

Nome:

Número:

I.a) i. **Necessária?** Sim ii. **Necessária?** Não iii. **Necessária?** Sim**Justificações:**

i. É necessária pois impede a existência de conjuntos de resposta onde duas crianças apresentem os seus desenhos ao mesmo tempo, que seriam gerados pela regra (geradora) dada no enunciado.

ii. Não é necessária pois a restrição impede que uma dada criança faça dois desenhos com instrumentos diferentes, o que já é impedido pela regra (geradora) dada no enunciado.

iii. É necessária pois impede a existência de conjuntos de resposta onde duas crianças façam desenhos com o mesmo instrumento, que seriam gerados pela regra (geradora) dada no enunciado.

I.b) A regra e restrição dadas não modelam corretamente a primeira pista. Correção:

```
ic1 :- desenho(daniel,I,4), instr(I).
      :- not ic1.
```

I.c)

Pista 2

```
:- desenho(anibal,I,2), instr(I).
```

Pista 3.

```
ic3 :- desenho(beatriz,I,3), instr(I).
ic3 :- desenho(carla,I,3), instr(I).
      :- not ic3.
```

Pista 4

```
:- ordem(O1), ordem(O2), desenho(anibal,caneta,O1),
   desenho(beatriz,pincel,O2).
```

Pista 5

```
ic5 :- crianca(C1), crianca(C2), ordem(O1), ordem(O2),
      desenho(C1,lapis,O1), desenho(C2,pincel,O2), O1=O2+1.
      :- not ic5.
```

II.a)

```
p(1), p(2), p(3), p(4), p(5), p(6), p(7), p(8),
```

```
pos(1), pos(2), pos(3),
```

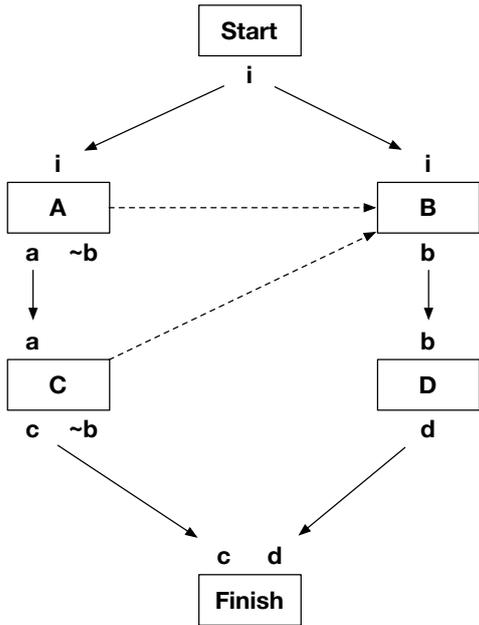
```
at(1,1,1),at(3,2,1),at(6,3,1),at(8,1,2),at(4,2,2),at(5,1,3),at(2,2,3),at(7,3,3),
b(3,2).
```

II.b)

Acção: mover_para_cima(N,X,Y)Precondições: p(N), pos(X), pos(Y), pos(Y+1), b(X,Y+1), at(N,X,Y)Efeitos: ~b(X,Y+1), ~at(N,X,Y), b(X,Y), at(N,X,Y+1)

III. (há outras soluções possíveis)

Plano:



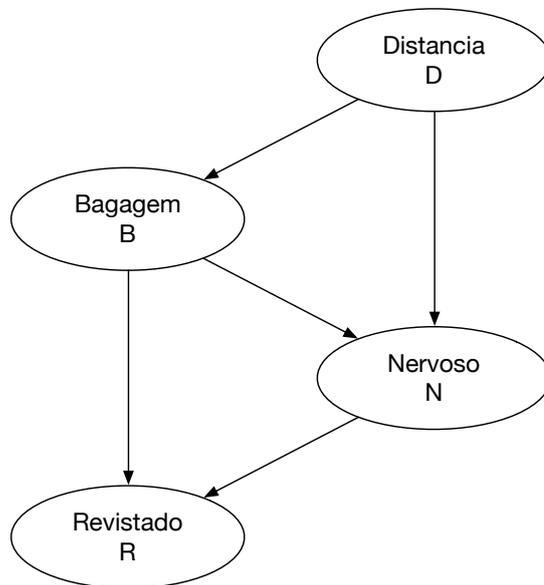
Restrições de Ordenação:

- Start < Finish
- Start < C
- C < Finish
- Start < A
- A < Finish
- A < C
- Start < D
- D < Finish
- Start < B
- B < Finish
- B < D
- A < B
- C < B

Linearização: Start → A → C → B → D → Finish

IV.a)

Bagagem ∈ {(v)erdadeiro, (f)also} *Distancia* ∈ {(l)onga, (m)édia, (c)urta}
Revistado ∈ {(v)erdadeiro, (f)also} *Nervoso* ∈ {(v)erdadeiro, (f)also}



P(D=l)	P(D=m)	P(D=c)
0,1	0,3	0,6

D	P(b D)	P(¬b D)
l	1	0
m	0,5	0,5
c	0,1	0,9

D	B	P(n D,B)	P(¬n D,B)
l	v	0,8	0,2
m	v	0,5	0,5
c	v	0,5	0,5
l	f	0,8	0,2
m	f	0,4	0,6
c	f	0,1	0,9

B	N	P(r B,N)	P(¬r B,N)
v	v	0,1	0,9
f	v	0,05	0,95
v	f	0,02	0,98
f	f	0,02	0,98

Nome:

Número:

IV.b)

$$\begin{aligned} P(B=v, N=f, R=v) &= P(b, \neg n, r) = \\ &= \sum_D P(b, \neg n, r, D) = \\ &= \sum_D P(D)P(b|D)P(\neg n|D, b)P(r|b, \neg n) = \\ &= P(r|b, \neg n) \sum_D P(D)P(b|D)P(\neg n|D, b) = \\ &= 0,02 \left[(0,1 \cdot 1 \cdot 0,2) + (0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,5) + (0,6 \cdot 0,1 \cdot 0,5) \right] = \\ &= 0,0025 = 0,25\% \end{aligned}$$

IV.c)

$$\begin{aligned} P(D=c | R=v, B=f) &= P(D=c | r, \neg b) = \\ &= \alpha P(D=c, r, \neg b) = \alpha \sum_N P(D=c, r, \neg b, N) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_N P(D, r, \neg b, N) &= \\ &= \sum_N P(D)P(\neg b|D)P(N|D, \neg b)P(r|\neg b, N) = \\ &= P(D)P(\neg b|D) \sum_N P(N|D, \neg b)P(r|\neg b, N) \end{aligned}$$

$D=l$:

$$0,1 \cdot 0 \cdot \left[(0,8 \cdot 0,05) + (0,2 \cdot 0,02) \right] = 0$$

$D=m$:

$$0,3 \cdot 0,5 \cdot \left[(0,4 \cdot 0,05) + (0,6 \cdot 0,02) \right] = 0,0048$$

$D=c$:

$$0,6 \cdot 0,9 \cdot \left[(0,1 \cdot 0,05) + (0,9 \cdot 0,02) \right] = 0,01242$$

$$P(D=c | r, \neg b) = \frac{0,01242}{0 + 0,0048 + 0,01242} \approx 0,72125 \approx 72,1\%$$

V. a)

$$IG(x_1) = H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) - \left[\frac{3}{8} \cdot H\left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right) + \frac{3}{8} \cdot H\left(\frac{1}{3}, \frac{2}{3}\right) + \frac{1}{4} \cdot H(1,0) \right] = 1 - \left(\frac{3}{8} \cdot 0,92 + \frac{3}{8} \cdot 0,92 + \frac{1}{4} \cdot 0 \right) = 0,31$$

$$IG(x_2) = H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) - \left[\frac{1}{2} \cdot H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{2} \cdot H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) \right] = 1 - \left(\frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 1 \right) = 0$$

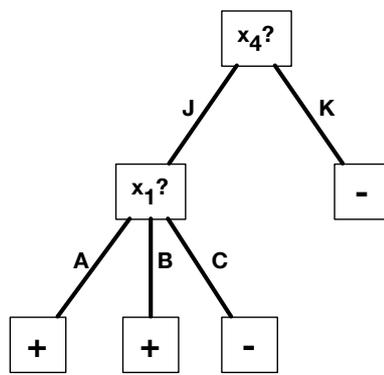
$$IG(x_3) = H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) - \left[\frac{1}{2} \cdot H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{2} \cdot H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) \right] = 1 - \left(\frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 1 \right) = 0$$

$$IG(x_4) = H\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) - \left[\frac{5}{8} \cdot H\left(\frac{1}{5}, \frac{4}{5}\right) + \frac{3}{8} \cdot H(1,0) \right] = 1 - \left(\frac{5}{8} \cdot 0,72 + \frac{3}{8} \cdot 0 \right) = 0,55$$

b) Atributo: x_4

Justificação: Por ser o atributo que apresenta maior ganho de informação.

c)



d)

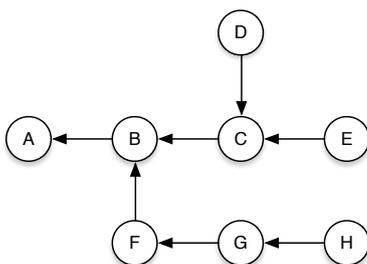
Esse atributo teria um ganho de informação de 1, pelo que seria escolhido para ser a raiz da árvore, e todos os seus filhos (um por cada exemplo) seriam nós terminais. Apesar da simplicidade da árvore, por só ter um nó de escolha i.e. ter profundidade 1, estaríamos perante um caso de sobre-ajustamento (extremo) sem que a árvore tivesse capacidade de generalização. Por um lado, a árvore iria classificar qualquer exemplo que tivesse um valor para esse atributo diferente dos usados na fase de treino (e.g. um exemplo com um novo número de Cartão de Cidadão) de acordo com a moda do conjunto de treino e, por outro, qualquer exemplo novo que tivesse um valor para esse atributo igual ao valor de um dos exemplos usados para treino seria classificado apenas com base nesse atributo – em ambos os casos, o valor dos restantes atributos seria ignorado. O algoritmo DTL não é adequado para lidar com situações como a descrita.

VI.

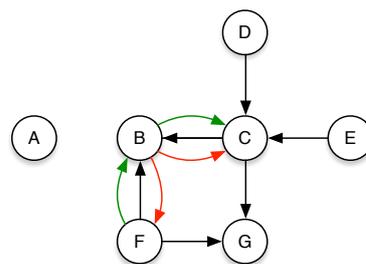
Um perceptrão só consegue classificar um conjunto de dados que seja linearmente separável, ao passo que uma árvore de decisão também consegue classificar outros conjuntos. Por exemplo, o perceptrão não consegue representar a função XOR, ao passo que uma árvore de decisão consegue.

VII.

a)



b)



Verde/vermelho: soluções alternativas.