

Tema6.

Introducción a la Representación del Conocimiento

Inteligencia Artificial
Grado en Informática – 2º Curso
Elisa Guerrero Vázquez
Esther L. Silva Ramírez

Objetivos

Al finalizar el tema el alumno será capaz de:

- Comprender la necesidad de representar el conocimiento y realizar inferencia para que un sistema pueda exhibir comportamiento inteligente
- Conocer los distintos enfoques para la representación del conocimiento
- Identificar ventajas y limitaciones de los enfoques de representación revisados

Motivación

- IA intenta resolver problemas de gran complejidad del mundo real, para ello se requiere:
 - Gran cantidad de conocimiento
 - Mecanismos para manipular este conocimiento con el fin de obtener las mejores soluciones y resolver nuevos problemas
- Centramos el estudio en **Métodos con representación explícita del conocimiento**

Contenidos

1. Introducción
 - Base de conocimientos
 - Enfoques: Procedural y Declarativo, Relacional, y Jerárquico
2. Modelos Formales
 - Lógica
3. Modelos Estructurados
 - Sistemas de Reglas
 - Redes Semánticas
 - Marcos
 - Guiones
4. Resumen



Inteligencia
Artificial

Jerarquía del conocimiento

Datos

Información

Conocimiento

Metaconocimiento

Departamento de
Ingeniería Informática



Jerarquía del conocimiento

- **Datos:** elementos de interés en un dominio

Ejemplo: letras, dígitos, píxeles ...

- **Información:** datos relevantes procesados

Ejemplo: nombres, fechas, valores de intensidades,...

Jerarquía del conocimiento

- **Conocimiento:** información especializada de alto nivel. Resultado de la experiencia de expertos. Organización e interrelaciones entre "piezas" de información

Ejemplo: ¿cuándo se considera que es alta la temperatura?, ¿qué significa que además haya tos?, precios caros o baratos, ...

- **Metaconocimiento:** conocimiento acerca del conocimiento. Indica cómo utilizar el conocimiento

Ejemplo: Conocimiento que permita decidir desechar parte del conocimiento que no sea relevante en determinadas situaciones(ej.: selección de heurísticas)

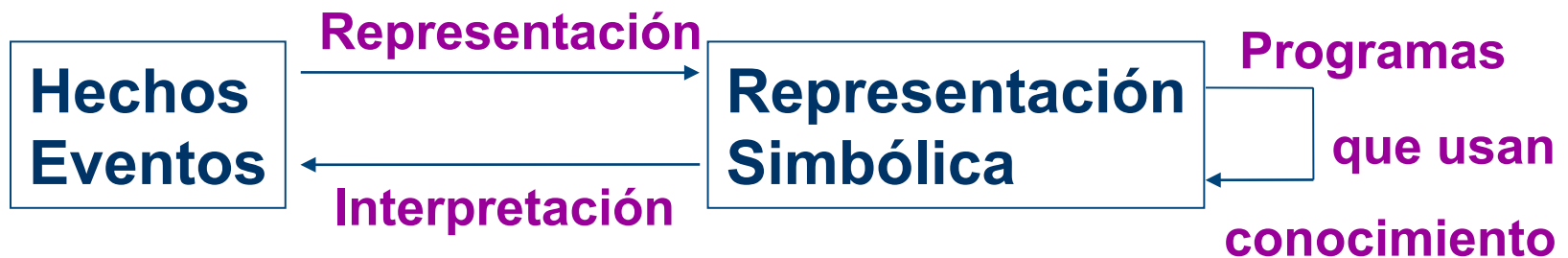
Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC)

- Base de conocimientos
 - Depósito de información sobre una serie de objetos y sus relaciones, dentro de un dominio específico del mundo real



- Ingeniería del Conocimiento
 - Proceso de representar el conocimiento sobre un dominio particular y convertirlo en una base de conocimientos
 - Procesos que permiten la manipulación y transformación de una base de conocimientos

Representación simbólica



- **Hechos:** verdades de un cierto mundo que se desea representar.

Garfield es un gato

- **Representaciones:** de estos hechos de acuerdo a un determinado formalismo, y que serán las entidades que seremos capaces de manejar.

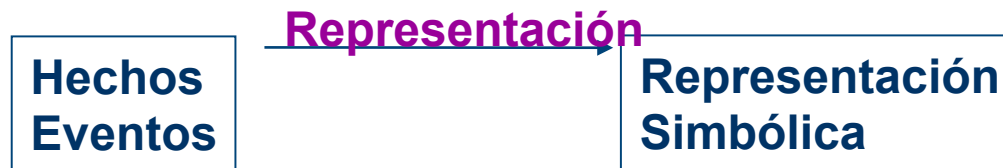
gato (Garfield)

Representación simbólica

Hechos Eventos

- **Hechos:** *Garfield es un gato*
Todos los gatos tienen uñas

Representación simbólica



- **Hechos:** *Garfield es un gato*
Todos los gatos tienen uñas
- **Representaciones:**
 - `gato (Garfield)`
 - $\forall x: \text{gato}(x) \rightarrow \text{TieneUñas}(x)$

Representación simbólica



- Hechos: *Garfield es un gato*
Todos los gatos tienen uñas
- Representaciones:
 - `gato (Garfield)`
 - $\forall x: \text{gato}(x) \rightarrow \text{TieneUñas}(x)$
- **Mediante mecanismo deductivo de la lógica**
 - **`TieneUñas (Garfield)`**

Representación simbólica



- Hechos: *Garfield es un gato*
Todos los gatos tienen uñas
- Representaciones:
 - `gato (Garfield)`
 - $\forall x: \text{gato}(x) \rightarrow \text{TieneUñas}(x)$
- Mediante mecanismo deductivo de la lógica
 - `TieneUñas (Garfield)`
- Interpretación final
 - *Garfield tiene uñas*
 - *Garfield puede arañar*
 - *Etc.*

Paradigmas de representación del conocimiento

■ ENFOQUES:

- Declarativo y procedural
- Relacional simple
- Jerárquico u Orientado a objetos

■ MÉTODOS:

- Lógica
- Sistemas de producción
- Redes semánticas
- Marcos
- Guiones

Enfoque declarativo/procedural

- Representación **declarativa**
 - Permite expresar hechos, reglas y relaciones de forma independiente de su manipulación o procesamiento
- Representación **procedural**
 - El conocimiento y su manipulación están implícitos en las estructuras de control y en la secuencia de las sentencias del programa

Declarativo vs. Procedimental

ENFOQUE DECLARATIVO

$\forall x \text{ persona}(x) \rightarrow \text{mortal}(x)$

$\forall x \text{ perro}(x) \rightarrow \text{mortal}(x)$

`persona(Sócrates)`

`persona(María)`

`perro(Lassie)`

- **FLEXIBILIDAD,
MODULARIDAD**

ENFOQUE PROCEDIMENTAL

`function persona(x)`

`IF (x=Sócrates) or (x=María)`

`THEN result= true`

`ELSE result=false`

`function perro(x)`

`IF (x=Lassie) THEN res= true`

`ELSE res= false`

`function mortal(x)`

`IF persona(x) or perro(x)`

`THEN res= true`

`ELSE res= false`

- **EFICACIA DE EJECUCIÓN**

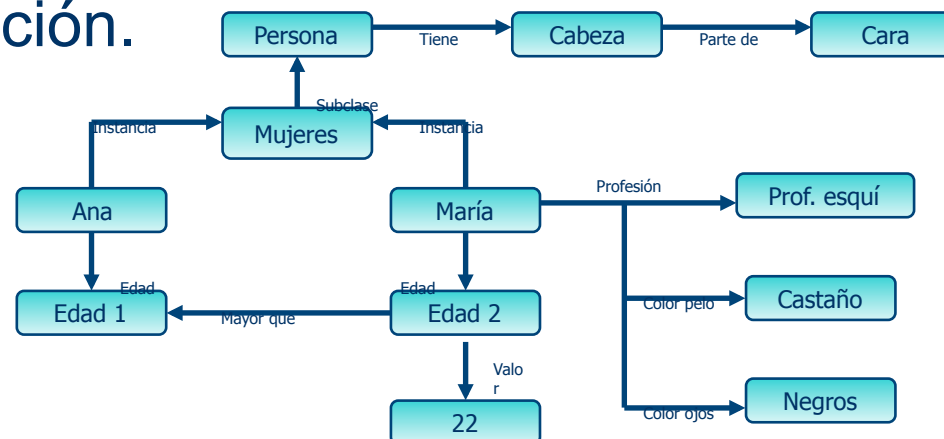
Representación Relacional Simple

- Representación Relacional Simple
 - Es fuertemente dependiente del tipo de información con el que se trabaje.
 - Similar a las bases de datos relacionales, almacenando una colección de información en una tabla, se pueden utilizar cálculos relacionales para manipular datos.
 - No son adecuadas para representaciones complejas del mundo real.

Hotel	Estrellas	Habitaciones	Ciudad
Palacio Real	4	500	Sevilla
Inn Relax	5	124	Cádiz
Abarde	5	23	Cádiz
Carolyn	3	56	Málaga
Barabas	4	345	Málag

Representación Jerárquica

- Los elementos u objetos que comparten una serie de características comunes se pueden asociar en clases o grupos.
 - Conocimiento heredado
 - Estructura jerárquica: forma útil y eficiente de organización de la información: reduce la complejidad y permite mayores niveles de abstracción.



Paradigmas de representación del conocimiento

■ ENFOQUES:

- Declarativo y procedural
- Relacional simple
- Jerárquico u Orientado a objetos

■ MÉTODOS:

- Lógica
- Sistemas de producción
- Redes semánticas
- Marcos
- Guiones

Formalismo Lógico

- Lógica Clásica
 - Lógica Proposicional
 - Lógica de Predicados
- Lógica Temporal
- Lógicas Multivaluadas
 - Trivalente
 - Lógica estándar de Lukasiewicz
- Lógica Borrosa o Difusa (Fuzzy Logic)
(la lógica del sentido común)

Lógica Proposicional

- Cada proposición o hecho es representado mediante un símbolo (o conjunto de símbolos) del que se evalúa su Verdad o su Falsedad.

p: lllover
s: suelo mojado

$p \rightarrow s$

$\frac{p}{s}$

\neg	Negación (NOT)
\wedge	Conjunción (AND)
\vee	Disyunción (OR)
\Rightarrow	Implicación
\Leftrightarrow	Implicación doble, si y sólo si, bicondicional

- Es simple y posee un mecanismo de decisión a través de los proc. de inferencia, p.e. Modus Ponens

Lógica proposicional

- Limitaciones

Mateo es estudiante de informática:

MateoEstudianteInformática

Camila estudiante de informática:

CamilaEstudianteInformática

Carlos es estudiante de informática:

CarlosEstudianteInformática

Manuela es estudiante de informática:

ManuelaEstudianteInformática

...

Lógica proposicional

- Limitaciones

Mateo es estudiante de informática:

`MateoEstudianteInformática`

Camila estudiante de informática:

`CamilaEstudianteInformática`

- Todos los estudiantes de informática son
Inteligentes

`EstudianteInformáticaInteligente` ¿?¿?

...

Lógica de Predicados

- Utilización de Predicados

Cádiz es calurosa en verano

- **Lugar**(Cádiz) **Clima**(caluroso)
Estación (verano)
- **Calurosa**(Cádiz, verano)
- **Verano**(Cádiz, calurosa)

Lógica de Predicados

- Utilización de Predicados

Cádiz es calurosa en verano

- **Lugar** (Cádiz) **Clima** (caluroso)
Estación (verano)
- **Calurosa** (Cádiz, verano)
- **Verano** (Cádiz, calurosa)

- Limitaciones de la L. Proposicional

Camila es estudiante de informática:

CamilaEstudianteInformática

Mateo es estudiante de informática:

MateoEstudianteInformática

Mejor : Estudiante (Camila, Informática)

Estudiante (Mateo, Informática)

Lógica de Predicados

- Introducción de los cuantificadores:

- Existencial \exists

- Universal \forall

- Introducción de Variables

$\forall x, \text{informatico}(x) \rightarrow \text{inteligente}(x)$

Sólo Mateo es Inteligente

$\text{inteligente}(\text{Mateo}) \wedge$

$\neg \exists x (x \neq \text{Mateo} \wedge \text{inteligente}(x))$

Mecanismos de Razonamiento

■ Resolución

- Proceso iterativo simple, donde en cada paso se comparan dos cláusulas padre, produciendo una nueva cláusula inferida de las anteriores

■ Refutación

- Para probar una proposición se intenta demostrar que su negación lleva a una contradicción

■ Equiparamiento de Patrones (Pattern Matching)

- Comparar los predicados iguales de dos sentencias y comprobar si sus argumentos se pueden unificar

Lógica de Predicados

■ Ventajas

- Modelo (funcional) para los razonamientos humanos
- Alto grado de formalización (sintaxis y semántica)
- Separación conocimiento (reglas)/razonamiento (inferencia)
- Otros esquemas se basan o pueden expresarse con ella
- Suficientemente expresiva para muchos dominios

Lógica de Predicados

■ Inconvenientes

- Los algoritmos de inferencia para el caso general son complejos y hay ciertos tipos de problemas en los que bastaría un lenguaje con algoritmos más sencillos
- A veces se queda corta
- Problemas para razonar con conocimiento incierto, impreciso y subjetivo

PROLOG

■ PROLOG

Este lenguaje de programación puede describirse como un sistema de programación lógica en el cual se usan solamente Cláusulas de Horn, y las pruebas se hacen usando resolución por **refutación**.

```
%% %% declaraciones %%  
padrede('juan', 'maria'). % juan es padre de maria  
padrede('pablo', 'juan'). % pablo es padre de juan  
padrede('pablo', 'marcela')  
padrede('carlos', 'debora')
```

```
% A es hijo de B si B es padre de A  
hijode(A,B) :- padrede(B,A).
```

Lógica Difusa

PROGRAMACIÓN LÓGICA

$\text{alto}(X) \leftarrow \text{jugador_baloncesto}(X)$

+

LÓGICA DIFUSA

$\text{alto}(\text{pau_gasol})$ al 95%



PROGRAMACIÓN LÓGICA DIFUSA

$\text{alto}(X) \leftarrow_{\text{prod}} \text{jugador_baloncesto}(X) \text{ with } 0.9$

Contenidos

1. Introducción
 - Base de conocimientos
 - Enfoques: Procedural y Declarativo, Relacional, y Jerárquico
2. Modelos Formales
 - Lógica
3. Modelos Estructurados
 - Sistemas de Reglas
 - Redes Semánticas
 - Marcos
 - Guiones
4. Resumen

Reglas de Producción

SBR: SISTEMAS BASADOS EN REGLAS

si <antecedente> **entonces** <consecuente>

- Fácil de entender
- Robusto y más general que la lógica de predicados
- Permite la aplicación de distintos tipos de razonamiento para inferir nuevo conocimiento

Si lugar=Cádiz **y** estación=verano
entonces clima=caluroso

Reglas de Producción

si <antecedente> **entonces** <consecuente>

Todos los Estudiantes de Informática son Inteligentes

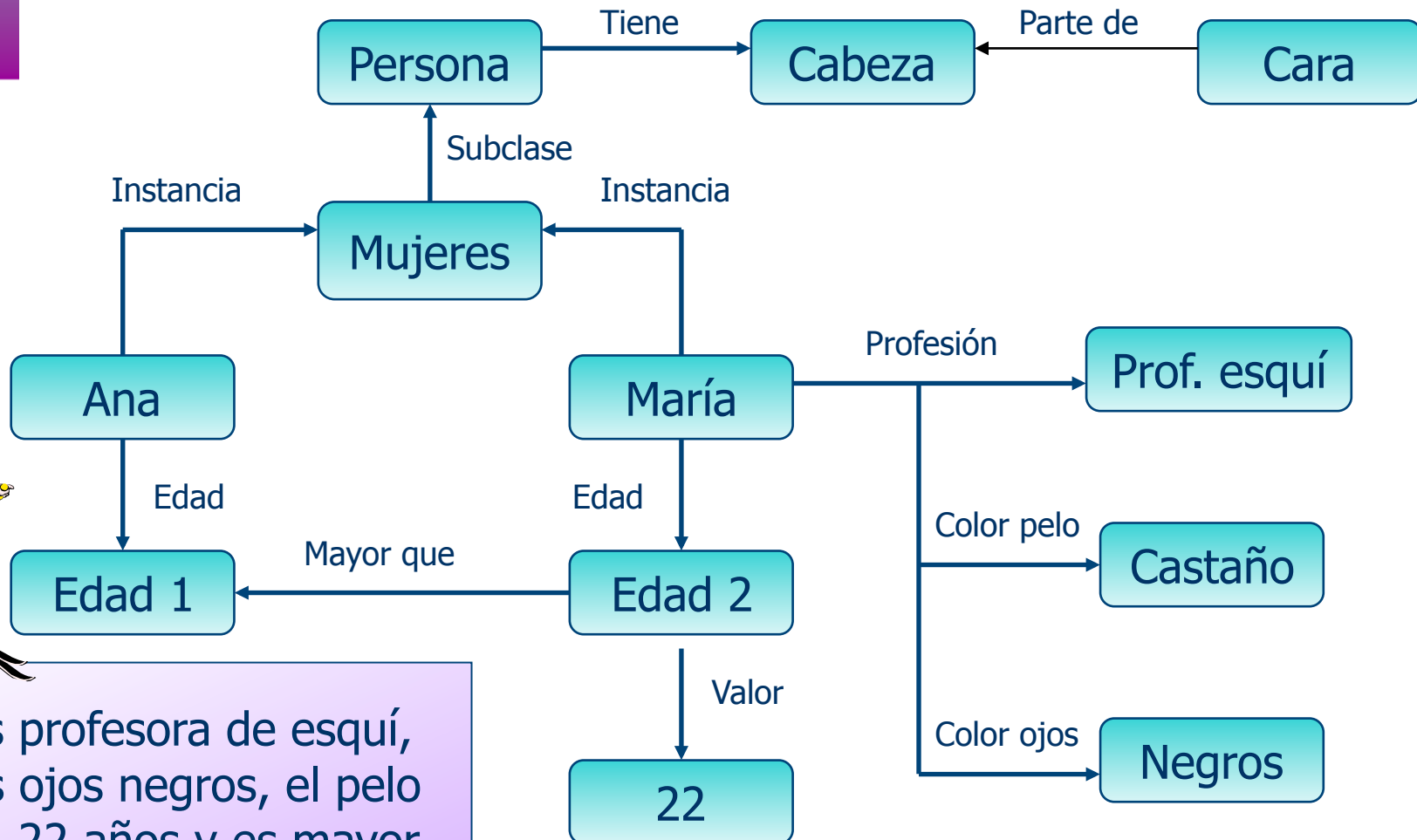
$\forall x, \text{estudiante_informática}(x) \Rightarrow \text{inteligente}(x)$

Si **?x** **es** estudiante_informática
entonces **?x** **es** inteligente

Red Semántica

- Grafo orientado y formado por un conjunto de **nodos y arcos** unidireccionales, ambos etiquetados.
- Los conocimientos relativos a un objeto o concepto se representan mediante pares atributos-valor.
 - Los **nodos** representan conceptos e instancias de dichos conceptos
 - Los **arcos**, que conectan nodos, representan relaciones binarias entre ellos:
 - Instancia
 - liga un objeto concreto con su tipo genérico
 - Subclase de
 - pone en relación una clase con otra más general, formando una red de nodos por especialización de conceptos
 - Parte de
 - liga un objeto con sus componentes

Ejemplo de Red Semántica

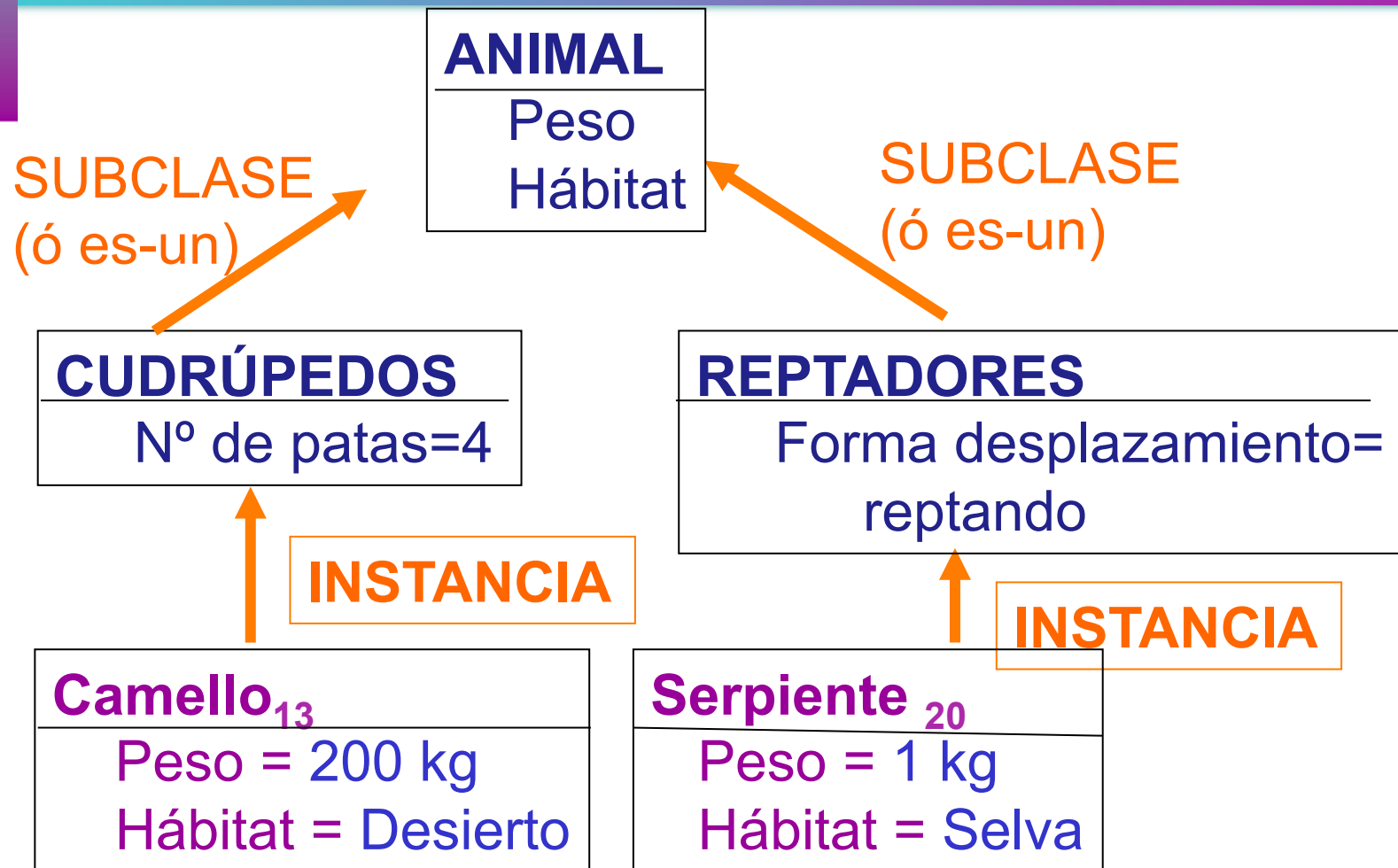


María es profesora de esquí, tiene los ojos negros, el pelo castaño, 22 años y es mayor que Ana.

Marcos

- (*slot-and-filler*) Colección de atributos que define el estado de un objeto y su relación con otros objetos (marcos).
- **Slots:** valores de los datos
- **Fillers:** procedimientos para rellenar slots
- Pueden ser
 - **Clases:** representan conceptos o entidades generales.
 - **Instancias:** concreciones o ejemplos particulares de las clases

Ejemplo de Marco



SCRIPTS (Guiones)

- Estructura que describe una secuencia estereotipada de acciones.
- Secuencia **causal** de acciones:
 - la realización de una acción permite que pueda ocurrir la siguiente.
- Basados en los grafos de dependencia conceptual de Shank (años 70), pero van más allá de la representación de frases aisladas.

Componentes de un guión

- **Precondiciones** (Entry conditions)
- **Poscondiciones** (Result): hechos que serán ciertos una vez completado la secuencia de hechos del guión.
- **Roles**: Personajes.
- **Objetos** (Props) objetos que describen los hechos.
- **Escenas**: sucesos descritos en el guión, organizados secuencialmente (la realización de una escena permite que se pueda realizar la siguiente).
- **Tracks**: Variaciones en el script. Tracks diferentes pero que pueden compartir gran parte de los componentes de un script.

Restaurante - Planteamiento

El cliente entra en el restaurante y se sienta. El camarero le entrega el menú. El cliente selecciona unos platos. El cocinero prepara la comida y el camarero la sirve. El cliente come la comida que le han servido; después paga y se va del restaurante.



Guiones (scripts)

<p> Guión: Restaurante Track: Cafetería Props: Mesas Menú Comida Cuenta Dinero Roles: Cliente Camarero Cajero Cocinero </p>	<p>Escena 1: Entrar</p> <p> Cliente entra Restaurante Cliente mira las Mesas Cliente elige donde sentarse Cliente mueve a la posición elegida </p>
	<p>Escena 2: Pedir</p>
	<p>Escena 3: Comer</p>
	<p>Escena 4: Pagar</p>
	<p>Escena 5: Salir</p>

Bibliografía

1. **Pajares G.** y Santos Peñas M.: *Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento*, Ra-Ma, Madrid 2005
2. **Rich E.** y Knight K.: *Inteligencia Artificial*. McGraw-Hill, 1994
3. **Borrajo D.**, Juristo N., Martínez V. y Pazos J.: *Inteligencia Artificial. Métodos y Técnicas*, Centro de Estudios Universitarios Ramón Areces, Madrid, 1993.
4. **Escolano F.**, Cazorla M.A., Alfonso M.I., Colomina O. y Lozano M.A. *Inteligencia Artificial. Modelos, técnicas y áreas de aplicación*.
5. **Transparencias: Representación del Conocimiento.** F.J. Ribadas Pena, Universidad de Vigo.