

**Nota: Responder a cada questão (1, 2, 3 e 4) em folhas de exame separadas.**

1. [4 valores] Numa corrida de contra relógio pede-se aos atletas que consigam acumular o mais rápido possível 20 créditos, fazendo o percurso que lhes aprouver, e regressando depois ao ponto de partida. Os créditos podem ser obtidos em postos de controlo distribuídos num terreno, sendo que cada corredor só pode passar num posto de controlo uma vez. Para vencer a corrida, não é necessário passar por todos os postos de controlo: basta acumular pelo menos o número de créditos necessário. Só nessa altura se pode regressar ao ponto de partida.

A tabela mostra o tempo (igual para todos os corredores) necessário para percorrer a distância entre pontos do terreno. O ponto de partida é *S* e os postos são *P1* a *P5*. Os valores não são simétricos (o terreno tem inclinações). As regras da corrida indicam que determinados postos não podem ser visitados consecutivamente (indicados com '--' na tabela). Junto aos postos destino está indicado o número de créditos obtido numa passagem por esse posto.

		destino					
		<i>S</i>	<i>P1</i> (4c)	<i>P2</i> (3c)	<i>P3</i> (10c)	<i>P4</i> (7c)	<i>P5</i> (4c)
origem	<i>S</i>	--	2	6	5	--	--
	<i>P1</i>	5	--	10	--	12	--
	<i>P2</i>	--	4	--	--	11	11
	<i>P3</i>	11	--	--	--	14	3
	<i>P4</i>	10	--	--	14	--	8
	<i>P5</i>	--	5	4	8	--	--

- a) Indique duas soluções diferentes que poderiam ser encontradas pela estratégia de pesquisa primeiro em largura. Justifique.
- b) Ao aplicar a estratégia de pesquisa **A\***, definiu-se a seguinte função heurística, onde *x* indica a posição atual do corredor, *c* é o número de créditos atual, *T* representa o tempo entre 2 pontos indicado na tabela, *S* é o ponto de partida e *P<sub>i</sub>* é um posto de controlo (*i* ∈ [1,5]):

$$h(x, c) = \begin{cases} 0, & \text{se } c \geq 20 \text{ e } x = S \\ T(x, S), & \text{se } c \geq 20 \text{ e há ligação entre } x \text{ e } S \\ \min_i T(x, P_i), & \text{senão} \end{cases}$$

Esta heurística é, em geral, admissível e consistente? Justifique.

- c) Determine a solução encontrada pela estratégia de **pesquisa gulosa (greedy)**, quando utiliza a heurística definida na alínea anterior. Apresente igualmente a árvore de pesquisa.

2. [4 valores] Considere uma versão muito simplificada do jogo Sudoku, que inclui uma matriz de 3x3. O objetivo do jogo é preencher as células da matriz com três algarismos diferentes (1, 2, 3), de forma que não exista nenhum algarismo repetido em qualquer linha e coluna. Pretende-se aplicar **Algoritmos Genéticos** na resolução deste jogo. A figura seguinte apresenta a matriz inicial do jogo (jogo) e a população inicial constituída por 4 indivíduos i, ii, iii e iv.

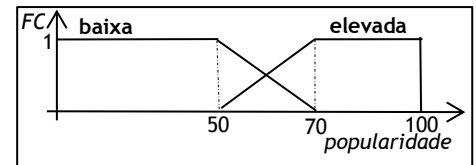
<table><tr><td></td><td>2</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>		2								<table><tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr></table>	2	2	2	1	1	1	3	3	3	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr></table>	1	2	3	1	2	3	1	2	3	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>3</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	2	2	2	3	3	3	1	1	<table><tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>2</td></tr></table>	2	2	3	3	3	1	1	1	2
	2																																																
2	2	2																																															
1	1	1																																															
3	3	3																																															
1	2	3																																															
1	2	3																																															
1	2	3																																															
1	2	2																																															
2	3	3																																															
3	1	1																																															
2	2	3																																															
3	3	1																																															
1	1	2																																															
jogo	i	ii	iii	iv																																													

- a) Proponha uma estrutura para a representação do indivíduo, explicando. Exemplifique com a representação do indivíduo iv da população inicial.
- b) Proponha uma função de adaptação (descrição textual). Calcule os valores de adaptação dos indivíduos da população inicial.
- c) No processo de seleção dos indivíduos a utilizar na formação da geração seguinte, é usada uma política elitista (só para o melhor). Considere que foram gerados os seguintes números aleatórios (entre 0 e 1): 0.66 / 0.32 / 0.84. Apresente o resultado deste processo de seleção. Explique.
- d) Calcule a 2ª geração da população, explicando todas as suas opções. Sugira uma estratégia de cruzamento. A probabilidade de cruzamento é 75% e foram gerados os números aleatórios: 0.25 / 0.44 / 0.81. A probabilidade de mutação é 2% e só no 14º número aleatório surgiu um inferior a 0.02.

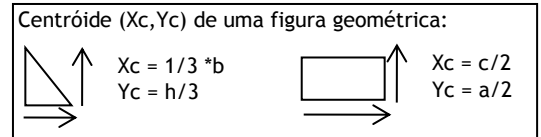
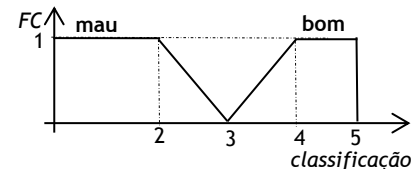
3. [4 valores] Um sistema baseado em conhecimento é usado para a classificação de filmes (bom/mau), possuindo o seguinte conjunto de regras:

- R1: Se número de filmes > 7 e popularidade elevada então é bom ator ( $FC=0,8$ )  
 R2: Se recebeu algum prémio então é bom ator ( $FC=0,7$ )  
 R3: Se número de filmes > 10 e popularidade baixa então é mau ator ( $FC=0,8$ )  
 R4: Se ator\_principal é bom ator e audiência média > 70% então é bom filme ( $FC=0,8$ )  
 R5: Se ator\_principal é mau ator ou audiência média < 50% então é mau filme ( $FC=1$ )

O ator principal do filme **FilmeABC** já participou em 15 outros filmes e recebeu 2 prémios. De acordo com um estudo efetuado para o efeito, o índice de popularidade deste ator é de 65 (escala de 0 a 100). O conceito *popularidade* é descrito pelo conjunto difuso da figura ao lado. Desde que está em exibição, a audiência média do filme **FilmeABC** é de 75%.



- a) Pelo conjunto de regras apresentado, qual o fator de certeza com que classifica (bom e/ou mau) o filme **FilmeABC**? Apresente todos os cálculos que efetuar.
- b) É usual a classificação de um filme ser efetuada numa escala de 0 a 5. A figura ao lado apresenta a função de pertinência do conjunto difuso *classificação*. Com que valor classifica, nesta escala de 0 a 5, o filme **FilmeABC**? Apresente todos os cálculos que efetuar.
- c) Sabe-se que o sistema implementado efetua inferência de regras por encadeamento inverso. Explique em que consiste este mecanismo de inferência.



4. [8 valores] Responda a seis (6) das seguintes sete (7) questões (cada uma em 5-10 linhas).

- a) Explique, usando a respetiva fórmula, o efeito da variação do parâmetro temperatura no algoritmo “arrefecimento simulado”.
- b) Explique as vantagens do algoritmo de pesquisa de soluções por Aprofundamento Progressivo (*Iterative Deepening*).
- c) Explique as vantagens do algoritmo IDA\* (*Iterative Deepening A\**) sobre o A\*.
- d) A aplicação do algoritmo *minimax* em jogos complexos permite obter decisões mesmo que imperfeitas. Explique porquê e em que ponto da modelação do problema se pode diminuir essa imperfeição.
- e) Dos alunos de IA, 80 têm idade menor que 21 anos (m21), 15 entre 21 e 25 (21e25) e 5 maior que 25 (M25). Sabe-se ainda que 85 moram na cidade (cid) e os restantes fora da cidade (fc). Calcule qual a informação média para identificar nesta população a que classe etária pertence um aluno. Calcule a Informação de separação relativa ao atributo morada.
- f) Explique qual o efeito do operador “-->” na descrição de DCGs (em Prolog).
- g) Explique qual é, e porquê, o valor que se propaga da camada  $n$  de saída de uma rede neuronal para a camada  $n-1$ .