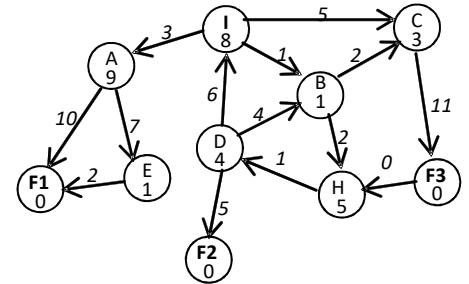


**Nota: Responder a cada questão (1, 2, 3 e 4) em folhas de exame separadas.**

1. [4 valores] Considere o espaço de pesquisa representado na figura ao lado. O estado inicial está identificado pelo nó I e existem 3 estados finais: F1, F2 e F3. As ligações entre os nós/estados representam o custo conhecido quando se efetua essa transição. Em cada nó está representado o valor  $h$  (estimativa do custo até ao objetivo mais próximo).



- a) Indique a solução encontrada e desenhe a árvore de pesquisa obtida quando aplica a estratégia:
- Primeiro em largura
  - Pesquisa gulosa
  - A\*

Deve apresentar, junto a cada nó, o valor desse nó na estratégia considerada. Em caso de empate, os estados são visitados por ordem alfabética

- b) A heurística apresentada na figura é admissível? Justifique a sua resposta.  
c) Comente a otimalidade dos algoritmos utilizados na alínea a).

2. [4 valores] Pretende-se reflorestar a zona apresentada na figura, o que se pode fazer plantando carvalhos (C), pinheiros (P) ou eucaliptos (E). As zonas adjacentes não podem possuir a mesma espécie de árvore. O custo de plantação de cada espécie por hectare é:

|    |    |
|----|----|
| Z1 | Z3 |
|    | Z2 |
| Z4 | Z5 |

carvalho: 10 u.m. (unidade monetária); pinheiro: 9 u.m.; eucalipto: 8 u.m.

A área de cada zona é:

Z1: 20 hectares ; Z2: 10 hectares ; Z3: 10 hectares ; Z4: 20 hectares ; Z5: 10 hectares

Pretende-se usar Algoritmos Genéticos na determinação de quais espécies plantar em cada uma das zonas da floresta, de modo a minimizar o custo. A população inicial é constituída pelos seguintes 4 indivíduos:

- Z1: E, Z2: P, Z3: E, Z4: C, Z5: E
- Z1: E, Z2: P, Z3: E, Z4: P, Z5: E
- Z1: P, Z2: E, Z3: C, Z4: E., Z5: C
- Z1: C, Z2: P, Z3: E, Z4: P, Z5: E

- a) Proponha uma estrutura para a representação do indivíduo, explicando. Represente o indivíduo i 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 (de 1 indivíduo). Considere que foram gerados os seguintes números aleatórios (entre 0 e 1): 0.65 / 0.8 / 0.21. Apresente o resultado deste processo de seleção. Explique.
- d) Calcule a 2ª geração (que inclui 1 selecionado por elitismo), explicando as suas opções. Sugira a estratégia de cruzamento. A probabilidade de cruzamento é 75% e foram gerados os números aleatórios: 0.55 / 0.87 / 0.25. A probabilidade de mutação é 3% e só no 17º número aleatório surgiu um valor inferior a 0.03

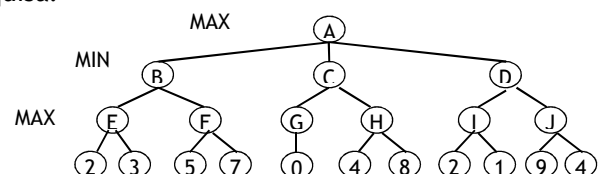
3. [4 valores] Foi enviado um robô ao planeta Marte, para verificar a existência de vida nesse planeta. O robô identificou oito entidades, tendo recolhido os valores apresentados na tabela seguinte (uma entidade é considerada um marciano se apresentar sinais de vida).

|    | Forma      | Cor      | NumOlhos | Marciano |
|----|------------|----------|----------|----------|
| C1 | redonda    | verde    | 1        | não      |
| C2 | redonda    | verde    | 3        | sim      |
| C3 | redonda    | verde    | 2        | sim      |
| C4 | redonda    | vermelho | 2        | não      |
| C5 | redonda    | vermelho | 3        | não      |
| C6 | triangular | verde    | 3        | sim      |
| C7 | triangular | verde    | 1        | não      |
| C8 | triangular | verde    | 3        | sim      |

- a) Calcule a informação média para identificar se uma entidade é um marciano ou não.
- b) Sabendo que  $Entropia(Forma)=0.951$ ,  $Entropia(Cor)=0.688$  e  $Entropia(NumOlhos)=0.655$ , identifique o atributo escolhido para a raiz da árvore de decisão quando se usa o algoritmo C45. Apresente todos os cálculos que efetuar.
- c) Construa a árvore de decisão que permite classificar os exemplos da tabela. A árvore de decisão após o nível 1 pode ser determinada sem efetuar cálculos, mas explicando.
- d) Suponha que a árvore é podada e tem agora profundidade igual a 1. Apresente a árvore alterada e calcule o valor da razão do erro em todas as folhas.
4. [8 valores] Responda a seis (6) das seguintes sete (7) questões (cada uma em 5-10 linhas).

- a) Comente a afirmação: “Os algoritmos de pesquisa *primeiro em largura e aprofundamento progressivo* encontram sempre a mesma solução”.
- b) Porque é que no algoritmo arrefecimento simulado se diz que algumas hipóteses mais afastadas da solução são consideradas, sobretudo no início da pesquisa?

- c) Na figura ao lado, identifique os nós que são cortados pela aplicação de cortes alfa-beta ao algoritmo de pesquisa adversarial minimax. Apresente os cálculos que efetuar.



- d) No escritório, o supervisor pergunta pelo Sr. Joaquim. O colega diz que o carro do Sr. Joaquim está no estacionamento, afirmação que suporta com valor 0.8, pois acha ser aquele o lugar de estacionamento dele. A Maria afirma que viu o carro do Sr. Joaquim sair, afirmação que suporta com valor 0.6. Usando a teoria de Dempster-Shafer, qual o intervalo de confiança associado ao facto de o carro do Sr. Joaquim estar no estacionamento?

- e) Para análise, foram recolhidos diferentes cogumelos, sendo apresentados na tabela 3 exemplos. Que conceitos retiraria da aplicação do algoritmo “Indução sobre as Explicações” a estes 3 exemplos? Explique.

| Atributo      | cogumelo 1 | cogumelo 2 | cogumelo 3 |
|---------------|------------|------------|------------|
| caule         | longo      | curto      | medio      |
| textura caule | manchas    | enrugada   | lisa       |
| campânula     | redonda    | lisa       | redonda    |
| textura camp. | lisa       | enrugada   | lisa       |

- f) Construa uma DCG que permita validar a sintaxe de frases do tipo “O Joao joga futebol”. Efetue também a validação de um teste semântico.
- g) O que entende por especialização (*over-fitting*) em aprendizagem? Quais as causas possíveis para a ocorrência de especialização no treino de uma Rede Neuronal? Como se pode evitar este fenómeno?