

Grupo I

Exame, Pergunta 1:

Suponha que tem a seguinte base de conhecimento:

$$(Q \vee T) \Rightarrow S, R \wedge \neg T, (R \Rightarrow T) \vee (\neg T \Rightarrow Q)$$

Mostre utilizando a regra de inferência *Modus Ponens* e/ou *And-elimination*, que se pode concluir:

$$S$$

Resolução:

1. $(Q \vee T) \Rightarrow S$ base de conhecimento
2. $R \wedge \neg T$ base de conhecimento
3. $(R \Rightarrow T) \vee (\neg T \Rightarrow Q)$ base de conhecimento
4. $(\neg R \vee T) \vee (Q \vee T)$ [3]
5. $\neg(\neg R \vee T) \Rightarrow (Q \vee T)$ [4]
6. $(R \wedge \neg T) \Rightarrow (Q \vee T)$ [5]
7. $Q \vee T$ [2,5] Modus Ponens
8. S [1,7] Modus Ponens

Critérios de correção:

- 0,5 Correto mas não utilizando o método solicitado, e/ou com passos pouco claros (salto demasiado grande)
- 0,25 Dois ou mais passos corretos, com aplicação de regras de inferência (após cópia das expressões do enunciado), tendo o exercício incompleto (ou com passos incorretos)
- 0,1 Um passo correto, ou apenas passos sem aplicações de regras de inferência é que estão corretos (após cópia das expressões do enunciado), tendo o exercício incompleto (ou com passos incorretos)
- 0,5 Um ou mais passos incorretos (regras de inferência mal aplicadas), de resto tudo correto, aplicando o método solicitado

Exame, Pergunta 2:

Suponha que tem a seguinte base de conhecimento:

$$T \Rightarrow (\neg P \Rightarrow Q), Q \Rightarrow R, \neg P, S \vee T, S \vee P, R \vee P$$

Mostre utilizando a regra de inferência Resolução, que se pode concluir:

$$R \wedge S$$

Resolução:

1. $\neg T \vee P \vee Q$ base de conhecimento convertido para CNF
2. $\neg Q \vee R$ base de conhecimento convertido para CNF
3. $\neg P$ base de conhecimento convertido para CNF
4. $S \vee T$ base de conhecimento convertido para CNF
5. $S \vee P$ base de conhecimento convertido para CNF
6. $R \vee P$ base de conhecimento convertido para CNF
7. $\neg R \vee \neg S$ negação do que se pretende provar, em CNF

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 8. $P \vee \neg S$ | [6,7] resolução |
| 9. P | [5,8] resolução |
| 10. $\{ \}$ | [3,9] resolução |

Critérios de correção:

- Idênticos à pergunta anterior, aos quais se juntam os critérios seguintes
- 0.1 Resolvido com um método não solicitado, contendo erros.
- 0.75 convertido para CNF e aplicada a regra de inferência resolução corretamente, exceto a colocação da negação do que se quer provar
- 0.75 um só erro, tendo aplicado a regra de inferência resolução corretamente

Exame, Pergunta 3:

Suponha que tem a seguinte base de conhecimento

$$\left(\left((D b_0 \Rightarrow B \overline{b_1}) \vee (C \vee B \overline{b_0}) \right) \wedge (\neg A \vee \neg B b_2 \vee \neg C \overline{b_2} \vee D) \right) \Rightarrow (A(\overline{b_2} + b_1) \vee C b_0 \vee D) \wedge (\neg A \Rightarrow D(\overline{b_2} + b_1))$$

Converta para CNF.

Critérios de correção:

- 0.25 remoção das constantes
- 0.25 remoção das implicações
- 0,5 formato final correto, em CNF
- 0,1 penalização por passo incorreto

Exame, Pergunta 4:

Suponha que tem o seguinte conjunto de cláusulas:

$$CNF = \left\{ \{2,3,4\}, \{1,2,3\} b_2, \{-1, -2 \overline{b_1}, 4\}, \{-1,3,4\} b_1, \{1, -3,4\}, \{-2,3, -4\} \overline{b_1}, \{-1,2 b_0, 3 \overline{b_0}, 4\} \right\}$$

Aplique o DPLL, de modo a verificar se o conjunto de cláusulas pode ser satisfeito.

(pergunta não realizada)

Exame, Pergunta 5:

Suponha que tem a seguinte base de conhecimento (relativo a trabalho, saúde e tempo livre):

- a) Quem trabalha tem saúde
- b) Existe quem tenha saúde e não trabalhe
- c) Quem não tem saúde está doente
- d) Quem trabalha ou está doente tem pouco tempo livre
- e) O Ramiro tem pouco tempo livre
- f) A Elisa não trabalha nem está doente

Converta esta informação para Lógica de 1ª Ordem.

Resolução:

- $\forall x \text{Trabalha}(x) \Rightarrow \text{Saude}(x)$
- $\exists x \text{Saude}(x) \wedge \neg \text{Trabalha}(x)$
- $\forall x \neg \text{Saude}(x) \Rightarrow \text{Doente}(x)$
- $\forall x (\text{Trabalha}(x) \vee \text{Doente}(x)) \Rightarrow \neg \text{TempoLivro}(x)$
- $\neg \text{TempoLivro}(\text{Ramiro})$
- $\neg \text{Trabalha}(\text{Elisa}) \wedge \neg \text{Doente}(\text{Elisa})$

Nota: Variáveis não quantificadas, ou duplamente quantificadas de forma distinta, são penalizadas com 0.2.

Critérios:

- 6 expressões
- Penalização/Bonificação
 - 0,2 Penalização por expressão completamente errada ou em falta
 - 0,2 Bonificação por expressão completamente correta
 - 0,1 Penalização/bonificação, para expressão parcialmente incorreta (situações em que a expressão corresponde a uma frase ligeiramente parecida, ou troca de uma negação)
 - 0,5 número igual de expressões erradas e corretas
- Valor máximo é 0,5 se existirem mais expressões erradas que corretas, passando a ser o valor mínimo no caso contrário.
- Se existirem mais expressões corretas que incorretas, aplicam-se as penalizações, caso contrário aplicam-se as bonificações

Houve quem tenha considerado Pessoa(x), para poder claramente referir que estas regras são aplicadas apenas as pessoas, e quem tenha considerado os vários vícios, bem como os vários problemas, utilizando Ter(x,y) para que uma pessoa x tenha um dado vício y ou problema y. As abordagens mais genéricas, e portanto com potencial para se manterem úteis com adição de novo conhecimento, são sempre mais complexas.

Exame, Pergunta 6:

Suponha que tem as seguintes expressões em lógica de primeira ordem (relativo a tarefas e motivação):

- a) $\exists_x \text{Pessoa}(x) \wedge \forall_y \text{FinalizaTarefa}(x, y) \Rightarrow \text{Motivado}(x)$
- b) $\exists_x \text{Pessoa}(x) \wedge \exists_y \text{Pessoa}(y) \wedge \text{Desconsidera}(y, x) \Rightarrow \neg \text{Motivado}(x)$
- c) $\exists_x \text{Pessoa}(x) \wedge \neg \text{Motivado}(x) \Rightarrow \forall_y \neg \text{FinalizaTarefa}(x, y)$
- d) $\text{Pessoa}(\text{Marco}) \wedge \text{Pessoa}(\text{Paulo}) \wedge \text{Desconsidera}(\text{Paulo}, \text{Marco})$
- e) $\text{Motivado}(\text{Paulo}) \wedge \text{FinalizaTarefa}(\text{Paulo}, \text{FazerExameRCC})$
- f) $\exists_x \text{Pessoa}(x) \wedge \neg \text{Motivado}(x) \Rightarrow \text{FinalizaTarefa}(x, \text{FazerExameRCC})$

Diga qual o significado de cada expressão.

Resolução:

- Existe quem fique motivado por finalizar tarefas
- Existe quem fique desmotivado se uma certa pessoa o desconsiderar
- Existe quem não consiga finalizar tarefas se estiver desmotivado
- O Marco e o Paulo são pessoas, e o Paulo desconsidera o Marco
- O Paulo está motivado e finaliza a tarefa de fazer o exame de RCC
- Existe quem finalize a tarefa de fazer o exame de RCC mesmo estando desmotivado

Crítérios: idêntico à pergunta anterior

Considerado parcialmente correto as expressões em português com variáveis, ou seja, é efetuada a conversão literal.

Exame, Pergunta 7:

Suponha que tem que unificar as duas expressões seguintes:

- $T(P(x, Z(z, A)), A, P(Z(A, y), x))$
- $T(P(Z(z, v), Z(A, A)), y, P(x, x))$

Calcule o unificador mais geral.

Resolução:

- $T(P(x, Z(z, A)), A, P(Z(A, y), x))$
 - $T(P(Z(z, v), Z(A, A)), y, P(x, x))$
 - $\{ \}$
- $P(x, Z(z, A)), A, P(Z(A, y), x)$
 - $P(Z(z, v), Z(A, A)), y, P(x, x)$
 - $\{ \}$
- $x, Z(z, A), A, P(Z(A, y), x)$
 - $Z(z, v), Z(A, A), y, P(x, x)$
 - $\{ \}$
- $Z(z, A), A, P(Z(A, y), Z(z, v))$
 - $Z(A, A), y, P(Z(z, v), Z(z, v))$
 - $\{x/Z(z, v)\}$
- $z, A, A, P(Z(A, y), Z(z, v))$

- $A, A, y, P(Z(z, v), Z(z, v))$
 - $\{x/Z(z, v)\}$
- $A, A, P(Z(A, y), Z(A, v))$
 - $A, y, P(Z(A, v), Z(A, v))$
 - $\{x/Z(z, v); z/A\}$
- $P(Z(A, A), Z(A, v))$
 - $P(Z(A, v), Z(A, v))$
 - $\{x/Z(z, v); z/A; y/A\}$
- $Z(A, A), Z(A, v)$
 - $Z(A, v), Z(A, v)$
 - $\{x/Z(z, v); z/A; y/A\}$
- $A, A, Z(A, v)$
 - $A, v, Z(A, v)$
 - $\{x/Z(z, v); z/A; y/A\}$
- $A, Z(A, A)$
 - $A, Z(A, A)$
 - $\{x/Z(z, v); z/A; y/A, v/A\}$

Cr terios:

- 0,5 Resultado final correto sem passos interm dios
- 0,5 Passos interm dios e resultado correto, mas com substitui  es n o aplicadas  s express  es (substitui a variável x, e mant m-se um x numa das expressões por substituir)
- 0,5 Passos intermédios e resultados que seriam corretos, não fosse a substituição de constantes por variáveis, quando apenas variáveis podem ser substituídas.
- 0,5 Outras situações globalmente correto, mas troca de variáveis (baralhando Z constante com z variável), não metódico, falha de uma substituição, substituir uma variável por ela própria, etc.
- 0,25 Situações com erros mais graves, e/ou que não chegam ao fim

Exame, Pergunta 8:

Suponha que tem a seguinte base de conhecimento (relativo a compra de produtos, barato vs qualidade):

- a) $\forall_x \text{Produto}(x) \Rightarrow \text{Barato}(x) \vee \text{Qualidade}(x)$
- b) $\forall_x \text{Barato}(x) \Rightarrow \neg \text{Qualidade}(x)$
- c) $\forall_x \neg \text{Qualidade}(x) \Rightarrow \neg \text{FuncionaBem}(x)$
- d) $\exists_x \text{Barato}(x) \wedge \text{Qualidade}(x)$
- e) $\text{Produto}(\text{TelemovelA}) \wedge \text{FuncionaBem}(\text{TelemovelA})$
- f) $\text{Barato}(\text{TelemovelB})$

Mostre utilizando a regra de inferência *Modus Ponens* generalizada, que se pode concluir $\neg \text{Barato}(\text{TelemovelXPTO})$.

Resolução:

1. $\text{Barato}(S4) \wedge \text{Qualidade}(S4)$ base de conhecimento

- | | |
|--|--------------------------------|
| 2. $\text{Barato}(S4)$ | [1] AND-elimination |
| 3. $\text{Qualidade}(S4)$ | [2] AND-elimination |
| 4. $\text{Barato}(x2) \Rightarrow \neg \text{Qualidade}(x2)$ | base de conhecimento |
| 5. $\neg \text{Qualidade}(S4)$ | [2,4] Modus Ponens $\{x2/S4\}$ |
| 6. $\neg \text{Qualidade}(S4) \vee 0$ | [5] |
| 7. $\text{Qualidade}(x2) \Rightarrow 0$ | [6] |
| 8. 0 | [7] |
| 9. $\text{Barato}(\text{TelemovelXPTO}) \wedge \neg \text{Barato}(\text{TelemovelXPTO})$ | [8] |
| 10. $\neg \text{Barato}(\text{TelemovelXPTO})$ | [9] AND-elimination |

Crêterios:

- 0.5 Resolução correta por outro método (inclui-se aqui aplicar a regra de inferência resolução, mesmo que uma só vez)
- 0.25 Removidos os quantificadores de toda a base do conhecimento (corretamente, quem tratou os quantificadores existenciais como se fossem universais, fica com 0,1)
- 0.1 Tentativa de resolução muito incompleta

Exame, Pergunta 9:

Suponha que tem a seguinte base de conhecimento em lógica de primeira ordem (relativo a conflitos):

- $\forall x,y \text{Conflito}(x,y) \Rightarrow \exists z \text{Quer}(x,z) \wedge \text{Quer}(y,z) \wedge (\neg \text{Tem}(x,z) \vee \neg \text{Tem}(y,z))$
- $\exists x,z \text{Quer}(x,z) \wedge \neg \text{Precisa}(x,z)$
- $\exists z \forall x \text{Quer}(x,z) \wedge \text{Tem}(x,z)$
- $\text{Quer}(\text{Júlio}, \text{SalaReuni es}) \wedge \text{Quer}(\text{Simão}, \text{SalaReuni es})$
- $\neg \text{Precisa}(\text{Júlio}, \text{SalaReuni es})$
- $\forall x \text{Quer}(x, \text{CopoDe gua}) \wedge \text{Tem}(x, \text{CopoDe gua})$

Converta o conhecimento para CNF, removendo os quantificadores universais e existenciais.

Resolução:

- $\text{Conflito}(x1,y1) \Rightarrow \text{Quer}(x1,S1(x1,y1)) \wedge \text{Quer}(y1,S1(x1,y1)) \wedge (\neg \text{Tem}(x1,S1(x1,y1)) \vee \neg \text{Tem}(y1,S1(x1,y1)))$ – converter para CNF
 - $\neg \text{Conflito}(x1,y1) \vee (\text{Quer}(x1,S1(x1,y1)) \wedge \text{Quer}(y1,S1(x1,y1)) \wedge (\neg \text{Tem}(x1,S1(x1,y1)) \vee \neg \text{Tem}(y1,S1(x1,y1))))$ --- considerar expressões como $A+(B*C*(D+E))$
 - desenvolvimento em CNF torna-se extenso, mas considerando as letras as expressões, basta colocar A na segunda parcela:
 - $(A+B)*(A+C)*(A+D+E)$ – está em CNF
- $\text{Quer}(S2x,S2z) \wedge \neg \text{Precisa}(S2x,S2z)$ - CNF
- $\text{Quer}(x3,S3) \wedge \text{Tem}(x3,S3)$ - CNF
- $\text{Quer}(\text{Júlio}, \text{SalaReuni es}) \wedge \text{Quer}(\text{Simão}, \text{SalaReuni es})$ - CNF
- $\neg \text{Precisa}(\text{Júlio}, \text{SalaReuni es})$ - CNF
- $\text{Quer}(x1, \text{CopoDe gua}) \wedge \text{Tem}(x1, \text{CopoDe gua})$ - CNF

Critérios:

- 0.5 – quantificadores removidos
- 0,5 - Variáveis ou funções skolem corretas, evitando também colisão de nomes de variáveis
- 0.5 – formato final em CNF

Grupo II

Exame, Pergunta 1 [1 valor]

Um revendedor de material de construção, pretende comprar parafusos, tendo para tal diversas possibilidades em termos de preço e qualidade, devendo ter tanto parafusos baratos, como parafusos de qualidade. No ano anterior adquiriu parafusos de todos os fornecedores, mas apenas de qualidade. Apenas $20 + d_0\%$ foram baratos. Pretendendo averiguar outra estratégia para este ano, fez um estudo e obteve a informação de que $50 + d_1\%$ dos parafusos no mercado são baratos, mas apenas $30 + d_2\%$ são de qualidade. Pretende saber se adquirir este ano parafusos de todos os fornecedores, mas apenas os baratos, qual a percentagem de parafusos de qualidade que irá ter.

Resolução:

Q – parafuso de qualidade

B – parafuso barato

$$P(B|Q)=0.2$$

$$P(B)=0.5$$

$$P(Q)=0.3$$

$$P(Q|B)= ?$$

$$P(Q|B)=P(B|Q)*P(Q)/P(B)=0.2*0.3/0.5=0.12$$

Critérios:

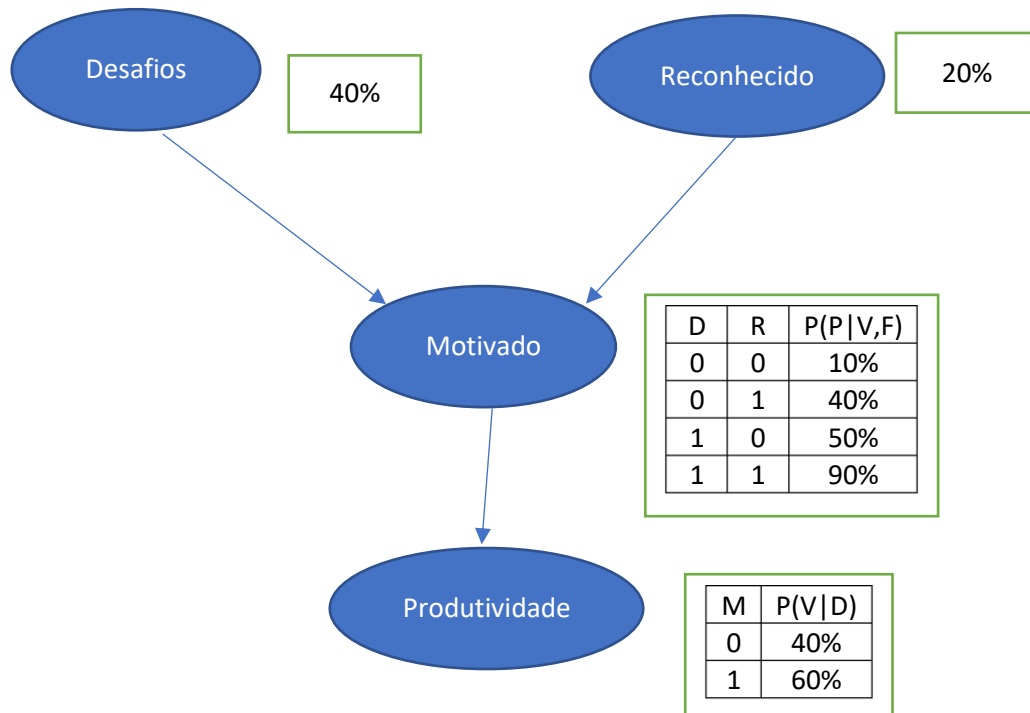
- 0.5 – identificação das variáveis
- 0.5 – aplicação da regra de Bayes

Pergunta 2, Exame:

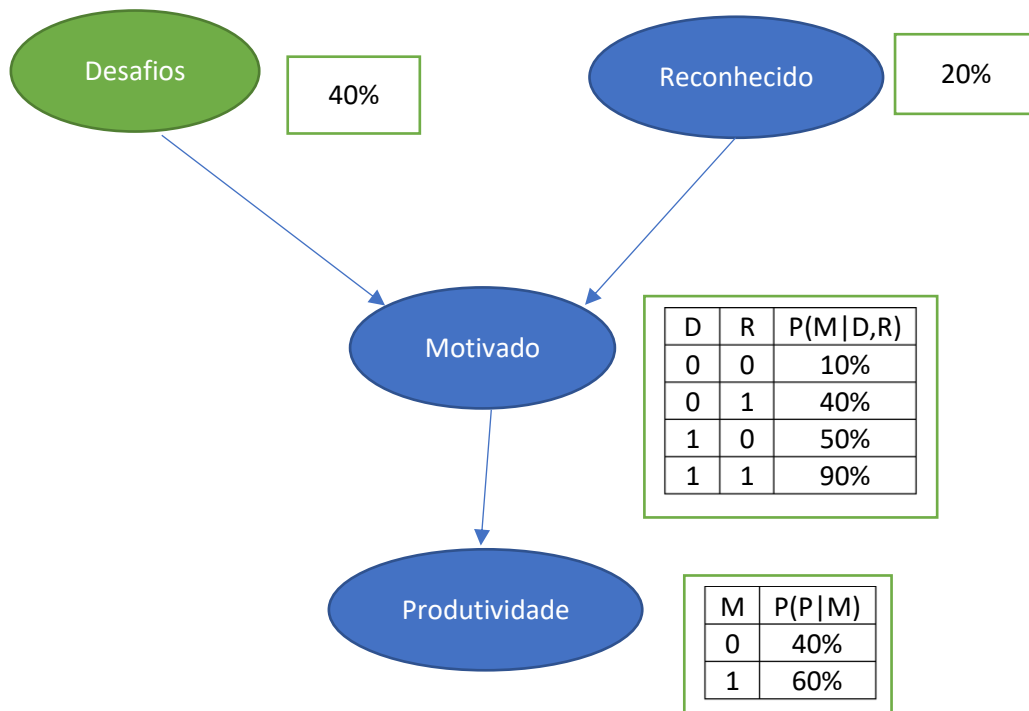
Uma empresa na área das tecnologias informáticas, tem a sua receita altamente dependente da produtividade individual dos seus trabalhadores, e pretende procurar melhorar. Para tal fez um levantamento de situações ao longo dos anos, através de inquéritos aos trabalhadores, e em outras empresas do mesmo género, de modo a obter informação relevante.

Foi recolhida a seguinte informação: $40 + d_2\%$ dos trabalhadores considera que lhe são atribuídos desafios e tarefas de responsabilidade; $20 + d_1\%$ dos trabalhadores considera que o seu trabalho é reconhecido e valorizado pelos responsáveis da empresa. Com base em indicadores de comportamento, foi possível averiguar o nível de motivação de cada trabalhador, e associar essa classificação ao inquérito, tendo-se traduzido na seguinte informação: a probabilidade de um trabalhador estar motivado, é de $90 + d_0\%$ se tem desafios, e o trabalho é valorizado, mas baixa para $50 + d_1\%$ caso o trabalho não seja valorizado (mas sendo atribuídas tarefas desafiantes), baixando ainda mais para $40 + d_1\%$ no caso do trabalho ser valorizado, mas as tarefas não serem desafiantes, e finalmente ficando em $10 + d_2\%$ no caso do trabalho nem ser valorizado nem as tarefas são desafiantes. A empresa fez ainda uma última relação, entre a motivação e produtividade dos trabalhadores, tendo apurado que a probabilidade de um trabalhador ser produtivo é de $60 + d_1\%$ se estiver motivado, e de $40 + d_0\%$ se não estiver motivado.

- a) Construa uma rede de Bayes, que represente este conhecimento.
- b) Calcule a probabilidade uma tarefa desafiante ser realizada por um trabalhador de produtivo



b)



A resposta é a árvore que falta, o nó Produtividade

$$P(M) = 0.9 \cdot 0.2 + 0.8 \cdot 0.5 = 0.58$$

$$P(P) = 0.58 \cdot 0.6 + 0.42 \cdot 0.4 = 0.348 + 0.168 = \mathbf{0.516}$$

CrITÉRIOS a):

- 0.5 para eventos bem detetados
- 0.5 para relações e probabilidades bem identificadas

CrITÉRIOS b):

- 0.5 simplificação da árvore bem realizada
- 0.5 calculo do valor solicitado corretamente

(caso não utilize a árvore, contabilizado até 0.5)

Grupo III

Exame, Pergunta 1:

Uma empresa pretende procurar identificar as verdadeiras causas para os conflitos entre trabalhadores, cada vez mais frequentes, e que em muito prejudicam os resultados que se pretendem obter. Para tal, identificou um conjunto de causas possíveis:

1. Escassez de recursos;
2. Falha na comunicação;
3. Objetivos incompatíveis;
4. Responsabilidades duplicadas.

Foi recolhida informação sobre os casos documentados de conflitos, conflitos atuais, tendo-se reunido informação sobre o que em cada caso contribuiu para o conflito. De igual forma, adicionou-se um conjunto de outras situações em que algumas destas causas existiam, e que o conflito não ocorreu.

Construa uma árvore de decisão para o seguinte conjunto de treino, utilizando o algoritmo Decision-Tree-Learning, indicando **todos os passos**. Opte pelo atributo que permitir resolver mais casos em cada passo.

Conjunto de treino

Caso	C1	C2	C3	C4	Aborrecida?
1					
2					
3					
4					
5					
6					

consultar folha de Excel e colocar número de estudante

Resolução:

(desnecessário, pergunta idêntica ao colocado no e-fólio B)

Critérios:

- 1 valor por tentativa (não mostra cálculos, nem apresenta uma árvore de decisão correta)
- 4 valores para tudo correto

Exame, Pergunta 2:

Considere a situação da pergunta anterior, mas desta vez pretende treinar uma rede neuronal. Treine a rede fazendo uma passagem pelo conjunto de treino (da pergunta anterior), utilizando um valor de alfa de $(15 + d_1 + d_2)\%$.

Rede neuronal (*threshold function*) - 1 nível, 1 neurónio com valores iniciais dos pesos pela ordem do conjunto de treino (constante seguido de atributos). Apresente **todos os passos**.

w (nível 1)	11
0	
1	
2	
3	
4	
5	

consultar folha de Excel e colocar número de estudante

Resolução:

(desnecessário, pergunta idêntica ao colocado no e-fólio B)

Critérios:

- Entregas todas corretas.