

INTRODUCCIÓN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Códigos: INFORMÁTICA DE SISTEMAS

Código carrera: 40 Código asignatura: 209

PRUEBA EXTRAORDINARIA

Original, TIPO A

CURSO 1996-97

DURACIÓN: DOS HORAS

Nota Importante: el examen consta de dos partes. La primera es eliminatoria, son 10 cuestiones de tipo test, cuyas respuestas deben señalarse, **junto con todos los datos personales y de la asignatura**, en la hoja de lectura óptica correspondiente. La segunda (**en el dorso de esta hoja**) son preguntas a desarrollar que deben responderse en hojas aparte. La nota será:

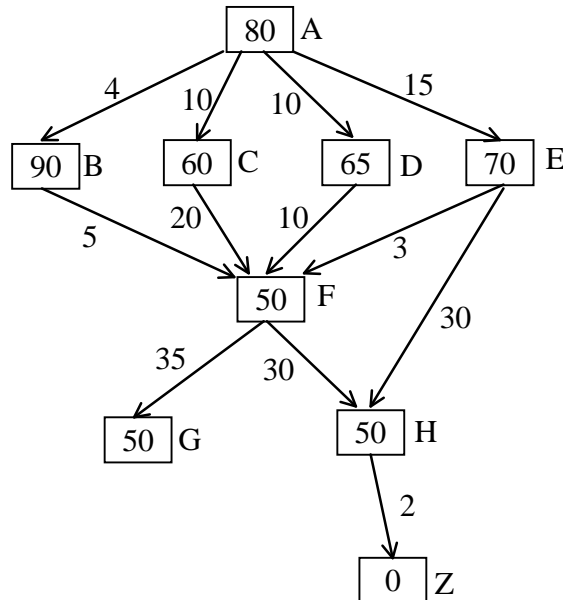
$$\text{Nota_final} = \begin{cases} 0.3 * \text{Nota_test} + 0.7 * \text{Nota_preguntas_a_desarrollar} & \text{Si } \text{Nota_test} \geq 5 \\ \text{Suspenso} & \text{Si } \text{Nota_test} < 5 \end{cases}$$

TEST:

1. *En el método de búsqueda A* se encuentra el camino óptimo para cada nodo expandido si*
 - a) es admisible
 - b) la función heurística es la distancia aérea a la meta
 - c) tiene una cota de error mínima
 - ✓ d) la función heurística es monótona y consistente
2. *Los demonios en un marco se utilizan para:*
 - ✓ a) mantener la consistencia del sistema
 - b) limitar el conjunto de valores de un campo
 - c) indicar si el campo es multivaluado
 - d) indicar la credibilidad de un campo
3. *Las redes bayesianas se representan mediante:*
 - a) poliárboles
 - ✓ b) grafo dirigido acíclico conexo
 - c) grafo dirigido acíclico sin bucles
 - d) ninguna de las anteriores
4. *La "búsqueda" se aplica en:*
 - ✓ a) las estrategias de resolución
 - b) la inferencia realizada en lógica difusa
 - c) el proceso de unificación de cláusulas
 - d) comprobar la "necesidad" en lógicas modales
5. *Si todos los conceptos dependientes de A poseen necesariamente las mismas propiedades de A, hablamos de...*
 - a) herencia por defecto
 - b) razonamiento por defecto
 - ✓ c) herencia estricta
 - d) razonamiento no monótono
6. *¿Cuál de los siguientes mecanismos elegiría para tratar el razonamiento no monótono en un motor de inferencia?*
 - a) reglas con dependencia irreversible
 - b) ordenación de reglas
 - c) metarreglas
 - ✓ d) reglas con dependencia reversible
7. *El concepto de necesidad está asociado en lógica a la idea de:*
 - a) consistencia y decidibilidad
 - b) circunscripción
 - c) razonamiento por defecto
 - ✓ d) mundos
8. *Un grafo dirigido que no contiene ciclos es:*
 - a) poliárbol
 - b) árbol dirigido
 - c) grafo de caminos abiertos
 - ✓ d) ninguna de las anteriores
9. *¿Qué formalismo tiene menos limitaciones en cuanto a su capacidad de inferencia?*
 - a) reglas
 - ✓ b) lógica de predicados
 - c) grafos de Sowa
 - d) grafos de dependencia conceptual
10. *La eficiencia de un problema de búsqueda depende de dos parámetros independientes del dominio de aplicación:*
 - a) la profundidad y el criterio de selección de estados
 - b) el factor de ramificación y el n° de bucles
 - ✓ c) el factor de ramificación y la profundidad
 - d) el coste de expansión de un nodo y el formalismo de representación utilizado

PREGUNTAS:

1. Aplicar el algoritmo A^* al siguiente grafo. A es el nodo inicial y Z el único nodo meta. Cada arco lleva asociado su coste y en cada nodo aparece la estimación de la menor distancia desde ese nodo a la meta. Dibujar en cada etapa del algoritmo el subgrafo parcial creado y la situación de las listas ABIERTA y CERRADA.

**SOLUCIÓN:**

Se explicará detalladamente cuáles son los procesos que se llevan a cabo en cada etapa del algoritmo. En los nodos que se encuentran en ABIERTA se indicará el valor de la función de evaluación heurística de los mismos.

- Inicialmente:

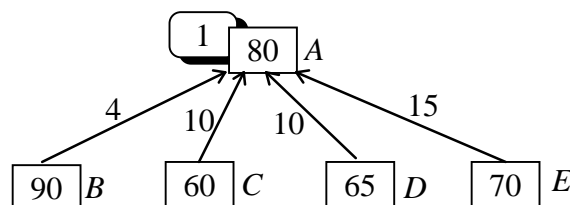
ABIERTA: $A(0+80=80)$

CERRADA: \emptyset

- A continuación la única posibilidad es expandir A:

ABIERTA: $B(4+90=94)$, $C(10+60=70)$, $D(10+65=75)$, $E(15+70=85)$

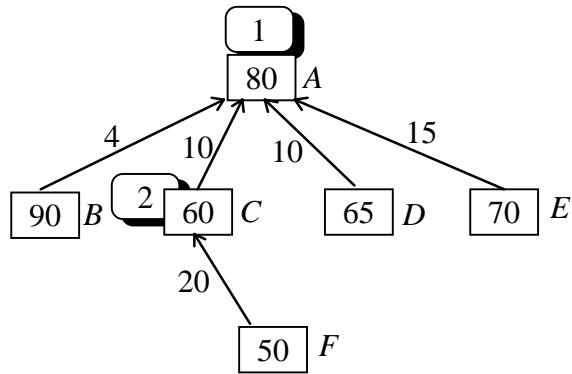
CERRADA: A



- El nodo más prometedor de ABIERTA es ahora C que es seleccionado para su expansión:

ABIERTA: $B(94)$, $D(75)$, $E(85)$, $F(80)$

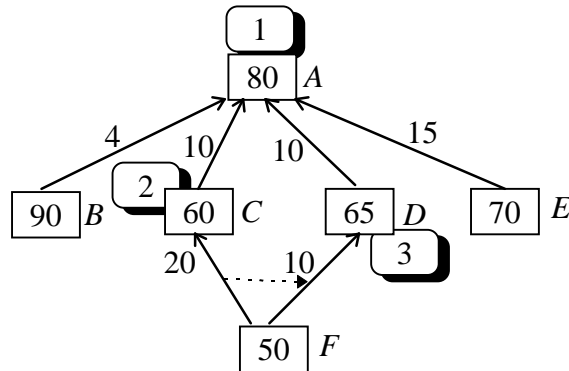
CERRADA: A, C



- El siguiente nodo a expandir es ahora **D**. Se va a crear un nuevo camino, menos costoso que el ya existente, entre **F** y **A**, con lo que será necesario redireccionar el enlace que parte de **F**.

ABIERTA: **B**(94), **E**(85), **F**(70)

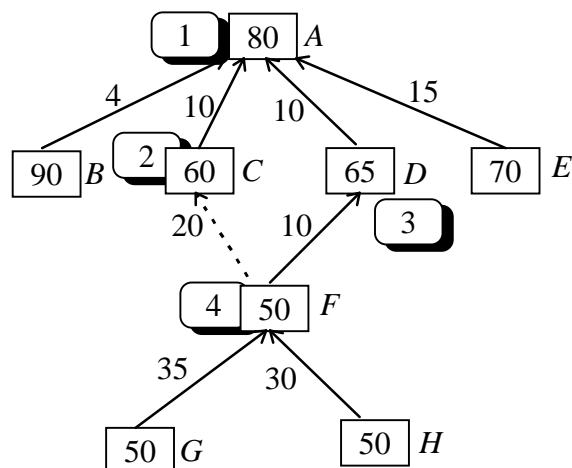
CERRADA: **A**, **C**, **D**



- **Expandiendo F:**

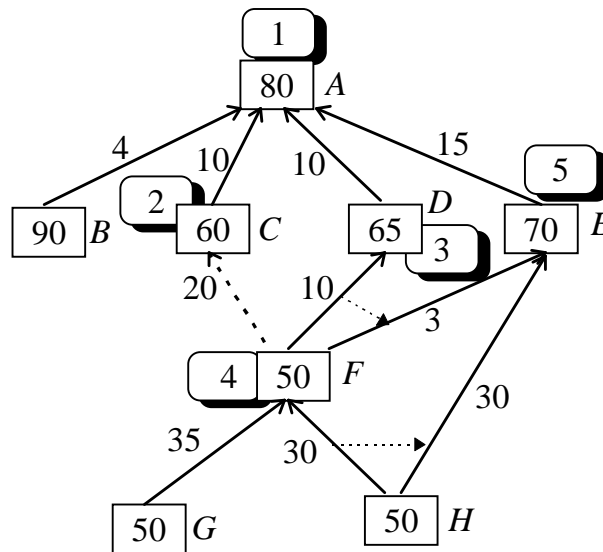
ABIERTA: **B**(94), **E**(85), **G**(105), **H**(100)

CERRADA: **A**, **C**, **D**, **F**



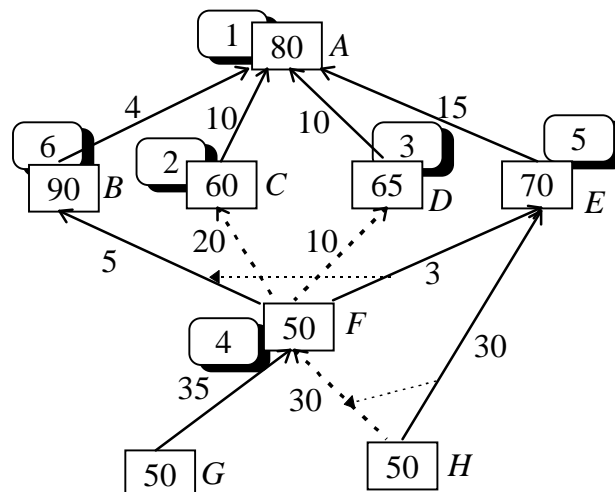
- La **expansión de E** va a provocar el redireccionamiento del enlace que parte de F. Como F estaba en CERRADA, hay que estudiar lo que pasa con sus sucesores, en este caso G y H. La función de evaluación heurística para G va a pasar de 105 a 103 y para H de 100 a 98, aunque para este último nodo el camino creado desde E provoca un nuevo redireccionamiento que deja el valor de su función de evaluación heurística finalmente en 95.

ABIERTA: B(94), G(103), H(95)
 CERRADA: A, C, D, F, E



- Como consecuencia de la **expansión de B** se va a redireccionar el nodo que parte de F, al ser el nuevo camino encontrado desde A hasta F de menos coste que el anterior. También habrá que deshacer el redireccionamiento hecho en la etapa anterior desde el nodo H.

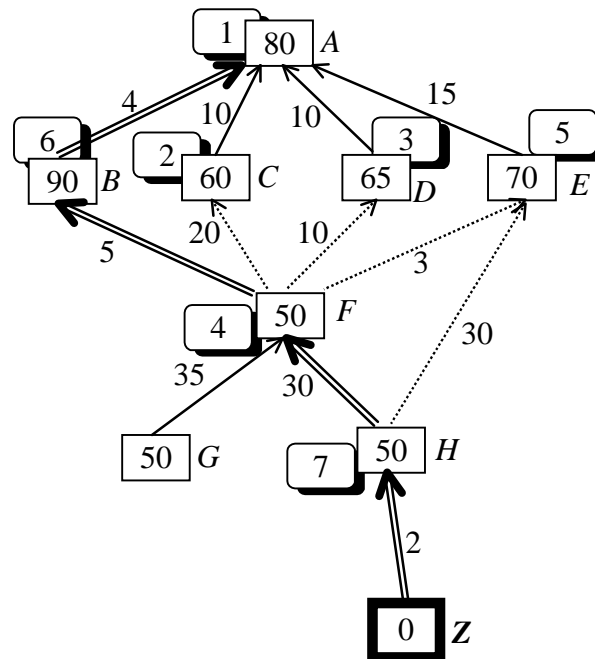
ABIERTA: G(94), H(89)
 CERRADA: A, C, D, F, E, B



- **Expandiendo H:**

ABIERTA: G(94), Z(41)

CERRADA: A, C, D, F, E, B, H



- Finalmente, con la **expansión de Z** se llega al estado meta, habiéndose encontrado el siguiente camino solución:

Z, H, F, B, A

que puede seguirse a través de los enlaces que se han ido trazando etapa a etapa del algoritmo.

2. Supongamos que Juan Pérez y Antonio Fernández son dos jugadores de baloncesto. El primero es un pivot y juega con el Estudiantes y el segundo es un base y juega con el Cáceres. El entrenador de Juan es Pedro Pérez y el de Antonio es Daniel Gómez. Todos los equipos tienen un entrenador, un color del uniforme y un número de jugadores. Ambos tipos de jugadores —pivots y bases— tienen asociado un porcentaje de canastas por partido. Los pivots se caracterizan por poner más de 5 tapones por partido y los bases por superar las 6 asistencias por partido. Por otro lado, cualquier jugador de baloncesto posee entre sus atributos más significativos: altura, número de asistencias por partido y porcentaje de canastas. Cuando el número de tapones por partido más el de asistencias supera el valor de 10 y el porcentaje de canastas excede el 70% entonces el jugador se considera excelente. Los jugadores de baloncesto son hombres adultos y como tales tienen entre sus rasgos la altura. Los hombres adultos son personas y éstas tienen como cualidad su edad. Además, las personas son mamíferos y como tales tienen la propiedad de estar vivos.

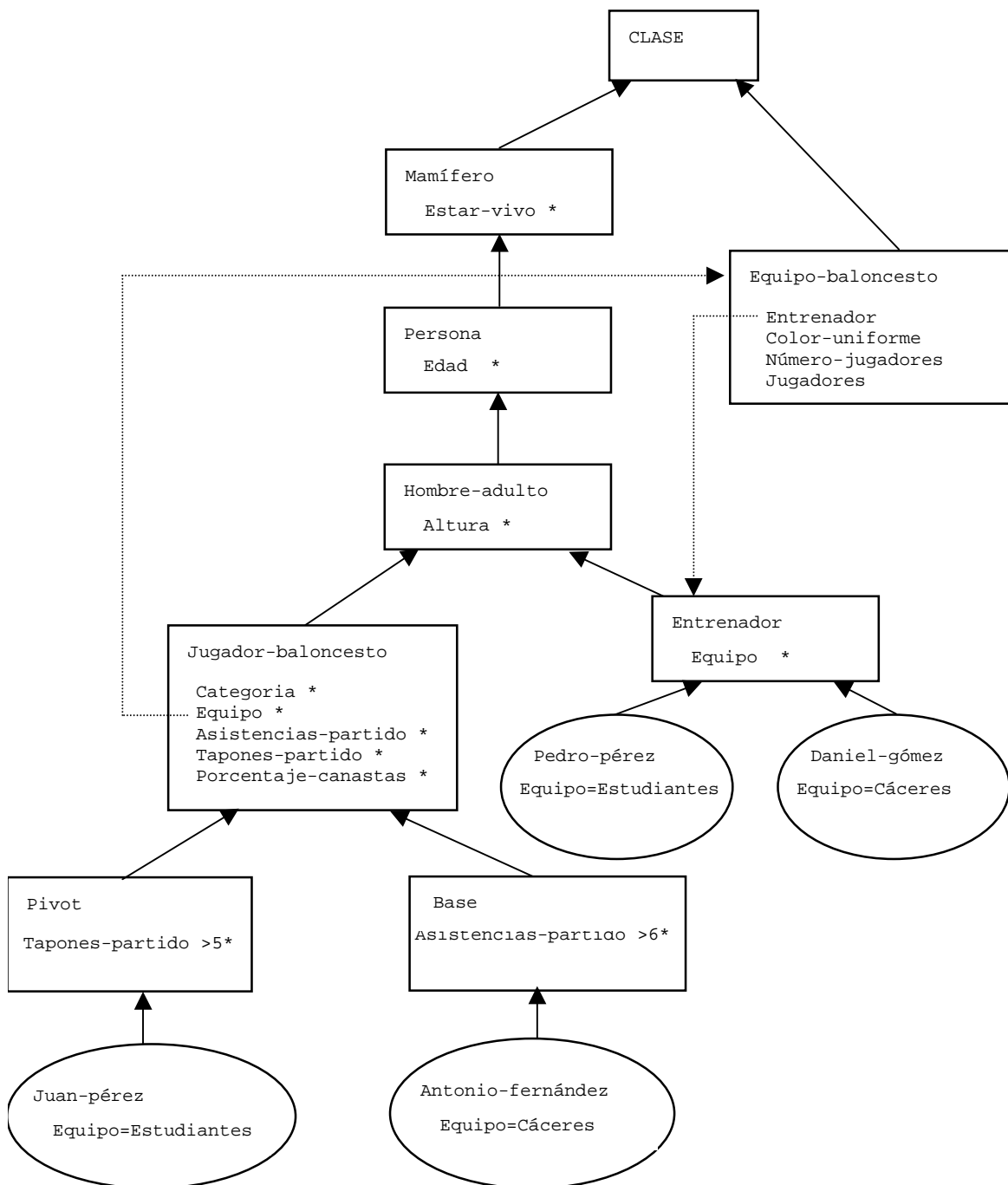
Partimos de que la clase más básica es *Clase*, y de que ésta representa el conjunto de todas las clases. Represente todos los marcos que forman la red de herencia descrita en la narración previa, distinguiendo los que son clases y los que son instancias. Asigne de la forma más conveniente los atributos a cada una de las clases e instancias del conjunto,

marcando con un asterisco * todas las propiedades que sean heredadas. Defina e identifique los demonios que necesite y señale su tipo.

Si se diera la circunstancia de que Juan Pérez fuera además jugador de balonmano y de que los jugadores de balonmano se caracterizaran por efectuar más de 8 asistencias por partido, ¿Cómo solucionaría este conflicto? ¿Qué mecanismo genérico permite resolver este problema?. Finalmente, ¿Qué diferencias observa en el razonamiento basado en redes de herencia frente al razonamiento deductivo de la lógica?

➤ SOLUCIÓN DEL SEGUNDO EJERCICIO:

2.1 En primer lugar, se muestra la jerarquía de objetos, en la que aparecen con asterisco "*" las propiedades heredadas a lo largo de la jerarquía.



En el gráfico adjunto se observa que, para averiguar el nombre del entrenador de un jugador de baloncesto concreto, se puede preguntar por su *equipo* y, desde esta entidad se accede al nombre buscado. Se han dibujado dos flechas con trazo discontinuo para expresar esta circunstancia. Si se hubiera realizado un planteamiento distinto, basado en introducir directamente un campo *entrenador* para cada jugador, cada vez que se asignara o cambiara el valor de dicho campo, habría que activar un *demonio* que comprobara que aquél es consistente con la información del equipo al que pertenece dicho jugador.

2.2 En segundo lugar, se definen los objetos del dominio. Hasta ahora, se han ilustrado las soluciones de otros ejercicios similares con dos notaciones diferentes (cualquiera de ellas sería igualmente válida).

a) En pseudocódigo:

```
Clase <nombre-clase> es
    Superclase <super>
    <atributos-clase>
fin
```

b) Mediante lenguajes de manipulación simbólica:

```
(nombre-marco *sin-valor*
 (generalizacion
   (marco-1 marco-2 ... marco-n)
 (especialización
   (marco-1 marco-2 ... marco-n)
 (instancias (inst-1 inst-2 ... inst-n)
 (slot-1 *sin-valor*
   (slot-11 *sin-valor*)
   (slot-12 *sin-valor*
     (slot-121 *sin-valor*)
     (slot-122 *sin-valor*
       ... ... ...)))
```

En este ejercicio se va a introducir una nueva notación, bastante cercana a los lenguajes de programación orientados a objetos. Estos lenguajes, al ser fuertemente tipados, son más eficientes que los basados en listas (como LISP), pero son menos flexibles.

En cuanto a los demonios, se va a seguir la convención de algunos entornos conocidos, en los que sólo se distingue entre dos tipos: MODIFICACION y ACCESO. Es decir, cuando se modifica o asigna un valor a un campo y cuando se solicita dicho valor.

Conviene precisar que, siguiendo las indicaciones del enunciado, se van a utilizar demonios para satisfacer las restricciones referidas a los tapones de los jugadores pivot y a las asistencias de los jugadores base. No obstante, si no se hubiera señalado nada, hubiera sido más adecuado definir dichas restricciones mediante una FACETA de RESTRICCIÓN. En principio, los demonios se utilizan principalmente para mantener la consistencia entre los valores de campos relacionados.

```

{ CLASE jugador-baloncesto
  SUPERCLASE hombre-adulto
  ATRIBUTOS:
    categoria {excelente, no-excelente}
    DEMONIOS {ACCESO tipo-categoria};
    FACETAS {DEFECTO no-excelente};
    equipo {caceres, estudiantes, caja-cantabria, ...};
    ENTERO asistencias-partido;
    ENTERO tapones-partido;
    REAL porcentaje-canastas }
{ CLASE pivot
  SUPERCLASE jugador-baloncesto
  ATRIBUTOS:
    ENTERO tapones-partido
    DEMONIOS {MODIFICACION tapones-minimos }
{ CLASE base
  SUPERCLASE jugador-baloncesto
  ATRIBUTOS:
    ENTERO asistencias-partido
    DEMONIOS {MODIFICACION asistencias-minimas }

{ CLASE equipo-baloncesto
  SUPERCLASE Clase
  ATRIBUTOS:
    SIMBOLO entrenador;
    color-uniforme {blanco, verdinegro, azulgrana, ...} ;
    ENTERO numero-jugadores;
    LISTA jugadores }
{ CLASE entrenador-baloncesto
  SUPERCLASE hombre-adulto
  ATRIBUTOS:
    SIMBOLO equipo }
{ CLASE hombre-adulto
  SUPERCLASE persona
  ATRIBUTOS:
    REAL altura }
{ CLASE persona
  SUPERCLASE mamiferos
  ATRIBUTOS:
    ENTERO edad }
{ CLASE mamifero
  SUPERCLASE clase
  ATRIBUTOS:
    estar-vivo {sí, no} }

```

Dado que Juan Pérez es un pivot, se sabe que debe superar los cinco tapones por partido.
Por tanto:


```

{ INSTANCIA juan-perez
  CLASE pivot
  ATRIBUTOS:
    equipo = estudiantes;
    entrenador = pedro-perez
    tapones-partido = 6 } /* 6 es un valor supuesto */

```

Dado que Antonio Fernández es un base, se sabe que debe superar las seis asistencias por partido. Por tanto:

```

{ INSTANCIA antonio-fernandez
  CLASE base
  ATRIBUTOS:
    equipo = caceres;
    entrenador = daniel-gomez;
    asistencia-partido = 7 } /* 7 es un valor supuesto*/

```

```

{ INSTANCIA pedro-perez
  CLASE entrenador-baloncesto
  ATRIBUTOS:
    equipo = estudiantes }

```

```

{ INSTANCIA daniel-gomez
  CLASE entrenador-baloncesto
  ATRIBUTOS:
    equipo = caceres }

```

Quedan por definir los demonios mencionados previamente:

```

{ jugador-baloncesto.categoria::tipo-categoria
  ( ARGUMENTOS:
    ?jugador )
  ( CUERPO:
    SI
      (?jugador.tapones-partido +
        ?jugador.asistencias-partido > 10) ^
      (?jugador.porcentaje-canastas > 70)
    ENTONCES
      (?jugador.categoria = excelente) ) }

```

```

{ pivot.tapones-partido::tapones-minimos
  ( ARGUMENTOS:
    ?jugador
    ?tapones )
  ( CUERPO:
    SI
      (?tapones > 5)
    ENTONCES
      (?jugador.tapones-partido = ?tapones) ) }

```

```
{ base.asistencias-partido::asistencias-minimas
  ( ARGUMENTOS:
    ?jugador
    ?asistencias )
  ( CUERPO:
    SI
      (?asistencias > 6)
    ENTONCES
      (?jugador.asistencias-partido = ?asistencias) ) }
```

2.3 En el caso de que Juan Pérez fuera, además, jugador de balonmano, podría haberse utilizado el mecanismo conocido como "puntos de vista" (pág. 316 del libro). Básicamente, consiste en proporcionar de forma expresa los diferentes valores de un campo según sea la perspectiva bajo la que se estén analizando. Por consiguiente, la modificación sobre la instancia que representa al jugador Juan Pérez puede ser la siguiente:

```
{ INSTANCIA juan-perez
  CLASE pivot
  ATRIBUTOS:
    equipo = estudiantes;
    entrenador = pedro-perez;
    asistencias-partido
      VALOR:
        (baloncesto = 6)
        (balonmano = 9)} /* 6 y 9 valores supuestos */
```

Por supuesto, para ello habría que modificar la definición de la clase correspondiente:

```
{ CLASE jugador-baloncesto
  SUPERCLASE hombre-adulto
  ATRIBUTOS:
    categoria {excelente, no-excelente}
      DEMONIOS {NECESIDAD tipo-categoria};
    equipo {caceres, estudiantes, caja-cantabria, ...};
    ENTERO asistencias-partido
      VALOR:
        baloncesto
        balonmano;
    ENTERO tapones-partido;
    REAL porcentaje-canastas }
```

Aunque el enunciado no hubiera solicitado utilizar y describir el mecanismo genérico que permite resolver este problema, tampoco hubiera sido suficiente modificar la jerarquía de clases para introducir dos tipos de jugadores: baloncesto y balonmano. Dando por supuesto que, en este caso, el sistema debería ser capaz de tratar la *herencia múltiple*, de tal forma que se pudieran distinguir los valores distintos según su procedencia (baloncesto o balonmano). Esto es imposible para el mismo nombre de atributo. Los *mecanismos de herencia múltiple* permiten resolver *de quién se hereda*

primero. En este ejercicio se pide distinguir dos valores para un mismo nombre de campo, según sea el punto de vista con el que se analice. En todo caso, se podría haber definido un demonio que comprobara desde qué enfoque se analiza el campo. No obstante, en estos casos lo correcto es utilizar los puntos de vista (suponiendo que el sistema los incluye).

2.4 Finalmente, el razonamiento basado en redes de herencia se explica en las páginas 286-287 y en el capítulo octavo, en especial las páginas 314-317. El razonamiento deductivo se detalla en el capítulo quinto, en concreto, en las páginas donde se describen las lógicas clásicas, en especial 198-213. También se comenta su contraposición a las lógicas no monótonas (224-229) y, en el mismo sentido, se explican las dependencias en el capítulo de reglas (243). En el capítulo octavo aparece igualmente una valoración al respecto (326-327).