

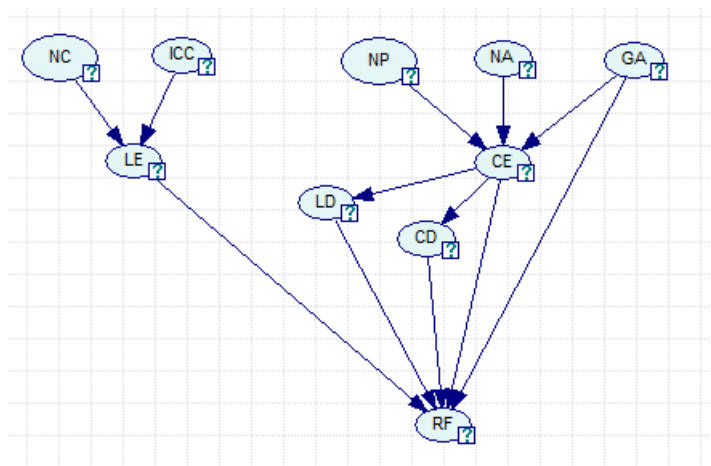
Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

Para a carreira de professor do Ensino Superior, realizaram-se provas públicas de avaliação de candidatos. Estas provas avaliaram uma lição escrita e o currículo escrito. Posteriormente, a lição e o currículo são discutidos publicamente. O resultado final (RF) baseia-se nas avaliações obtidas nestas 4 componentes: lição escrita (LE), discussão da lição (LD), currículo escrito (CE) e discussão do currículo (CD).

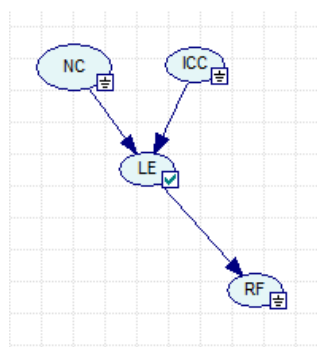
Os itens avaliados na lição escrita são o “nível científico” (NC) e a “integração no curso” (IC). Os itens avaliados no currículo são o “grau académico” (GA), o número de publicações (NP) e a antiguidade na profissão em número de anos (NA). Se GA for diferente de “Mestre” ou “Doutor” o candidato é imediatamente reprovado.

Pretende implementar-se um sistema que, a partir da classificação obtida apenas nos componentes LE e CE, permita prever a classificação final do candidato, antes de se realizarem as discussões públicas da lição e do currículo. Para isso admite-se que um currículo escrito “bom” significa uma discussão do currículo “boa” e uma discussão da lição também “boa”.

1. a) (0.5) Implementou-se uma Rede Bayesiana, em que o nó RF representa o Resultado Final, “aprovado” ou “reprovado”. Complete o diagrama acrescentando os nós e ligações em falta:



- b) (1.25) Admitindo que  $p(\text{NC}=\text{bom})=0.5$ ,  $p(\text{ICC}=\text{mau})=0.6$ ,  $p(\text{LE}=\text{boa} | \text{NC}=\text{bom}, \text{ICC}=\text{bom}) = 0.9$ ,  $p(\text{RF}=\text{aprovado} | \text{LE}=\text{boa})=0.6$  e  $p(\text{RF}=\text{aprovado} | \text{LE}=\text{mau})=0.3$ , calcule  $p(\text{LE}=\text{boa} | \text{RF}=\text{aprovado}, \text{NC}=\text{bom}, \text{ICC}=\text{bom})$ . Baseie-se na rede Bayesiana fornecida, isto é, antes de a ter completado em a) e considerando apenas os nós RF, LE, NC e ICC. Apresente apenas a aplicação das fórmulas (variáveis, não valores!) e o resultado final.



► Bom	0.5
► Mau	0.5

► Bom	0.4
► Mau	0.6

	NC	Bom	Mau		Bom	Mau
ICC	Bom	Mau	Bom	Mau		
► Boa	0.9	0.5	0.5	0.5		
► Ma	0.1	0.5	0.5	0.5		

	LE	Bom	Ma
► Aprovado	0.6	0.3	
► Reprovado	0.4	0.7	

Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

$$p(x_1 | x_2 \dots x_n) = \frac{p(x_1, x_2 \dots x_n)}{p(x_2 \dots x_n)} = \frac{p(LE, RF, NC, ICC)}{p(RF, NC, ICC)}$$

$$P(x_1, x_2 \dots x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | Parents(X_i)) = p(RF | LE).p(LE | NC, ICC).p(NC).p(ICC) = \boxed{0.54}$$

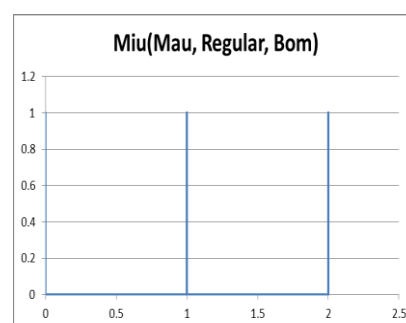
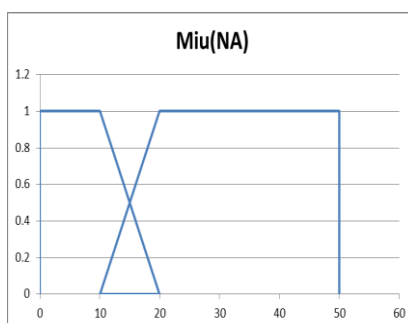
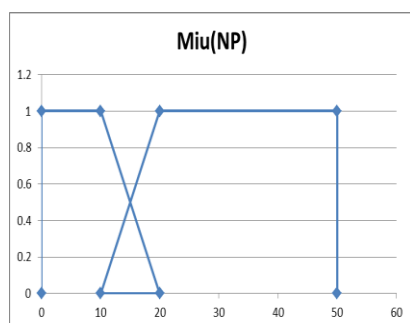
$$P(x_1, x_2 \dots x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | Parents(X_i)) = \frac{p(RF | LE).p(LE | NC, ICC).p(NC).p(ICC) + p(RF | \overline{LE}).p(\overline{LE} | NC, ICC).p(NC).p(ICC)}{p(RF | LE).p(LE | NC, ICC).p(NC).p(ICC) + p(RF | \overline{LE}).p(\overline{LE} | NC, ICC).p(NC).p(ICC)} = \boxed{0.57}$$

Donde,  $p(LE=boa | RF=aprovado, NC=bom, ICC=bom) = \frac{0.54}{0.57} = \boxed{0.95}$

2. Para o mesmo objectivo, implementou-se um sistema de inferência difusa. Para NP e NA definiram-se os termos linguísticos “pouca(o)s” e “muita(o)s” na notação alfa-cut da seguinte forma: pouca(o)s = (0, 0, 10, 20) e muita(o)s = (10, 20, 50, 50). Com base na inferência de Mamdani e nas seguintes regras, infira se um candidato com 15 publicações, 20 anos de serviço e grau de Mestre tem um currículo vitae (CV), “bom”, “regular” ou “mau”. Siga os passos indicados em seguida, neste enunciado.

1. Se poucas publicações => CV=mau
2. Se muitas publicações => CV=bom
3. Se poucos anos de serviço => CV=mau
4. Se muitos anos de serviço => CV=bom
5. Se Doutor => CV=bom
6. Se Mestre => CV=regular
7. Se Outros => CV=mau

a) (0.5) Desenhe as funções de pertença dos termos linguísticos referidos no enunciado e necessários para a resolução do problema (preencha apenas os gráficos que considerar necessários e identifique cada um pelo nome da variável linguística)



Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

b) (0.5) Fuzifique os factos referidos no enunciado apresentando os valores de  $\mu$  para cada um deles

	15 Publicações	20 Anos de Serviço	GA=Mestre
Valor de $\mu$	0.5(poucas), 0.5(muitas)	1.0(muitos)	1

c) (0.75) Realize a inferência, indicando os valores de  $\mu$  de cada conclusão.

	Mau	Regular	Bom
$\mu$ Regra 1	0.5		
$\mu$ Regra 2			0.5
$\mu$ Regra 3	-	-	-
$\mu$ Regra 4			1
$\mu$ Regra 5	-	-	-
$\mu$ Regra 6		1	
$\mu$ Regra 7	-	-	-

d) (0.5) i) Há necessidade de agregação? SIM NÃO (escolher uma: resposta errada desconta).  
Se sim, execute-a.

Sim, nas regras 2 e 4:  $\max(0.5; 1) = 1$

e) (0.5) i) O valor final de CE é: **bom** regular mau (escolher uma: resposta errada, desconta)

(0.5) ii) Justifique (apresentando cálculos se achar necessário)

$$COA = \frac{0 \times 0.5 + 1 \times 1 + 2 \times 1}{0.5 + 1 + 1} = 1.2$$
 Como representa a abcissa do centro de gravidade e está mais próximo de **Regular** do que de Bom ou Mau, o resultado é “Regular”

3. Para este problema implementou-se também uma rede neuronal:

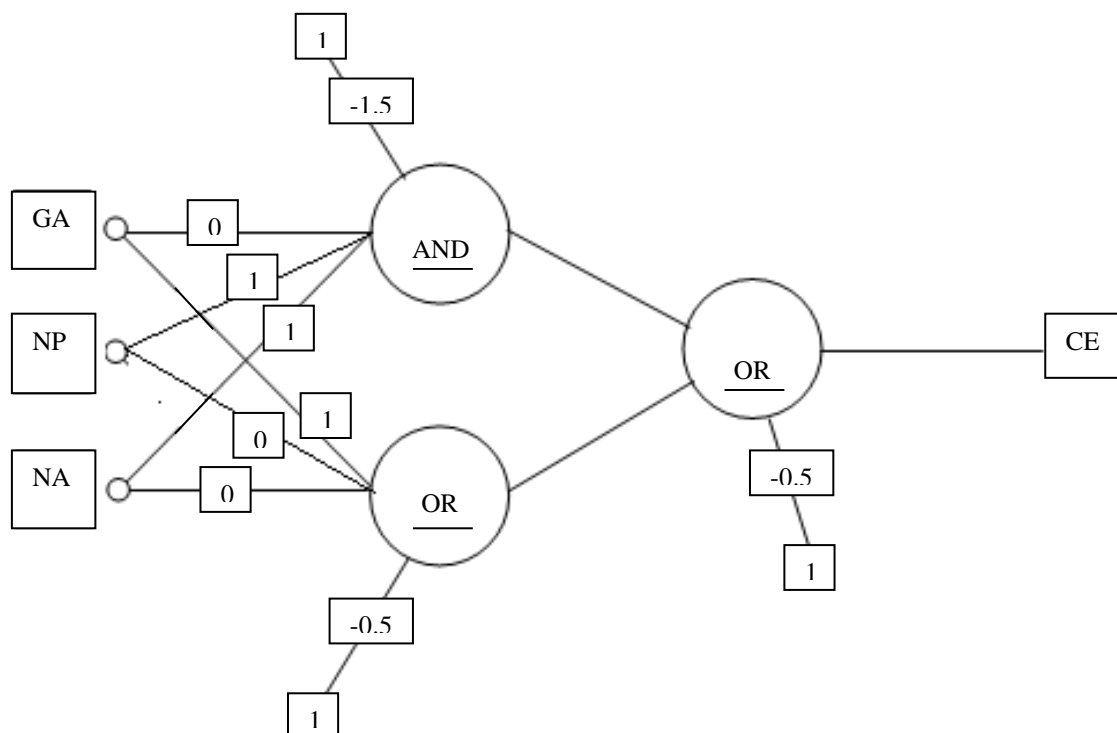
a) (0.25) Quantas entradas deveria ter a rede? **5** E quantas saídas? **1** (ou 2)

b) (1.25) Considere a seguinte regra:

**Se GA=Doutor || (NP=alto & NA=alto) => CE=bom**

Na seguinte rede neuronal coloque sobre cada ligação o valor dos coeficientes sinápticos respetivo, de modo a que a rede possa realizar esta inferência. Em cada unidade escreva a função lógica pretendida (AND, OR ou NOT). Considere que todas as entradas são normalizadas em [0, 1] e que NP=”alto” e NA=”alto” são representados por valores superiores a 0.5.

Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_



4. Considere as seguintes regras:

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\Rightarrow \text{Pontos}=0$                         |  |
| 2. Se LE=boa $\Rightarrow \text{Pontos}=\text{Pontos}+5$ | 4. Se CD=bom $\Rightarrow \text{Pontos}=\text{Pontos}+3$       |
| 3. Se LD=boa $\Rightarrow \text{Pontos}=\text{Pontos}+3$ | 5. Se Pontos $\geq 10 \Rightarrow \text{RF}=\text{"Aprovado"}$ |
| 4. Se CE=bom $\Rightarrow \text{Pontos}=\text{Pontos}+5$ | 6. Se Pontos $< 10 \Rightarrow \text{RF}=\text{"Reprovado"}$   |

a) Escolha uma de entre as respostas possíveis (errado, desconta)

i) (0.25) Pode realizar a inferência em backward chaining? SIM NÃO

ii) (0.25) Quando dispara a regra 1? SEMPRE NUNCA

iii) (0.25) Faz sentido trabalhar com factores de certeza em regras deste tipo? SIM NÃO

Núm. \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_

**d)** (1.25) Considerando apenas os atributos LE, LD, CE e CD, e a solução RF, preencha as linhas necessárias na tabela seguinte de modo a que ela constitua uma Case Library (exaustiva) de um possível sistema CBR. Use o símbolo “X” para indicar situações em que o valor de um dado atributo (já) não interessa.

Atributos				Solução
LE	LD	CE	CD	RF
boa	x	bom	x	Aprovado
boa	boa	x	boa	Aprovado
x	boa	bom	boa	Aprovado
má	má	x	x	Reprovado
má	x	mau	x	Reprovado
má	x	x	má	Reprovado
x	má	mau	x	Reprovado
x	x	mau	má	Reprovado

**5.** **a)** (0.75) De acordo com o sistema de avaliação exposto em 1, apresente a matriz de transição de uma cadeia de Markov destinada a representar a evolução futura da avaliação de CE. Assuma que a probabilidade de CE evoluir de “Mau” para “Bom” é de 0.5 (e de permanecer “Mau” é 0.5).

	Futuro Bom	Futuro Mau
Presente Bom	1	0
Presente Mau	0.5	0.5

**b)** (0.75) Critique resumidamente o sistema de avaliação utilizado para o CE e proponha uma solução

Como a avaliação de CE depende de NP, NA e GA, e NP e NA só podem subir, assim como GA só pode progredir (exemplo: de Mestre para Doutor), a avaliação do CV só pode aumentar. Poder-se-ia usar, porexemplo, um rácio NP/NA como indicador da média de publicações ao longo dos anos.