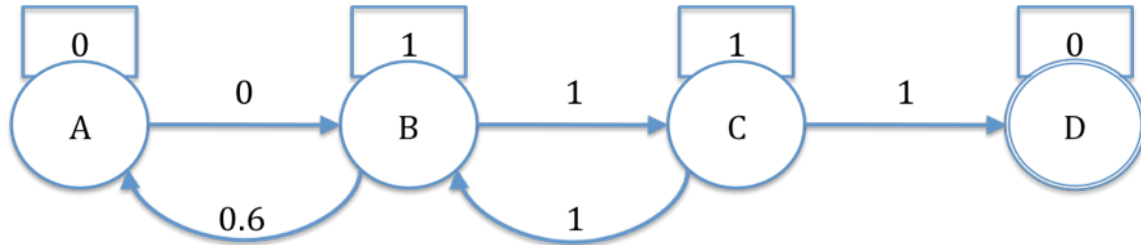


GRUPO I

I.1) Considere o seguinte grafo de estados de um problema de procura. Os valores apresentados nos arcos correspondem ao custo do operador (acção) respectivo, enquanto os valores nos rectângulos correspondem ao valor da heurística. O estado objectivo é o D. Não se representa os nomes dos operadores, correspondendo cada arco a um operador distinto. Justifique se a heurística é consistente e admissível.



I.2) Considere novamente o grafo da questão 1. Apresente o conteúdo da fronteira (lista aberta) ao longo das iterações do algoritmo de procura A* em **árvores**, partindo do estado inicial A; coloque entre parêntesis o valor da função de avaliação para cada nó na lista. Indique também o número de expansões efectuadas e compare com o número mínimo de expansões que o algoritmo A* de procura em **grafos** faria.

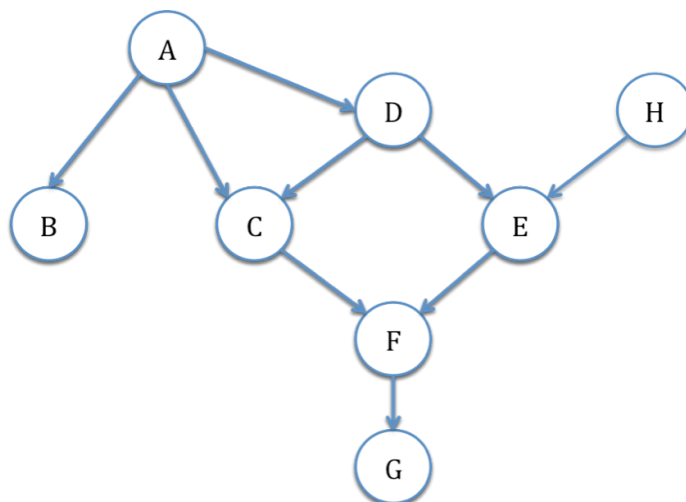
Espaço de rascunho:

I.3) Considere a seguinte função f de domínio $X \times Y$ com $X = Y = \{1,2,3,4,5\}$ e contra-domínio $\{0,1,2,3,4,5\}$ definida através da tabela abaixo. Pretende-se maximizar a função f recorrendo ao algoritmo trepa-colinas (Hill-climbing) em que um estado (configuração) é definido por um par de números inteiros. A vizinhança de um estado é constituída pelos estados imediatamente adjacentes, excluindo diagonais. Indique um estado inicial a partir do qual o algoritmo trepa-colinas sem movimentos laterais ficará preso num máximo local, enquanto que se forem permitidos movimentos laterais o algoritmo poderá atingir um máximo global partindo do mesmo estado inicial. Justifique a sua resposta.

Y \ X	X				
	1	2	3	4	5
1	4	5	5	0	0
2	3	4	1	0	0
3	4	3	3	2	0
4	4	0	2	0	1
5	4	4	0	0	1

I.4) Sejam X e Y variáveis inteiras, sujeitas às seguintes restrições $X \geq Y + 3$ e $Y \geq 7 - X - Z$. Sabe-se que a variável X pode tomar os valores $\{5,6,7\}$, a variável Y os valores $\{0,1\}$ e a variável Z os valores $\{0,1,2\}$. Considere o algoritmo de procura com retrocesso com atribuição em primeiro lugar da variável mais constrangida e desempate pelo número de restrições. Indique a dimensão do espaço de procura e desenhe a árvore de procura até obtenção de uma solução (explicitando-a), assumindo que os valores das variáveis são ordenados crescentemente.

I.5) Considere a Rede Bayesiana da figura abaixo onde todas as variáveis são booleanas. Indique quais as variáveis relevantes para o cálculo de $P(c \mid \sim d, e)$.



Espaço de rascunho:

I.6) Considere o seguinte programa P em linguagem SMOODELS com notação de conjuntos (com *constraint literals*). Traduza o programa para um programa equivalente SMOODELS sem notação de conjuntos.

$x :- 2 \{ a(1), a(2), a(3) \} 2.$

$1 \{ a(1), a(2), a(3) \} 2.$

I.7) Seja Q o programa em lógica normal listado abaixo. Indique, caso exista, um modelo estável do programa Q. Justifique a sua resposta.

$a :- \text{not } b, \text{not } c.$

$b :- \text{not } a, \text{not } c.$

$c :- \text{not } a, \text{not } b.$

$x :- a.$

$x :- b.$

$y :- \text{not } x, \text{not } y.$

I.8) Seja **T** a teoria em lógica de primeira ordem formada pelas seguintes três fórmulas: $\exists_y \forall_x [p(x) \Rightarrow q(y, f(x))]$, $\forall_x \exists_z [\neg q(x, f(z))]$, $\forall_w [p(w) \vee r(w)]$. Demonstre por resolução que a fórmula $\exists_a r(a)$ é uma consequência lógica de **T**, explicitando as unificações efectuadas.

Espaço de rascunho:

I.9) Sejam A, B e C os seguintes esquemas de acção na linguagem STRIPS. Apresente um plano de ordem parcial tal como gerado pelo algoritmo POP para atingir o estado final em que **a** e **b** são verdadeiros, partindo do estado inicial em que apenas **a** é verdadeiro.

ACÇÃO:	A	B	C
PRECONDIÇÃO:	b	a	c
EFEITOS:	a, ~ b	b, c, ~ a	a, b

I.10) Sejam $S = \{h_1, h_2, h_3\}$ e $G = \{h_8, h_9\}$ a fronteira mais específica e a fronteira mais geral, respectivamente, numa iteração do algoritmo de eliminação de candidatos. A ordenação parcial entre as hipóteses remanescentes é indicada na tabela abaixo e ilustrada graficamente na figura. Considere um novo exemplo de treino positivo **d** consistente com as hipóteses h_2, h_4, h_5, h_6 e h_8 , sendo inconsistente com as restantes. Explícite quais as novas fronteiras **S** e **G** após o tratamento do exemplo **d** pelo algoritmo de eliminação de candidatos.

$h_1 < h_4$ $h_4 < h_5$ $h_5 < h_8$ $h_2 < h_5$ $h_6 < h_7$ $h_5 < h_9$ $h_3 < h_4$ $h_7 < h_9$ $h_3 < h_6$	
---	--

Espaço de rascunho:

GRUPO II

Os incêndios florestais ocorrem recorrentemente durante o período de Verão em Portugal. Registam-se temperaturas elevadas em 30% dos dias de Verão e ventos fortes em 10% dos dias. Quando as temperaturas são elevadas e os ventos fortes existe 60% de probabilidade de se verificarem condições propícias ao deflagrar de incêndios. No caso das temperaturas serem elevadas mas os ventos não serem fortes a probabilidade de se verificarem as condições propícias é de 40%. Com ventos fortes mas sem temperaturas elevadas a probabilidade de se verificarem as condições propícias ao deflagrar de incêndios é de 10%; nas restantes situações a probabilidade é apenas de 1%.

Um incêndio tem probabilidade 90% de deflagrar quando se verificam condições propícias e há intervenção humana, mas é apenas de 10% na situação em que há intervenção humana mas não se verificam as condições propícias. Nas restantes situações a probabilidade de deflagração de um incêndio é de 1%. A priori a intervenção humana é de 50%.

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

II.2) Calcule a probabilidade de ter ocorrido intervenção humana sabendo que se deflagrou um incêndio e as temperaturas são elevadas.

II.3) Determine a probabilidade de simultaneamente as temperaturas não serem elevadas, os ventos fortes, ter deflagrado um incêndio e não ter ocorrido intervenção humana.

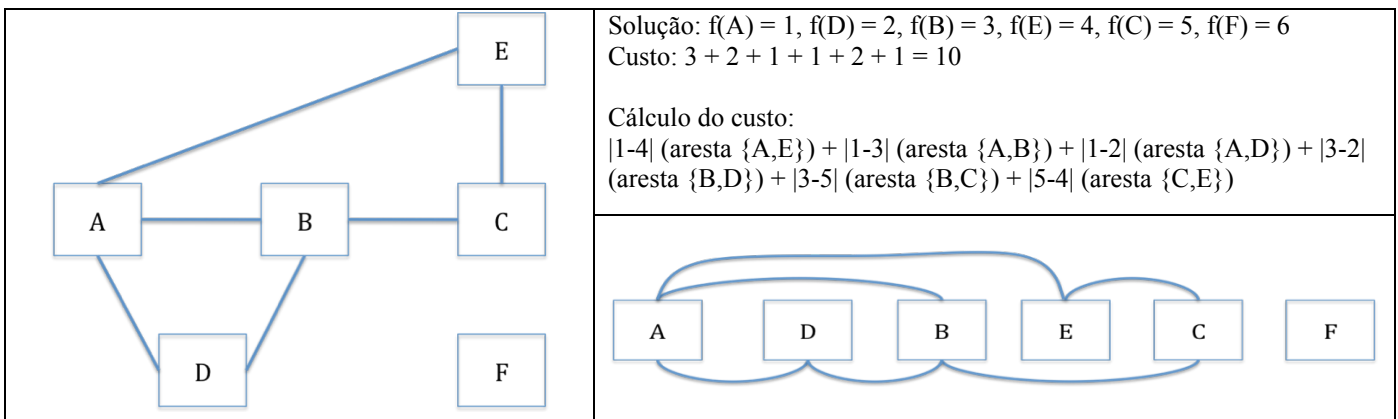
Espaço de rascunho:

GRUPO III

Seja G um grafo não dirigido com vértices C e arestas L . Cada vértice representa um componente electrónico de um equipamento a construir e cada aresta $\{u,v\} \in L$ uma ligação por cabo entre o componente u e o componente v . Estes componentes são montados sequencialmente lado a lado, sem intervalos entre eles. O objectivo consiste em escolher o arranjo que necessite de menos “cabo” no total para ligar os componentes de acordo com o grafo G .

Seja n o número de vértices do grafo, i.e. o número de componentes a colocar. Formalmente, pretendemos encontrar uma função bijectiva f que atribui a cada vértice um número de 1 a n , minimizando o comprimento das arestas no arranjo linear, ou seja, que minimize a quantidade $\sum_{\{u,v\} \in L} |f(u) - f(v)|$.

Por exemplo, considere a situação onde se pretendem ligar 6 componentes A, B, C, D, E e F . O grafo de ligações G encontra-se representado na figura da direita. O arranjo $ADBECF$, que não é o melhor possível, necessita no total de 10 unidades de comprimento de cabo (cálculo detalhado na figura).



III.1) Indique qual a dimensão do espaço de estados em função do número n de vértices do grafo.

III.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. Repare que sendo f uma função bijectiva tanto pode entender o problema como atribuindo posições a vértices, ou equivalentemente atribuindo vértices a posições.

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.

III.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.

- O número de vértices que faltam colocar.
- O comprimento total das arestas com extremidades em vértices já colocados.
- O número de arestas com pelo menos um vértice não colocado.
- O máximo de **b)** e **c)**.

III.4) Comente a afirmação “Este problema adequa-se à resolução por um algoritmo genético”. Caso a resposta seja afirmativa, indique uma representação possível para os indivíduos, função de mérito e aborde os cuidados a ter com as operações de recombinação (cruzamento) e de mutação.

FIM