

Apellidos: .....

Nombre: .....

**Ejercicio 1** (1.5 puntos): **Razonamiento con reglas**Considérese la siguiente base de conocimiento  $BC$ :H1:  $p(c, n)$ .R1:  $p(X, Z) \rightarrow p(f(X), g(f(Y), Z))$ .R2:  $p(X, Z) \rightarrow p(X, g(c, Z))$ .

donde  $p$  es un símbolo de predicado,  $g$  y  $f$  son símbolos de función,  $c$  y  $n$  son símbolos de constantes y  $X, Y$  y  $Z$  variables. Se pide:

- Dibujar el árbol SLD generado por  $SLD\text{-RESOLUCION}(BC, G)$  e indicar la(s) respuesta(s) encontrada(s), siendo  $G$  el objetivo  $p(f(c), g(X, g(Y, n)))$ .
- ¿Cómo hemos de interpretar las respuestas obtenidas desde el punto de vista de la *consecuencia lógica*? ¿Y las variables que aparecen en las respuestas?

Apellidos: .....

Nombre: .....

**Ejercicio 2** (2 puntos): **Aprendizaje**

Una empresa suministra a un cliente información sobre cuadernos, los cuales a veces compra y a veces no. La siguiente tabla muestra las últimas ofertas de la empresa y si el cliente compró o no. Las ofertas dependen de los atributos *Tapa*, *Tamaño*, *Encuadernación* e *Impresión*.

Ej.	TAPA	TAMAÑO	ENCUADERNACIÓN	IMPRESIÓN	Compra
1	Rígida	A3	Cosido	Una raya	Sí
2	Blanda	A4	Cosido	Dos rayas	Sí
3	Semirrígida	A3	Encolado	Dos rayas	No
4	Blanda	A5	Grapado	Dos rayas	Sí
5	Blanda	A3	Cosido	Dos rayas	No
6	Rígida	A3	Grapado	Dos rayas	No
7	Blanda	A5	Grapado	Dos rayas	Sí
8	Semirrígida	A4	Encolado	Dos rayas	No
9	Rígida	A3	Grapado	Una raya	No
10	Blanda	A3	Grapado	Dos rayas	No

- (a) Calcula la ganancia de información que se obtendría si hiciéramos una partición del conjunto de entrenamiento mediante el atributo TAPA.
- (b) ¿Cuál sería la primera condición que deberíamos considerar para crear una regla que tuviera como conclusión COMPRA = NO usando el Algoritmo de Cobertura? Realiza los cálculos necesarios.
- (c) Se pide usar el clasificador *Naive Bayes* con *m-estimación* usando 10 como *tamaño de muestreo equivalente* para clasificar la siguiente instancia

(Semirrígida, A5, Grapado, Una raya)

**Nota:** Hacer las cuentas tomando las 4 primeras cifras decimales.

Apellidos: .....

Nombre: .....

**Ejercicio 3** (1.5 puntos): **Aprendizaje estadístico**

A la planta de montaje del avión A-400 de Aerópolis llegan altímetros procedentes de fábricas situadas en Argentina, Bélgica, Canadá y Dinamarca. La fábrica de Argentina proporciona el 40% de los altímetros, la fábrica de Bélgica proporciona el 30% y la fábrica de Canadá proporciona el 20%. No todos los altímetros son igual de buenos. El 10% de los altímetros suministrado por Argentina tiene error por exceso. También lo tienen el 20% de los suministrados por Bélgica, el 30% de los suministrados por Canadá y el 90% de los suministrados por Dinamarca.

Uno de los proveedores acaba de descargar un lote de altímetros y se ha empezado a calibrarlos. De los 4 primeros altímetros que hemos comprobado, 3 tienen error por exceso. Queremos calcular la probabilidad de que el siguiente altímetro que comprobemos tenga error por exceso por diferentes métodos

- (a) Usando *aprendizaje bayesiano*
- (b) Usando *la hipótesis más probable a posteriori*
- (c) Usando *la hipótesis de máxima verosimilitud*

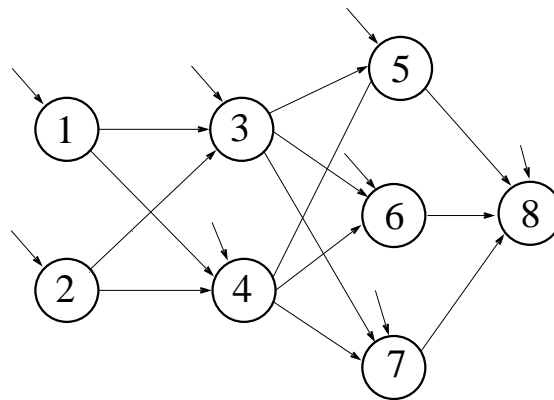
Explicar detalladamente cada uno de los pasos realizados.

Apellidos: .....

Nombre: .....

**Ejercicio 4** (2 puntos): **Redes neuronales**

1. Supongamos que deseamos construir un sistema de reconocimiento de voz basado en redes neuronales. El sistema debe de ser capaz de distinguir entre cinco posibles palabras que una persona pronuncie. Para ello, disponemos de un sensor que es capaz de codificar las características del sonido emitido, como un vector de cinco componentes. Describir la estructura de la red neuronal que se usaría, el conjunto de entrenamiento, cómo se calcularían los pesos de la red y cómo finalmente se usaría la red como un sistema de reconocimiento de las palabras que se pronuncien.
2. Considérese la red neuronal con la siguiente estructura y con la función sigmoide como función de activación:



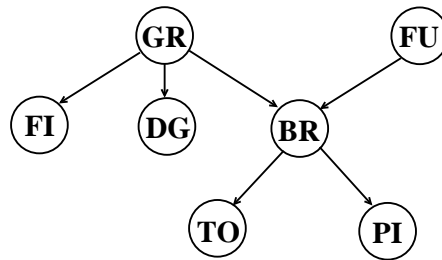
Supongamos dado un ejemplo del conjunto de entrenamiento, con entrada  $(x_1, x_2)$  y salida esperada  $y$ . Se pide mostrar las fórmulas que se usan en una iteración del algoritmo de retropropagación correspondiente a este ejemplo, tanto las de la fase de propagación hacia adelante como las de la fase de propagación hacia atrás, *dejando claro en el orden en el que se producen los cálculos*. ¿Cuál es el objetivo general del algoritmo de retropropagación?

Apellidos: .....

Nombre: .....

**Ejercicio 5** (3 puntos): **(Incertidumbre)**

Considérense las siguientes variables aleatorias booleanas: *GR* (padecer gripe), *FU* (ser fumador), *FI* (tener fiebre), *DG* (tener dolor de garganta), *BR* (padecer bronquitis), *TO* (tener tos) y *PI* (pitos en el pecho). La siguiente red bayesiana expresa las dependencias existentes entre las variables:



con las siguientes tablas de distribución:

$P(gr)$
0.05

$P(fu)$
0.2

<i>GR</i>	$P(fi GR)$
<i>gr</i>	0.9
$\neg gr$	0.05

<i>GR</i>	$P(dg GR)$
<i>gr</i>	0.3
$\neg gr$	0.001

<i>GR</i>	<i>FU</i>	$P(br GR, FU)$
<i>gr</i>	<i>fu</i>	0.99
<i>gr</i>	$\neg fu$	0.9
$\neg gr$	<i>fu</i>	0.7
$\neg gr$	$\neg fu$	0.0001

<i>BR</i>	$P(to BR)$
<i>br</i>	0.8
$\neg br$	0.07

<i>BR</i>	$P(pi BR)$
<i>br</i>	0.6
$\neg br$	0.001

Se pide:

- Supongamos que la red se ha ido construyendo siguiendo el algoritmo de construcción de redes bayesianas visto en clase, considerando las variables en el siguiente orden: *GR*, *FU*, *FI*, *DG*, *BR*, *TO* y *PI*. ¿Qué relaciones de independencia condicional se han asumido cuándo se ha dibujado el nodo correspondiente a la bronquitis? En general, ¿qué criterio se sigue para decidir los padres de un nodo en la red?
- Según las dependencias *que se deducen* de la estructura de la red, decir si son ciertas o no las siguientes afirmaciones (justificando la respuesta):
  - El dolor de garganta es independiente de los pitos en el pecho.
  - Sabiendo que se tiene bronquitis, nuestro grado de creencia en que se tenga fiebre, no se vería actualizado si además supiéramos si se es fumador o no.
  - Tos y pitos en el pecho son condicionalmente independientes dados gripe y fumador.
  - $P(DG|BR) = P(DG|PI, BR)$
- Aplicar el algoritmo de eliminación para calcular la probabilidad de que una persona fumadora tenga gripe, habiendo observado además que le duele la garganta pero no tiene tos.