

Grado en Ingeniería Informática
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Cádiz

Tema 2

Introducción a la Representación del Conocimiento

elisa.guerrero@uca.es

Tema 2. Introducción a la Representación del Conocimiento.

Objetivos

Al finalizar el tema el alumno ha de ser capaz de:

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

Tema 2. Introducción a la RC.

Índice del Tema

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

Introducción. 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.
- **EJEMPLO: Diagnóstico médico asistido por IA**, donde el sistema debe tener conocimiento sobre los síntomas del paciente, las posibles enfermedades, y los tratamientos disponibles.
- Centramos el estudio en **Métodos con representación explícita del conocimiento**.

Introducción.

Jerarquía del Conocimiento



Sabiduría

Conocimiento

Información

Datos

Data Information Knowledge Wisdom (DIKW) es un **modelo de datos** que identifica cuales son los distintos estadios en los que se puede encontrar lo que comúnmente conocemos como “Información”

Introducción.

Jerarquía del Conocimiento

- **Datos:** **unidad mínima de información** con la que trabajamos, son los elementos de interés en un dominio.

Ejemplo: nombres, fechas, presión, temperatura ...

- **Información:** **Agrupación de los datos** para transmitir un mensaje del conjunto.

Datos relevantes procesados o agrupación de varios datos, dicha agrupación confiere un significado al conjunto, añadiendo un nivel más de valor al que se puede obtener del dato por sí solo.

Ejemplo: Estado de una persona en función de varios datos (T^a , Presión Arterial, Nivel de azúcar en sangre ...)

Introducción.

Jerarquía del Conocimiento

- **Conocimiento: información + experiencia**

Información especializada de alto nivel. Resultado de la experiencia de expertos.

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

- **Sabiduría: conocimiento + optimización**

Comprensión completa de los efectos y resultados del conocimiento. Indica cómo utilizar el conocimiento.

Ejemplo: Una T^a alta puede ser importante dentro de un contexto pero no en otro.

Introducción.

IA Simbólica vs. Subsimbólica

- **IA Simbólica:** se basan en representaciones de alto nivel simbólico de los problemas, la lógica y la búsqueda. El conocimiento se representa por medio de unidades discretas (símbolos) que se pueden combinar siguiendo ciertas normas en un formalismo o lenguaje de estructuras más complejas: propiedades, fórmulas, reglas, relaciones, sentencias, etc.
Si tiene fiebre, tos seca, cansancio y pérdida del olfato entonces solicita prueba PCR-COVID-19
- **IA Subsimbólica:** el conocimiento se transmite por medio de propiedades implícitas de los objetos.
Reconocimiento facial: es muy complicado realizar un listado de las características identificativas del rostro.

Introducción.

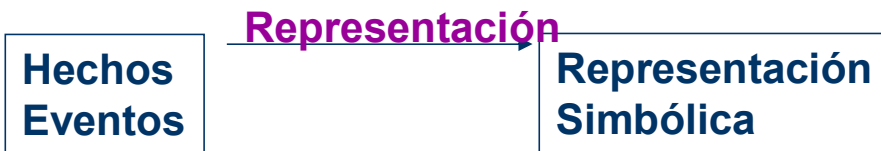
Representación simbólica

Hechos Eventos

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

Introducción.

Representación simbólica



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

Introducción.

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)`**

Introducción.

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.

Introducción.

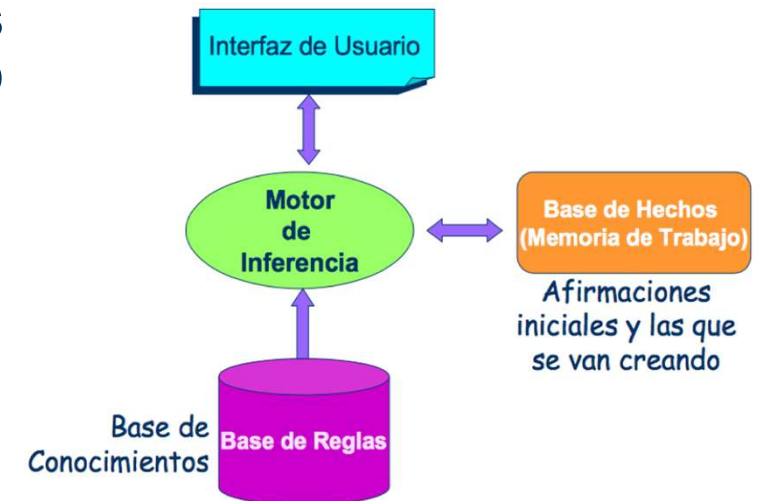
Sistemas Basados en Conocimiento

■ 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



Introducción.

Enfoques y Métodos de representación

■ ENFOQUES:

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

■ MÉTODOS:

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

Introducción.

Enfoque declarativo/procedural

■ Representación declarativa

- Se centra en la representación de los hechos, indicando si son ciertas o falsas las observaciones realizadas.
- Permite expresar hechos, reglas y relaciones de forma independiente de su manipulación o procesamiento posterior.

■ Declaración: **"La temperatura del sistema de climatización debe estar configurada a 22°C."**

Esta afirmación describe un hecho sobre la temperatura que debe mantener el sistema, pero no explica cómo se debe ajustar la temperatura.

Introducción.

Enfoque declarativo/procedural

■ Representación procedural

- El conocimiento y su manipulación están implícitos en las estructuras de control y en la secuencia de las sentencias del programa

■ Procedimiento: **Ajustar la temperatura del sistema de climatización**

1. Encender el sistema de climatización.
2. Presionar el botón de "Ajuste de temperatura" en el panel de control.
3. Usar los botones de "más" o "menos" para aumentar o reducir la temperatura.
4. Ajustar la temperatura hasta que el valor en la pantalla indique 22°C.
5. Confirmar la configuración presionando el botón "Aceptar".

*Este procedimiento describe los **pasos** específicos que una persona debe seguir para ajustar la temperatura del sistema a 22°C, explicando **cómo** hacerlo, a diferencia de la representación declarativa que solo indica el objetivo (la temperatura deseada).*

Introducción.

Representación Relacional Simple

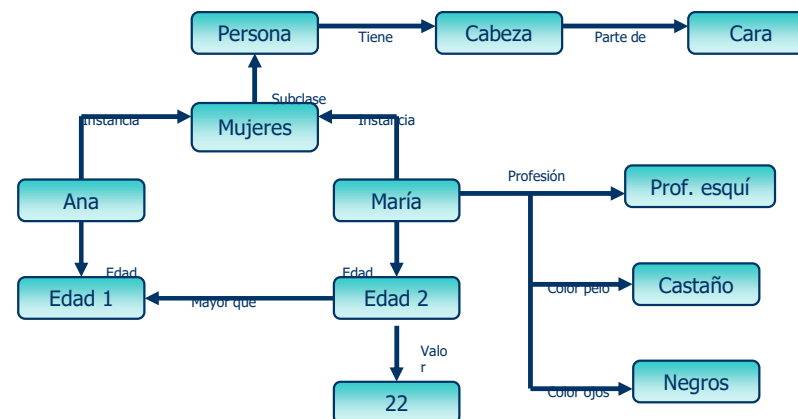
- Representación Relacional Simple
 - Es fuertemente dependiente del tipo de información con el que se trabaje.
 - Similar a las bases de datos relacionales, almacenando una colección de información en una tabla, se pueden utilizar cálculos relacionales para manipular datos.
 - No son adecuadas para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

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	Málaga

Introducción.

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.



Introducción.

Enfoques y Métodos de representación

■ ENFOQUES:

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

■ MÉTODOS:

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

Modelos Formales.

Lógica

- 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)

Modelos Formales.

Lógica Proposicional

- Cada proposición o hecho es representado mediante un símbolo (o conjunto de símbolos) del que se evalúa su Verdad o su Falsedad.
- Es simple y posee un mecanismo de decisión a través de los proc. de inferencia, p.e. Modus Ponens

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

Modelos Formales.

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

Modelos Formales. Lógica Proposicional

- Limitaciones

Todos los estudiantes de informática son Inteligentes

EstudianteInformáticaInteligente¿?¿?

...

Modelos Formales.

Lógica de Predicados

- Utilización de Predicados

Cádiz es calurosa en verano

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

Modelos Formales.

Lógica de Predicados

■ Utilización de Predicados

Cádiz es calurosa en verano

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

Estudiantes de informática

- **Estudiante** (Camila, Informática)
- **Estudiante** (Mateo, Informática)

Modelos Formales.

Lógica de Predicados

■ Introducción de los cuantificadores:

- Existencial \exists
- Universal \forall

■ Introducción de Variables

Todos los informáticos son inteligentes

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

Sólo Mateo es Inteligente

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

Modelos Formales.

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

Modelos Formales. 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.

Modelos Formales.

Lógica de Predicados

- 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.

Inconvenientess

Modelos Formales.

Lenguajes de programación

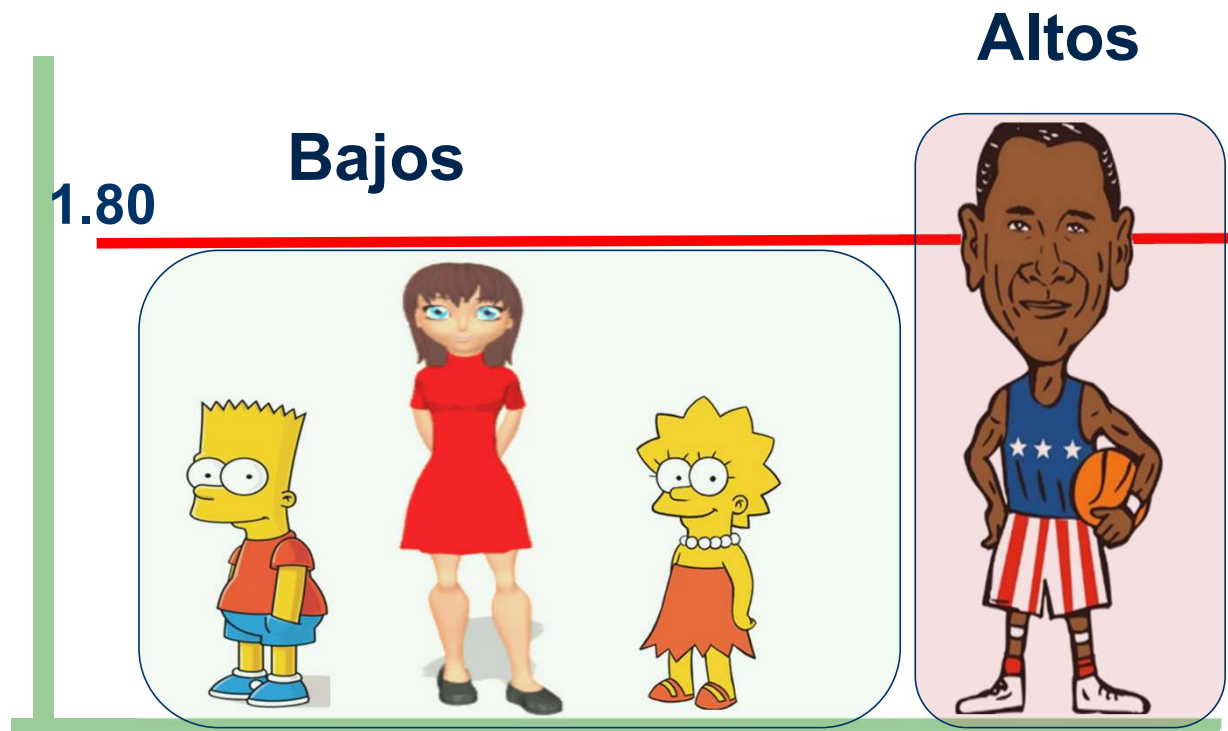
■ PROLOG

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).
```

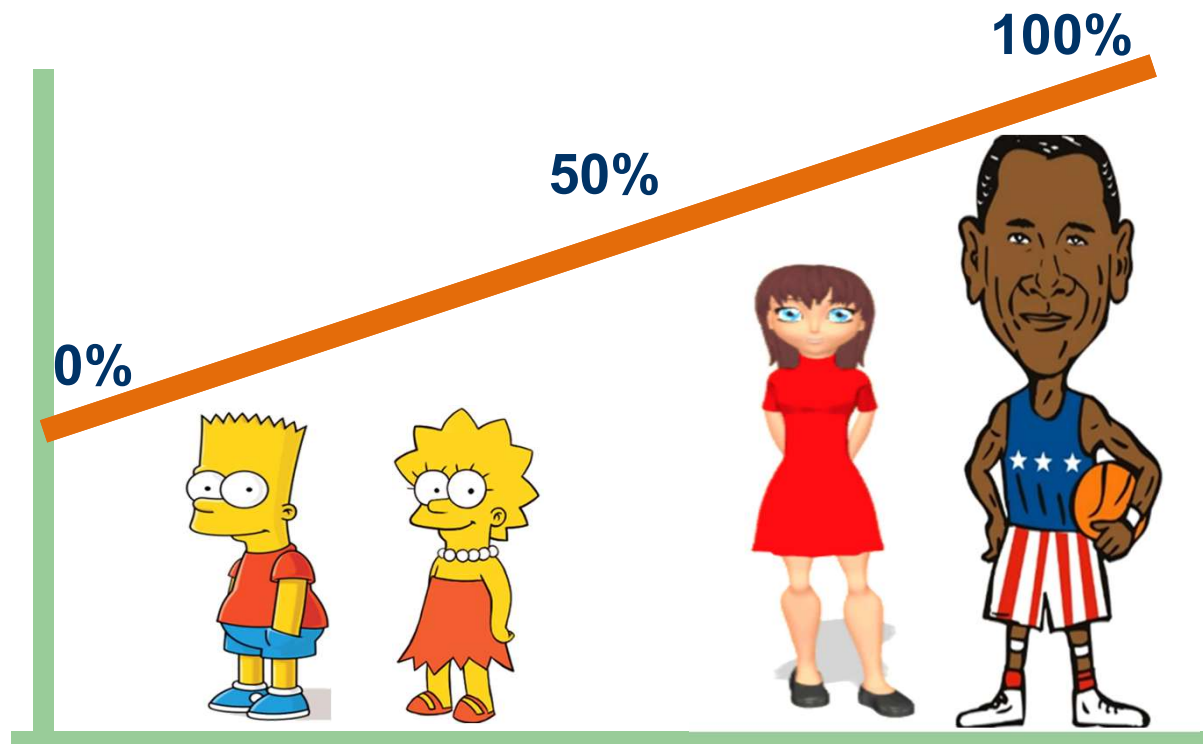
Modelos Formales. Lógica Difusa

Conjuntos Nítidos



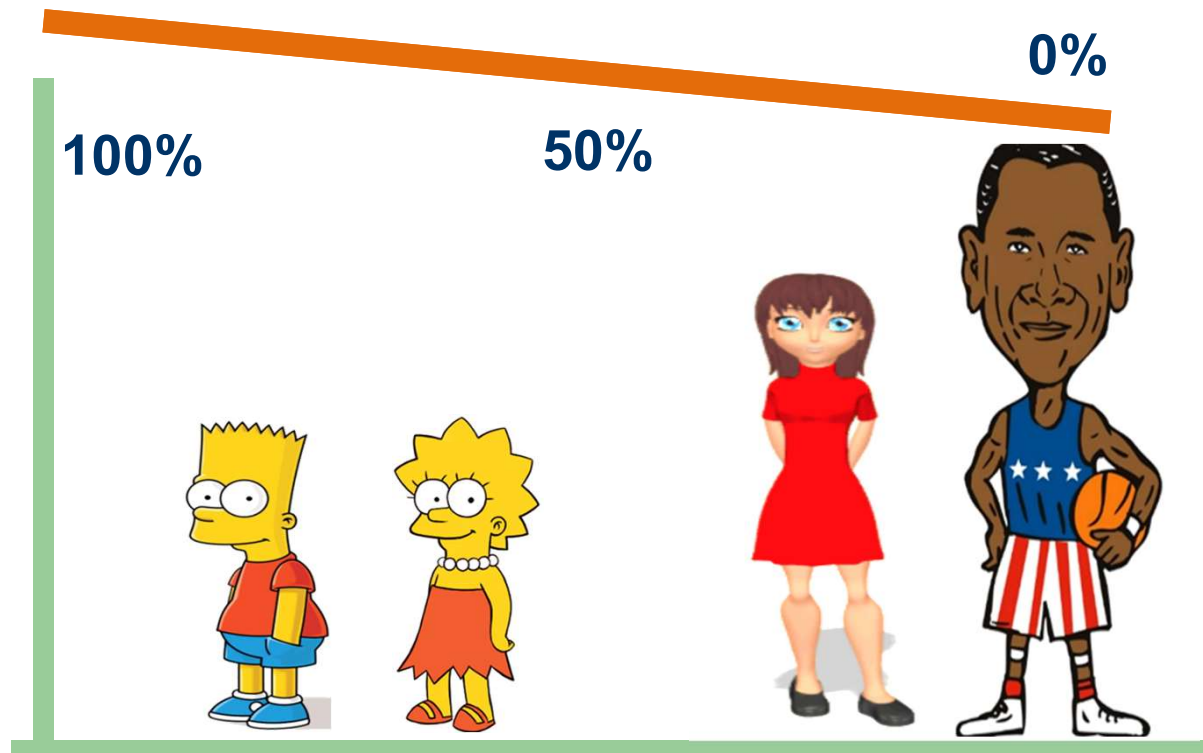
Modelos Formales. Lógica Difusa

Conjuntos Difuso: **ALTO**



Modelos Formales. Lógica Difusa

Conjuntos Difuso: **BAJO**



Tema 2. Introducción a la RC.

Índice del Tema

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

Métodos Estructurados. SBR.

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

Métodos Estructurados. SBR.

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

Métodos Estructurados. Redes Semánticas.

- 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

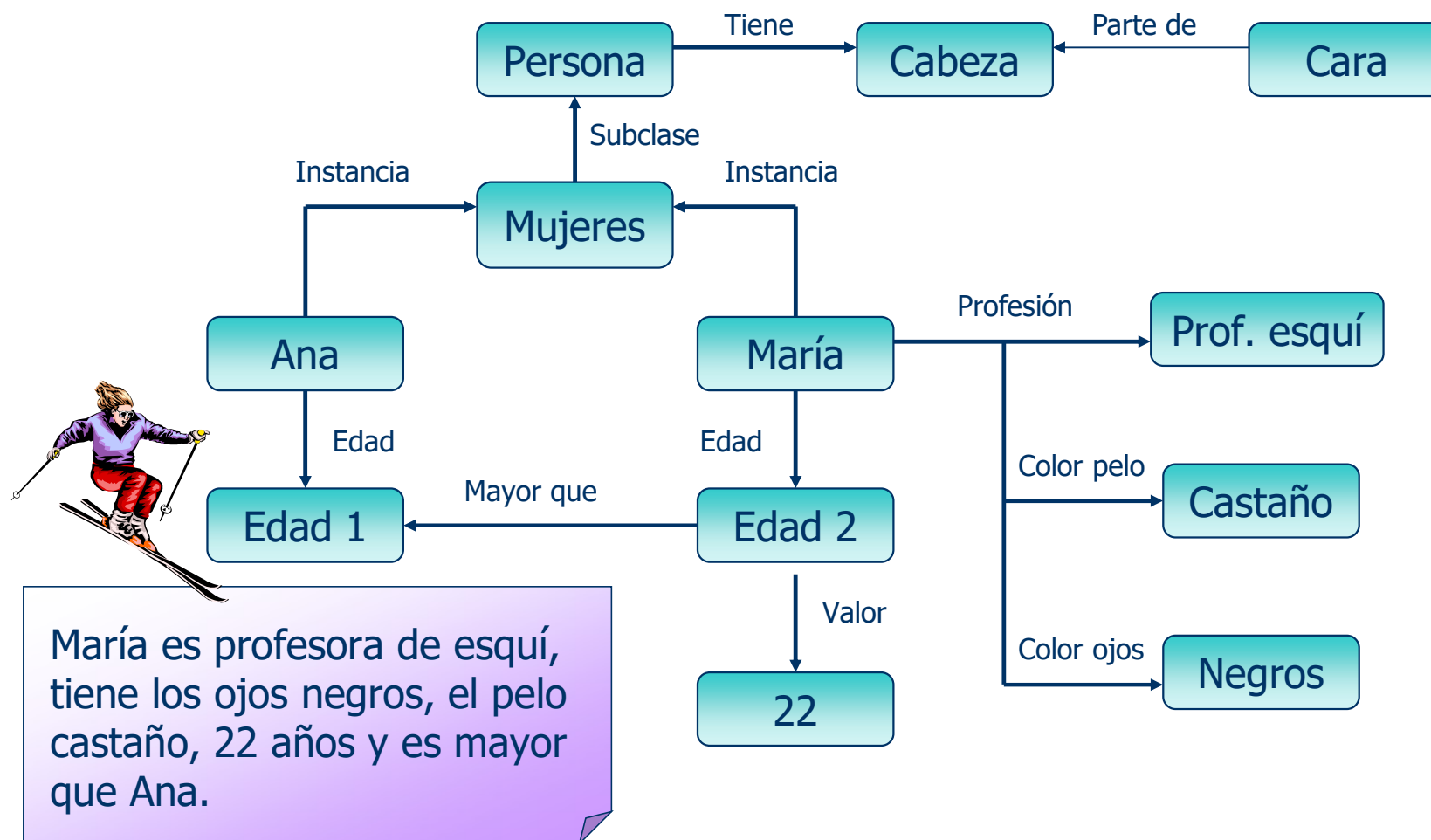
Subclase de

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

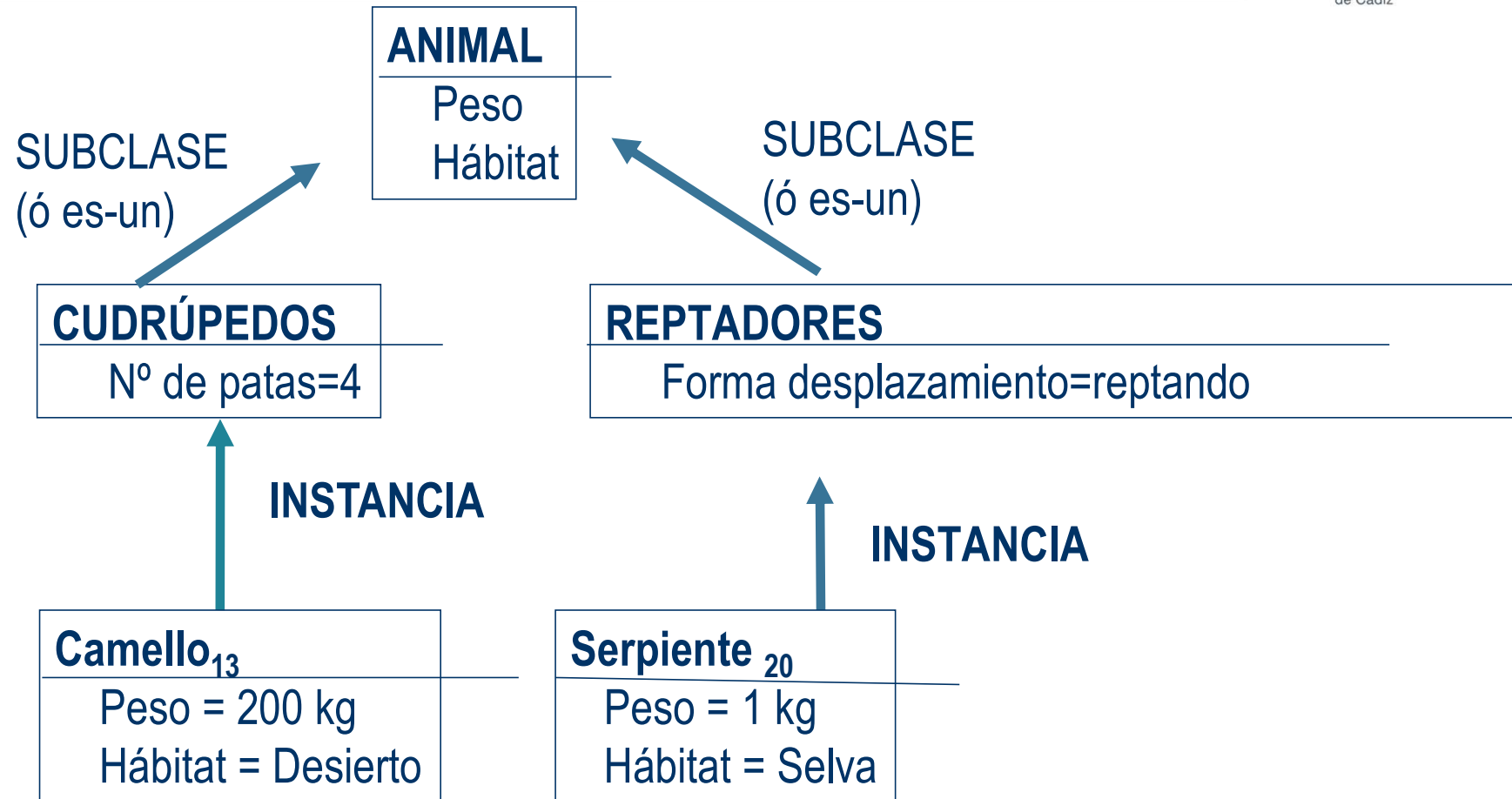
Métodos Estructurados. Redes Semánticas.



Métodos Estructurados. Marcos (Frames).

- (*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

Métodos Estructurados. Marcos (Frames).



Modelos Estructurados. Guiones (Scripts)

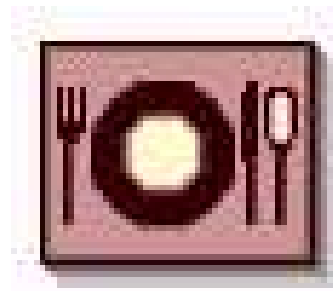
- Estructura que describe una secuencia estereotipada de acciones dentro de un contexto.
- Secuencia **causal** de acciones:
 - la realización de una acción permite que pueda ocurrir la siguiente.
- Basados en los grafos de dependencia conceptual de Shank (años 70), pero van más allá de la representación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

Modelos Estructurados. Guiones (Scripts)

- **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.

Modelos Estructurados. Guiones (Scripts)

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.



Modelos Estructurados. Guiones (Scripts)

<p>Guión: Restaurante Track: Cafetería Props: Mesas Menú Comida Cuenta Dinero</p> <p>Roles: Cliente Camarero Cajero Cocinero</p>	<p>Escena 1: Entrar 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>

REFERENCIAS

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*.