



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Exercícios de Representação do Conhecimento - Vol I

Ana Cardoso-Cachopo
Helena Sofia Pinto
João Pavão Martins

Outubro de 2004

Exercícios de Representação do Conhecimento - Vol I

Ana Cardoso-Cachopo
Helena Sofia Pinto
João Pavão Martins

Outubro de 2004

Conteúdo

1	Introdução	3
2	Lógica clássica — Representação	4
3	Lógica clássica — Sistemas sintático e semântico	11
4	Lógica da implicação relevante	13
5	Lógica da omissão de Reiter — Represent. e sistema sintático	15
6	Lógica da omissão de Reiter — Sistema semântico	22
7	Sistemas de revisão de crenças	25
8	SNePS — Representação	30
9	SNePS — Representação e ATMS	36
10	KEE	42
11	KL-ONE	49

Prefácio

Este documento corresponde a uma compilação de enunciados de exercícios que foram usados na disciplina de Representação de Conhecimento da LEIC entre os anos lectivos 1992/1993 e 2002/2003.

Alguns deles foram criados especificamente para as aulas práticas ou para as provas de avaliação da disciplina e outros foram tirados de livros ou artigos acerca da matéria em questão.

Sempre que possível, indiquei no início de cada enunciado a sua autoria, entre parêntesis, de acordo com a seguinte tabela:

Autor	Etiqueta	Número de Exercícios
Ana Cachopo	(AC)	66
Ana Cachopo + Sofia Pinto	(AC+SP)	28
Ana Cachopo + Sofia Pinto + ?	(AC+SP+?)	3
João P. Martins	(JPM)	27
Sofia Pinto	(SP)	4
Não identificado	(?)	12
Total		140

Os exercícios marcados com '(?)' ou foram tirados da bibliografia existente ou foram produzidos pela Prof. Maria dos Remédios Cravo ou pelo Eng. Daniel Viegas Gonçalves.

Algumas figuras dos capítulos dos Sistemas de Revisão de Crenças e do SNePS foram passadas para computador pela D. Elsa Luis Teixeira.

O Eng. João Cachopo ajudou-me a fazer as figuras iniciais dos capítulos da Lógica Modal e da Lógica da Omissão de Reiter, bem como a tornar estas páginas mais apresentáveis usando o LaTeX.

Desejo que este documento seja útil a quem o usar.

A editora

Ana Cardoso-Cachopo

1 Introdução

Exercício 1.1 (JPM)

Qual a importância da representação do conhecimento para a inteligência artificial?

Exercício 1.2 (JPM)

Uma das hipóteses subjacentes à representação do conhecimento é a chamada *hipótese dos símbolos físicos*. Explique em que consiste esta hipótese e qual a sua importância para a representação do conhecimento.

Exercício 1.3 (JPM)

Uma das hipóteses subjacentes à representação do conhecimento é a chamada *hipótese da representação do conhecimento*. Explique em que consiste esta hipótese e qual a sua importância para a representação do conhecimento.

Exercício 1.4 (JPM)

Duas das hipóteses subjacentes à representação do conhecimento são a *hipótese dos símbolos físicos* e a *hipótese da representação do conhecimento*. Enuncie cada uma delas e diga qual a diferença entre elas.

Exercício 1.5 (JPM)

A controvérsia do declarativo face ao procedimental reflecte um desacordo entre os investigadores em IA.

1. Explique a origem desta controvérsia.
2. Explique como é que ela foi resolvida.

Exercício 1.6 (JPM)

Diga quais são as vantagens de uma representação declarativa.

Exercício 1.7 (JPM)

Forneça argumentos a favor da representação procedimental. Explique a razão porque também é necessário utilizar uma representação declarativa.

Exercício 1.8 (JPM)

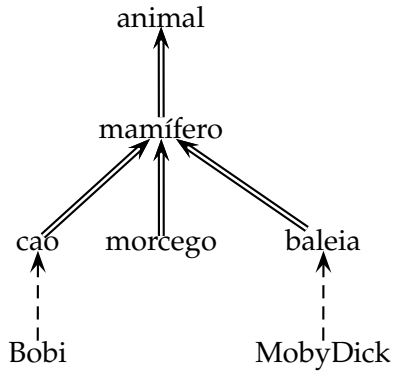
A Representação do Conhecimento pode ser abordada a dois níveis diferentes: o nível do conhecimento e o nível dos símbolos.

1. Em que consiste a abordagem ao nível do conhecimento? Quais as operações que são definidas?
2. Em que consiste a abordagem ao nível dos símbolos?

2 Lógica clássica — Representação

Exercício 2.1 (AC+SP)

Represente em lógica de primeira ordem a hierarquia:



Em que:

- $a \Longrightarrow b$ significa que todos os as são bs
 $A \dashrightarrow b$ significa que este A é um b

Exercício 2.2 (AC+SP)

Represente o atributo forma de deslocação para a hierarquia anterior.

Exercício 2.3 (AC+SP+?)

Represente em LPO as afirmações:

1. O BolaDeNeve ou é um gato ou é um cão (mas não os dois simultaneamente).
2. Qualquer pessoa que seja persistente pode aprender lógica.
3. Nenhum político é honesto.
4. Nem todos os pássaros voam.
5. Se alguém consegue fazer Isso, então o Zé também consegue.
(Considerar que Isso é uma constante da linguagem.)
6. Tudo o que alguém consegue fazer o Zé também consegue.
7. O Rui odeia todos os que não se odeiam a si próprios.
8. O Pai da Maria é casado com a Mãe da Maria.

Exercício 2.4 (AC)

Represente em lógica de primeira ordem a seguinte informação:

1. A relação “está casado com” é simétrica.
2. Uma relação r é simétrica sse, quaisquer que sejam os objectos x e y considerados, se se verificar $r(x, y)$, então também se verifica $r(y, x)$.

3. A Rita está casada com o Rui.

Com base nesta informação consegue inferir que o Rui está casado com a Rita? Porquê?

Exercício 2.5 (AC)

Escreva em Português as asserções determinadas pelas seguintes fórmulas e respectiva interpretação:

1. $\forall(x)[A_2^1(x) \rightarrow A_1^1(x)]$
2. $\exists(x, y)[A_1^1(x) \wedge A_1^1(y) \wedge A_1^2(x, y)]$
3. $\forall(x)[A_1^1(x) \rightarrow \exists(y)[A_3^1(y) \wedge A_2^2(y, x)]]$

onde o domínio é o conjunto de todos os objectos e

$A_1^1(x)$ significa que x é um barco

$A_2^1(x)$ significa que x é um barco a motor

$A_3^1(x)$ significa que x é uma pessoa

$A_1^2(x, y)$ significa que x chocou com y

$A_2^2(x, y)$ significa que x é o piloto de y

Exercício 2.6 (JPM)

Represente, usando a lógica, a seguinte afirmação: uma relação é transitiva sse, para quaisquer x , y e z , se x e y verificam a relação e se y e z verificam a relação, então x e z verificam a relação.

Exercício 2.7 (?)

Represente em lógica de primeira ordem as seguintes afirmações, considerando:

$N(x)$ - x é um número

$I(x)$ - x é interessante

$<(x, y)$ - x é menor que y

$\neq(x, y)$ - x é diferente de y

Zero - Constante da linguagem

1. Zero é menor que qualquer número.
2. Quando todos os números são interessantes, o Zero é interessante.
3. Nenhum número é menor que zero.

4. Não há nenhum número tal que todos os números são menores que ele.
5. Qualquer número desinteressante para o qual todos os números que lhe são menores são interessantes, é interessante.
6. Não há nenhum número maior que todos os outros.

Exercício 2.8 (?)

Escreva as seguintes frases em lógica de primeira ordem:

1. Todos os sólidos são solúveis em algum líquido.
2. Existe um líquido em que todos os sólidos são solúveis.
3. Se os cavalos são animais, então todas as cabeças de cavalos são cabeças de animais.
4. Todo o agricultor que tem um burro bate-lhe.
5. Ninguém gosta de toda a gente.
6. Alguém engana todas as pessoas algumas vezes.
7. Ninguém consegue enganar todas as pessoas sempre.
8. O Zé enganou o seu pai.

Exercício 2.9 (AC+SP)

Represente em lógica de primeira ordem as seguintes declarações relativas a informação hierárquica sobre classes de animais e das propriedades associadas a essas classes.

1. Os mamíferos são animais.
2. Os gatos são mamíferos.
3. O Pompom é um gato.
4. Os animais têm um modo de deslocação, um modo de respiração e um tipo de alimentação.
5. O modo de respiração dos mamíferos é pulmões.
6. O tipo de alimentação dos gatos é carnívoro.

Exercício 2.10 (AC)

Represente as seguintes frases em lógica de primeira ordem:

1. O Zé é mais baixo que a Maria.
2. A Maria é mais alta que o Zé.
3. Não há ninguém que seja mais alto que o Rui.
4. Tanto a Maria como o Manel são mais altos que o Zé.

5. Para qualquer x e qualquer y , se x é mais alto que y , então y é mais baixo que x .
6. “Mais baixo que” é transitiva.

Exercício 2.11 (?)

1. Represente a seguinte informação usando lógica de primeira ordem.
 - (a) Os animais correm mais do que os animais que eles comem.
 - (b) Os animais carnívoros comem outros animais.
 - (c) A relação “correr mais que” é transitiva: se x corre mais que y e y corre mais que z , então x corre mais que z .
 - (d) Os leões comem zebras.
 - (e) As zebras correm mais que os cães.
 - (f) Os cães são carnívoros.
 - (g) O Bobi é um cão.
2. Com base na informação que representou em lógica pode concluir que os leões correm mais do que algum outro animal? Comente.

Exercício 2.12 (?)

Mozart visitou Viena três vezes e morreu lá. Em qual das três visitas é que ele morreu?

Represente em lógica de primeira ordem a informação necessária para conseguir concluir em qual das visitas é que ele morreu. Repare que pode haver informação adicional que é necessário representar para que se consiga tirar a conclusão desejada. Mostre como é que consegue chegar ao resultado desejado.

Exercício 2.13 (AC)

Se representarmos que “o Rui gosta do seu gato” como $Gosta(Rui, gatoDe(Rui))$, estamos implicitamente a assumir que o Rui só tem um gato.

1. Porquê?
2. Como é que poderíamos representar que “o Rui gosta de todos os seus gatos”?
3. Qual seria o valor de verdade desta última fórmula se o Rui não tivesse gatos nenhuns? Porquê?
4. E o que poderíamos dizer acerca da fórmula $Gosta(Rui, gatoDe(Rui))$ se o Rui não tivesse gatos nenhuns? Porquê?

Exercício 2.14 (AC)

Represente em lógica de primeira ordem as seguintes frases:

1. Nem todas as pessoas são altas.
2. Algumas pessoas só são espirituosas quando estão bêbedas.

3. Não há nenhum aluno da LEEC que seja mais inteligente do que todos os alunos da LEIC.
4. Todos os conjuntos que têm os mesmos elementos são iguais (sugestão: considere que existem os predicados *pertence* e *iguais*).
5. Todos os ex-alunos da LEIC têm pelo menos um emprego.

Exercício 2.15 (AC)

1. Uma relação diz-se uma relação de equivalência sse for simultaneamente simétrica, transitiva e reflexiva. Represente esta frase usando lógica de primeira ordem. Represente também o que significa cada uma das propriedades das relações de equivalência.
2. Com base na informação da alínea anterior, represente as seguintes frases:
 - (a) “Andar no mesmo curso que” é uma relação de equivalência.
 - (b) A Rita anda no mesmo curso que o Rui.
 - (c) O Rui anda no mesmo curso que a Isabel.

Com base nesta informação consegue deduzir que a Rita anda no mesmo curso que a Isabel? Porquê?

Exercício 2.16 (SP)

Escreva em Português as asserções determinadas pelas seguintes fórmulas e respectivas interpretações:

1. $\forall(x, y)[A_1^2(x, y) \rightarrow \exists(z)[A_1^1(z) \wedge A_1^2(x, z) \wedge A_1^2(z, y)]]$
 $D =$ conjunto dos números reais
 $A_1^2(x, y)$ significa $x < y$
 $A_1^1(z)$ significa que z é um número racional
2. $\exists(x)\forall(y)[A_1^2(x, y)]$
 $D =$ conjunto das pessoas
 $A_1^2(x, y)$ significa que x ama y
3. $\forall(y)\exists(x)[A_1^2(x, y)]$
 $D =$ conjunto das pessoas
 $A_1^2(x, y)$ significa que x ama y
4. $\exists(x)\forall(y)[\neg A_1^2(x, y)]$
 $D =$ conjunto das pessoas
 $A_1^2(x, y)$ significa que x ama y

Exercício 2.17 (AC)

Escreva em Português as proposições representadas pelas seguintes fbfs:

1. $\exists(x)\forall(y)[F(x, y)]$
2. $\forall(x)[(\exists(y)[F(x, y)]) \rightarrow F(x, x)]$

3. $\exists(x)\forall(y)[\neg F(x, y)]$
4. $\exists(x)[\forall(y)[F(y, x)] \rightarrow \exists(z)[F(x, z)]]$

O domínio é o conjunto de todas as pessoas e

$F(x, y)$ significa que x magoa y

Exercício 2.18 (AC)

Escreva em Português as asserções determinadas pelas seguintes fórmulas e respectivas interpretações:

1. $\forall(x)[A_1^1(x) \rightarrow (A_2^1(x) \vee A_3^1(x))]$
2. $\forall(x)[A_3^1(x) \rightarrow \exists(y)[A_4^1(y) \wedge A_1^2(x, y)]]$
3. $\exists(x)[A_3^1(x) \wedge \neg\exists(y)[A_4^1(y) \wedge A_1^2(x, y)]]$

O domínio é o conjunto de todos os objectos e:

- $A_1^1(x)$ significa que x é uma aula.
- $A_2^1(x)$ significa que x é uma aula teórica.
- $A_3^1(x)$ significa que x é uma aula prática.
- $A_4^1(x)$ significa que x é um exercício.
- $A_1^2(x, y)$ significa que y é resolvido em x .

Exercício 2.19 (AC)

Escreva em Português as asserções determinadas pelas seguintes fórmulas e respectivas interpretações:

1. $\forall(x)[(A_1^1(x) \wedge A_2^1(x)) \rightarrow \exists(y)[A_3^1(y) \wedge A_1^2(x, y)]]$
2. $A_3^1(RC)$
3. $\exists(x)[A_3^1(x) \wedge \forall(y)[A_1^1(y) \rightarrow A_2^2(y, x)]]$
4. $\neg\exists(x)[A_1^1(x) \wedge \forall(y)[A_3^1(y) \rightarrow \neg A_2^2(x, y)]]$

O domínio é o conjunto de todos os objectos e:

- $A_1^1(x)$ significa que x é um aluno.
- $A_2^1(x)$ significa que x é aplicado.
- $A_3^1(x)$ significa que x é uma disciplina.

$A_1^2(x, y)$ significa que x estuda y .

$A_2^2(x, y)$ significa que x acha y interessante.

Exercício 2.20 (AC)

Escreva em Português as asserções determinadas pelas seguintes fórmulas e respectivas interpretações:

1. $\exists(x)[(A_1^1(x) \wedge A_2^1(x)) \wedge \forall(y)[A_3^1(y) \rightarrow A_1^2(x, y)]]$
2. $\neg\forall(x)[A_1^1(x) \rightarrow A_2^1(x)]$
3. $\forall(x)[(A_3^1(x) \wedge A_4^1(x)) \rightarrow \forall(y)[A_1^1(y) \rightarrow A_1^2(y, x)]]$
4. $\forall(x)[(A_1^1(x) \wedge \neg\exists(y)[A_3^1(y) \wedge A_1^2(x, y)]) \rightarrow \neg A_2^1(x)]$
5. $\forall(x)[A_3^1(x) \rightarrow A_4^1(x)]$

O domínio é o conjunto de todos os objectos e:

$A_1^1(x)$ significa que x é um aluno.

$A_2^1(x)$ significa que x é aplicado.

$A_3^1(x)$ significa que x é uma disciplina.

$A_4^1(x)$ significa que x é interessante.

$A_1^2(x, y)$ significa que x estuda y .

3 Lógica clássica — Sistemas sintático e semântico

Exercício 3.1 (AC)

Considere o seguinte argumento:

$$\{A \vee B\} \vdash ((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C)) \rightarrow C$$

1. Prove-o, utilizando o sistema de dedução natural da lógica de primeira ordem.
2. Mostre que ele é válido, utilizando o sistema semântico da lógica de primeira ordem.

Exercício 3.2 (AC)

Considere o seguinte teorema:

$$((A \vee B) \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow C)$$

1. Demonstre-o, utilizando o sistema de dedução natural da lógica de primeira ordem.
2. Demonstre-o, utilizando o sistema semântico da lógica de primeira ordem.

Exercício 3.3 (SP)

Considere o seguinte conjunto de fórmulas:

$$\{C \rightarrow D, (A \vee B) \rightarrow C\}$$

1. Diga quais são os modelos desse conjunto.
2. Acrescente a fórmula A ao conjunto. Diga quais são os seus modelos.
3. Quais das fórmulas A, B, C, D são consequências lógicas do conjunto dado na alínea anterior?

Exercício 3.4 (SP)

Mostre, utilizando a semântica, que o seguinte argumento não é válido.

$$(\{Cao(Bobi) \vee Gato(Bobi)\}, Cao(Bobi))$$

Exercício 3.5 (AC)

Considere os seguintes teoremas e argumentos.

Prove cada um deles em lógica clássica

(a) usando o sistema dedutivo

(b) usando o sistema semântico.

1. $\{(A \rightarrow (B \wedge C))\} \vdash ((A \rightarrow B) \wedge (A \rightarrow C))$
2. $((A \rightarrow B) \wedge A) \rightarrow B$
3. $\{A \rightarrow C, B \rightarrow C, A \vee B\} \vdash C$

4. $((A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C) \wedge A) \rightarrow C$
5. $((A \rightarrow B) \wedge (A \rightarrow C)) \rightarrow (A \rightarrow (B \wedge C))$

Exercício 3.6 (JPM)

Um dos problemas que é apontado à lógica como método de representação de conhecimento é a semi-decidibilidade da lógica de primeira ordem. Discuta, fundamente e contraponha razões a esta afirmação.

Exercício 3.7 (JPM)

Diga o que é uma lógica sólida. Qual a importância desta propriedade?

Exercício 3.8 (JPM)

Diga o que é uma lógica completa. Qual a importância desta propriedade?

Exercício 3.9 (JPM)

A lógica de primeira ordem tem a propriedade de ser monótona. Em que consiste esta propriedade? Será que é uma propriedade desejável num formalismo de representação do conhecimento?

Exercício 3.10 (JPM)

Explique as vantagens e inconvenientes da representação do conhecimento baseada em lógica.

Exercício 3.11 (JPM)

Uma lógica é constituída por um sistema dedutivo e por um sistema semântico.

1. Explique detalhadamente em que consiste cada um destes componentes numa lógica.
2. Quais as relações que podem existir entre os dois componentes?

Exercício 3.12 (JPM)

Defina:

1. Argumento
2. Argumento válido
3. Derivabilidade

Exercício 3.13 (JPM)

O que é uma conceptualização? Diga para que serve, quais são os seus constituintes e o que contém cada um deles.

Exercício 3.14 (JPM)

1. Diga o que é uma regra de inferência.
2. Diga em que consiste uma prova de α a partir de Δ .

4 Lógica da implicação relevante

Exercício 4.1 (AC+SP)

Prove em lógica da implicação relevante os seguintes teoremas. Caso não o consiga fazer, diga qual ou quais as regras que não o permitiram.

1. $A \Rightarrow (B \Rightarrow A)$
2. $(A \wedge \neg A) \Rightarrow B$

Exercício 4.2 (AC)

Prove na lógica da implicação relevante os seguintes teoremas e argumentos:

1. $((A \Rightarrow B) \wedge A) \Rightarrow B$
2. $((A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow C) \wedge A) \Rightarrow C$
3. $\{A \vee B, ((A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow C))\} \vdash C$
4. $\{(A \Rightarrow \neg C)\} \vdash ((B \Rightarrow C) \Rightarrow (A \Rightarrow \neg B))$

Exercício 4.3 (AC)

1. Prove, na lógica da implicação relevante, o seguinte teorema: $A \Rightarrow ((A \Rightarrow B) \Rightarrow B)$
2. Considerando que $(A \Rightarrow B)$ é equivalente a $(\neg A \vee B)$, deveria conseguir provar o teorema: $A \Rightarrow ((\neg A \vee B) \Rightarrow B)$. Embora o consiga fazer em lógica clássica, não o consegue fazer na lógica da implicação relevante.
 - (a) Prove este teorema na lógica clássica.
 - (b) Explique porque é que não o consegue provar usando a lógica da implicação relevante.

Exercício 4.4 (AC)

Prove na lógica da implicação relevante os seguintes teoremas e argumentos:

1. $(A \Rightarrow (A \Rightarrow B)) \Rightarrow (A \Rightarrow B)$
2. $((A \Rightarrow C) \wedge (B \Rightarrow C) \wedge (A \vee B)) \Rightarrow C$
3. $((A \Rightarrow B) \wedge (A \Rightarrow C)) \Rightarrow (A \Rightarrow (B \wedge C))$
4. $(A \Rightarrow (B \wedge C)) \Rightarrow ((A \Rightarrow B) \wedge (A \Rightarrow C))$
5. $\{(A \vee B)\} \vdash (((A \Rightarrow (B \wedge C)) \wedge (B \Rightarrow C)) \Rightarrow C)$
6. $(B \Rightarrow A) \Rightarrow (B \Rightarrow (A \vee C))$
7. $(A \Rightarrow (A \Rightarrow B)) \Rightarrow (A \Rightarrow (B \vee C))$
8. $((A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow \neg A)) \Rightarrow \neg A$

9. $\{A \Rightarrow B\} \vdash (A \wedge (B \Rightarrow C)) \Rightarrow C$
10. $((A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow C)) \Rightarrow (A \Rightarrow C)$
11. $(A \Rightarrow (B \Rightarrow C)) \Rightarrow ((A \Rightarrow B) \Rightarrow (A \Rightarrow C))$
12. $\{A \wedge B\} \vdash ((A \Rightarrow C) \wedge (B \Rightarrow C)) \Rightarrow C$
13. $(A \Rightarrow (B \Rightarrow C)) \Rightarrow ((A \wedge B) \Rightarrow C)$

Exercício 4.5 (JPM)

Explique em que é que a lógica da implicação relevante é diferente da lógica de primeira ordem (max. 100 palavras).

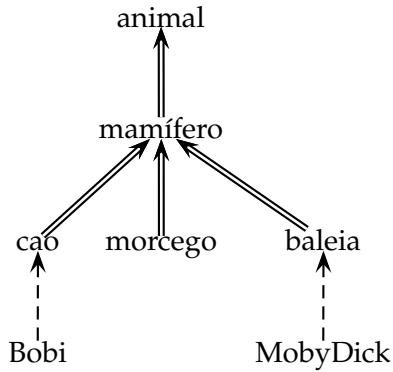
Exercício 4.6 (JPM)

Explique a razão para a criação de lógicas não clássicas.

5 Lógica da omissão de Reiter — Represent. e sistema sintático

Exercício 5.1 (AC+SP)

Represente na LO do Reiter a seguinte hierarquia:



Em que:

- $a \Longrightarrow b$ significa que todos os *as* são *bs*
 $A \dashrightarrow b$ significa que este *A* é um *b*

Exercício 5.2 (AC+SP)

Represente o atributo forma de deslocação para a hierarquia anterior.

Exercício 5.3 (AC+SP)

Acrescente à hierarquia anterior um morcego chamado Vampy, e faça as alterações necessárias à sua resposta ao exercício anterior para representar o seguinte: O Vampy tem as asas partidas. Os morcegos com as asas partidas não voam, andam.

Exercício 5.4 (AC+SP)

Represente as seguintes frases usando a lógica de omissão do Reiter:

1. O BolaDeNeve ou é um gato ou é um cão (mas não os dois simultaneamente).
2. Normalmente os universitários são adultos.
3. Normalmente os adultos são empregados, a não ser que sejam universitários.
4. Em geral os universitários não gostam de estudar.
5. Tipicamente os programas da Microsoft que são novos têm bugs.
6. Em geral os utilizadores não gostam de programas com bugs.
7. O Windows XP é um programa novo da microsoft.

Exercício 5.5 (AC)

Diga se as seguintes regras de omissão fazem ou não sentido. As que não fazem explique porquê. As que fazem diga o que significam.

1. $\frac{A(x):B(x)}{A(x)}$
2. $\frac{Pessoa(x)\wedge Casado(x):TemFilhos(x)}{TemFilhos(x)}$
3. $\frac{A(x):B(x)}{C(x)}$
4. $\frac{\neg A}{A}$
5. $\frac{A(x):}{B(x)}$

Exercício 5.6 (?)

Mostrar, por via sintáctica, que a teoria de omissão $(\{\frac{\neg A}{\neg A}\}, \{\})$ não tem extensões.

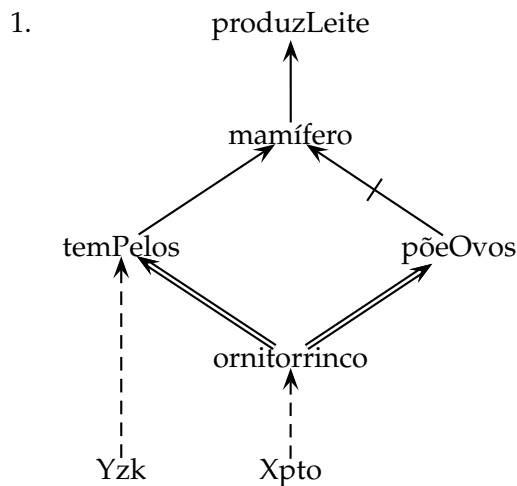
Exercício 5.7 (AC+SP)

Considere as seguintes hierarquias, em que:

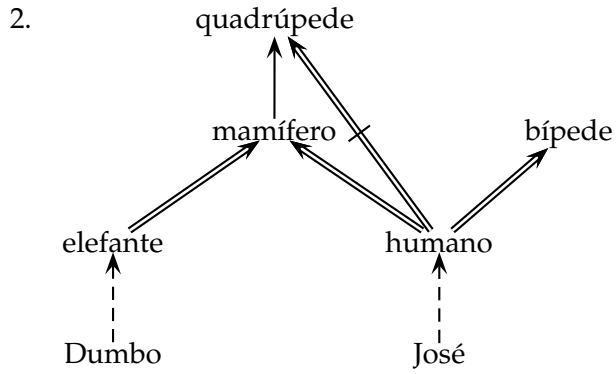
- $a \implies b$ significa que todos os *as* são *bs*
- $a \not\implies b$ significa que nenhum *a* é um *b*
- $a \xrightarrow{\text{normal}} b$ significa que normalmente os *as* são *bs*
- $a \not\xrightarrow{\text{normal}} b$ significa que normalmente os *as* não são *bs*
- $A \dashrightarrow b$ significa que este *A* é um *b*
- $A \not\rightarrow b$ significa que este *A* não é um *b*

Para cada uma delas:

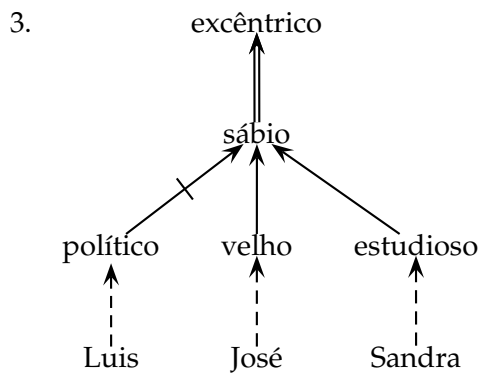
- (a) Represente-a usando uma teoria de omissão da lógica de omissão do Reiter.
- (b) Determine, pela via sintáctica, as extensões dessa teoria.
- (c) Diga o que consegue concluir acerca de cada uma das instâncias, tendo em conta que pode existir mais do que uma extensão para essa teoria.



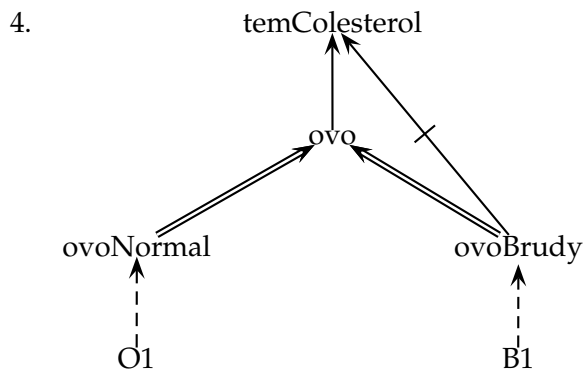
- (d) Explique se algumas destas conclusões podem ser invalidadas por nova informação.



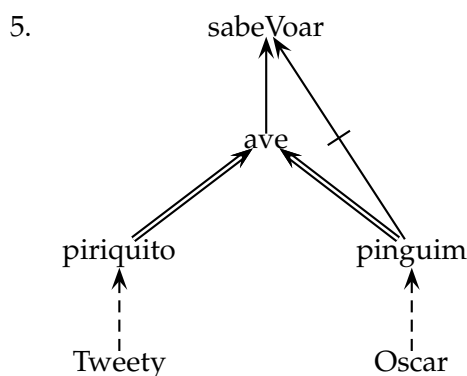
(d) Explique se algumas destas conclusões podem ser invalidadas por nova informação.



(d) Considere agora que a Sandra, para além de estudiosa, é também um político. Diga, justificando, como alteraria a representação efectuada na alínea anterior e o que pode agora concluir sobre o Luis, o José e a Sandra.

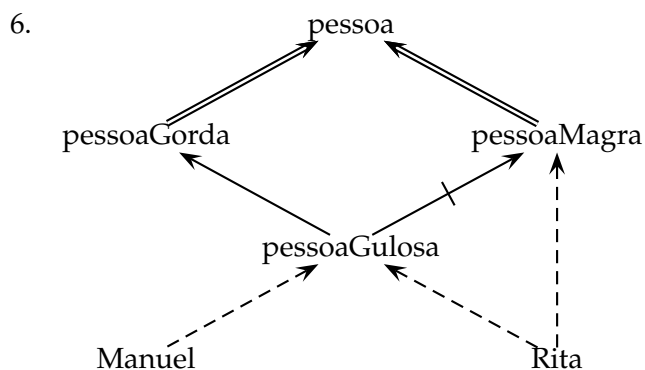


(d) Que alterações teria que fazer à hierarquia anterior para acrescentar o C1, que é um ovo de chocolate?

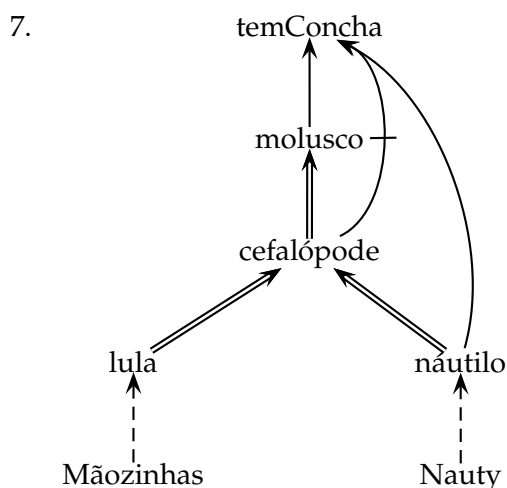


(d) Que alterações teria que fazer à hierarquia anterior para acrescentar o *Aviador*, que é um pinguim australiano, sabendo que os pinguins australianos são pinguins que sabem voar?

(Basta alterar o desenho do enunciado.)



(d) Explique se algumas destas conclusões podem ser invalidadas por nova informação.



(d) Diga qual o conjunto de conclusões que prefere. Diga como deveria alterar a representação anterior para que apenas existisse esse conjunto de conclusões. Se não o conseguir fazer, explique porque é que não consegue.

Exercício 5.8 (?)

Considere as seguintes listas de afirmações. Para cada uma delas:

- (a) Represente-a usando uma teoria de omissão da lógica de omissão do Reiter.
- (b) Determine, pela via sintáctica, as extensões dessa teoria.
- (c) Diga o que consegue concluir acerca de cada uma das instâncias, tendo em conta que pode existir mais do que uma extensão para essa teoria.

- 1. Tipicamente, os Italianos são católicos.
Normalmente, os católicos vão à missa.
Normalmente os comunistas não são católicos.
O Giuseppe é Italiano.

O Giuseppe é comunista.

(d) Altere uma ou mais das regras de omissão dessa teoria, de forma a que passe a ter apenas uma extensão, na qual o Giuseppe não é católico.

2. Normalmente, as aves voam, a não ser que sejam pinguins.

Normalmente, os pinguins não voam.

Todos os pinguins são aves.

O Piupiu é um pinguim.

(d) Quais destas conclusões podem ser invalidadas por nova informação? Porquê?

3. Normalmente, a seguir ao jantar, o filho do Nuno usa o computador, a não ser que o Nuno o esteja a usar.

Normalmente, a seguir ao jantar, o Nuno usa o computador.

Estamos a seguir ao jantar (agora).

Nota: considere que existe o predicado *Usa*, de três argumentos, em que o primeiro é o que é que está a ser usado, o segundo é quem é que o está a usar, e o terceiro é quando é que está a ser usado.

4. Normalmente, quando alguém faz anos, os amigos dão-lhe presentes, a não ser que não saibam.

Normalmente, os amigos afastados não sabem quando é que os amigos fazem anos.

Os amigos afastados são amigos.

O Zé faz anos.

O António é amigo do Zé.

O Pedro é amigo afastado do Zé.

Nota: considere que existe o predicado *SabeFazAnos*(x, y), que significa que x sabe que y faz anos.

5. Normalmente, os cônjuges vivem juntos, a não ser que trabalhem em cidades diferentes.

Normalmente, os cônjuges não trabalham em cidades diferentes.

Normalmente, os cônjuges de um casal de embaixadores trabalham em cidades diferentes.

O Zé é embaixador(a).

A Mariana é embaixador(a).

O Zé e a Mariana são casados um com o outro (isto é, são cônjuges um do outro).

(d) Explique se algumas destas conclusões podem ser invalidadas por nova informação.

Nota: considere que existe o predicado *TraCidDif*(x, y), que significa que x e y trabalham em cidades diferentes.

Exercício 5.9 (AC)

Represente as seguintes afirmações usando a lógica de omissão de Reiter:

1. Tipicamente, quando alguém faz anos, os seus amigos dão-lhe presentes.
2. Os acusados são assumidos inocentes até prova em contrário.
3. As crianças normalmente recebem presentes excepto se tiverem sido más.
4. Em geral, os livros são caros.
5. Até prova em contrário, a melhor solução encontrada até agora é a melhor solução.
6. Normalmente, os polícias são honestos.
7. Tipicamente os programas de computador são pirateados.
8. Normalmente, os católicos vão à missa no Domingo excepto se houver jogo de futebol.
9. A reunião é na quarta-feira excepto se for desmarcada.
10. Normalmente, as pessoas não têm irmãos mais velhos.
11. A rede normalmente está lenta, a não ser que seja fim-de-semana.
12. Quando está sol, é normalmente um bom dia de praia.

Exercício 5.10 (AC)

Considere as seguintes teorias da lógica da omissão de Reiter:

- $\mathcal{T}_1 = (\Psi_1, \Delta)$, onde $\Psi_1 = \{\frac{A:B,C}{D}\}$ e $\Delta = \{A, \neg B \vee \neg C\}$
- $\mathcal{T}_2 = (\Psi_2, \Delta)$, onde $\Psi_2 = \{\frac{A:BA\wedge C}{D}\}$ e $\Delta = \{A, \neg B \vee \neg C\}$

Determine, pela via sintáctica, as extensões de cada uma delas.

Exercício 5.11 (AC)

Considere a seguinte teoria da lógica da omissão de Reiter:

$$\mathcal{T} = (\Psi, \Delta), \text{ onde } \Psi = \{\frac{A:B}{C}\} \text{ e } \Delta = \{A, \neg C\}$$

Determine, pela via sintáctica, as suas extensões.

Exercício 5.12 (JPM)

Explique o que é uma regra de omissão na Lógica de Omissão e qual o seu significado.

Exercício 5.13 (SP)

Como representar conhecimento do tipo procedimental na lógica da omissão?

Exercício 5.14 (AC+SP)

Suponha que quer representar conhecimento sobre relações de parentesco na LOReiter, nomeadamente para deduzir quando é que alguém é tio ou tia de alguém. Quais as alterações a introduzir à sua resposta a este mesmo problema quando resolvido em LPO?

Exercício 5.15 (JPM)

Descreva duas situações do mundo real em que o raciocínio por omissão é utilizado e traduza as regras correspondentes para a LOReiter.

Exercício 5.16 (JPM)

Quais os problemas que as lógicas não monótonas abordam? Qual a razão porque a lógica clássica não pode resolver estes problemas?

6 Lógica da omissão de Reiter — Sistema semântico

Exercício 6.1 (AC+SP+?)

Determine as extensões das teorias de omissão seguintes pela via semântica:

1. $\mathcal{T}_1 = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{\})$
 $\psi_1 = \frac{:P \wedge \neg Q}{\neg Q}, \psi_2 = \frac{:Q \wedge \neg R}{\neg R}, \psi_3 = \frac{:R \wedge \neg P}{\neg P}$
2. $\mathcal{T}_2 = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{P\})$
 $\psi_1 = \frac{P:Q}{Q}, \psi_2 = \frac{Q:R}{R}, \psi_3 = \frac{Q:\neg R}{\neg R}$
3. $\mathcal{T}_3 = (\{\psi_1, \psi_2\}, \{\text{Universitario}(\text{Rui}), \text{Adulto}(\text{Ze})\})$
 $\psi_1 = \frac{\text{Universitario}(x): \text{Adulto}(x)}{\text{Adulto}(x)}, \psi_2 = \frac{\text{Adulto}(x): \text{Empregado}(x) \wedge \neg \text{Universitario}(x)}{\text{Empregado}(x)}$
4. $\mathcal{T}_4 = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{P \rightarrow \neg Q, Q \rightarrow \neg R\})$
 $\psi_1 = \frac{:P}{P}, \psi_2 = \frac{:Q \wedge R}{Q}, \psi_3 = \frac{:R}{R}$
5. $\mathcal{T}_5 = (\{\psi_1, \psi_2\}, \{P, Q\})$
 $\psi_1 = \frac{P:R \wedge \neg S}{R}, \psi_2 = \frac{Q:S}{S}$
6. $\mathcal{T}_6 = (\{\psi_1, \psi_2\}, \{P\})$
 $\psi_1 = \frac{P:Q}{Q}, \psi_2 = \frac{P:Q, \neg Q}{R}$
7. $\mathcal{T}_7 = (\{\psi_1\}, \{\})$
 $\psi_1 = \frac{:P}{\neg P}$
8. $\mathcal{T}_8 = (\{\psi_1, \psi_2\}, \{P \vee Q\})$
 $\psi_1 = \frac{: \neg P}{\neg P}, \psi_2 = \frac{: \neg Q}{\neg Q}$

Exercício 6.2 (AC)

Determine as extensões das teorias de omissão seguintes pela via semântica:

1. $\mathcal{T}_9 = (\{\psi_1, \psi_2\}, \{\neg P \vee \neg Q\})$
 $\psi_1 = \frac{: \neg P}{\neg P}, \psi_2 = \frac{: \neg Q}{\neg Q}$
2. $\mathcal{T}_{10} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{Q \rightarrow (\neg P \wedge R)\})$
 $\psi_1 = \frac{:P}{P}, \psi_2 = \frac{:Q}{Q}, \psi_3 = \frac{:R}{R}$
3. $\mathcal{T}_{11} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4\}, \{S \rightarrow P, S \vee Q\})$
 $\psi_1 = \frac{P \vee Q: P \wedge Q}{P \wedge Q}, \psi_2 = \frac{P \leftrightarrow Q: P \rightarrow R}{P \rightarrow R}, \psi_3 = \frac{Q \wedge R: S}{S}, \psi_4 = \frac{: \neg Q}{\neg Q}$
4. $\mathcal{T}_{12} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4\}, \{P, S\})$
 $\psi_1 = \frac{P:Q}{Q}, \psi_2 = \frac{S:T}{T}, \psi_3 = \frac{Q \wedge T: R \wedge U}{R \wedge U}, \psi_4 = \frac{: \neg R}{\neg R}$
5. $\mathcal{T}_{13} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{P, S, U\})$
 $\psi_1 = \frac{P:Q \wedge \neg R}{Q}, \psi_2 = \frac{S:R \wedge \neg T}{R}, \psi_3 = \frac{U:T \wedge \neg Q}{T}$

6. $\mathcal{T}_{14} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{P\})$
 $\psi_1 = \frac{P:Q \wedge R}{Q \wedge R}, \psi_2 = \frac{P:Q, \neg Q}{R}, \psi_3 = \frac{P \wedge R:Q}{Q}$
7. $\mathcal{T}_{15} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{P\})$
 $\psi_1 = \frac{P:Q}{R}, \psi_2 = \frac{R:P}{\neg Q}, \psi_3 = \frac{P \wedge R}{R \wedge \neg Q}$
8. $\mathcal{T}_{16} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{V \rightarrow A, V \rightarrow C, H, P\})$
 $\psi_1 = \frac{H:V}{V}, \psi_2 = \frac{P:\neg A}{\neg A}, \psi_3 = \frac{P:C}{C}$
9. $\mathcal{T}_{17} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{Q\})$
 $\psi_1 = \frac{P:\neg P}{P}, \psi_2 = \frac{Q:R}{R}, \psi_3 = \frac{R:\neg P}{\neg P}$
10. $\mathcal{T}_{18} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{\neg P \vee \neg Q, \neg P \rightarrow R, S\})$
 $\psi_1 = \frac{S:P \wedge R}{P}, \psi_2 = \frac{S:\neg P}{Q}, \psi_3 = \frac{S:Q}{Q}$
11. $\mathcal{T}_{19} = (\{\psi_1, \psi_2, \psi_3\}, \{P \vee Q, P \rightarrow R\})$
 $\psi_1 = \frac{P}{\neg R}, \psi_2 = \frac{P:Q}{Q}, \psi_3 = \frac{R \wedge Q}{R \wedge Q}$
12. $\mathcal{T}_{20} = (\{\psi_1, \psi_2\}, \{A, B, C\})$
 $\psi_1 = \frac{Morcego(x):Fdd(x,Voar)}{Fdd(x,Voar)}, \psi_2 = \frac{Mamifero(x):Fdd(x,Andar)}{Fdd(x,Andar)},$
 $A = Morcego(Vampy),$
 $B = \forall(x)[Morcego(x) \rightarrow Mamifero(x)],$
 $C = \forall(x)[Fdd(x, Andar) \leftrightarrow \neg Fdd(x, Voar)]$
13. $\mathcal{T}_{21} = (\{\psi_1, \psi_2\}, \{A, B, C\})$
 $\psi_1 = \frac{Estudioso(x):Sabio(x)}{Sabio(x)}, \psi_2 = \frac{Politico(x):\neg Sabio(x)}{\neg Sabio(x)},$
 $A = \forall(x)[Sabio(x) \rightarrow Excentrico(x)], B = Estudioso(Luis), C = Politico(Luis)$

Exercício 6.3 (JPM)

Considere a seguinte informação:

- Tipicamente as canetas escrevem.
- As canetas sem tinta não escrevem.
- As canetas com tinta seca não escrevem.
- Tipicamente as canetas antigas têm a tinta seca.
- As canetas antigas são canetas.
- A Conklin é uma caneta antiga.

1. Represente-a como uma teoria da Lógica de Omissão de Reiter.
2. Determine, pela via semântica, as extensões da teoria de omissão representada na alínea anterior.

Exercício 6.4 (?)

Determine, pela via semântica, as extensões das teorias de omissão representadas no capítulo anterior.

Exercício 6.5 (JPM)

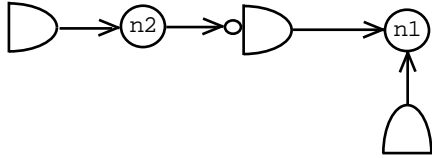
Diga o que significa um conjunto de modelos ser estável na Lógica de Omissão. Explique a razão porque as condições de estabilidade não são necessárias em teorias de omissão normais.

7 Sistemas de revisão de crenças

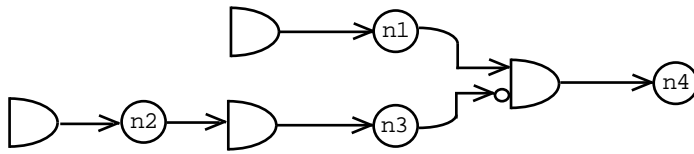
Exercício 7.1 (AC+SP+?)

Rotule as redes de dependências seguintes usando um JTMS. Se alguma delas tiver mais do que uma rotulação possível, deve mostrá-las todas.

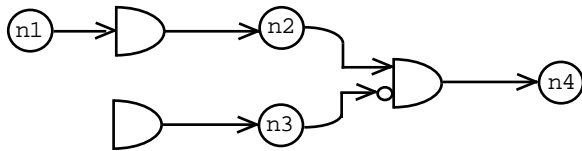
1.



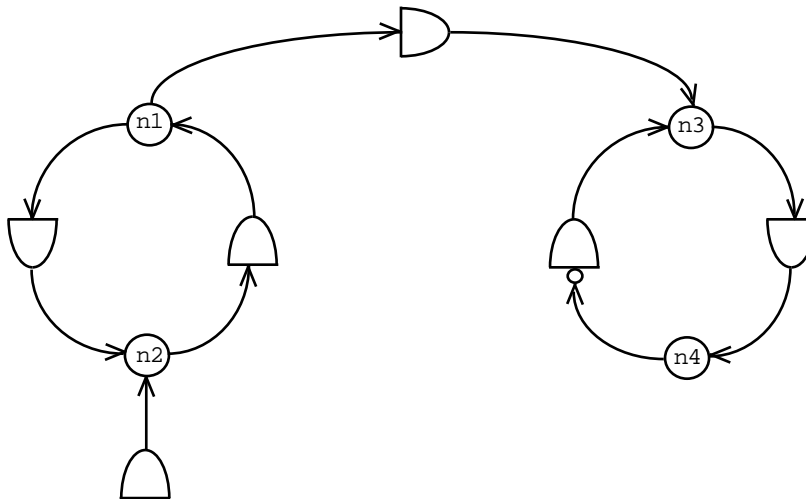
2.



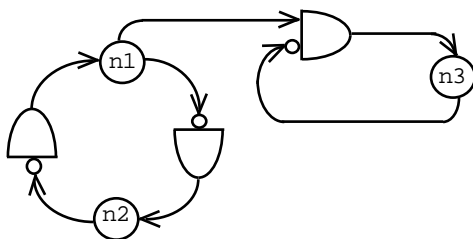
3.



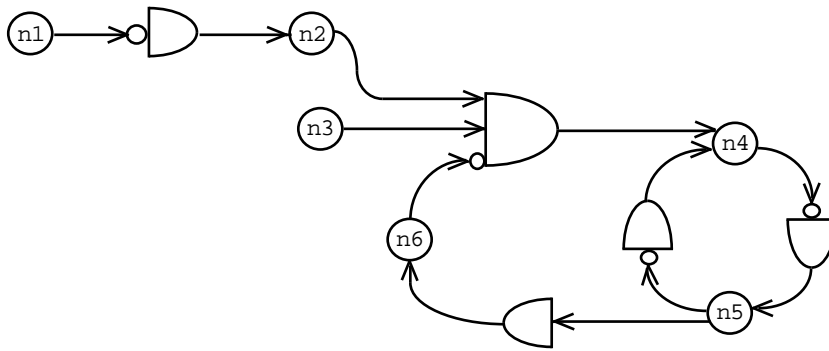
4.



5.



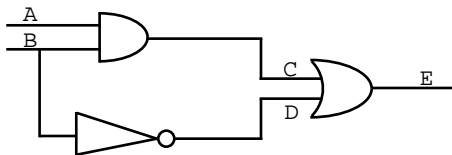
6.

**Exercício 7.2 (AC)**

Consegue representar alguma das redes do exercício anterior usando algum ATMS conhecido? Porquê?

Exercício 7.3 (AC+SP)

Considere o seguinte circuito lógico:

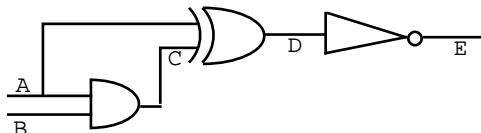


1. Represente-o usando um ATMS.
2. Se $A = 1$ e $B = 0$, qual é o valor de E ?
3. E se $A = 0$ e $B = 1$?
4. Quais os valores que têm que ter as entradas A e B para a saída E ter o valor 1?
5. E para $E = 0$?
6. E para $C = 1$?

Exercício 7.4 (AC)

Represente os seguintes circuitos usando um ATMS e rotule-os.

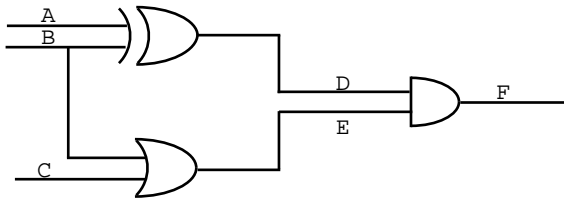
1.



Qual o valor de D se as entradas tiverem os valores $A=0$ e $B=1$?

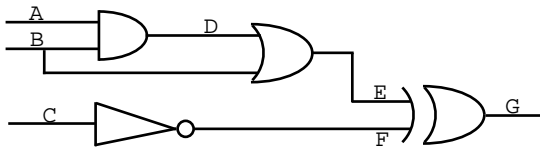
E quais os valores que devem ter as entradas para a saída E ter o valor 0?

2.



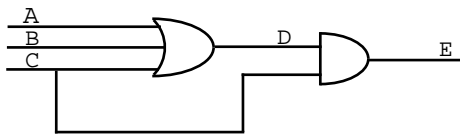
Quais os valores que devem ter as entradas para a saída F ter o valor 0?

3.



Que valor terá a saída se $A=0$, $B=1$ e $C=0$?

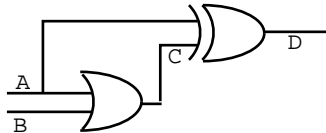
4.



Qual o valor de E se as entradas tiverem os valores $A=0$, $B=1$ e $C=1$?

E quais os valores que devem ter as entradas para a saída E ter o valor 0?

5.



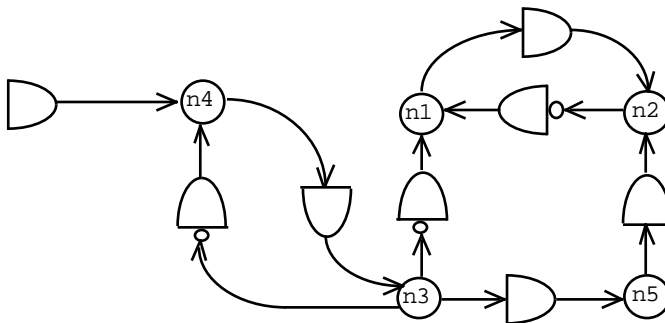
Qual o valor de D se as entradas tiverem os valores $A=0$ e $B=1$?

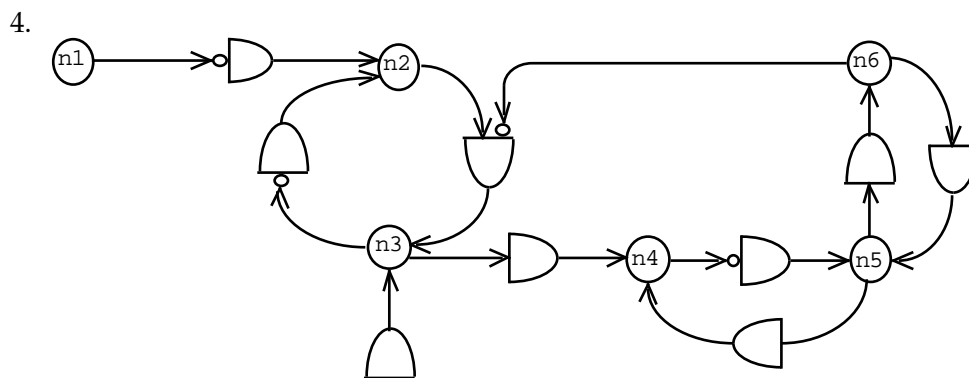
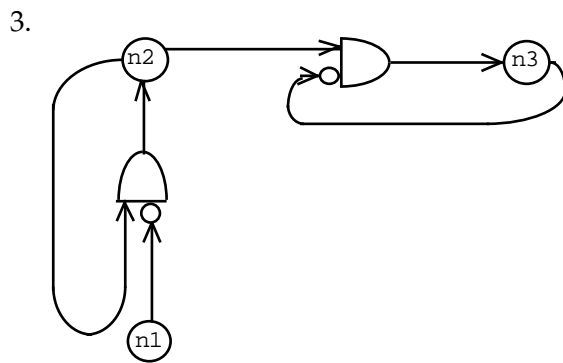
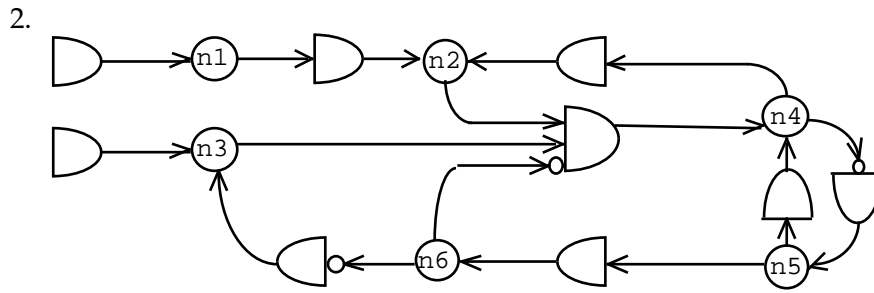
E quais os valores que devem ter as entradas para a saída D ter o valor 1?

Exercício 7.5 (AC)

Rotule as seguintes redes de dependências usando um JTMS. Se alguma delas tiver mais do que uma rotulação possível, deve mostrá-las todas.

1.



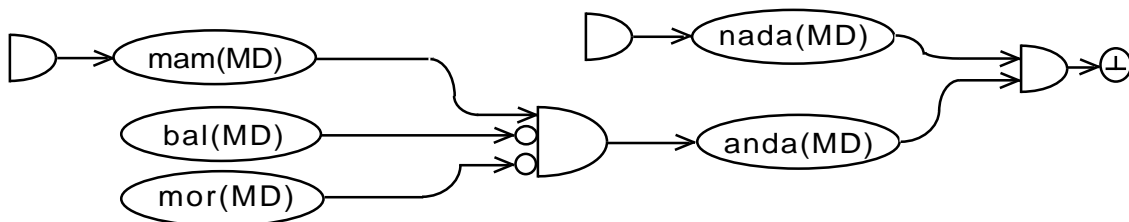


Considere agora que o nó *n1* foi adicionado como premissa. Mostre como ficaria a rede de dependências resultante e rotule-a usando um JTMS.

5. Considere agora que o nó *n1* da alínea anterior foi adicionado como premissa. Mostre como ficaria a rede de dependências resultante e rotule-a usando um JTMS.

Exercício 7.6 (AC+SP)

Considere a seguinte rede de dependências:



1. Rotule-a usando um JTMS.

2. Considere o nó \perp como sendo um nó contradição. Mostre como é que ela deve ser resolvida.

Exercício 7.7 (AC+SP)

Considere a seguinte informação:

Os mamíferos são animais

Tipicamente os mamíferos andam

Os cães são mamíferos

O Bobi é um cão

A MobyDick é um mamífero

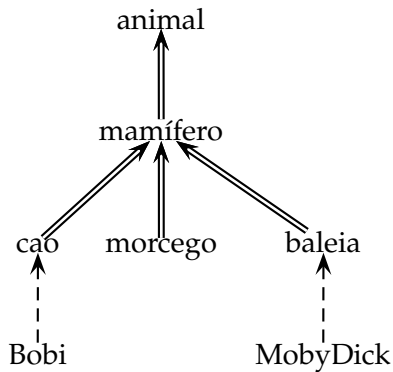
A MobyDick não anda

1. Represente-a usando um JTMS e rotule a rede de dependências resultante. Sugestão: se considerar mais simples, pode primeiro representar a informação usando uma teoria da lógica de omissão de Reiter e só depois passar para a rede de dependências.
2. Com base na sua rede de dependências, diga em que é que acredita acerca de cada uma das instâncias.

8 SNePS — Representação

Exercício 8.1 (AC+SP)

Considere a seguinte hierarquia:



Em que:

$a \Rightarrow b$ significa que todos os as são bs

$A \dashrightarrow b$ significa que este A é um b

1. Represente-a em SNePS.
2. Para além de saber que o Bobi é um cão, consegue inferir mais alguma coisa acerca dele? Se sim, diga o quê. Se não, escreva as regras necessárias para inferir o que seria desejável e diga o que passa a poder inferir com elas.
3. Represente a propriedade *forma de deslocação* para esta hierarquia. A sua representação permite a existência de exceções? Porquê?

Exercício 8.2 (AC+SP)

Represente em SNePS a seguinte informação:

1. O Rui pensa que a Rita gosta do Zé.
2. Acrescentar: e ela gosta.
3. Acrescentar: mas ela não gosta. (Repare que acabou de representar uma contradição.)

Exercício 8.3 (AC+SP)

Represente em SNePS as seguintes afirmações:

1. O BolaDeNeve ou é um gato ou é um cão (mas não os dois simultaneamente).
2. Qualquer pessoa que seja persistente pode aprender lógica e inglês.
3. Nenhum ser humano tem penas.
4. Nem todos os pássaros voam.

5. Tudo o que alguém consegue fazer o Zé também consegue.

Exercício 8.4 (?)

Considere a seguinte informação:

- As pessoas que jogam bem xadrez são inteligentes.
- O Kasparov é uma pessoa que joga bem xadrez.
- O Kasparov nunca perdeu nenhum jogo de xadrez com ninguém.
- O DeepBlue é um computador que venceu o Kasparov a jogar xadrez.

1. Represente-a em SNePS.
2. Desta informação pode-se concluir que o DeepBlue é inteligente? E o Kasparov?

Exercício 8.5 (AC)

Considere a seguinte informação:

- As pessoas que comem bem são saudáveis.
- As pessoas saudáveis não ficam doentes.
- Quem fica doente vai ao hospital e é tratado.
- O Zé é uma pessoa saudável.
- O Rui é uma pessoa que ficou doente.

1. Represente-a em SNePS.
2. O que pode inferir acerca do Zé e do Rui? Porquê?

Exercício 8.6 (AC)

Considere a seguinte informação:

- Os utilizadores não gostam de programas com “bugs”.
- Os programas novos da Microsoft têm “bugs”.
- Os Windows XP é um programa novo da Microsoft.
- O Bill utiliza o Windows XP.

1. Represente-a em SNePS.
2. Com base nesta informação, o que pode concluir acerca do Bill e do Windows XP?

Exercício 8.7 (AC)

Considere a seguinte informação:

O Rui sabe que a Ana pensa que a Expo98 já está aberta.

A Expo98 ainda não está aberta.

A Expo98 é uma exposição que vai abrir a 22 de Maio.

Cada exposição tem o seu tema.

O Rui vai à Expo98.

1. Represente-a em SNePS.
2. Com base nesta informação, o que pode concluir acerca da Expo98? Porquê?

Exercício 8.8 (AC)

Considere a seguinte informação:

Alguém matou o Luis.

A Rita pensa que foi o Zé que matou o Luis.

Quem matou o Luis não foi o Zé, foi o Rui.

Quem mata alguém é um assassino e vai preso.

O Rui suicidou-se.

1. Represente-a em SNePS.
2. Com base nesta informação, o que pode concluir acerca de cada uma das pessoas referidas? Porquê?

Exercício 8.9 (AC)

Considere a seguinte informação:

Os aviões, os automóveis e as motas são meios de transporte.

Os aviões são mais seguros que os automóveis, que por sua vez são mais seguros que as motas.

O Rui tem um automóvel e uma mota, que é grande.

1. Represente-a em SNePS.
2. Com base nesta informação, o que pode concluir acerca da segurança relativa entre os aviões e as motas?
3. Gostaria de concluir alguma coisa? Se sim, diga o quê e complete a informação anterior de modo a conseguir concluir o que deseja.

Exercício 8.10 (AC)

Represente em SNePS a seguinte informação:

- Os mamíferos são animais.
- Os mamíferos têm pêlos e produzem leite.
- Os cães são mamíferos.
- Os ornitorrincos são mamíferos que põem ovos.
- O Bobi é um cão.
- O Platipus é um ornitorrinco.

Com base na sua representação, explique qual seria a resposta do SNePS às perguntas, e porque razão:

1. O Platipus tem pêlos?
2. O Bobi põe ovos?

Exercício 8.11 (AC)

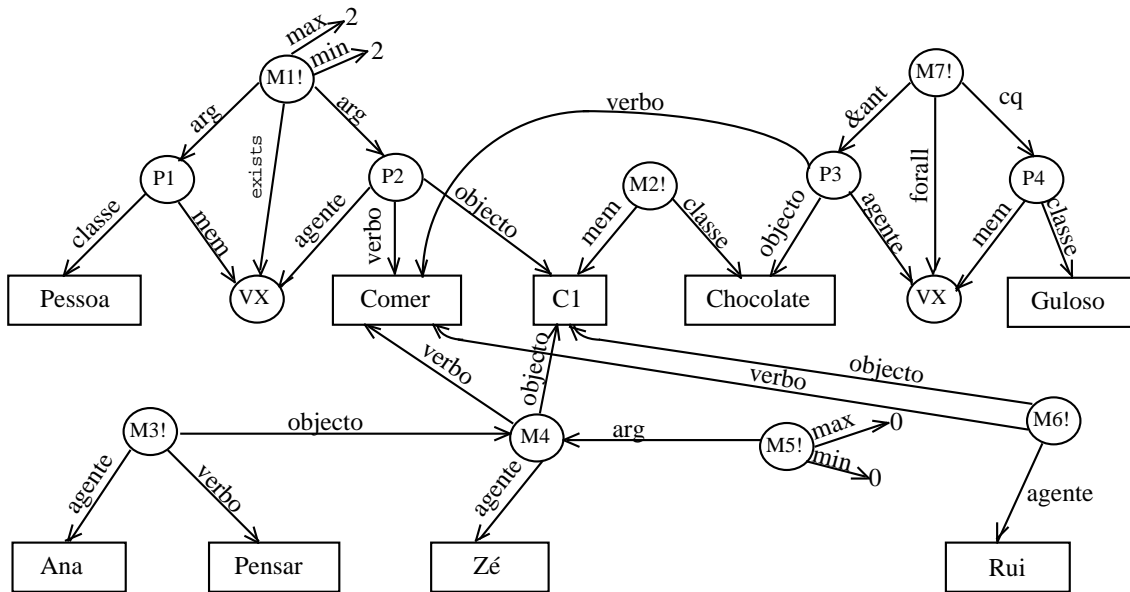
Represente em SNePS a seguinte informação:

- Alguém comeu o chocolate C1.
- A Ana pensa que foi o Zé que comeu o C1.
- Quem comeu o C1 não foi o Zé, foi o Rui.
- Quem come chocolates é guloso e engorda.

1. Com base nesta informação, o que é que o SNePS pode concluir acerca de quem comeu o chocolate C1?
2. E quem é que engorda? Porquê?

Exercício 8.12 (AC)

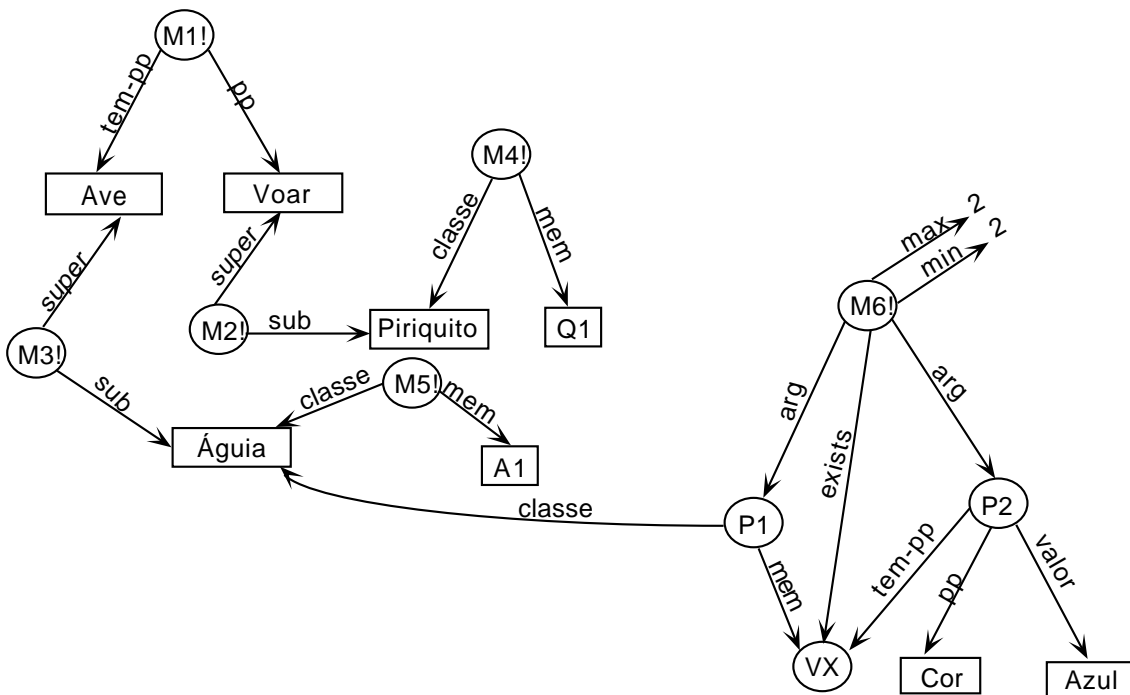
Considere a seguinte rede, representada usando o SNePS:



1. Escreva em Português a informação que está representada na rede.
2. O que é que consegue deduzir a partir da informação da alínea anterior?
3. O que é que o SNePS consegue inferir a partir da rede representada?
4. Se houver diferenças nas suas respostas às alíneas anteriores, explique porque é que elas existem e altere a rede de modo a que as respostas passem a ser iguais.

Exercício 8.13 (AC)

Considere a seguinte rede, representada usando o SNePS:



1. Escreva em Português a informação que está representada na rede.
2. O que é que consegue deduzir a partir da informação da alínea anterior?
3. O que é que o SNePS consegue inferir a partir da rede representada?
4. Se houver diferenças nas suas respostas às alíneas anteriores, explique porque é que elas existem e altere a rede de modo a que as respostas passem a ser iguais.

9 SNePS — Representação e ATMS

Exercício 9.1 (JPM)

Represente em SNePS as seguintes propriedades de relações:

1. Transitividade.
2. Reflexividade.
3. Simetria.
4. Equivalência. Uma relação de equivalência é uma relação simétrica, reflexiva e transitiva.

Exercício 9.2 (AC)

Considere a seguinte informação:

As reuniões a que o Zé vai são de manhã.

As reuniões a que o Rui vai são de tarde.

As reuniões são de manhã ou de tarde, mas não de manhã e de tarde simultaneamente.

O Zé e o Rui vão os dois à reunião R1.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.3 (AC)

Considere a seguinte informação:

As pessoas casadas têm filhos.

As pessoas solteiras vivem com os pais e não têm filhos.

As pessoas divorciadas vivem sozinhas mas têm filhos.

O Zé é uma pessoa solteira que tem filhos.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.4 (AC)

Considere a seguinte informação:

Os adultos são pessoas que trabalham.

Os universitários estudam e praticam desporto de competição.

Os universitários são adultos.

As pessoas não podem trabalhar e praticar desporto de competição simultaneamente.

O Rui é um universitário.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.5 (AC)

Considere a seguinte informação:

Os animais com pelos são mamíferos.

Os animais que põem ovos não são mamíferos.

Os ornitorrincos são animais que têm pelos e põem ovos.

O Orn é um ornitorrinco.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.6 (?)

Considere a seguinte informação:

Os políticos são cuidadosos.

Os dirigentes de futebol são precipitados.

As pessoas precipitadas não são cuidadosas.

O Valentim Loureiro é um político.

O Valentim Loureiro é um dirigente de futebol.

1. Represente-a em SNePS.

2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.7 (?)

Considere a seguinte informação:

Os militares cumprem ordens.

Todas as pessoas que cumprem ordens não são imaginativas.

Os estrategas são militares.

Os estrategas são imaginativos.

“Atacar” é uma ordem.

O Napoleão é um estratega.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.8 (?)

Considere a seguinte informação:

Os homens bebem cerveja.

Os capelões não bebem cerveja.

Os capelões são homens.

Os marinheiros são homens.

O Jorge é capelão e marinheiro.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.9 (AC)

Considere a seguinte informação:

As aves voam.

Os piriQUITOS são aves.

Os pinguins são aves.

Os pinguins não voam.

O Piupiu é um pinguim.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.10 (AC)

Considere a seguinte informação:

As máquinas compactas são máquinas fotográficas.

As máquinas reflex são máquinas fotográficas.

As máquinas compactas não têm zoom.

As máquinas reflex têm zoom.

A Xpto1 é uma máquina compacta que tem zoom.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.11 (JPM)

Considere a seguinte informação:

As canetas escrevem.

As canetas sem tinta não escrevem.

As canetas com a tinta seca não escrevem.

As canetas antigas têm a tinta seca.

A Concklin é uma caneta antiga.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.12 (AC)

Considere a seguinte informação:

- Os chocolates contêm sólidos de cacau.
- Os chocolates de leite são chocolates.
- Os chocolates brancos são chocolates.
- Os chocolates brancos não contêm sólidos de cacau.
- O Galak é um chocolate branco.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.13 (AC)

Considere a seguinte informação:

- As crianças não bebem cerveja.
- Os alemães bebem cerveja.
- O Dieter é alemão.
- O Dieter é uma criança.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.14 (?)

Considere a seguinte informação:

- Os Quakers são pacifistas.
- Os Republicanos não são pacifistas.
- O Nixon é Quaker.
- O Nixon é Republicano.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.15 (AC)

Considere a seguinte informação:

- Os elefantes são cinzentos.
- Os elefantes brancos não são cinzentos.
- Os elefantes brancos são elefantes.
- O Dumbo é um elefante branco.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.16 (AC)

Considere a seguinte informação:

- Os estudantes não são empregados.
- Os adultos são empregados.
- O Zé é estudante.
- O Zé é adulto.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

Exercício 9.17 (AC)

Considere a seguinte informação:

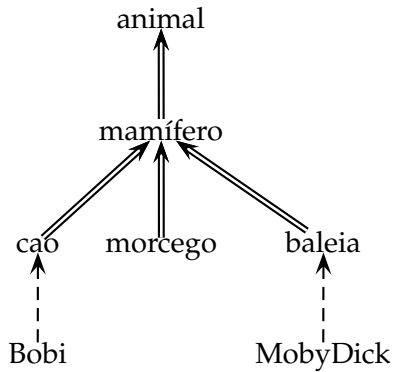
- Os animais com bico são aves.
- Os animais com pelos não são aves.
- Os ornitorrincos são animais que têm pelos e bico.
- O Orn é um ornitorrinco.

1. Represente-a em SNePS.
2. Utilizando as fbfs suportadas do SNePS, mostre que se chega a uma contradição quando se faz inferência para a frente com a última frase. Indique uma forma de a resolver.

10 KEE

Exercício 10.1 (AC+SP)

Considere a seguinte hierarquia:



Em que:

$a \Longrightarrow b$ significa que todos os *as* são *bs*

$A - - \rightarrow b$ significa que este *A* é um *b*

Represente-a em KEE, considerando os atributos *forma de deslocação* e *o maior mamífero*.

1. Graficamente
2. Usando a linguagem TellAndAsk

Exercício 10.2 (AC+SP)

Com base no exercício anterior, pretende-se considerar também o tipo de alimentação dos animais. Enumere as vantagens e desvantagens das seguintes alternativas:

- A. Usar um novo atributo tipo-de-alimentação
- B. Criar uma nova hierarquia com as classes: omnívoro, carnívoro e herbívoro

Exercício 10.3 (AC+SP)

Suponha que pretende saber a quantidade de alimento que cada animal deve ingerir diariamente e que essa quantidade pode ser calculada da seguinte forma:

$$\text{QuantidadeDeAlimento} = \frac{\text{Peso} * \text{Altura}}{\text{Idade}}$$

Como representaria essa informação em KEE?

Exercício 10.4 (AC+SP)

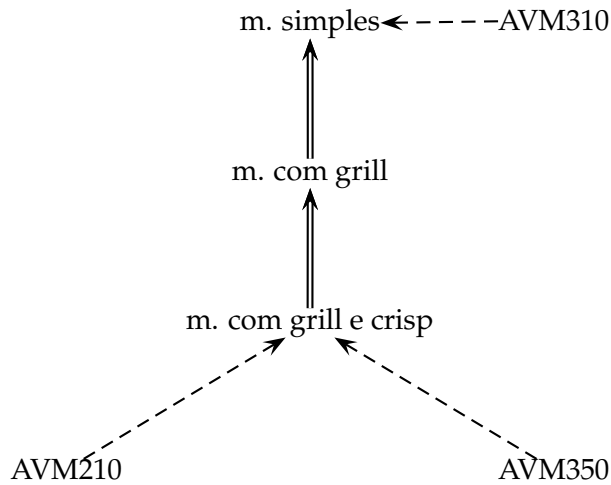
Represente em KEE que o BolaDeNeve ou é um gato ou é um cão (mas não os dois simultaneamente).

Exercício 10.5 (AC+SP)

Como representar relações de parentesco em KEE?

Exercício 10.6 (AC)

Represente em KEE a seguinte hierarquia de fornos microndas, considerando os atributos *potência, capacidade e dimensão do prato*.



Em que:

$a \implies b$ significa que todos os *as* são *bs*

$A - - \rightarrow b$ significa que este *A* é um *b*

Considerando que:

Quando a capacidade é 34 L, a dimensão do prato é 36cm.

Quando a capacidade é 27 L, a dimensão do prato é 32cm.

Os microndas com grill e crisp têm um acessório adicional que é o prato crisp.

Os microndas com grill têm dois valores de potência, um para o grelhador e outro para as microndas.

O AVM310 e o AVM350 têm uma capacidade de 27 L.

O AVM210 tem uma capacidade de 34 L.

Exercício 10.7 (AC)

Represente em KEE a seguinte informação:

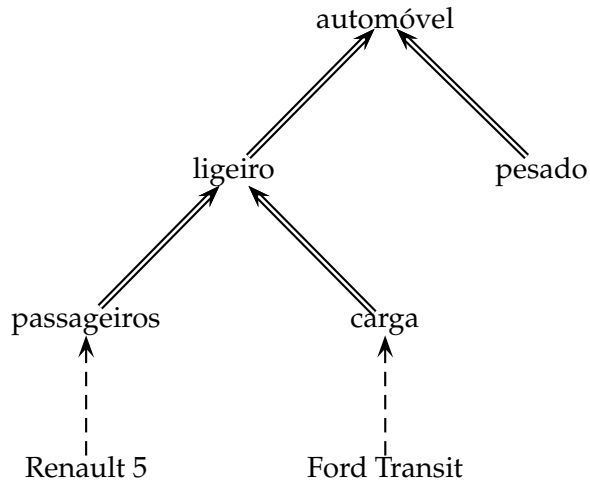
Existem vários tipos de aviões (passageiros, recreio e militares), que se distinguem de acordo com o que transportam (pessoas, turistas ou militares, respectivamente) e com o seu tamanho (grandes, pequenos ou médios, respectivamente).

Cada avião pode ter zero ou mais motores: os planadores são aviões de recreio sem motor, mas os aviões de passageiros têm em geral dois motores.

O "Falcão" é um avião de recreio e o "Enolagay" é um avião militar.

Exercício 10.8 (AC)

Considere a seguinte hierarquia:



Em que:

$a \Longrightarrow b$ significa que todos os *as* são *bs*

$A \dashrightarrow b$ significa que este *A* é um *b*

Represente-a em KEE, considerando para os automóveis os atributos *tipo de combustível* (Diesel ou Gasolina) e *marca*, e a seguinte informação:

A marca do Renault 5 é Renault.

A marca da Ford Transit é Ford.

Os veículos ligeiros de carga podem levar carga. Os ligeiros de passageiros não.

O tipo de combustível do Renault 5 é gasolina, e do Ford Transit é Diesel.

Os ligeiros de carga têm o atributo *carga máxima*, que é um real.

Exercício 10.9 (AC)

Represente em KEE a seguinte informação:

Os mamíferos são animais.

Os mamíferos têm pêlos e produzem leite.

Os cães são mamíferos.

Os ornitorrincos são mamíferos que põem ovos.

O Bobi é um cão.

O Platipus é um ornitorrinco.

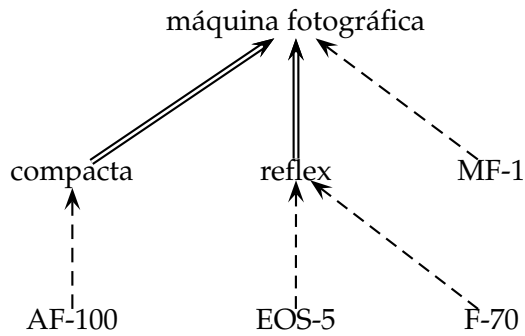
Com base na sua representação, qual seria a resposta às perguntas:

Qual o tipo de pele do Platipus?

O Bobi põe ovos?

Exercício 10.10 (AC)

Considere a seguinte hierarquia:



Em que:

- $a \Longrightarrow b$ significa que todos os *as* são *bs*
 $A \dashrightarrow b$ significa que este *A* é um *b*

Represente-a em KEE, considerando os atributos *possibilidade de colocar filtro*, *marca* e *a melhor* e que:

As compactas em geral não permitem a colocação de filtro, mas a AF-100 permite.

A AF-100 e a F-70 são da marca Nikon.

As máquinas reflex permitem a colocação de filtro.

A EOS-5 é uma Canon.

A MF-1 permite a colocação de filtro.

Exercício 10.11 (AC)

Considere a seguinte informação:

Existem vários tipos de estradas: locais, nacionais e auto-estradas.

As estradas podem ter ou não ter buracos.

As estradas locais têm buracos, mas as auto-estradas não têm buracos.

As auto-estradas portuguesas são auto-estradas que têm buracos.

A melhor estrada é a A34, que é uma auto-estrada.

Represente-a em KEE, começando por esquematizar a hierarquia que lhe corresponde.

Exercício 10.12 (AC)

Considere a seguinte informação:

Existem vários tipos de queijos: queijos nacionais e queijos estrangeiros.

Os queijos são identificados pelo seu país de origem e pelo seu tipo.

Os queijos nacionais são também identificados pela sua região de origem.

Os queijos Gouda são queijos holandeses do tipo flamengo.

O G1 é um queijo Gouda.

Os Queijos da Serra são queijos nacionais da região da Serra da Estrela. Em geral são do tipo amanteigado.

O maior queijo é um Emmental Suíço.

Represente-a em KEE, começando por esquematizar a hierarquia que lhe corresponde.

Exercício 10.13 (AC)

Considere a seguinte informação:

Existem vários tipos de chocolate: o chocolate de leite, o chocolate amargo e o chocolate branco.

Uma das características dos chocolates é a sua cor.

As calorias de um chocolate são calculadas como sendo 10 calorias por cada grama de chocolate.

O chocolate amargo é castanho escuro, o chocolate de leite é castanho claro e o chocolate branco é amarelo.

O “Lindt d’Or 1” é um chocolate de leite.

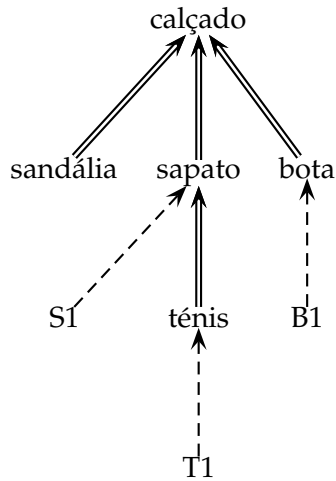
O “Galak 1” é um chocolate branco que pesa 100g.

O melhor chocolate é um chocolate de leite (mas não se sabe exactamente qual).

1. Represente-a em KEE, começando por esquematizar a hierarquia que lhe corresponde.
2. Com base na sua representação, diga, justificando, qual seria a resposta do KEE às perguntas:
 - (a) De que cor é o “Lindt d’Or 1”?
 - (b) Quantas calorias tem o “Galak 1”?

Exercício 10.14 (AC)

Considere a seguinte hierarquia:



Em que:

$a \Rightarrow b$ significa que todos os *as* são *bs*
 $A \dashrightarrow b$ significa que este *A* é um *b*

Represente-a em KEE, considerando que:

O calçado pode ter ou não ter salto e é de alguma cor.

Os sapatos mais confortáveis são os ténis (mas não se sabe exactamente quais).

As botas são ainda caracterizadas pela altura do cano.

Os ténis em geral não têm salto.

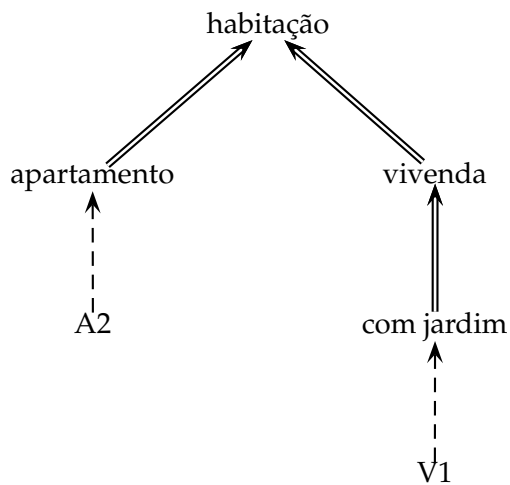
S1 são uns sapatos azuis sem salto.

T1 são uns ténis amarelos com salto.

B1 são umas botas castanhas com um cano de 10cm.

Exercício 10.15 (AC)

Considere a seguinte hierarquia:



Em que:

$a \implies b$ significa que todos os as são bs

$A \dashrightarrow b$ significa que este A é um b

Represente-a em KEE, considerando os atributos *área*, *jardim?*, *andar* e *a maior* e que:

A área dos apartamentos é pequena ou média.

A área das vivendas é média ou grande.

A maior habitação é uma vivenda.

O apartamento A2 tem uma área média e é um segundo andar.

11 KL-ONE

Exercício 11.1 (AC+SP)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Os mamíferos são animais.

Os cães, os morcegos e as baleias são classes disjuntas de mamíferos.

Os animais têm uma forma de deslocação, que é um tipo de deslocação.

Andar, voar e nadar são 3 tipos de deslocação diferentes.

O Bobi é um cão e a MobyDick é uma baleia.

Os cães andam, as baleias nadam e os morcegos voam.

Neste sistema, poderia representar que os mamíferos normalmente andam? Porquê?

Exercício 11.2 (AC+SP)

Represente em KL-ONE que o BolaDeNeve ou é um gato ou é um cão (mas não os dois simultaneamente).

Exercício 11.3 (AC+SP)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Uma mensagem é, entre outras coisas, uma coisa, com pelo menos um emissor (que é uma pessoa), pelo menos um receptor (que é uma pessoa), um corpo (que é um texto), uma data de emissão e uma data de recepção (que são datas).

Uma mensagem de frota é uma mensagem cujo(s) emissor(es) é(são) comandante(s) de frota.

Uma mensagem privada é uma mensagem com um único receptor.

O Zé enviou ao Rui uma mensagem privada com o texto “Olá, bom dia.”.

Uma mensagem com cópia é uma mensagem que tem, entre os possíveis receptores, pelo menos um que é aquele a quem a mensagem se destina (que é o ParaReceptor) e tem pelo menos um receptor para o qual é enviada uma cópia da mensagem (o CópiaReceptor).

Uma mensagem importante é uma mensagem privada cujo receptor é um empregado e cujo emissor é o chefe do receptor.

Uma mensagem com resposta é uma mensagem com uma data de resposta, que é uma data.

Uma mensagem urgente é uma mensagem com resposta que é respondida menos de uma hora depois de ser recebida. (Ou seja, uma mensagem urgente é uma mensagem com resposta cuja data de recepção e data de resposta satisfazem uma relação MenorQue, cujo menor é a data de recepção, cujo maior é a data de resposta e cuja diferença é menor que uma hora, que é um período de tempo.)

Exercício 11.4 (AC+SP)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Os ângulos caracterizam-se por uma amplitude, que é uma medida angular, e que está compreendida entre 0° e 360° .

Os ângulos côncavos são ângulos que têm uma amplitude entre 0° e 180° .

Os ângulos rectos são ângulos côncavos com uma amplitude de 90° (exactamente).

Os ângulos agudos são ângulos côncavos cuja amplitude é menor que 90° .

Os ângulos obtusos são ângulos côncavos cuja amplitude é maior que 90° .

Exercício 11.5 (AC+SP)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Um polígono é uma superfície com pelo menos 3 ângulos (que são ângulos), pelo menos 3 vértices (que são pontos) e pelo menos 3 lados (que são segmentos de recta).

Um quadrilátero é um polígono com exactamente 4 ângulos, 4 lados e 4 vértices.

Os polígonos regulares são polígonos que têm todos os lados e todos os ângulos iguais entre si.

Os quadrados são quadriláteros e polígonos regulares. Os seus ângulos têm todos uma amplitude de 90° .

Exercício 11.6 (AC+SP)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Uma linha é uma figura geométrica com infinitos pontos (que são pontos) e um comprimento que é uma medida linear.

Uma linha rectilínea é uma linha que é caracterizada por uma direcção.

Um segmento de recta é uma linha rectilínea com 2 pontos extremos, e cujo comprimento é uma medida linear finita.

Uma semi-recta é uma linha rectilínea com um ponto de origem e um comprimento infinito.

Uma linha recta é uma linha rectilínea com comprimento infinito.

Exercício 11.7 (AC+SP)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Um polígono tem pelo menos 3 lados que são segmentos de recta.

Um triângulo é um polígono com 3 lados.

Um triângulo rectângulo é um triângulo cujos lados são divididos em 2 catetos e uma hipotenusa.

Os catetos do triângulo rectângulo formam um ângulo recto entre si. (Ou seja, os catetos do triângulo rectângulo estão relacionados entre si, na medida em que as suas direcções formam um ângulo recto.)

Exercício 11.8 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Os computadores têm pelo menos um dispositivo de entrada e um dispositivo de saída, que são dispositivos de entrada e dispositivos de saída, respectivamente.

Os teclados, ratos e ecrans tácteis são dispositivos de entrada diferentes.

Os monitores, colunas e ecrans tácteis são dispositivos de saída diferentes.

Os PCs são computadores que têm como dispositivo de entrada um rato e um teclado e como dispositivo de saída um monitor e colunas.

Os quiosques multimédia são computadores que têm como dispositivo de entrada e como dispositivo de saída um ecran táctil.

Exercício 11.9 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Os seguros de paredes e de recheio são dois tipos de seguro à habitação, cujo objecto são as paredes ou o recheio de uma habitação, respectivamente.

O seguro automóvel é um tipo de seguro, cujo objecto é um automóvel.

Os titulares de seguros são pessoas, enquanto que os objectos dos seguros são objectos passíveis de ser segurados.

Os titulares dos seguros de paredes e dos seguros de automóveis são os donos desses objectos.

Exercício 11.10 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Um computador é uma coisa que tem um ou mais periféricos, que são Hardware, e pelo menos um processador, que é uma CPU.

As CPUs têm uma velocidade, que é uma frequência.

Um PC é um computador com apenas um processador, que é um INTEL. Dentro dos possíveis periféricos, tem pelo menos um dispositivo de entrada de dados e pelo menos um dispositivo de saída que é um ecran.

A velocidade de um PC é a velocidade do seu processador.

Um PC Rápido é um PC cuja velocidade é superior a 4GHz.

Exercício 11.11 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Existem vários tipos de bebidas: água, alcoólicas e de fruta.

As bebidas são caracterizadas pelos seus ingredientes, que são alimentos.

As bebidas alcoólicas são também caracterizadas pelo seu teor alcoólico, que é um inteiro.

As bebidas de fruta são também caracterizadas pela percentagem de sumo de fruta que contêm, que é um inteiro.

Os sumos 100% são bebidas de fruta com 100% de sumo.

O vinho é uma bebida alcoólica cujo teor alcoólico está entre 7 e 20.

S1 é um sumo 100% e V1 é um vinho cujo teor alcoólico é 10%.

Exercício 11.12 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Existem vários tipos de portas lógicas: portas AND, OR e NOT.

As portas lógicas têm pelo menos uma entrada e exactamente uma saída, que são valores lógicos.

Os valores lógicos são TRUE e FALSE.

As portas NOT têm apenas uma entrada e uma saída.

A saída das portas NOT é a negação da sua entrada (ou seja: a sua entrada e a sua saída satisfazem a relação negação).

N1 é uma porta NOT com entrada TRUE e saída FALSE.

A1 é uma porta AND com as duas entradas e a saída a TRUE.

Exercício 11.13 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Os mamíferos e os peixes são animais.

Os animais podem ter zero ou mais pernas (que são pernas).

Os mamíferos têm no máximo 4 pernas e exactamente um pescoço (que é um pescoço).

Os homens são mamíferos com duas pernas.

As pernas dos homens são mais compridas que o seu pescoço.

Os peixes não têm pernas. No entanto, têm pelo menos duas barbatanas (que são barbatanas).

O Zé é um homem e P1 é o seu pescoço.

Exercício 11.14 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Existem vários tipos diferentes de recipientes de cozinha: tachos, frigideiras e panelas, que podem ou não ter pegas (que são pegas).

Os recipientes de cozinha são caracterizados pelo seu diâmetro e pela sua altura (que são números).

A altura das panelas é maior que o seu diâmetro.

As panelas têm duas pegas e uma tampa (que é uma tampa).

As frigideiras têm apenas uma pega.

As tampas das panelas de pressão são tampas herméticas.

A PN1 é uma panela de pressão com duas pegas P1 e P2 e com a tampa T2.

Exercício 11.15 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

As árvores têm um tronco e vários ramos.

O tronco das árvores suporta os seus ramos.

As árvores de fruto são árvores que dão frutos.

As laranjeiras e os limoeiros são árvores de fruto que dão laranjas e limões, respetivamente.

A L1 é uma laranjeira com tronco T1 e que deu a laranja L2.

Exercício 11.16 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação acerca de diferentes tipos de queijo:

Os queijos têm diversos ingredientes, que são alimentos.

Leite, sal, coalho e noz são alimentos.

Dos vários ingredientes, existe um que é o principal: o leite.

O ingrediente principal do Queijo da Serra é o leite de cabra.

Os queijos também são caracterizados pelo seu peso, que é um número.

O peso dos queijos Emmental é maior do que o peso dos queijos da Serra.

Os queijos Frescos têm exactamente três ingredientes: leite, coalho e sal.

O "S1" é um Queijo da Serra que pesa um kilo.

Exercício 11.17 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Os apartamentos e as vivendas são dois tipos diferentes de habitações.

As habitações têm várias divisões (que são divisões).

Cada divisão tem a sua área, que é um número.

Nas divisões de cada habitação existe uma que é uma cozinha e outra que é um WC.

A área do WC de cada habitação é menor do que a área da cozinha dessa habitação.

As vivendas têm um jardim, que é um espaço aberto.

Os T1 são apartamentos que têm exactamente 4 divisões.

A "Viv" é uma vivenda cujo jardim é a "Di" é uma divisão com área 100.

Exercício 11.18 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Existem vários tipos de estradas: locais, regionais e auto-estradas.

As estradas são caracterizadas pelo número de faixas, que é um número.

As estradas locais têm duas faixas e as auto-estradas quatro ou mais.

O número de faixas das auto-estradas é maior do que o número de faixas das estradas locais.

Cada estrada passa por duas ou mais localidades (que são localidades).

Das localidades por onde uma estrada passa, existe uma que é o seu início e outra que é o seu fim.

Aldeias, vilas e cidades são localidades.

A "A34" é uma auto-estrada com início em Lisboa (que é uma cidade).

Exercício 11.19 (AC)

Represente em KL-ONE a seguinte informação:

Os ligeiros e os pesados são dois tipos de automóveis.

Cada automóvel tem pelo menos 2 portas (que são portas).

Uma das portas é a porta do condutor.

Os automóveis têm pelo menos 4 pneus (que são pneus).

Existem pneus grandes e pequenos.

Os pesados têm entre 8 e 16 pneus grandes.

Os pneus são caracterizados pelo seu diâmetro, que é um número.

Os pneus grandes têm um diâmetro maior ou igual a cinco e os pequenos menor do que cinco.

O diâmetro dos pneus grandes é maior que o dos pneus pequenos.

O "A1" é um ligeiro e as suas portas são "P1" e "P2".