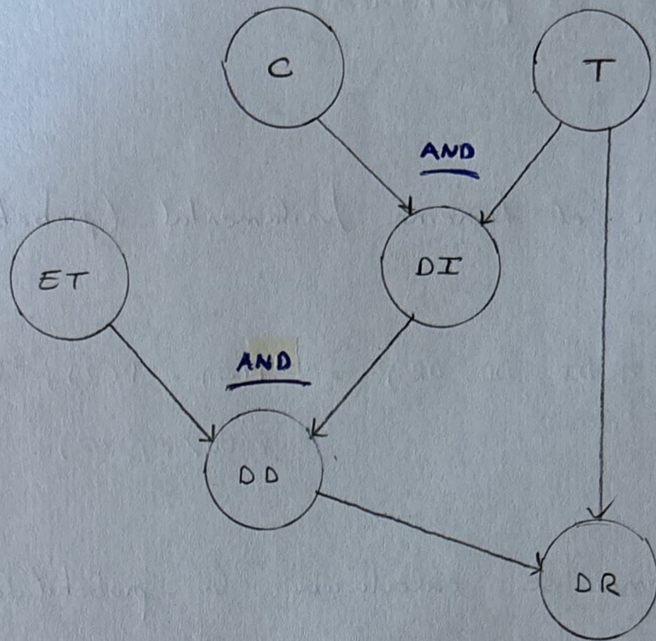
Ejercicios Tipo 1

- Red sobre detección de defectos en ingeniería del software



a) Independencias / dependencias entre variables

C ⊥ Y ∈ { T, ET }

T ⊥ Y ∈ { C, ET }

DI ⊥ Y ∈ { ET } dado C, T

ET ⊥ Y ∈ { C, T, DI }

DD ⊥ Y ∈ { C, T } dado ET, DI

DR ⊥ Y ∈ { C, ET, DI } dado DD, T

b) Suponemos hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas probabilidades necesito? Suponiendo 2 valores por variable (+, ¬)

$1 + 1 + 4 + 1 + 4 + 4 = 15$ probabilidades

c) No suponemos la hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas probabilidades necesito?

$2^6 - 1 = 63$ probabilidades

d) Aplicar el teorema fundamental (probabilidad conjunta)

$$P(C, T, ET, DI, DD, DR) = P(C) \cdot P(T) \cdot P(DI / C, T) \cdot P(ET) \cdot P(DD / ET, DI) \cdot P(DR / DD, T)$$

Indica como se calcularía la probabilidad de que el software sea de gran tamaño (t_1) dado que hay defectos residuales (dr_1)

$$P(t_1 / dr_1) = \frac{P(t_1, dr_1)}{P(dr_1)} = \frac{\sum_{C, ET, DI, DD} (t_1, dr_1, C, ET, DI, DD)}{\sum_{C, T, ET, DI, DD} (T, dr_1, C, ET, DI, DD)}$$

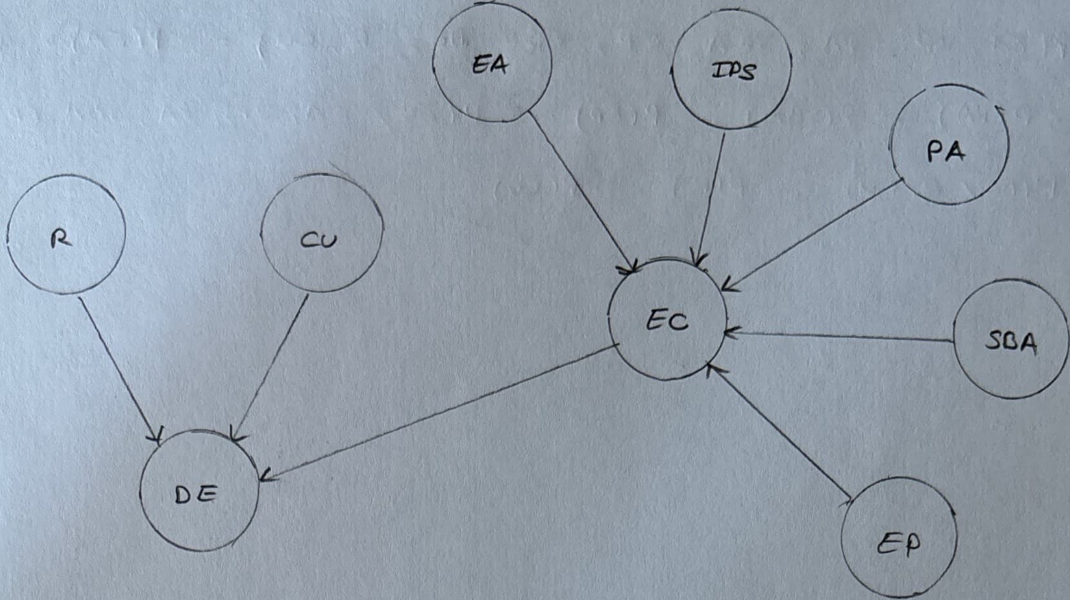
16 sumandos

33 sumandos

$\circledast$ $P(t_1, dr_1, c_1, et_1, di_1, dd_1) + P(t_1, dr_1, c_2, et_1, di_1, dd_1) + \ldots$

$P(c_2) \cdot P(t_1) \cdot P(di_1 / c_2, t_1) \cdot P(et_1) \cdot P(dd_1 / et_1, di_1) \cdot P(dr_1 / dd_1, t_1)$

- Red sobre infección por virus informáticos



a) Independencias / dependencias entre las variables

EA, IPS, PA, SBA, EP i $Y \in \{R, CU\}$

EC i $\{R, CU\}$ dado EA, IPS, PA, SBA, EP

DE i $\{EA, IPS, PA, SBA, EP\}$ dados $\{R, CU, EC\}$

R, CU i $Y \in \{EC, EA, IPS, PA, SBA, EP\}$

b) Suponemos que es una red bayesiana, variables binarias, ¿cuántas probabilidades necesito?

$1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 32 + 1 + 1 + 8 = \boxed{47 \text{ probabilidades}}$

c) No suponemos que es una red bayesiana, ¿cuántas probabilidades necesito? $2^9 - 1 = \boxed{511 \text{ probabilidades}}$

c) Aplicar el teorema fundamental (probabilidad conjunta)

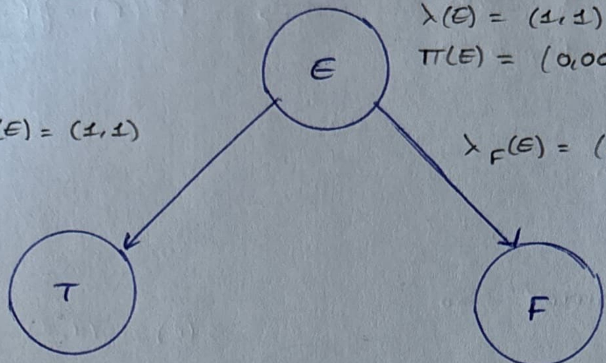
$P(EA, IPS, PA, SBA, EP, EC, DE, R, CU) = P(EA) \cdot P(IPS) \cdot$
$\cdot P(PA) \cdot P(SBA) \cdot P(EP) \cdot P(EC / EA, IPS, PA, SBA, EP) \cdot$
$P(DE / R, CU) \cdot P(R) \cdot P(CU)$

Ejercicios Tipo 2

- E = "Enfermedad" T = "Test" F = "Fiebre"

$P(E) = (0{,}003,\ 0{,}997)$
$\lambda(E) = (1, 1)$
$\pi(E) = (0{,}003,\ 0{,}997)$

$\lambda_T(E) = (1, 1)$ $\lambda_F(E) = (1, 1)$



$\lambda(T) = (1, 1)$ $\lambda(F) = (1, 1)$

$P(e1) = 0{,}003$

$P(t1/e1) = 0{,}992$
$P(t1/e2) = 0{,}994$

$P(f1/e1) = 0{,}98$
$P(f1/e2) = 0{,}017$

1) Inicializar la red bayesiana (A, B, C)

$\pi_T(E) = (0{,}003 \cdot 1,\ 0{,}997 \cdot 1) = (0{,}003,\ 0{,}997)$

$\pi_F(E) = (0{,}003 \cdot 1,\ 0{,}997 \cdot 1) = (0{,}003,\ 0{,}997)$

- T ha recibido un π– mensaje de E $\pi_T(E) = (0{,}003,\ 0{,}997)$

$\pi(T) = (0{,}992 \cdot 0{,}003 + 0{,}994 \cdot 0{,}997,\ 0{,}008 \cdot 0{,}003 + 0{,}006 \cdot 0{,}997) =$
$= \boxed{(0{,}994,\ 0{,}006)}$

$P^*(T) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}994 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}006 \end{cases} \Longrightarrow P^*(T) = \boxed{(0{,}994,\ 0{,}006)}$

T no tiene hijos

- F ha recibido un π– mensaje de E $\pi_F(E) = (0{,}003,\ 0{,}997)$

$\pi(F) = (0{,}98 \cdot 0{,}003 + 0{,}017 \cdot 0{,}997 \,,\; 0{,}02 \cdot 0{,}003 + 0{,}983 \cdot 0{,}997) =$

$= \boxed{(0{,}02 \,,\; 0{,}98)}$

$P^*(F) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}02 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}98 \end{cases} \Longrightarrow P^*(F) = \boxed{(0{,}02 \,,\; 0{,}98)}$

F no tiene hijos

2) Estado inicial S_0

$\lambda(E) = (1,1)$

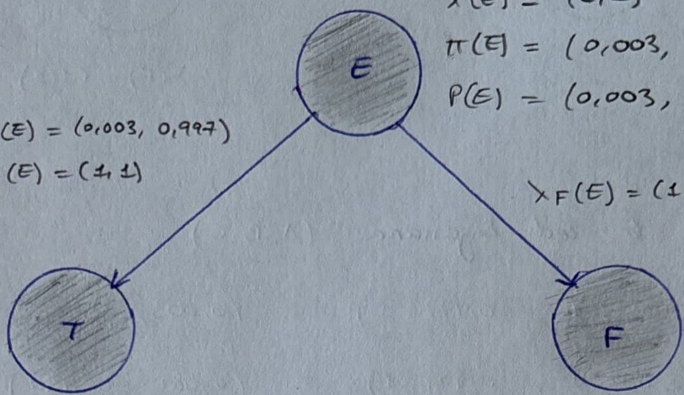
$\pi(E) = (0{,}003, \; 0{,}997)$

$P(E) = (0{,}003, \; 0{,}997)$

$\pi_T(E) = (0{,}003, \; 0{,}997)$

$\lambda_T(E) = (1,1)$

$\lambda_F(E) = (1,1)$ $\quad \pi_F(E) = (0{,}003, \; 0{,}997)$



$\lambda(T) = (1,1)$

$\pi(T) = (0{,}994 \,,\; 0{,}006)$

$P(T) = (0{,}994, \; 0{,}006)$

$\lambda(F) = (1,1)$

$\pi(F) = (0{,}02 \,,\; 0{,}98)$

$P(F) = (0{,}02 \,,\; 0{,}98)$

3) Actualizar la red bayesiana sabiendo que el enfermo tiene fiebre.

$\boxed{P(F) = (1,0)}$

$\boxed{\lambda(F) = (1,0)}$

$\lambda_F(E) = (0{,}98 \cdot 1 + \cancel{0{,}02 \cdot 0}^{\,0} \,,\; 0{,}017 \cdot 1 + \cancel{0{,}983 \cdot 0}^{\,0}) = \boxed{(0{,}98, \; 0{,}017)}$

No tiene hijos

- E ha recibido un λ-mensaje de F $\qquad \lambda_F(E) = (0{,}98,\ 0{,}017)$

$$\lambda(E) = (0{,}98 \cdot 1,\ 0{,}017 \cdot 1) = \boxed{(0{,}98,\ 0{,}017)}$$

$$P^*(E) = \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}003 \\ \alpha \cdot 0{,}017 \cdot 0{,}997 \end{cases} = \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}003 \\ \alpha \cdot 0{,}017 \end{cases} \Longrightarrow \boxed{P^*(E) = (0{,}15,\ 0{,}85)}$$

No tiene padre

$$\pi_T(E) = (0{,}003 \cdot 0{,}98,\ 0{,}997 \cdot 0{,}017) = (0{,}003,\ 0{,}02)$$

- T ha recibido un π-mensaje de E $\qquad \pi_T(E) = (0{,}003,\ 0{,}2)$

$$\pi(T) = (0{,}992 \cdot 0{,}003 + 0{,}994 \cdot 0{,}2,\ 0{,}008 \cdot 0{,}003 + 0{,}006 \cdot 0{,}2) =$$
$$= (0{,}2,\ 0{,}001)$$

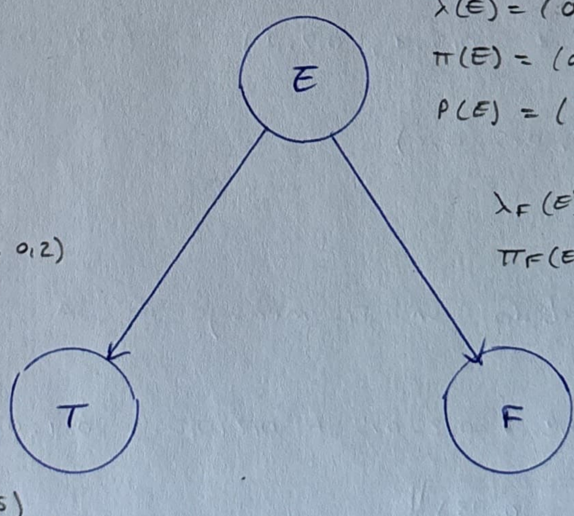
$$P^*(T) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}2 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}001 \end{cases} \Longrightarrow P^*(T) = \boxed{(0{,}95,\ 0{,}05)}$$

4) Estado S1

$\lambda(E) = (0{,}98,\ 0{,}017)$

$\pi(E) = (0{,}003,\ 0{,}997)$

$P(E) = (0{,}15,\ 0{,}85)$



$\lambda_T(E) = (1,1)$

$\pi_T(E) = (0{,}003,\ 0{,}2)$

$\lambda_F(E) = (0{,}98,\ 0{,}017)$

$\pi_F(E) = (0{,}003,\ 0{,}997)$

$\lambda(T) = (1,1)$

$\pi(T) = (0{,}2,\ 0{,}01)$

$P(T) = (0{,}95,\ 0{,}05)$

$\lambda(F) = (1,0)$

$\pi(F) = (0{,}02,\ 0{,}98)$

$P(F) = (1,0)$

$\lambda(A) = (1, 1, 1)$

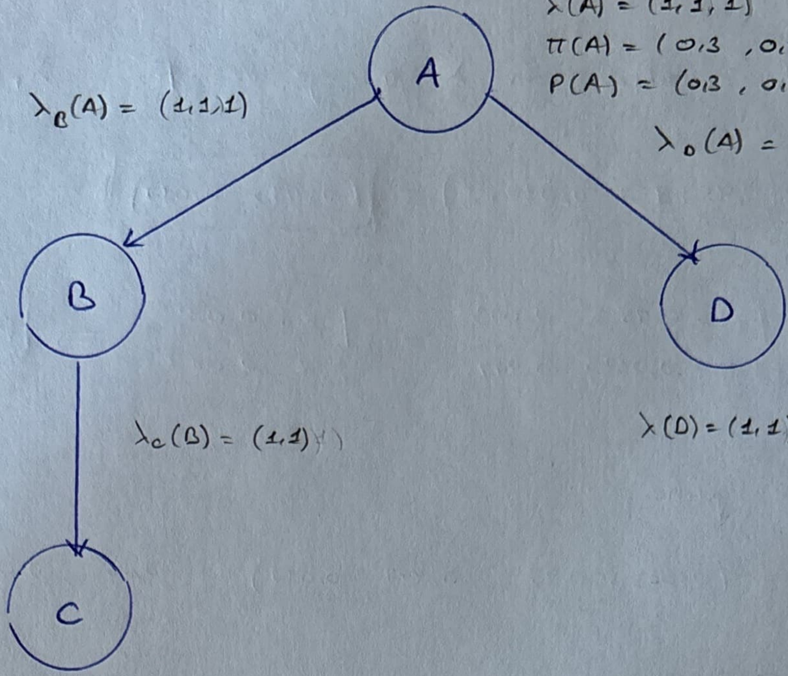
$\pi(A) = (0{,}3, 0{,}5, 0{,}2)$

$P(A) = (0{,}3, 0{,}5, 0{,}2)$

$\lambda_B(A) = (1,1,1)$

$\lambda_D(A) = (1, 1, 1)$

$\lambda(B) = (1,1)$



$\lambda_C(B) = (1,1)$

$\lambda(D) = (1, 1)$

$\lambda(C) = (1, 1)$

$P(a_1) = 0{,}3$

$P(a_2) = 0{,}5$

$P(b_1/a_1) = 0{,}1$

$P(b_1/a_2) = 0{,}3$

$P(b_1/a_3) = 0{,}2$

$P(d_1/a_1) = 0{,}9$

$P(d_1/a_2) = 0{,}7$

$P(d_1/a_3) = 0{,}3$

$P(c_1/b_1) = 0{,}9$

$P(c_1/b_2) = 0{,}1$

3 valores

A = "Edad" B = "Nivel de ingresos"

C = "Nivel de vida" D = "Salud"

1) Inicializar la red bayesiana

$\pi_B(A) = (0{,}3 \cdot 1,\ 0{,}5 \cdot 1,\ 0{,}2 \cdot 1) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)$

$\pi_D(A) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)$

- B ha recibido un π-mensaje de A $\boxed{\pi_B(A) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)}$

$\pi(B) = (0{,}1 \cdot 0{,}3 + 0{,}3 \cdot 0{,}5 + 0{,}2 \cdot 0{,}2,\ 0{,}9 \cdot 0{,}3 + 0{,}7 \cdot 0{,}5 + 0{,}8 \cdot 0{,}2) =$

$= \boxed{(0{,}22,\ 0{,}78)}$

$$P^{*}(B) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}22 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}78 \end{cases} \Longrightarrow P(B) = \boxed{(0{,}22\ ,\ 0{,}78)}$$

$$\pi_C(B) = (0{,}22\ ,\ 0{,}78)$$

• D ha recibido un π- mensaje de A $\boxed{\pi_D(A) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)}$

$$\pi(D) = (0{,}9 \cdot 0{,}3 + 0{,}7 \cdot 0{,}5 + 0{,}3 \cdot 0{,}2\ ,\ 0{,}1 \cdot 0{,}3 + 0{,}3 \cdot 0{,}5 + 0{,}7 \cdot 0{,}2) =$$

$$= \boxed{(0{,}68\ ,\ 0{,}32)}$$

$$P^{*}(D) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}68 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}32 \end{cases} \Longrightarrow P(D) = \boxed{(0{,}68,\ 0{,}32)}$$

D no tiene hijos

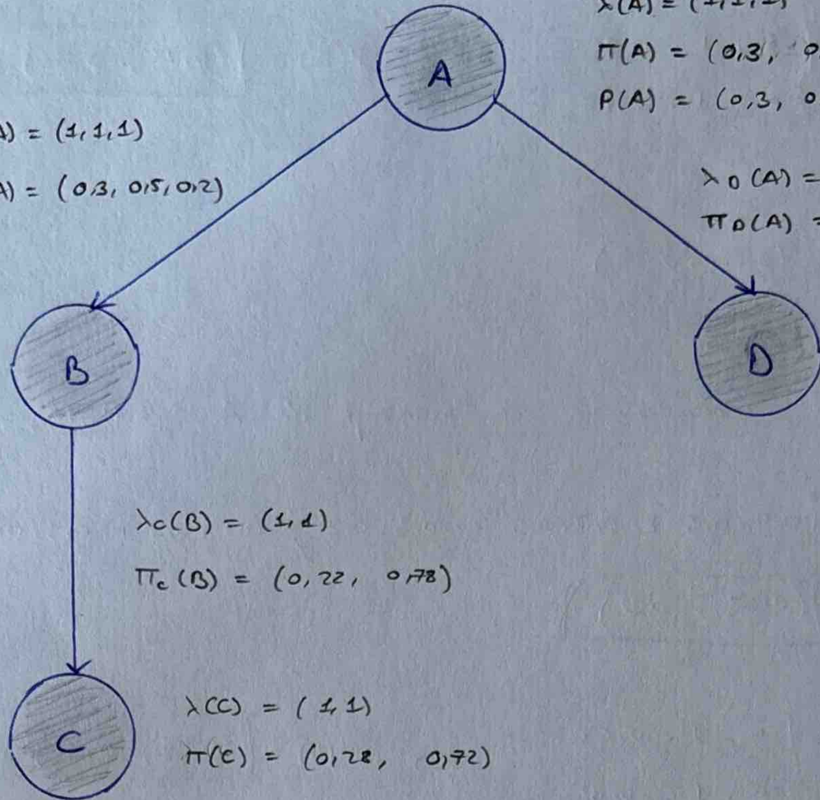
• C ha recibido un π- mensaje de B $\boxed{\pi_C(B) = (0{,}22,\ 0{,}78)}$

$$\pi(C) = (0{,}9 \cdot 0{,}22 + 0{,}1 \cdot 0{,}78\ ,\ 0{,}1 \cdot 0{,}22 + 0{,}9 \cdot 0{,}78) = \boxed{(0{,}28\ ,\ 0{,}72)}$$

$$P^{*}(C) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}28 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}72 \end{cases} \Longrightarrow P(C) = \boxed{(0{,}28,\ 0{,}72)}$$

C no tiene hijos

2) Estado inicial S_0



$\lambda(A) = (1, 1, 1)$

$\pi(A) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)$

$P(A) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)$

$\lambda_B(A) = (1, 1, 1)$

$\pi_B(A) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)$

$\lambda_D(A) = (1, 1, 1)$

$\pi_D(A) = (0{,}3,\ 0{,}5,\ 0{,}2)$

$\lambda(B) = (1, 1)$

$\pi(B) = (0{,}22,\ 0{,}78)$

$P(B) = (0{,}22,\ 0{,}78)$

$\lambda(D) = (1, 1)$

$\pi(D) = (0{,}68,\ 0{,}32)$

$P(D) = (0{,}68,\ 0{,}32)$

$\lambda_C(B) = (1, 1)$

$\pi_C(B) = (0{,}22,\ 0{,}78)$

$\lambda(C) = (1, 1)$

$\pi(C) = (0{,}28,\ 0{,}72)$

$P(C) = (0{,}28,\ 0{,}72)$

3) Actualizar probabilidades sabiendo que la variable nivel de ingresos (B) ha tomado el valor bajo (b2)

$P(B) = (0, 1)$

$\lambda(B) = (0, 1)$

1 1 2
1, 2 3

$\lambda_B(A) = (\cancel{0{,}1 \cdot 0} + 0{,}9 \cdot 1,\ \cancel{0{,}3 \cdot 0} + 0{,}7 \cdot 1,\ \cancel{0{,}2 \cdot 0} + 0{,}8 \cdot 1) =$

$= \boxed{(0{,}9,\ 0{,}7,\ 0{,}8)}$

$\pi_C(B) = \boxed{(0, 1)}$

- C ha recibido un π-mensaje de B $\pi_C(B) = (0, 1)$

$\pi(C) = (\cancel{0{,}9 \cdot 0} + 0{,}1 \cdot 1,\ \cancel{0{,}1 \cdot 0},\ 0{,}9 \cdot 1) = (0{,}1,\ 0{,}9)$

$$P^{\alpha}(C) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}1 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}9 \end{cases} \Longrightarrow P(C) = \boxed{(0{,}1\ ,\ 0{,}9)}$$

- A ha recibido un λ-mensaje de B $\quad \lambda_B(A) = (0{,}9,\ 0{,}7,\ 0{,}8)$

$\lambda(A) = (0{,}9,\ 0{,}7\ ,\ 0{,}8)$

$$P^{\alpha}(A) = \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}3 \\ \alpha \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}5 \\ \alpha \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}2 \end{cases} = \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}27 \\ \alpha \cdot 0{,}35 \\ \alpha \cdot 0{,}16 \end{cases} \Longrightarrow P(A) = \boxed{(0{,}35\ ,\ 0{,}45\ ,\ 0{,}21)}$$

A no tiene padres

$$\pi_D(A) = (0{,}3 \cdot 0{,}9\ ,\ 0{,}5 \cdot 0{,}7\ ,\ 0{,}2 \cdot 0{,}8) = \boxed{(0{,}27,\ 0{,}35\ ,\ 0{,}16)}$$

- D ha recibido un π-mensaje de A $\quad \pi_D(A) = (0{,}27\ ,\ 0{,}35,\ 0{,}16)$

$$\pi(D) = (0{,}9 \cdot 0{,}27 + 0{,}7 \cdot 0{,}35 + 0{,}3 \cdot 0{,}16,\ 0{,}1 \cdot 0{,}27 + 0{,}3 \cdot 0{,}35 + 0{,}7 \cdot 0{,}16)$$
$$= (0{,}54\ ,\ 0{,}24)$$

$$P^{\alpha}(D) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}54 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}24 \end{cases} \Longrightarrow P(D) = \boxed{(0{,}69,\ 0{,}31)}$$

4) Estado S_1

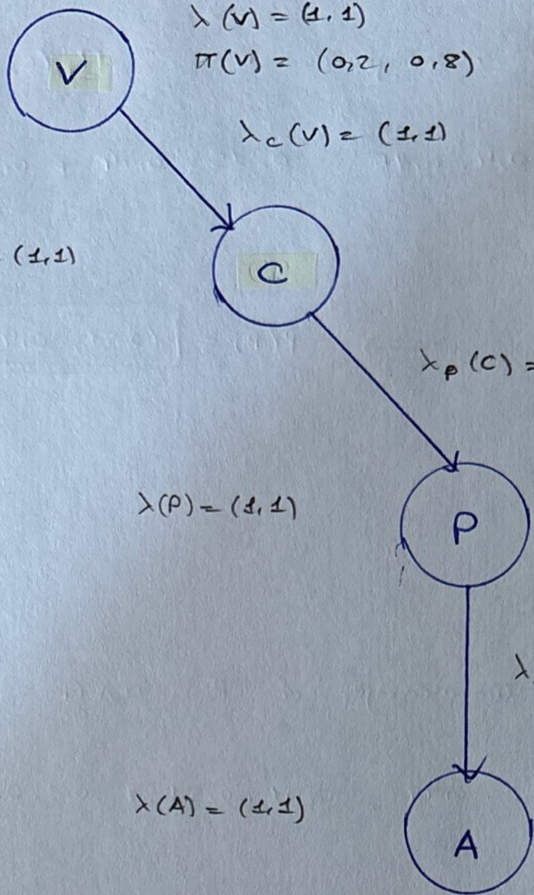
Diagrama + probabilidades $\Longrightarrow$

$P(A) = (0{,}35\ ,\ 0{,}45\ ,\ 0{,}21)$

$P(B) = (0{,}1)$

$P(C) = (0{,}1,\ 0{,}9)$

$P(D) = (0{,}69\ ,\ 0{,}31)$



$\lambda(V) = (1, 1)$

$\pi(V) = (0{,}2, 0{,}8)$

$P(V) = (0{,}2, 0{,}8)$

$\lambda_C(V) = (1, 1)$

$\lambda(C) = (1, 1)$

$\lambda_P(C) = (1, 1)$

$\lambda(P) = (1, 1)$

$\lambda_A(P) = (1, 1)$

$\lambda(A) = (1, 1)$

$P(v1) = 0{,}2$

$P(c1/v1) = 0{,}8$

$P(c1/v2) = 0{,}1$

$P(p1/c1) = 0{,}85$

$P(p1/c2) = 0{,}4$

$P(a1/p1) = 0{,}99$

$P(a1/p2) = 0{,}2$

1) Inicialización

$\pi_C(V) = (0{,}2, 0{,}8)$

- C ha recibido un π- mensaje de V $\pi_C(V) = (0{,}2, 0{,}8)$

$\pi(C) = (0{,}8 \cdot 0{,}2 + 0{,}1 \cdot 0{,}8,\ 0{,}2 \cdot 0{,}2 + 0{,}9 \cdot 0{,}8) = \boxed{(0{,}24, 0{,}76)}$

$P(C) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}24 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}76 \end{cases} \Longrightarrow P(C) = \boxed{(0{,}24, 0{,}76)}$

$\pi_P(C) = (0{,}24, 0{,}76)$

- P ha recibido un π-mensaje de C $\quad \pi_P(C) = (0{,}24,\ 0{,}76)$

$\pi(P) = (0{,}85 \cdot 0{,}24 + 0{,}4 \cdot 0{,}76\ ,\ 0{,}15 \cdot 0{,}24 + 0{,}6 \cdot 0{,}76) =$

$= \boxed{(0{,}51,\ 0{,}49)}$

$$P^*(P) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}51 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}49 \end{cases} \Longrightarrow P(P) = \boxed{(0{,}51,\ 0{,}49)}$$

$\pi_A(P) = (0{,}51,\ 0{,}49)$

- A ha recibido un π-mensaje de P $\quad \pi A(P) = (0{,}51,\ 0{,}49)$

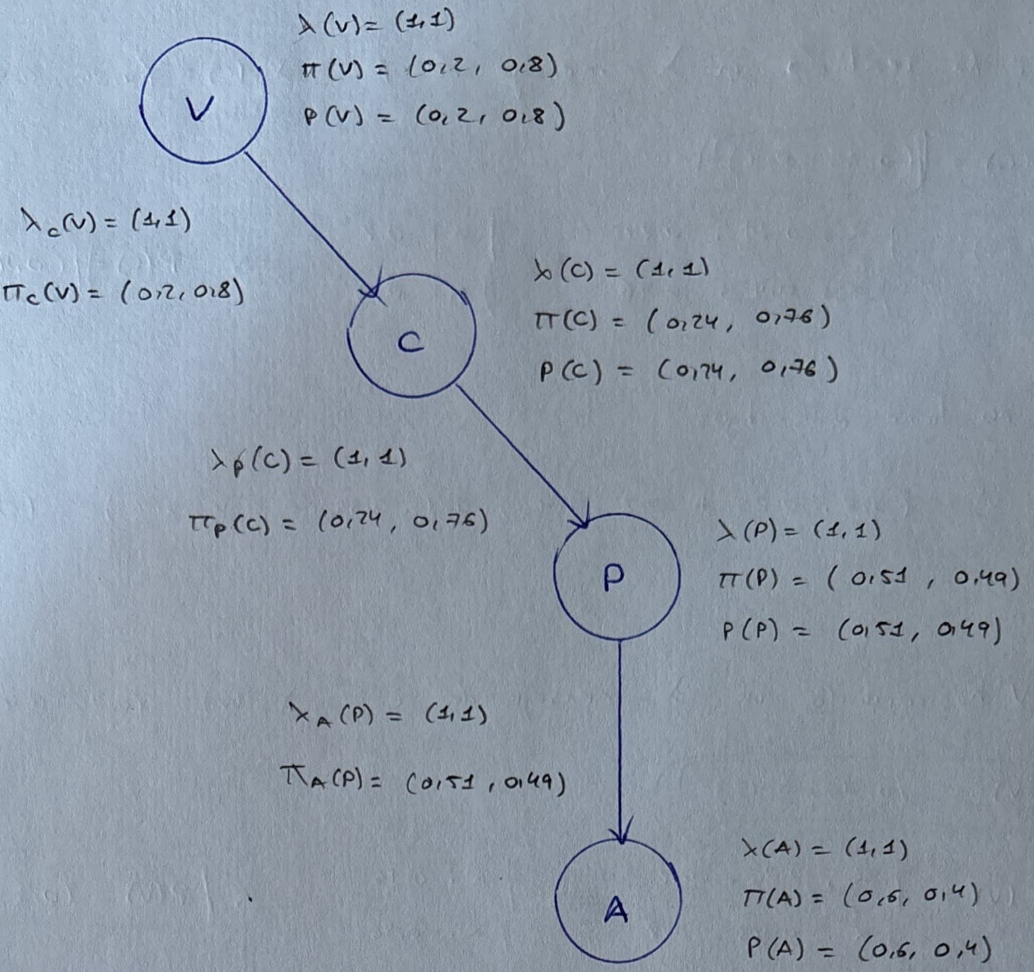
$\pi(A) = (0{,}99 \cdot 0{,}51 + 0{,}2 \cdot 0{,}49\ ,\ 0{,}01 \cdot 0{,}51 + 0{,}8 \cdot 0{,}49) =$

$= \boxed{(0{,}6,\ 0{,}4)}$

$$P^*(A) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}6 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}4 \end{cases} \Longrightarrow P(A) = \boxed{(0{,}6,\ 0{,}4)}$$

No tiene hijos.

2) Estado S_0



3) Se instancia $P = $ "sí"

$P(P) = (1,0)$

$\lambda(P) = (1,0)$

$\lambda_P(C) = (0{,}85 \cdot 1 + 0{,}15 \cdot 0,\ 0{,}4 \cdot 1 + 0{,}6 \cdot 0) = (0{,}85,\ 0{,}4)$

$\pi_A(P) = (1,0)$

- A ha recibido un π-mensaje de P $\quad \pi_A(P) = (1,0)$

$\pi(A) = (0{,}99 \cdot 1 + 0{,}2 \cdot 0,\ 0{,}01 \cdot 1 + 0{,}8 \cdot 0) = \boxed{(0{,}99,\ 0{,}01)}$

$$P^*(A) = \begin{cases} \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}99 \\ \alpha \cdot 1 \cdot 0{,}01 \end{cases} \Longrightarrow P(A) = \boxed{(0{,}99,\ 0{,}01)}$$

• C ha recibido un λ-mensaje de P $\lambda_P(C) = (0{,}85, 0{,}4)$

$\lambda(C) = \boxed{(0{,}85, 0{,}4)}$

$$P^*(C) = \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}24 \\ \alpha \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}76 \end{cases} = \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}2 \\ \alpha \cdot 0{,}3 \end{cases} \Rightarrow P(C) = \boxed{(0{,}4, 0{,}6)}$$

C no tiene más hijos

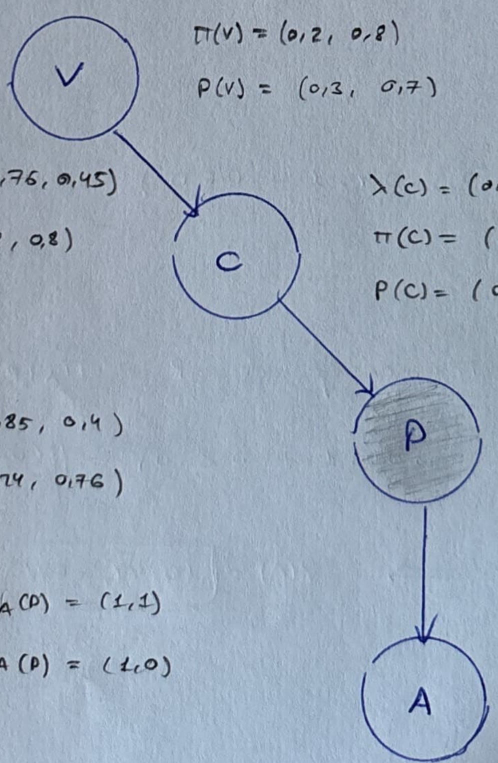
$$\lambda_C(V) = (0{,}8 \cdot 0{,}85 + 0{,}2 \cdot 0{,}4, \ 0{,}1 \cdot 0{,}85 + 0{,}9 \cdot 0{,}4) = (0{,}76, 0{,}45)$$

• V ha recibido un λ-mensaje de C $\lambda_C(V) = (0{,}76, 0{,}45)$

$\boxed{\lambda(V) = (0{,}76, 0{,}45)}$

$$P^*(V) = \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}76 \cdot 0{,}2 \\ \alpha \cdot 0{,}45 \cdot 0{,}8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha \cdot 0{,}15 \\ \alpha \cdot 0{,}36 \end{cases} \Rightarrow \boxed{P(V) = (0{,}3, 0{,}7)}$$

4) Estado S1



$\lambda(V) = (0{,}76, 0{,}45)$
$\pi(V) = (0{,}2, 0{,}8)$
$P(V) = (0{,}3, 0{,}7)$

$\lambda_C(V) = (0{,}76, 0{,}45)$
$\pi_C(V) = (0{,}2, 0{,}8)$

$\lambda(C) = (0{,}85, 0{,}4)$
$\pi(C) = (0{,}24, 0{,}76)$
$P(C) = (0{,}4, 0{,}6)$

$\lambda_P(C) = (0{,}85, 0{,}4)$
$\pi_P(C) = (0{,}24, 0{,}76)$

$\lambda(P) = (1, 0)$
$\pi(P) = (0{,}51, 0{,}49)$
$P(P) = (1, 0)$

$\lambda_A(P) = (1, 1)$
$\pi_A(P) = (1, 0)$

$\lambda(A) = (0{,}99, 0{,}01)$
$\pi(A) = (0{,}6, 0{,}4)$
$P(A) = (0{,}99, 0{,}01)$

Ejercicios de Modelado

\+

Tipo 1

- (Ejercicio 2.8) ⟶ Apuntes pdf

<u>Variables</u>:

* Coche Robado (R) = {Sí, NO}

* María coge el coche (M) = {Sí, NO}

* Coche en el taller (CT) = {Sí, NO}

* Cita (C) = {Sí, NO}

* María recibe una llamada (ML) = {Sí, NO}

* Coche (CO) = {Sí, NO} → está o no

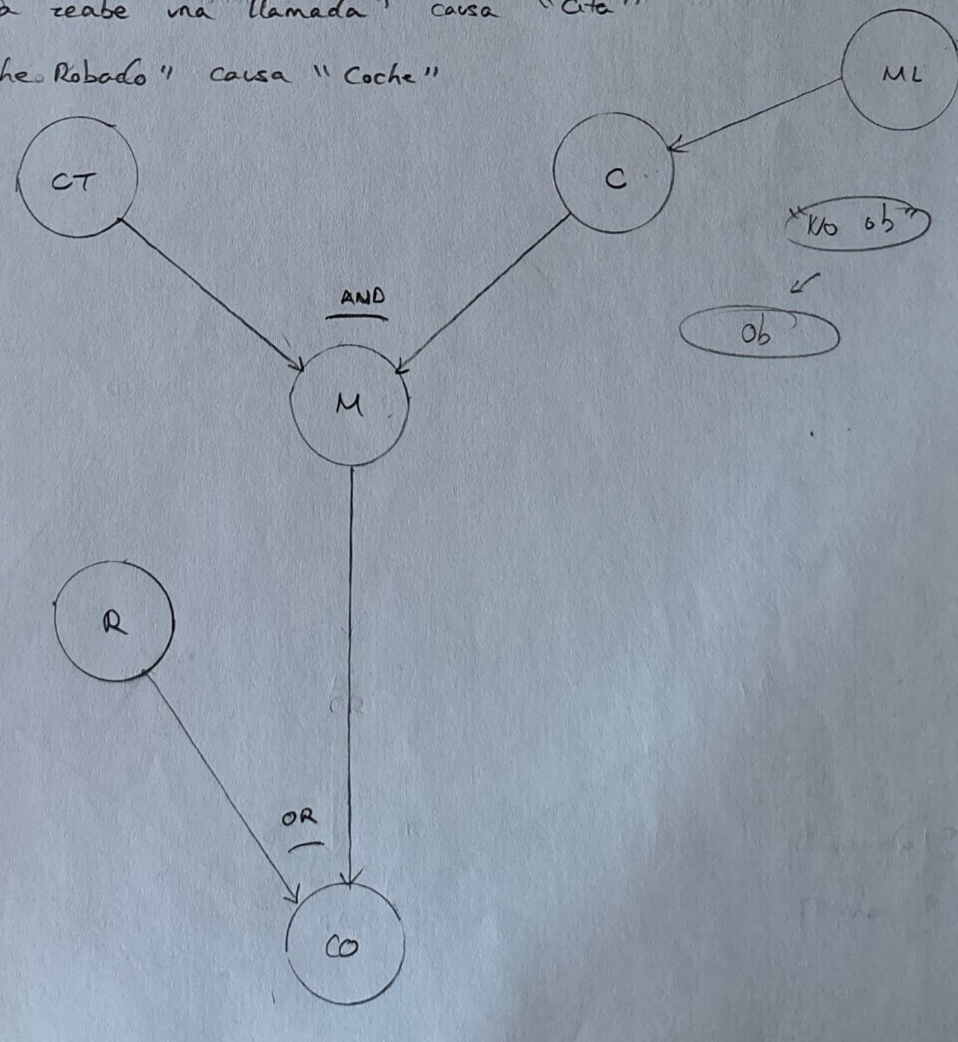
<u>Relaciones de inferencia causal</u>:

* "María coge el coche" causa "Coche"

* "Coche en el Taller" y "Cita" causa "María coge el coche"

* "María recibe una llamada" causa "Cita"

* "Coche Robado" causa "Coche"



• (Ejercicio 2.9)

Variables :

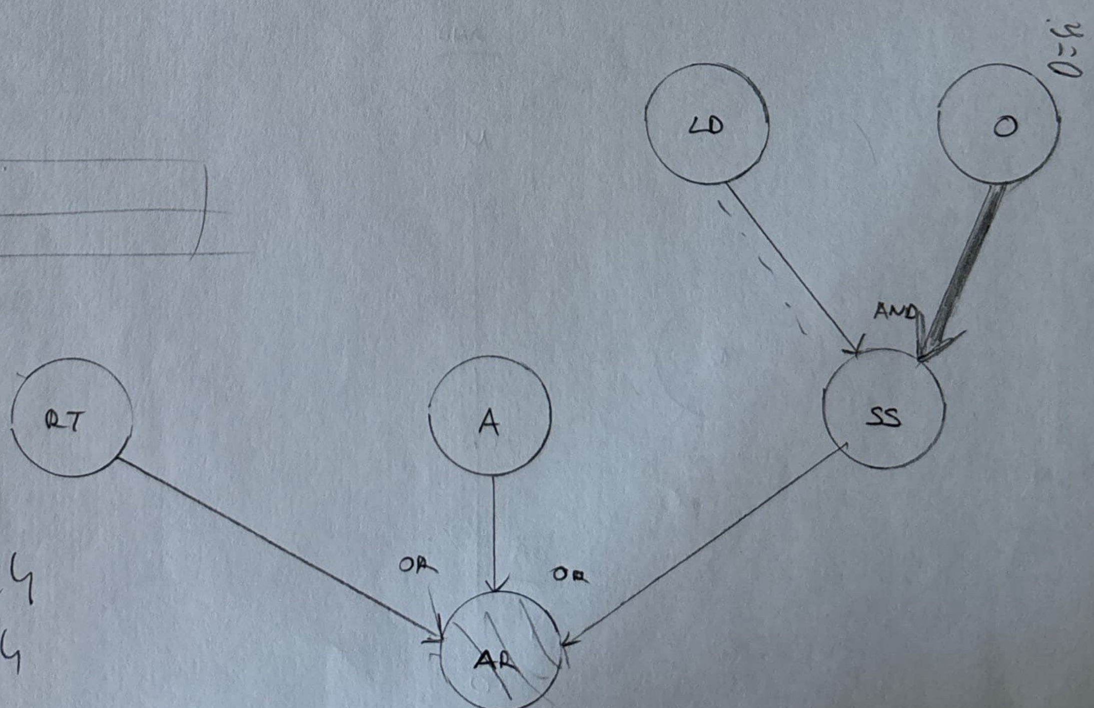
* Autobús se retrasa (AR) = {SÍ, NO}
* Retenciones de tráfico (RT) = {SÍ, NO}
* Avería (A) = {SÍ, NO}
* Suspensión del servicio de la línea (SS) = {SÍ, NO}
* Obras (O) = {SÍ, NO}
* Líneas disponibles (LD) = {SÍ, NO}

Relaciones de influencia causal :

* La "Retenciones de tráfico" o "Avería" o "Suspensión del servicio de línea" causa "Autobús se retrasa"
* Las "obras" y "Líneas Disponibles" causan "Suspensión del servicio de línea"

no es padre??

d) (SS / AR, O) ??



$e_1 = \{AR = sí\}$
$e_2 = \{O = sí\}$

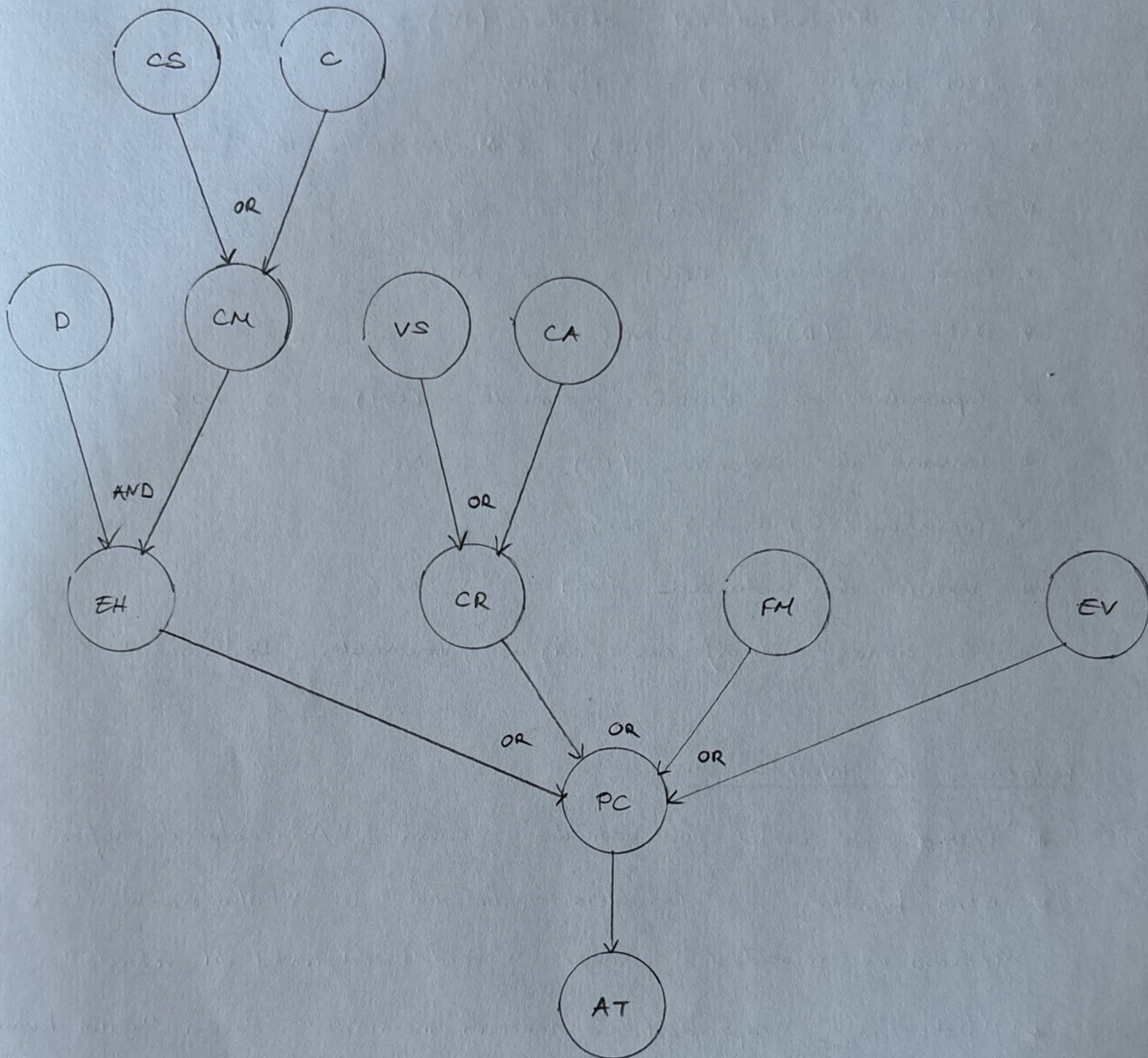
- (Ejercicio 2.10)

Variables:

- Accidente de tráfico (AT) = {Sí, NO}
- Pérdida del control del vehículo (PC) = {Sí, NO}
- Error humano (EH) = {Sí, NO}
- Carretera resbaladiza (CR) = {Sí, NO}
- Fallo mecánico (FM) = {Sí, NO}
- Exceso velocidad (EV) = {Sí, NO}
- Distracción (D) = {Sí, NO}
- Capacidad de reacción mermada (CM) = {Sí, NO}
- Consumo de sustancias (CS) = {Sí, NO}
- Cansancio (C) = {Sí, NO}
- Vertido de sustancias (VS) = {Sí, NO}
- Condiciones atmosféricas (CA) = {Favorables, Desfavorables}

Relaciones de influencia causal:

- "Pérdida del control del vehículo" causa "Accidente de tráfico"
- "Error humano" o "Carretera resbaladiza" o "Fallo mecánico" o "Exceso de velocidad" causa "Pérdida del control del vehículo"
- "Distracción" y "capacidad de reacción mermada" causan "Error humano"
- "Vertido de sustancias" o "condiciones atmosféricas" causan "Carretera resbaladiza"
- "Consumo de sustancias" o "cansancio" causan "Capacidad de reacción mermada"


CS
C
OR
D
CM
VS
CA
AND
OR
EH
CR
FM
EV
OR
OR
OR
PC
AT

- Ejercicio 2.8 (preguntas clásicas)

a) Independencias / dependencias entre las variables

$\forall x \in V$ y $\forall y \in V - \{x \cup de(x) \cup pa(x)\}$

x es independiente de y dado pa(x)

ML i $y \in \{CT, R\}$

CT i $y \in \{ML, C, R\}$

C i $y \in \{CT, R\}$ dado ML

M i $y \in \{R, ML\}$ dados CT, C

R i $y \in \{CT, M, C, ML\}$

CO i $y \in \{CT, C, ML\}$ dados R, M

b) Suponemos cierta la hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas probabilidades?

$1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 4 =$ $\boxed{13 \text{ probabilidades}}$

$P(+ML) = 0{,}5$

$P(+C / +ML) = 0{,}7$

$P(+C / \neg ML) = 0{,}6$

$P(+CT) = 0{,}5$

$$\text{AND}\left\{\begin{array}{l} P(+M / +CT, +C) = 0{,}99 \\ P(+M / +CT, \neg C) = 0{,}15 \\ P(+M / \neg CT, +C) = 0{,}1 \\ P(+M / \neg C, \neg CT) = 0{,}005 \end{array}\right.$$

$P(+R) = 0{,}2$

$$\text{OR}\left\{\begin{array}{l} P(+CO / +R, +M) = 0{,}001 \\ P(+CO / +R, \neg M) = 0{,}1 \\ P(+CO / \neg R, +M) = 0{,}08 \\ P(+CO / \neg R, \neg M) = 0{,}99 \end{array}\right.$$

c) No suponemos la hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas probabilidades? Da todas las probabilidades conjuntas

$2^6 - 1 =$ $\boxed{63 \text{ probabilidades}}$

d) Aplicar T$^{\underline{a}}$ fundamental. Probabilidad de que hagan robado el coche sabiendo que el coche no está en el garaje y María ha recibido una llamada.

$$P(CO, R, M, CT, \overset{\text{es la c}}{S}, ML) = P(CO/R,M) \cdot P(R) \cdot P(M/CT,S) \cdot P(CT) \cdot P(S/ML) \cdot P(ML)$$

$$P(+R/\neg CO, +ML) = \frac{P(+R, \neg CO, +ML)}{P(\neg CO, +ML)} = \frac{\sum_{M,CT,S} P(\neg CO, +R, M, CT, S, +ML)}{\sum_{R,M,CT,S} P(\neg CO, R, M, CT, S, +ML)}$$

// 8 sumandos

// 16 sumandos

$P(\underline{\neg co}, \underline{+r}, +m, +ct, +s, \underline{+ml}) + P(\neg co, +r, \neg m, +ct, +s, +ml) + \ldots$

$P(\neg co/+r, \neg m) \cdot P(+r) \cdot P(\neg m/+ct, +s) \cdot P(+ct) \cdot P(+s/+ml) \cdot P(+ml)$

- Ejercicio 2.9

a) Independencia / Dependencias entre variables

LD ⫫ Y ∈ {RT, A, O}

RT ⫫ Y ∈ {A, SS, LD, O}

O ⫫ Y ∈ {RT, A, LD}

A ⫫ Y ∈ {RT, SS, LD, O}

SS ⫫ Y ∈ {RT, A} dados LD, O

AR ⫫ Y ∈ {LD, O} dados RT, A, SS

b) Suponemos hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas probabilidades necesitamos?

$1 + 1 + 4 + 1 + 1 + 8 = \boxed{16 \text{ probabilidades}}$

c) No suponemos hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas propabilidades necesitamos?

$2^6 - 1 = \boxed{63 \text{ probabilidades}}$

d) Tª fundamental. Probabilidad de que la línea haya sido suspendida dado que el autobús se está retrasando y que hay obras que afectan al recorrido de la línea.

$$P(AR, RT, A, SS, LD, O) = P(AR / RT, A, SS) \cdot P(RT) \cdot P(A) \cdot P(SS / LD, O) \cdot P(LD) \cdot P(O)$$

$$P(+ss / +ar, +o) = \frac{\sum_{RT, A, LD} P(+ar, RT, A, +ss, LD, +o)}{\sum_{RT, A, SS, LD} P(+ar, RT, A, SS, LD, +o)} = \frac{P(+ss, +ar, +o)}{P(+ar, +o)}$$

// 8 sumandos

/// 16 sumandos

• **Ejercicio 2.10**

a) Independencias / dependencias entre variables

CS ⊥ $Y \in \{D, C, VS, CA, CR, FM, EV\}$

C ⊥ $Y \in \{CS, D, VS, CA, CR, FM, EV\}$

D ⊥ $Y \in \{CS, C, CM, VS, CA, CR, FM, EV\}$

CM ⊥ $Y \in \{D, VS, CA, CR, FM, EV\}$ dados CS, C

(...)

b) Suponemos hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas probabilidades necesitamos?

$1 + 1 + 4 + 1 + 1 + 1 + 4 + 4 + 1 + 1 + 16 + 2 = \boxed{37 \text{ probabilidades}}$

c) No suponemos hipótesis de independencia condicional, ¿cuántas probabilidades necesitamos?

$2^{12} - 1$ probabilidades

d) Tª Fundamental. Probabilidad de que el accidente se deba a un error humano, sabiendo que la carretera estaba en buenas condiciones y el conductor ha triplicado la tasa de alcohol permitida.

$P(AT, PC, EH, CR, FM, EV, D, CM, VS, CA, CS, C) = P(AT / PC) \cdot$

$P(PC / EH, CR, FM, EV) \cdot P(EH / D, CM) \cdot P(CR / VS, CA) \cdot P(CM / CS, C)$

$$P(+eh / \neg cr, +cs) = \frac{P(+eh, \neg cr, +cs)}{P(\neg cr, +cs)} = (\ldots)$$

- Supongamos ahora que el autobús sigue retrasándose. Juan consulta su teléfono móvil, y en la prensa local se informa de que han empezado las obras del metro en zonas que afectan al recorrido de la línea 11.

Identifica las <u>evidencias</u> y explica cómo van evolucionando las probabilidades de los nodos de la red.

	QT = sí	A = sí	SS = sí	LD = sí	O = sí
e1 = {AR = sí}	↑	↑	↑	↑	↑
e2 = {O = sí}	=	=	↑	=	1

AR = sí
1
↑

la evidencia e2 la estudiamos con respecto a So ¡¡!!