Atividade Avaliativa 1º Bimestre

Felipe Angelo Zucolotto Moura – CC1M

Lista de Exercício para Entrega - Lógica para Computação

Capítulo 3:

(8) a) $(\sim p \downarrow q) \wedge (q \uparrow \sim r)$ "p" e "q" são verdadeiros / "r" é falso

$(\sim p \downarrow q) \wedge (q \uparrow \sim r) \Leftrightarrow (p \wedge \sim q) \wedge (\sim q \vee r) \Rightarrow$

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

$V_{(\sim p \downarrow q)} = F$ e $V_{(q \uparrow \sim r)} = F$ $\therefore V_{(\sim p \downarrow q)} \wedge V_{(q \uparrow \sim r)} = (F)$

b) $((p \uparrow q) \vee (q \downarrow r)) \uparrow (r \downarrow p)$ $p \wedge q = V$ $r = F$

$\sim((\sim p \vee \sim q) \vee (\sim q \wedge \sim r)) \vee \sim(\sim r \wedge \sim p)$

$\sim((F) \vee (F)) \vee \sim(F)$ $\therefore \sim(F) \vee \sim(F) \therefore (V)$

$V_{((p \uparrow q) \vee (q \downarrow r)) \uparrow (r \downarrow p)} = (V)$

c) $(\sim p \uparrow \sim q) \leftrightarrow ((q \downarrow r) \downarrow p)$

$(p \vee q) \leftrightarrow (\sim(\sim q \wedge \sim r) \wedge \sim p)$

$V \leftrightarrow ((V \wedge V) \wedge F)$ $\therefore V \leftrightarrow F \therefore (F)$

$V_{(\sim p \uparrow \sim q) \leftrightarrow ((q \downarrow r) \downarrow p)} = (F)$

d) $((p \uparrow \sim p) \veebar q) \downarrow (q \wedge r)$

$(\sim(\sim p \vee p) \veebar q) \wedge \sim(q \wedge r)$

$(c \veebar q) \wedge (\sim q \wedge \sim r)$

$(F \veebar V) \wedge (F \wedge V) \therefore V \wedge F : (F)$

$V_{((p \uparrow \sim p) \veebar q) \downarrow (q \wedge r)} = (F)$

⑨ a) $p \wedge q \rightarrow r$

$V \wedge V \rightarrow F \therefore F$

$V_{(p \wedge q \rightarrow r)} = F$

"p" e "q" = V ("r" e "s" = F

b) $r \vee s \rightarrow q$

$F \vee F \rightarrow V$

$F \rightarrow V \therefore V$

$V_{(r \vee s \rightarrow q)} = V$

c) $q \leftrightarrow p \wedge s$

$V \leftrightarrow V \wedge F$

$V \leftrightarrow V \therefore V$

$V_{(q \leftrightarrow p \wedge s)} = V$

d) $p \rightarrow \sim(r \wedge s)$

$V \rightarrow \sim(F \wedge F)$

$V \rightarrow V \therefore V$

$V_{(p \rightarrow \sim(r \wedge s))} = V$

e) $(q \rightarrow s) \rightarrow r$

$(V \rightarrow F) \rightarrow F$

$F \rightarrow F \therefore V$

$V_{((q \rightarrow s) \rightarrow r)} = V$

f) $\sim r \rightarrow p \wedge q$

$\sim F \rightarrow V \wedge V$

$V \rightarrow V \therefore V$

$V_{(\sim r \rightarrow p \wedge q)} = V$

g) $(q \vee r) \wedge (p \vee s)$

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

$V \wedge V \therefore V$

$V_{((q \vee r) \wedge (p \vee s))} = V$

i) $(p \wedge \sim q) \vee r$

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

$F \vee F \therefore F$

$V_{((p \wedge \sim q) \vee r)} = F$

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

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

$\sim(V) \therefore F$

$V_{\sim((r \rightarrow p) \vee (s \rightarrow q))} = F$

k) $(s \leftrightarrow r) \leftrightarrow (p \leftrightarrow q)$

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

$V \leftrightarrow V \therefore V$

$V_{((s \leftrightarrow r) \leftrightarrow (p \leftrightarrow q))} = V$

l) $r \rightarrow q \leftrightarrow (\sim p \leftrightarrow r)$

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

$V \leftrightarrow V \therefore V$

$V_{(r \rightarrow q \leftrightarrow (\sim p \leftrightarrow r))} = V$

/ /

(15) a) $((q \leftrightarrow (r \vee q)) \leftrightarrow (p \wedge (\sim(\sim q))))$
$((q \leftrightarrow (r \vee q)) \leftrightarrow (p \wedge q))$

b) $((p \wedge (\sim(\sim q))) \leftrightarrow (q \leftrightarrow (r \vee q)))$
$((p \wedge q) \leftrightarrow (q \leftrightarrow (r \vee q)))$

c) $(((p \vee q) \rightarrow (\sim r)) \vee ((((\sim q) \wedge r) \wedge q)))$
$(((p \vee q) \rightarrow (\sim r)) \vee ((\sim q \wedge r) \wedge q))$

(14) a) $p \leftrightarrow q \wedge \sim r$ $(V(p) = V(r) = V)$
$V \leftrightarrow ? \wedge F \therefore (F)$
$V(p \leftrightarrow q \wedge \sim r) = (F)$

b) $p \wedge q \rightarrow p \vee r$ $(V(p) = V(r) = V)$
$V \wedge ? \rightarrow V \vee V$
$V \wedge ? \rightarrow V \therefore (V)$
$V(p \wedge q \rightarrow p \vee r) = (V)$

c) $(p \rightarrow \sim q) \wedge (\sim p \vee r)$ $(V(q) = F \text{ e } V(r) = V)$
$(? \rightarrow V) \wedge (\sim p \vee V)$
$V \wedge V : (V)$
$V((p \rightarrow \sim q) \wedge \sim p \vee r) = (V)$

Capítulo 4:

(4) a) $p \rightarrow (\sim p \rightarrow q)$ → É tautologia

p	→	(~	p	→	q)
V	V	F	V	V	V
V	V	F	V	V	F
F	V	V	F	V	V
F	V	V	F	F	F
1	4	2	1	3	1

b) $\sim p \vee q \rightarrow (p \rightarrow q)$ → É contingente

~	p	v	q	→	(p	→	q)
F	V	V	V	V	V	V	V
F	V	V	F	F	V	F	F
V	F	V	V	V	F	V	V
V	F	F	F	V	F	V	F
3	1	4	1	5	1	2	1

c) $p \to (q \to (q \to p)) \to$ É Tautológico

p	→	(q	→	(q	→	p))
V	V	V	V	V	V	V
V	V	F	V	F	V	V
F	V	V	F	V	F	F
F	V	F	V	F	V	F
1	4	1	3	1	2	1

d) $((p \to q) \leftrightarrow q) \to p$ → É contingente

((p	→	q)	↔	q)	→	p
V	V	V	V	V	V	V
V	F	F	V	F	V	V
F	V	V	V	V	F	F
F	V	F	F	F	V	F
1	2	1	3	1	4	1

e) $p \vee \sim q \to (p \to \sim q) \to$ É contingente

p	∨	~	q	→	(p	→	~	q)
V	V	F	V	F	V	F	F	V
V	V	V	F	V	V	V	V	F
F	F	F	V	V	F	V	F	V
F	V	V	F	V	F	F	V	F
1	5	4	1	6	1	3	2	1

f) $\sim p \vee \sim q \to (p \to q)$ → É contingente

~	p	∨	~	q	→	(p	→	q)
	V	V	F	V	V	V	V	V
	V	V	V	F	F	V	F	F
	F	F	F	V	V	F	V	V
	F	V	V	F	V	F	V	F
	1	4	3	1	5	1	2	1

g) $p \to (p \vee q) \vee r \to$ É tautológico

p	→	(p	∨	q)	∨	r
V	V	V	V	V	V	V
V	V	V	V	V	V	F
V	V	V	V	F	V	V
V	V	V	V	F	V	F
F	V	F	V	V	V	V
F	V	F	V	V	V	F
F	V	F	F	F	V	V
F	V	F	F	F	V	F
1	4	1	2	1	3	1

h) $p \wedge q \to (p \leftrightarrow q \vee r)$ → É tautológico

p	∧	q	→	(p	↔	q	∨	r)
V	V	V	V	V	V	V	V	V
V	V	V	V	V	V	V	V	F
V	F	F	V	V	V	F	V	V
V	F	F	V	V	F	F	F	F
F	F	V	V	F	F	V	V	V
F	F	V	V	F	F	V	V	F
F	F	F	V	F	F	F	V	V
F	F	F	V	F	V	F	F	F
1	4	1	5	1	3	1	2	1

Capítulo 5:

④ p não implica $p \wedge q$ ¹ e que $p \vee q$ não implica p ² $p \rightarrow p \wedge q$ ¹ ² $(p \vee q) \rightarrow p$

p	→	(p	∧	q)
V	V	V	V	V
V	F	V	F	F
F	V	F	F	V
F	V	F	F	F
1	3	1	2	1

(p	∨	q)	→	p
V	V	V	V	V
V	V	F	V	V
F	V	V	F	F
F	F	F	V	F
1	2	1	3	1

⑤ $(x=y \vee x<4) \wedge x \neq 4 \Rightarrow x=y$

(x = y	∨	x < 4)	∧	x ≠ 4	→	x = y
V	V	V	F	F	V	V
V	V	F	V	V	V	V
F	V	V	F	F	V	F
F	F	F	F	V	V	F
1	3	2	4	2	5	1

⑥ $(x \neq 0 \rightarrow x=y) \wedge x \neq y \Rightarrow x=0$

(x ≠ 0	→	x = y)	∧	x ≠ y	→	x = 0
F	V	V	F	F	V	V
F	V	V	F	F	V	V
F	V	F	V	V	V	V
F	V	F	V	V	V	V
V	V	V	F	F	V	F
V	V	V	F	F	V	F
V	F	F	F	V	V	F
V	F	F	F	V	V	F
2	3	1	4	2	5	1

Capítulo 6:

(7) a) Contrapositiva da recíproca de $x=0 \to x<1$ é $x \not< 1 \to x \neq 0$

Recíproca de $x=0 \to x<1$ é $x<1 \to x=0$.

Contrapositiva de $x<1 \to x=0$ é $x \not< 1 \to x \neq 0$

b) Contrapositiva da contrário de $x<1 \to x<3$ é $x<3 \to x<1$

Contrário de $x<1 \to x<3$ é $x \not< 1 \to x \not< 3$.

Contrapositiva de $x \not< 1 \to x \not< 3$ é $x<3 \to x<1$

(11) $((p \uparrow \sim p) \uparrow (p \uparrow \sim p)) \Leftrightarrow p \wedge \sim p$

$((p \uparrow \sim p) \uparrow (p \uparrow \sim p)) \overset{26}{\underset{15}{\Leftrightarrow}} ((\sim p \vee p) \vee \sim(\sim p \vee p)) \overset{13}{\Leftrightarrow} (\sim t) \vee \sim(t)$

$(\sim t) \vee (\sim t) \overset{31}{\Leftrightarrow} c \vee c \Leftrightarrow p \wedge \sim p$

(12) a) $(p \downarrow q) \veebar (\sim q \uparrow p) \to$ É contingente

$(p \downarrow q) \veebar (\sim q \uparrow p) \overset{25}{\Leftrightarrow} (\sim p \wedge \sim q) \veebar (\sim q \uparrow p) \overset{26}{\underset{15}{\Leftrightarrow}} (\sim p \wedge \sim q) \veebar (q \vee \sim p)$

$(\sim$	p	$\wedge$	$\sim$	$q)$	$\veebar$	$(q$	$\vee$	$\sim$	$p)$
F	V	F	F	V	V	V	V	F	V
F	V	F	V	F	F	F	F	F	V
V	F	F	F	V	V	V	V	V	F
V	F	V	V	F	F	F	V	V	F
-2	1	3	2	1	4	1	3	2	1

12 b) $(p \uparrow (q \vee r)) \rightarrow \sim r$ → É contingente

$(p \uparrow (q \vee r)) \rightarrow \sim r \overset{28}{\Leftrightarrow} (\sim p \vee \sim (q \vee r)) \rightarrow \sim r$

(~	p	∨	~	(q	∨	r))	→	~	r
F	V	F	F	V	V	V	V	F	V
F	V	F	F	V	V	F	V	V	F
F	V	F	F	F	V	V	F	F	V
F	V	V	V	F	F	F	V	V	F
V	F	V	F	V	V	V	V	F	V
V	F	V	F	V	V	F	V	V	F
V	F	V	F	F	V	V	V	F	V
V	F	V	V	F	F	F	V	V	F
3	1	2	3	1	2	1	6	5	1

c) $((p \downarrow \sim p) \veebar q) \downarrow (\sim q \wedge \sim r) \rightarrow$ É contingente

$((p \downarrow \sim p) \veebar q) \downarrow (\sim q \wedge \sim r) \overset{25}{\underset{15}{\Leftrightarrow}} (\sim(\sim p \wedge p) \veebar q) \wedge \sim(\sim q \wedge \sim r)$

$\overset{14}{\Leftrightarrow} (\sim c \veebar p) \wedge (\sim(\sim q \wedge \sim r) \overset{32}{\Leftrightarrow} (t \veebar p) \wedge (\sim(\sim q \wedge \sim r)$

(t	∨	p)	∧	(~	(~	q	∧	~	r)
V	F	V	F	V	F	V	F	F	V
V	F	V	F	V	F	V	F	V	F
V	F	V	F	V	V	F	F	F	V
V	F	V	F	F	V	F	V	V	F
V	V	F	V	V	F	V	F	F	V
V	V	F	V	V	F	V	F	V	F
V	V	F	V	V	V	F	F	F	V
V	V	F	F	F	V	F	V	V	F
1	5	1	6	4	2	1	3	2	1

Capítulo 7:

④ a) É verdade que está frio e que não está chovendo.
b) É verdade que o pai do Marcos não é paraolímpico e que a mãe não é gaúcha.
c) É verdade que os vendas estão diminuindo e que os preços estão aumentando.
d) É verdade que Jorge estuda Física ou Química.

⑤ a) $\sim(p \wedge q \wedge r) \Leftrightarrow \sim p \vee \sim q \vee \sim r$ ∴ Vale a equivalência

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

Capítulo 8:

④ $p \to q \Leftrightarrow ((p \uparrow p) \uparrow (p \uparrow p)) \uparrow (q \uparrow q)$

$((p \uparrow p) \uparrow (p \uparrow p)) \uparrow (q \uparrow q) \overset{26}{\Leftrightarrow} (\sim(\sim p \vee \sim p) \vee \sim(\sim p \vee \sim p)) \vee \sim(\sim q \vee \sim q)$

$\overset{17}{\underset{15}{\Leftrightarrow}} \sim((p \wedge p) \vee (p \wedge p)) \vee (q \wedge q) \overset{17}{\Leftrightarrow} (\sim(p \wedge p) \wedge \sim(p \wedge p)) \vee (q \wedge q) \overset{16}{\Leftrightarrow}$

$((\sim p \vee \sim p) \wedge (\sim p \vee \sim p)) \vee (q \wedge q) \overset{24}{\Leftrightarrow} ((\sim p) \wedge (\sim p)) \vee (q \wedge q) \overset{23}{\Leftrightarrow}$

$(\sim p) \vee (q) \overset{2}{\Leftrightarrow} p \to q$ ∴ Vale a equivalência.

⑤ e) $(p \to r) \vee (q \to r) \Leftrightarrow p \wedge q \to r$

$(p \to r) \vee (q \to r) \overset{2}{\Leftrightarrow} (\sim p \vee r) \vee (\sim q \vee r) \overset{6}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim q \vee r \vee r \overset{24}{\Leftrightarrow}$

$\sim p \vee \sim q \vee r \overset{17}{\Leftrightarrow} \sim (\overbrace{p \wedge q}^{P}) \vee \overbrace{r}^{Q} \overset{2}{\Leftrightarrow} p \wedge q \to r$ ∴ Vale a equivalência.

f) $(p \to q) \wedge (p \to r) \Leftrightarrow p \to q \wedge r$

$(p \to q) \wedge (p \to r) \overset{29}{\Leftrightarrow} (\sim q \to \sim p) \wedge (\sim r \to \sim p) \overset{2}{\Leftrightarrow} (\overbrace{q \vee \sim p}^{P}) \wedge (r \vee \sim p)$

$\overset{7}{\Leftrightarrow} ((\overbrace{q \vee \sim p}^{P}) \wedge r) \vee ((\overbrace{q \vee \sim p}^{P}) \wedge \sim p)$

⑦ K) $(p \uparrow q) \leftrightarrow p$ FNC: $(p \wedge (p \vee q)) \wedge (\sim p) \wedge (\sim p \vee \sim q)$

$(p \uparrow q) \leftrightarrow p \overset{26}{\Leftrightarrow} (\sim p \vee \sim q) \leftrightarrow p \overset{1}{\Leftrightarrow} ((\overbrace{\sim p \vee \sim q}^{P}) \to \overbrace{p}^{Q}) \wedge (\overbrace{p}^{Q} \to (\overbrace{\sim p \vee \sim q}^{P}))$

$\overset{2}{\Leftrightarrow} (\sim (p \vee \sim q) \vee p) \wedge (\sim p \vee (\sim p \vee \sim q)) \overset{15}{\underset{17}{\Leftrightarrow}} ((p \wedge q) \vee p) \wedge (\sim p \vee (\sim p \vee \sim q))$

$((p \wedge q) \vee p) \wedge (\sim p \vee (\sim p \vee \sim q)) \overset{8}{\Leftrightarrow} ((p \vee p) \wedge (p \vee q)) \wedge (\sim p \vee (\sim p \vee \sim q))$

$\overset{8}{\Leftrightarrow} ((p \vee p) \wedge (p \vee q)) \wedge (\sim p \vee \sim p) \wedge (\sim p \vee \sim q) \overset{24}{\Leftrightarrow} (p \wedge (p \vee q)) \wedge (\sim p) \wedge (\sim p \vee \sim q)$

m) $p \uparrow \sim (q \vee r)$ FNC: $\sim p \vee (\sim q \vee r) \wedge (\sim r \vee q)$.

$p \uparrow \sim (q \vee r) \overset{26}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim (\sim (q \vee r)) \overset{30}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim (\sim (\sim (q \leftrightarrow r))) \overset{1}{\Leftrightarrow}$

$\sim p \vee \sim (\sim (\sim ((q \to r) \wedge (r \to q)))) \overset{16}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim (\sim ((\sim (q \to r)) \vee (r \to q))) \overset{2}{\Leftrightarrow}$

$\sim p \vee \sim (\sim (\sim (\sim q \vee r) \vee \sim (\sim r \vee q))) \overset{17}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim ((q \wedge \sim r) \vee (r \wedge \sim q))$

11

m) $\sim p \vee \sim((q \wedge \sim r) \vee (r \wedge \sim q)) \overset{17}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim(q \wedge \sim r) \wedge \sim(r \wedge \sim q) \overset{16}{\Leftrightarrow}$

$\sim p \vee (\sim q \vee r) \wedge (\sim r \vee q)$.

l) $\sim p \downarrow (q \veebar p)$ FNC: $p \wedge (\sim q \vee p) \wedge (\sim p \vee q)$

$\sim p \downarrow (q \veebar p) \overset{30}{\Leftrightarrow} \sim p \downarrow \sim(q \leftrightarrow p) \overset{1}{\Leftrightarrow} \sim p \downarrow \sim((q \to p) \wedge (p \to q)) \overset{2}{\Leftrightarrow}$

$\sim p \downarrow \sim((\sim q \vee p) \wedge (\sim p \vee q)) \overset{25}{\Leftrightarrow} \sim\sim p \wedge \sim\sim((\sim q \vee p) \wedge (\sim p \vee q)) \overset{15}{\Leftrightarrow}$

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

m) $(\sim(\sim p \uparrow \sim q)) \downarrow (r \to \sim p)$ FNC: $(p \vee q) \wedge r \wedge p$

$(\sim(\sim p \uparrow \sim q)) \downarrow (r \to \sim p) \overset{26}{\Leftrightarrow} (\sim(\sim\sim p \vee \sim\sim q)) \downarrow (r \to \sim p) \overset{17}{\underset{15}{\Leftrightarrow}}$

$(\sim p \wedge \sim q) \downarrow (r \to \sim p) \overset{25}{\Leftrightarrow} \sim(\sim p \wedge \sim q) \wedge \sim(r \to \sim p) \overset{2}{\Leftrightarrow}$

$\sim(\sim p \wedge \sim q) \wedge \sim(\sim r \vee \sim p) \overset{16}{\underset{15}{\Leftrightarrow}} (p \vee q) \wedge \sim(\sim r \vee \sim p) \overset{15}{\underset{17}{\Leftrightarrow}} (p \vee q) \wedge r \wedge p$

⑧ a) $\sim(\sim p \vee \sim q)$ FND: $p \wedge q$

$\sim(\sim p \vee \sim q) \overset{15}{\underset{17}{\Leftrightarrow}} p \wedge q$

c) $(p \to q) \wedge \sim p$ FND: $\sim p \vee (\sim p \wedge q)$

$(p \to q) \wedge \sim p \overset{2}{\Leftrightarrow} (\sim p \vee q) \wedge \sim p \overset{7}{\Leftrightarrow} (\sim p \wedge \sim p) \vee (\sim p \wedge q) \overset{23}{\Leftrightarrow} \sim p \vee (\sim p \wedge q)$

b) $\sim(p \to q)$ FND: $p \wedge \sim q$

$\sim(p \to q) \overset{29}{\Leftrightarrow} p \wedge \sim q$

d) $\sim(p \vee q)$ FND: $\sim p \wedge \sim q$

$\sim(p \vee q) \overset{12}{\Leftrightarrow} \sim p \wedge \sim q$

e) $(p \to q) \vee \sim p$ FND: $\sim p \vee q$

$(p \to q) \vee \sim p \overset{2}{\Leftrightarrow} (\sim p \vee q) \vee \sim p \overset{6}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim p \vee q \overset{24}{\Leftrightarrow} \sim p \vee q$

f) $\sim(p \wedge q)$ FND: $\sim p \vee \sim q$

$\sim(p \wedge q) \overset{15}{\Leftrightarrow} (\sim p \vee \sim q)$

g) $p \veebar \sim p$ FND: $(p \wedge q) \vee \sim p$

$p \veebar \sim p \overset{30}{\Leftrightarrow} \sim(p \leftrightarrow \sim p) \overset{1}{\Leftrightarrow} \sim((p \to \sim p) \wedge (\sim p \to p)) \overset{16}{\Leftrightarrow} \sim(p \to \sim q) \vee \sim(\sim p \to p)$

$\overset{3}{\Leftrightarrow} \sim(\sim p \vee \sim q) \vee \sim(\sim\sim p \vee p) \overset{15}{\underset{17}{\Leftrightarrow}} (p \wedge q) \vee (\sim p \wedge \sim p) \overset{23}{\Leftrightarrow} (p \wedge q) \vee (\sim p)$

h) $p \leftrightarrow \sim p$ FND: $p \wedge \sim p$

$p \leftrightarrow \sim p \overset{1}{\Leftrightarrow} (p \to \sim p) \wedge (\sim p \to p) \overset{2}{\Leftrightarrow} (\sim p \vee \sim p) \wedge (\sim\sim p \vee p) \overset{15}{\underset{24}{\Leftrightarrow}} \sim p \wedge p$

i) $p \uparrow q$ FND: $\sim p \vee \sim q$

$p \uparrow q \overset{26}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim q$

j) $p \downarrow q$ FND: $\sim p \wedge \sim q$

$p \downarrow q \overset{25}{\Leftrightarrow} \sim p \wedge \sim q$

k) $p \uparrow p$ FND: $\sim p$

$p \uparrow p \overset{26}{\Leftrightarrow} \sim p \vee \sim p \overset{24}{\Leftrightarrow} \sim p$

l) $p \uparrow \sim p$ FND: $\sim p \vee p$

$p \uparrow \sim p \overset{26}{\underset{15}{\Leftrightarrow}} \sim p \vee p$