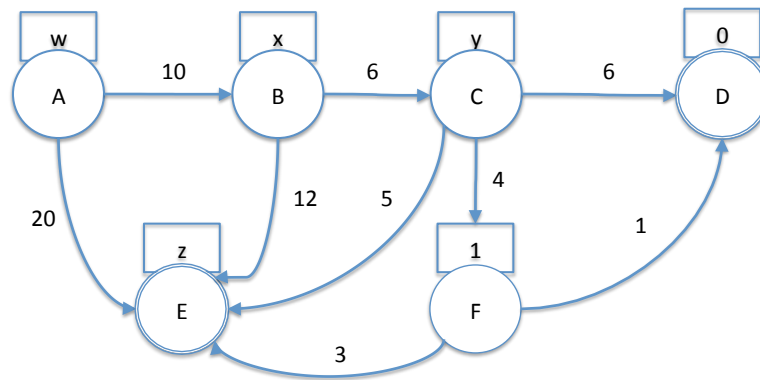


REPESCAGEM 1º TESTE: responder a I.1, I.2, I.3, I.4 e I.5 e todo o grupo II.

REPESCAGEM 2º TESTE: responder a I.6, I.7, I.8, I.9 e I.10 e todo o grupo III.

GRUPO I

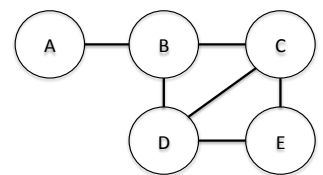
I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (ação) respectivo, enquanto os valores nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. Os estados objectivo são o D e o E. Não se representam os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto. Indique **UMA** combinação de valores para w , x , y e z de forma a que a heurística seja admissível, justificando. Quando possível, os valores para w , x , y e z deverão ser não nulos.



I.2) Considere novamente o grafo da questão 1. Simule a execução do algoritmo de procura A* em **grafos**, partindo do estado inicial A e assumindo que $w=0$, $x=10$, $y=1$ e $z=5$. Deve explicitar os conteúdos das estruturas de dados auxiliares ao longo das iterações do algoritmo, colocando entre parêntesis o valor da função de avaliação para cada nó na lista. Indique a solução obtida, assim como o seu custo, e diga se a solução encontrada é ótima.

I.3) Considere o seguinte indivíduo ABDCFE de uma implementação do problema do caixeiro viajante em algoritmos genéticos. Explique para que serve o operador de mutação num algoritmo genético e indique um operador de mutação apropriado para este problema, ilustrando-o com o exemplo fornecido.

I.4) O grafo de um problema de restrições com 5 variáveis de domínio com cardinalidade 10 encontra-se representado na figura ao lado. De entre as variáveis B e C, indique qual a que seria preferível afetar em primeiro lugar tomando em consideração a topologia do grafo resultante. Recorde-se que um problema de satisfação de restrições de estrutura arbórea com n variáveis de cardinalidade d pode ser resolvido no pior caso em tempo $O(nd^2)$.



I.5) Num jogo de tabuleiro com dois adversários, a peça marcada com um X pode deslocar-se nas oito direções (horizontal, vertical, ou diagonal) e a peça marcada com a bola O só se pode deslocar na vertical e na horizontal. O jogador X tenta apanhar o jogador O, ganhando quando se conseguir movimentar para a casa onde se encontra a peça O; o jogador O vence se conseguir chegar à casa oposta do tabuleiro (onde se encontra o X). Assuma que é a vez do jogador X jogar na configuração mostrada abaixo e que recorre ao algoritmo MINIMAX com corte à profundidade 2 (uma jogada de X seguida por uma jogada de O), com função de avaliação $\max(|h_x - h_o|, |v_x - v_o|)$ em que (h_x, v_x) e (h_o, v_o) são as coordenadas da posição de X e de O, respetivamente. Explícite se X é um jogador de MIN ou de MAX, e qual a jogada que deverá efetuar de acordo com o algoritmo indicado. Justifique construindo a árvore de jogo.

		O
X		

09/JAN/2015 – Inteligência Artificial (Exame de Recurso) – Versão A

I.6) Considere o programa PROLOG listado abaixo que define o predicado $x/3$. Desenhe a árvore de derivação para a interrogação $?- x([a, b, c], M, N)$ e indique a(s) resposta(s) obtida(s). Assumindo que o predicado é sempre interrogado com o primeiro argumento instanciado com uma lista finita, indique o que é obtido nos restantes argumentos das respectivas respostas.

```
x([], [], []).  
x([A], [A], []).  
x([A, B | Xs], Ys, Zs) :- x(Xs, Ys, Zs).
```

I.7) Seja P o programa em lógica na linguagem smodels apresentado abaixo. Indique um modelo estável do programa justificando através da sua definição.

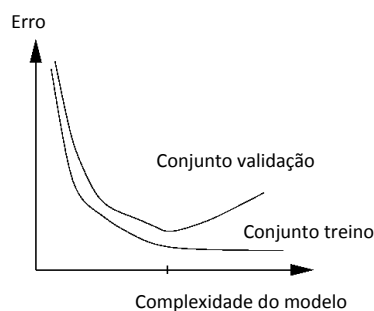
```
a :- not b, not c.      d :- a.  
b :- not a, not c.      y :- d, not y.  
c :- not a, not b.
```

I.8) Seja T a teoria em lógica de primeira ordem formada pelas seguintes três fórmulas: $\forall x \exists y [q(x, y) \Rightarrow p(x, y)]$, $\forall x \forall y [p(x, y) \Rightarrow p(y, x)]$ e $\forall x \forall y \neg [p(x, y) \wedge q(y, y)]$. Recorra ao método de resolução para demonstrar se a fórmula $\forall x \exists y (\neg q(x, y))$ é ou não uma consequência lógica de T , explicitando as unificações efectuadas.

I.9) Considere os operadores STRIPS descritos na tabela abaixo. Assuma que x é verdadeiro inicialmente e que o objetivo é obter y e z simultaneamente verdadeiros. Caso seja possível, recorra ao algoritmo POP para construir um plano para este problema de planeamento, indicando também uma possível ordem de execução.

Ação	A	B
Precondições	y	x
Efeitos	z, $\sim y$	y

I.10) A figura seguinte ilustra um problema muito importante que pode ocorrer na utilização de algoritmos de aprendizagem automática. Indique qual é esse problema e como é originado.



GRUPO II

Uma pastelaria tem conjunto de n receitas para preparar para a quadra natalícia mas só tem um forno à disposição. Uma receita é especificada por 3 tempos (em minutos): o tempo de preparação, o tempo de cozedura no forno e o tempo de finalização. No forno só pode ser cozinhada uma e uma só receita de cada vez. O objetivo é indicar qual a ordem pela qual as receitas deverão ser realizadas de forma a minimizar o tempo de realização de todas as receitas. Abaixo pode encontrar uma instância do problema para as 4 receitas r_1, r_2, r_3, r_4 especificadas da seguinte forma:

Receita	Tempo preparação (t_p)	Tempo cozedura (t_c)	Tempo finalização (t_f)
r_1	10	20	10
r_2	50	60	40
r_3	40	40	20
r_4	30	10	50

Por exemplo, verifique que a sequência r_1, r_2, r_3, r_4 tem um tempo total de realização de 210 minutos (primeiro vai ao forno r_1 , imediatamente seguido por r_2 , etc..., mas repare ainda que apesar de r_2 ir ao forno depois de r_1 , na realidade terá de iniciar a preparação 20 minutos antes de r_1). Note também que numa sequência óptima a utilização do forno é sempre consecutiva.

II.1) Indique qual a dimensão máxima do espaço de estados em função do número de receitas n .

II.2) Formule claramente o problema para ser resolvido recorrendo a algoritmos de procura em espaço de estados, indicando o estado inicial, teste de estado objectivo e função que devolve os sucessores de um estado, não esquecendo de indicar o custo dos operadores (atenção que neste problema a dificuldade está na definição do custo). A formulação deverá funcionar para qualquer problema deste tipo e não apenas para a instância dada acima.

NOTA: Não é necessário apresentar qualquer código Java, desde que fique perfeitamente claro e sem ambiguidades como definiria e implementaria cada um dos itens da alínea.

II.3) Considere cada uma das seguintes funções heurísticas descritas abaixo. Indique quais delas garantem a obtenção de uma solução óptima pelo algoritmo A* de procura em árvores para a classe de problemas descrita. Justifique sucintamente a sua resposta, quer para os casos de garantia quer para as situações de não garantia.

- A soma dos tempos de preparação, cozedura e conclusão das receitas ainda não realizadas.
- A soma dos tempos de cozedura de receitas ainda não realizadas.
- O valor de $\max(0, m_{cf} - r_{cf})$ em que m_{cf} é o valor máximo de $t_c + t_f$ das receitas ainda não realizadas e r_{cf} é o valor máximo de $t_c + t_f$ de receitas já realizadas.
- O valor de $\max(0, s_c - r_f)$ em que s_c é a soma de t_c das receitas ainda não realizadas e r_f é o valor máximo de t_f de receitas já realizadas.

II.4) Indique se este problema é apropriado para a resolução pelo algoritmo trepa-colinas. Em caso afirmativo, proponha uma modelação para o efeito não se esquecendo de definir uma noção de vizinhança adequada.

GRUPO III

O João vive num bairro perigoso onde 5% das habitações são assaltadas. Decidiu instalar um sistema de alarme domiciliário com dois sensores (um sensor de movimento e um sensor de intrusão). O sensor de intrusão dispara 60% das vezes em que há um assalto; caso contrário nunca dispara. O sensor de movimento dispara em 80% dos casos em que há um assalto e 10% das vezes quando não ocorre um assalto (há um gato na casa). O alarme toca sempre quando ambos os sensores disparam, mas nas situações em que só um sensor dispara o alarme toca 99% das vezes; quando nenhum dos sensores dispara o alarme também não toca. O sistema de alarme telefona para o João em 80% das vezes que toca, e telefona ocasionalmente com probabilidade de 1% quando não está a tocar.

III.1) Modele a situação anterior com uma rede de Bayes, indicando as variáveis aleatórias, seus domínios, topologia da rede e tabelas de probabilidade condicionada.

III.2) Calcule a probabilidade de ter havido um assalto sabendo que o sistema de alarme não tocou.

III.3) Determine a probabilidade de simultaneamente o sistema de alarme telefonar e ambos os sensores dispararem.

FIM