é jogador de futebol.

~q: Não é verdade que Jorge é jogador de futebol.

~q: É falso que Jorge é jogador de futebol.

Operações lógicas sobre proposições

CUIDADO!

A negação de

“Todas as mulheres são amáveis”

é

“Nem todas as mulheres são amáveis”

Operações lógicas sobre proposições

CUIDADO!

A negação de

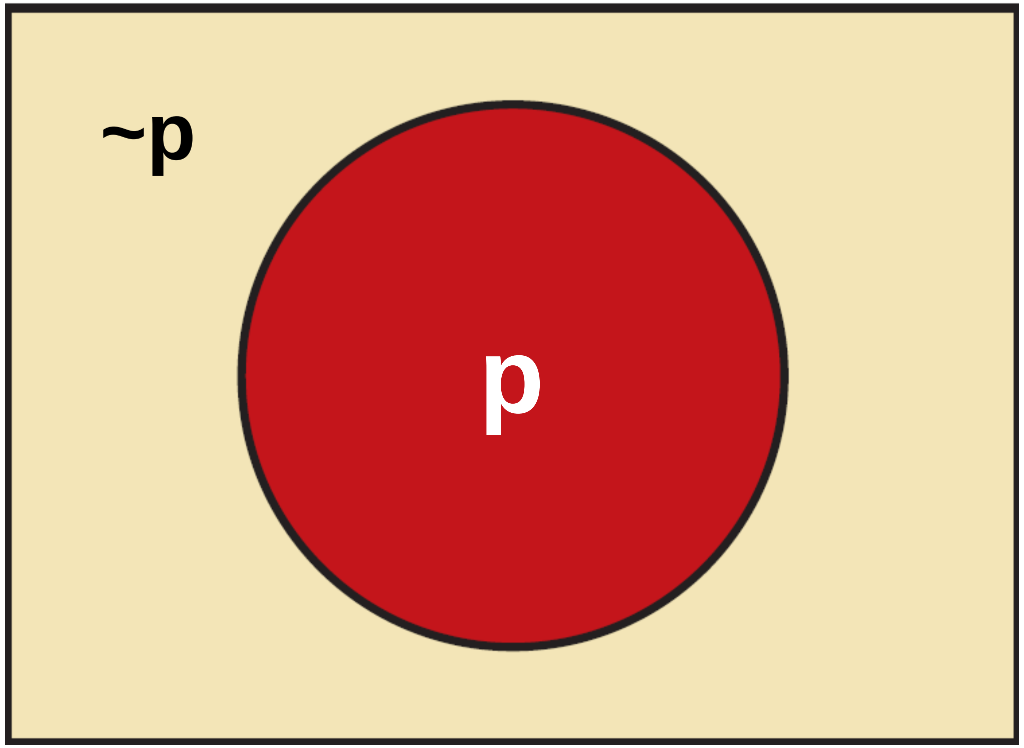
“Nenhuma mulher é amável”

é

“Alguma mulher é amável”

Operações lógicas sobre proposições

Representação no diagrama de Venn:



Fonte: Livro-texto

Operações lógicas sobre proposições

Conjunção (∧)

- A conjunção de duas proposições p e q é a proposição representada por "p e q", cujo valor lógico é verdadeiro (V) quando as proposições p e q são ambas verdadeiras, e falso (F) nos demais casos.

p	q	p ∧ q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Operações lógicas sobre proposições

Conjunção (∧)

Ou seja:

$$V \wedge V = V$$
$$V \wedge F = F$$
$$F \wedge V = F$$
$$F \wedge F = F$$

Operações lógicas sobre proposições

Exemplos de Conjunção (∧)

p: A clara do ovo é branca (V)

q: 3 < 7 (V)

p ∧ q: A clara do ovo é branca e 3 < 7 (V)

$$V(p \wedge q) = V(p) \wedge V(q) = V \wedge V = V$$

Operações lógicas sobre proposições

Exemplo de Conjunção ($\wedge$)

p: Enxofre é azul (F)

q: 17 é um número primo (V)

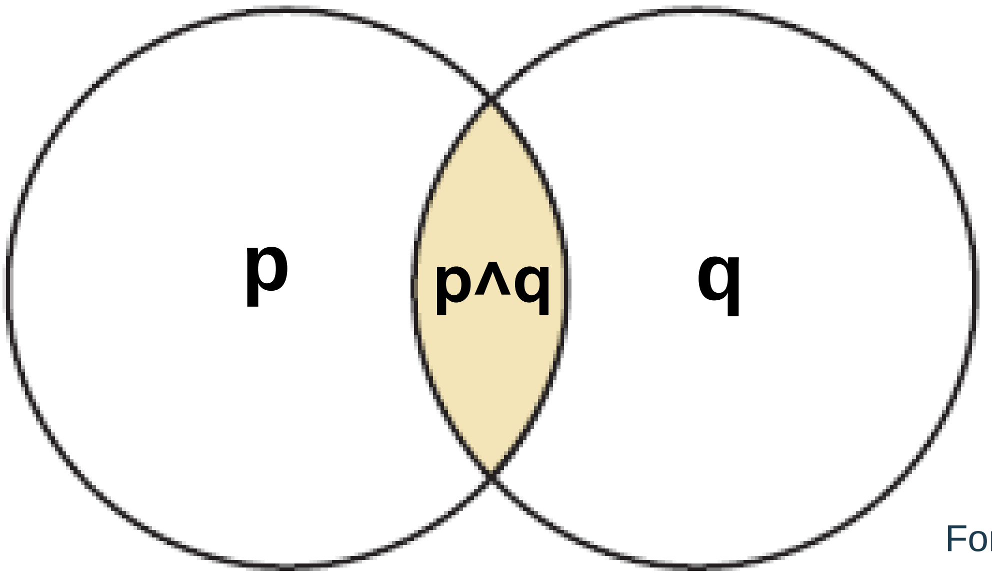
$p \wedge q$: Enxofre é azul e 17 é um número primo (F)

$V(p \wedge q) = V(p) \wedge V(q) = F \wedge V = F$

UNIP

Operações lógicas sobre proposições

Representação no diagrama de Venn:



Fonte: Livro-texto

Operações lógicas sobre proposições

Disjunção inclusiva ou soma lógica (v)

- A disjunção de duas proposições p e q é a proposição representada por “p ou q”, cujo valor lógico é verdadeiro (V) quando ao menos uma das proposições p e q é verdadeira, e falso (F) quando as proposições p e q são ambas falsas.

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

Operações lógicas sobre proposições

Disjunção inclusiva ou soma lógica ($\vee$)

Ou seja:

$$V \vee V = V$$
$$V \vee F = V$$
$$F \vee V = V$$
$$F \vee F = F$$

Operações lógicas sobre proposições

Exemplos de Disjunção (v)

p: Madri é a capital da Espanha (V)

q: 9 - 4 = 5 (V)

p v q: Madri é a capital da Espanha ou 9 - 4 = 5 (V)

$$V(p \vee q) = V(p) \vee V(q) = V \vee V = V$$

Operações lógicas sobre proposições

<u>Exemplos de Disjunção</u> (∨)

p: Camões escreveu *Os Lusíadas* (V)

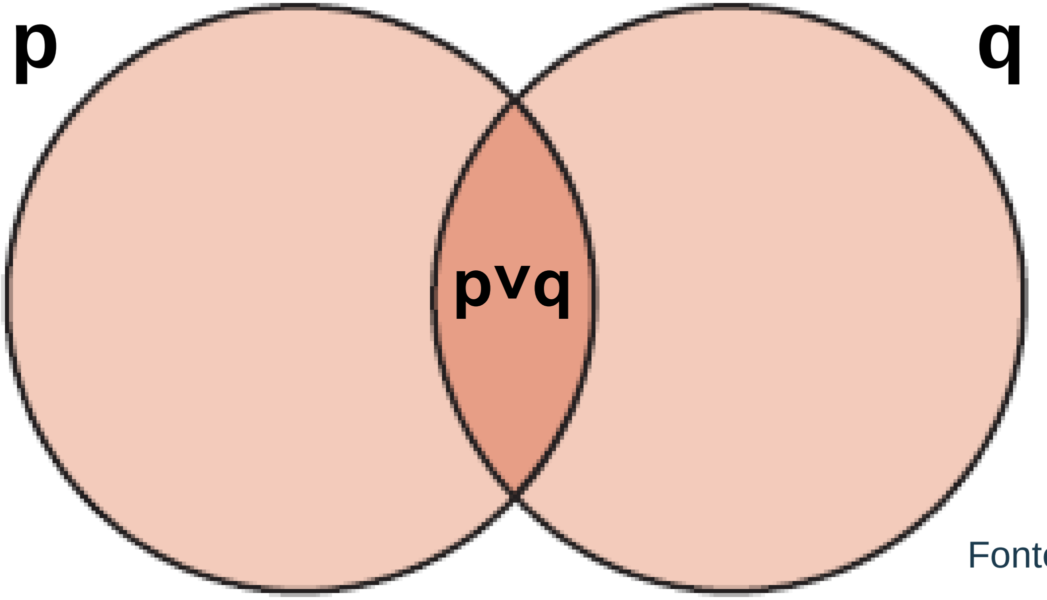
q: $\pi = 3$ (F)

p ∨ q: Camões escreveu *Os Lusíadas* ou $\pi = 3$ (V)

$$V(p \vee q) = V\,(p) \vee V\,(q) = V \vee F = V$$

Operações lógicas sobre proposições

Representação no diagrama de Venn:



Fonte: Livro-texto

Operações lógicas sobre proposições

Disjunção Exclusiva (v)

- É proposição representada por "p v q", que se lê: "ou p ou q" ou "p ou q", mas não ambos; é verdadeira quando p e q possuem valores lógicos diferentes; é falsa (F) quando p e q possuem valores lógicos idênticos.

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

Operações lógicas sobre proposições

Disjunção Exclusiva (v)

Ou seja:

V v V = F

V v F = V

F v V = V

F v F = F

Operações lógicas sobre proposições

Exemplos de Disjunção Exclusiva ($\underline{v}$)

p: Maria é alagoana.

q: Maria é gaúcha.

p $\underline{v}$ q: Ou Maria é alagoana ou Maria é gaúcha.

Como Maria não pode ser alagoana e gaúcha simultaneamente, então:

$$V(p \ \underline{v} \ q) = V$$

UNIP

Operações lógicas sobre proposições

<u>Condicional</u> (→)

- É uma proposição representada por “se p então q”, cujo valor lógico é falso (F) no caso em que p é verdadeira e q é falsa, e verdadeiro (V) nos demais casos.

p	q	p → q
V	V	V
V	F	F
F	V	V
F	F	V

Operações lógicas sobre proposições

Exemplos de Condicional ($\rightarrow$)

p: Galois morreu em um duelo (V)

q: 3 é um número real (V)

$p \rightarrow q$: Se Galois morreu em um duelo, então 3 é um número real (V)

$$V(p \rightarrow q) = V(p) \rightarrow V(q) = V \rightarrow V = V$$

Operações lógicas sobre proposições

Bicondicional ($\leftrightarrow$)

- É uma proposição representada por “p se e somente se q”, cujo valor lógico é verdadeiro (V) quando p e q são ambas verdadeiras ou ambas falsas, e falso (F) nos demais casos.

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

Operações lógicas sobre proposições

Exemplos de Bicondicional (↔)

p: A Rússia fica na Europa (V)

q: A grama é verde (V)

p ↔ q: A Rússia fica na Europa se e somente se a grama é verde (V)

$V(p \leftrightarrow q) = V(p) \leftrightarrow V(q) = V \leftrightarrow V = V$

Operações lógicas sobre proposições

Exemplos de Bicondicional ($\leftrightarrow$)

p: Einstein descobriu o Brasil (F)

q: Tiradentes foi um mártir (V)

$p \leftrightarrow q$: Einstein descobriu o Brasil se e somente se Tiradentes foi um mártir (F)

$V(p \leftrightarrow q) = V\,(p) \leftrightarrow V\,(q) = F \leftrightarrow V = F$

Interatividade

Escreva a sentença abaixo utilizando a notação proposta para as proposições simples e seus conectivos:

Ou você é gordo ou você é magro.

a) p: você é gordo; q: você é magro; $p \ \underline{v}\ q$.
b) p: você não é gordo; q: você é magro; $\sim p \ \underline{v}\ q$.
c) p: você é gordo; q: você não é magro; $p \ \underline{v} \sim q$.
d) p: você é gordo; q: você é magro; $p \ v \ q$.
e) p: você não é gordo; q: você não é magro; $\sim p \ v \sim q$.

Resposta

Escreva a sentença abaixo utilizando a notação proposta para as proposições simples e seus conectivos:

Ou você é gordo ou você é magro.

a) p: você é gordo; q: você é magro; p $\underline{v}$ q.
b) p: você não é gordo; q: você é magro; ~p $\underline{v}$ q.
c) p: você é gordo; q: você não é magro; p $\underline{v}$ ~q.
d) p: você é gordo; q: você é magro; p v q.
e) p: você não é gordo; q: você não é magro; ~p v ~q.

Valor lógico de uma proposição composta

- Para toda proposição composta P(p, q, r, ...), sempre se pode determinar o seu valor lógico (V ou F) quando são dados ou conhecidos os valores lógicos das proposições simples que a compõe, p, q, r, ...

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 1:

Sabendo que os valores lógicos das proposições p e q são, respectivamente, V e F, determine o valor lógico (V ou F) da proposição:

$P(p, q): \sim(p \vee q) \leftrightarrow \sim p \wedge \sim q$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 1:

Sabendo que os valores lógicos das proposições p e q são, respectivamente, V e F, determine o valor lógico (V ou F) da proposição:

$P(p, q): \sim(p \vee q) \leftrightarrow \sim p \wedge \sim q$

$\sim(V \vee F) \leftrightarrow \sim V \wedge \sim F$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 1:

Sabendo que os valores lógicos das proposições p e q são, respectivamente, V e F, determine o valor lógico (V ou F) da proposição:

$$P(p, q): \sim(p \vee q) \leftrightarrow \sim p \wedge \sim q$$

$$\sim(V \vee F) \leftrightarrow \sim V \wedge \sim F$$

$$\sim V \leftrightarrow F \wedge V$$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 1:

Sabendo que os valores lógicos das proposições p e q são, respectivamente, V e F, determine o valor lógico (V ou F) da proposição:

$$
\begin{aligned}
P(p, q):\ & \sim(p \vee q) && \leftrightarrow \sim p \wedge \sim q \\
& \sim(V \vee F) && \leftrightarrow \sim V \wedge \sim F \\
& \sim V && \leftrightarrow F \wedge V \\
& F && \leftrightarrow F
\end{aligned}
$$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 1:

Sabendo que os valores lógicos das proposições p e q são, respectivamente, V e F, determine o valor lógico (V ou F) da proposição:

$$
\begin{array}{lll}
P(p, q) = & \sim(p \vee q) & \leftrightarrow \sim p \wedge \sim q \\
& \sim(V \vee F) & \leftrightarrow \sim V \wedge \sim F \\
& \sim V & \leftrightarrow F \wedge V \\
& F & \leftrightarrow F
\end{array}
$$

$P(p, q) = V$

UNIP

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

Sabendo que:

$V(p) = V$

$V(q) = F$

$V(r) = F$

Determine o valor lógico (V ou F) da proposição:

$$P(p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow \sim p)) \vee ((\sim q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

$P(p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow \sim p)) \vee ((\sim q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

$P(p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow \sim p)) \vee ((\sim q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$

$V(p) = V$

$V(q) = F$

$V(r) = F$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

$P\ (p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow {\sim}p)) \vee ((\sim q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$

$V\ (p) = V$

$V\ (q) = F$

$V\ (r) = F$

$V(P) = (F \leftrightarrow (F \rightarrow {\sim}V)) \vee ((\sim F \rightarrow V) \leftrightarrow F)$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

$P\ (p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow \sim p)) \vee ((\sim q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$

$V\ (p) = V$

$V\ (q) = F$

$V\ (r) = F$

$V(P) = (F \leftrightarrow (F \rightarrow \sim V)) \vee ((\sim F \rightarrow V) \leftrightarrow F)$

$(F \leftrightarrow (F \rightarrow F)) \vee ((V \rightarrow V) \leftrightarrow F)$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

$P\ (p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow {\sim}p)) \vee ((\sim q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$

$V\ (p) = V$

$V\ (q) = F$

$V\ (r) = F$

$$V(P) = (F \leftrightarrow (F \rightarrow {\sim}V)) \vee ((\sim F \rightarrow V) \leftrightarrow F)$$

$$(F \leftrightarrow (F \rightarrow F)) \vee ((V \rightarrow V) \leftrightarrow F)$$

$$(F \leftrightarrow V) \vee (V \leftrightarrow F)$$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

$P(p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow \sim p)) \vee ((\sim q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$

$V(p) = V$

$V(q) = F$

$V(r) = F$

$$V(P) = (F \leftrightarrow (F \rightarrow \sim V)) \vee ((\sim F \rightarrow V) \leftrightarrow F)$$

$$(F \leftrightarrow (F \rightarrow F)) \vee ((V \rightarrow V) \leftrightarrow F)$$

$$(F \leftrightarrow V) \vee (V \leftrightarrow F)$$

$$F \vee F$$

Valor lógico de uma proposição composta

Exemplo 2:

$P\ (p, q, r) = (q \leftrightarrow (r \rightarrow {\sim}p))\ v\ (({\sim}q \rightarrow p) \leftrightarrow r)$

$V\ (p) = V$

$V\ (q) = F$

$V\ (r) = F$

$V(P) = (F \leftrightarrow (F \rightarrow {\sim}V))\ v\ (({\sim}F \rightarrow V) \leftrightarrow F)$

$(F \leftrightarrow (F \rightarrow F))\ v\ ((V \rightarrow V) \leftrightarrow F)$

$(F \leftrightarrow V)\ v\ (V \leftrightarrow F)$

$F\ v\ F$

F

Ordem de precedência dos conectivos

(1) Maior precedência: ~ (mais "fraco")

(2) $\wedge$

(3) $\vee$

(4) $\rightarrow$

(5) Menor precedência: $\leftrightarrow$ (mais "forte")

Ordem de precedência dos conectivos

<u>Exemplos</u>:

$\sim p \vee q = (\sim p) \vee q$

$\sim p \vee q \rightarrow r \vee s = ((\sim p) \vee q) \rightarrow (r \vee s)$

$p \rightarrow q \leftrightarrow s \wedge r = (p \rightarrow q) \leftrightarrow (s \wedge r)$

Tautologia, contradição e contingência

Definição:

- Tautologia é toda proposição composta P (p, q, r, ...) cujo valor lógico é sempre V (verdadeiro), quaisquer que sejam os valores lógicos das proposições simples p, q, r, ... que a compõe.

Tautologia, contradição e contingência

Exemplo:

A proposição p ∨ (q ∧ ~q) ↔ p é tautológica, conforme mostra a tabela-verdade:

p	q	~q	q∧~q	p∨(q∧~q)	p∨(q∧~q)↔p
V	V	F	F	V	V
V	F	V	F	V	V
F	V	F	F	F	V
F	F	V	F	F	V

Tautologia, contradição e contingência

Exemplo:

A proposição $p \wedge r \rightarrow \sim q \vee r$ é tautológica, conforme mostra a tabela-verdade:

p	q	r	~q	p ∧ r	~q ∨ r	p ∧ r → ~q ∨ r
V	V	V	F	V	V	V
V	V	F	F	F	F	V
V	F	V	V	V	V	V
V	F	F	V	F	V	V
F	V	V	F	F	V	V
F	V	F	F	F	F	V
F	F	V	V	F	V	V
F	F	F	V	F	V	V

UNIP

Tautologia, contradição e contingência

Definição:

- Contradição é toda proposição composta P (p, q, r, ...) cujo valor lógico é sempre F (falso), quaisquer que sejam os valores lógicos das proposições simples p, q, r, ... que a compõe.

Tautologia, contradição e contingência

Exemplo:

- A proposição p ↔ ~p é contraditória, conforme mostra a tabela-verdade:

p	~p	p↔~p
V	F	F
F	V	F

Tautologia, contradição e contingência

Exemplo:

A proposição (p ∧ q) ∧ ~(p ∨ q) é contraditória, conforme mostra a tabela-verdade:

p	q	p ∧ q	p ∨ q	~(p ∨ q)	(p ∧ q) ∧ ~(p ∨ q)
V	V	V	V	F	F
V	F	F	V	F	F
F	V	F	V	F	F
F	F	F	F	V	F

Tautologia, contradição e contingência

Definição:

- Contingência é toda proposição composta P (p, q, r, ...) cujo valor lógico depende dos valores lógicos das proposições simples p, q, r, ... que a compõe.

UNIP

Tautologia, contradição e contingência

Exemplo:

- A proposição $(p \wedge q) \wedge \sim(p \vee q)$ é contraditória, conforme mostra a tabela-verdade, porém, as colunas intermediárias são contingências.

p	q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$\sim(p \vee q)$	$(p \wedge q) \wedge \sim(p \vee q)$
V	V	V	V	F	F
V	F	F	V	F	F
F	V	F	V	F	F
F	F	F	F	V	F

Interatividade

Qual das proposições compostas abaixo é tautológica?

a) $[(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)] \leftrightarrow (p \leftrightarrow q)$
b) $(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
c) $p \wedge q$
d) $p \vee q$
e) $q \leftrightarrow q$

Resposta

Qual das proposições compostas abaixo é tautológica?

a) $[(p \rightarrow q) \land (q \rightarrow p)] \leftrightarrow (p \leftrightarrow q)$
b) $(p \rightarrow q) \land (q \rightarrow p)$
c) $p \land q$
d) $p \lor q$
e) $q \leftrightarrow q$

ATÉ A PRÓXIMA!