

# Técnicas de representación y razonamiento

## □ Tema 3: Representación del conocimiento e inferencia

### □ 3.3: Redes semánticas – Índice de contenidos

- Introducción
- Definición de redes semánticas (o asociativas)
  - Características
  - Tipos de arcos
- Mecanismos de inferencia (o razonamiento)
  - Herencia de propiedades
  - Búsqueda de la intersección entre dos conceptos
  - Contestación de preguntas: equiparación
- Representación con redes semánticas
  - Representación de relaciones no binarias
  - Representación de sucesos
- Conclusiones

# Técnicas de representación y razonamiento

## □ Técnicas de representación del conocimiento

### □ Representaciones básicas

- Lógica de predicados. Representación en Prolog

### □ Redes semánticas

- Sistemas de producción

### □ Representaciones estructuradas

- Marcos (frames) y guiones (scripts)

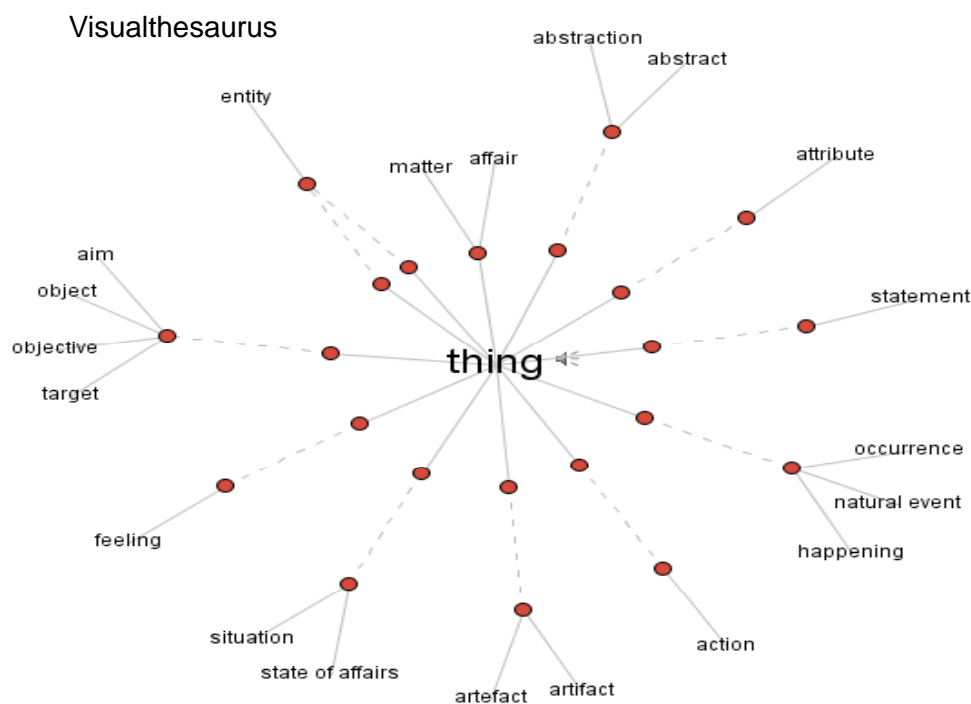
### □ Estudio comparativo de las técnicas de representación

### □ Lenguajes de representación del conocimiento

# Introducción - I

- ❑ Tema anterior: Representaciones lógicas de primer orden
  - ❑ Principios del razonamiento lógico: correcto y completo
  - ❑ ...Cómo representar y razonar con muchos conceptos y relaciones?
    - ❑ Ej: conocimiento de sentido común con 1,4 millones (ConceptNet)
- ❑ Redes semánticas
  - ❑ Razonar con categorías y relaciones de conceptos
  - ❑ Cómo el humano lo almacena? → Representación Descriptiva
- ❑ Ejemplos on-line : Aplicaciones
  - ❑ Visualthesaurus: un diccionario visual
  - ❑ ConceptNet: BD conocimiento de sentido comun (colaborativamente)
- ❑ Evoluciones de las Redes Semánticas
  - ❑ Mapas Conceptuales (CmapLite)
  - ❑ Mapas Mentales (FreeMind)
  - ❑ Lógicas Descriptivas : OWL-DL (en Protégé)
  - ❑ Ontologías (Protégé)

## Introducción – II : Ejemplo Visualthesaurus

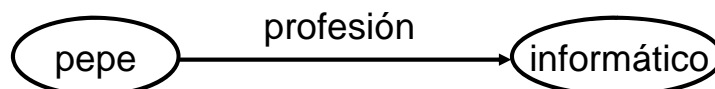


## Introducción –III : Teoría Asociativa

- ❑ Damos significado a un objeto con
  - ❑ Una red de asociaciones con otros objetos
  - ❑ Relaciones sobre propiedades y comportamiento del objeto
  - ❑ Ej: Nieve → fría, blanca, hielo, muñeco de nieve...
- ❑ Organizamos nuestro conocimiento de forma jerárquica
  - ❑ *Canario → ave → vertebrado → animal*
- ❑ Aprendemos:
  - ❑ Conectamos el nuevo concepto a otros mediante relaciones
    - ❑ *Canario ?* Lo conecto con *ave*
  - ❑ Ponemos propiedades en el nivel más abstracto posible
    - ❑ *Volar* conectado con *ave* (no con *canario*)
  - ❑ Ponemos excepciones directamente en los conceptos
    - ❑ *No vuela* conectado con *avestruz* (no con *ave*)
- ❑ Recordamos y Razonamos: responder a una pregunta
  - ❑ Recorriendo/navegando por esas redes de conceptos y relaciones
  - ❑ Usamos la **herencia** y las **intersecciones** de conceptos en la navegación

## Definición de Red Semántica (o asociativa)

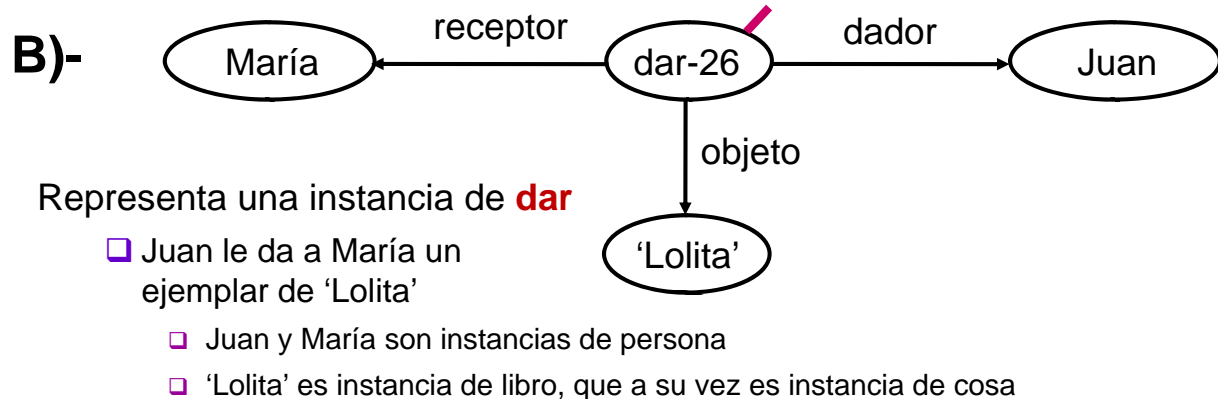
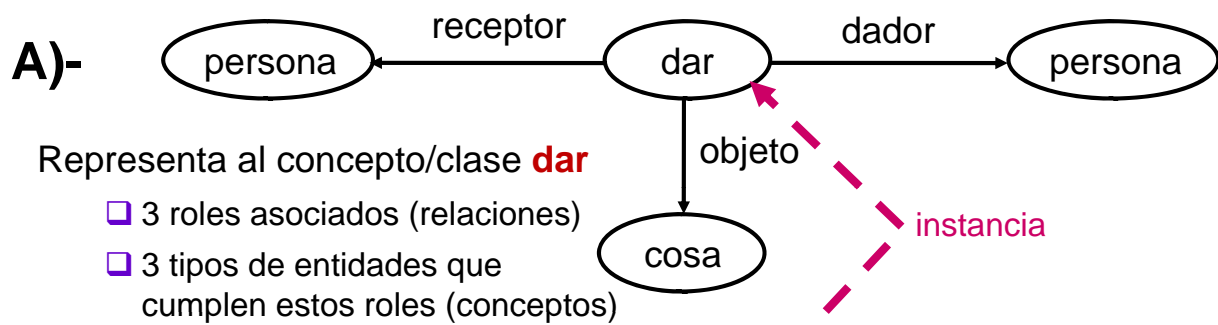
- ❑ Una red semántica : Técnica de representación declarativa
  - ❑ Ejemplo: Thesaurus o Diccionario
- ❑ Representa conocimiento mediante un grafo
  - ❑ Nodos: conceptos
  - ❑ Arcos etiquetados: relaciones específicas entre conceptos
    - ❑ Tipo (etiqueta): espacial, temporal, causal, rol desempeñado, etc...
    - ❑ Concepto/propiedad, clase/subclase, agente/verbo/objeto...
    - ❑ Etiquetas “primitivas”: nombres prefijados para seguir convenios
  - ❑ Inferencia: la herencia, navegación organizada
- ❑ Significado de un concepto: sus conexiones con otros conceptos



- ❑ “un velero es un barco con velas”



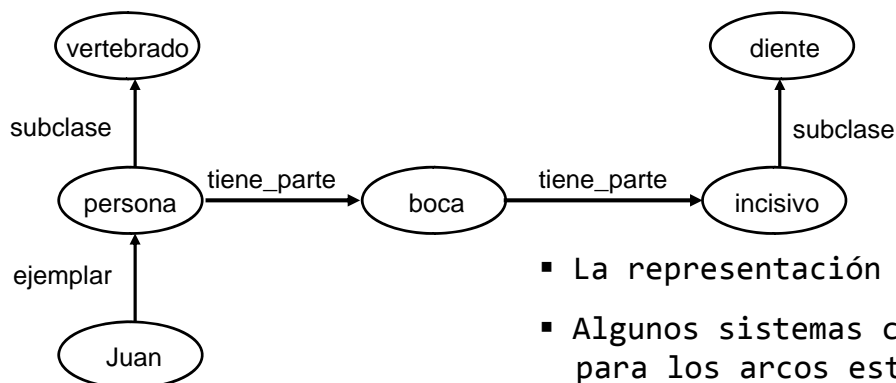
## Ejemplo: Fragmentos de una red semántica



## Tipos de arcos: relaciones entre conceptos

**a)- Arcos estructurales** (semántica independiente del dominio “primitivas”)

- *instancia o ejemplar*: une un objeto con su tipo (clase)
- *subclase*: une una clase con otra más general
- *tiene\_parte*: liga un objeto con sus componentes



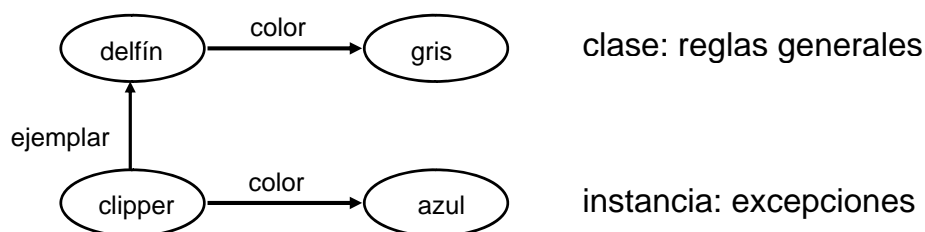
- La representación no es única
- Algunos sistemas crean inversas para los arcos estructurales

**b)- Arcos descriptivos** (semántica dependiente del dominio)

- Propiedades: *Profesión, Color\_Pelo*, etc.
- Relaciones (no estructurales): *Amigo\_de, Padre\_de*, etc.

## A) – Tipos Inferencia: Herencia de propiedades

- ❑ La notación de redes semánticas hace muy conveniente la utilización de razonamiento basado en herencia
- ❑ Algoritmo simple y eficiente con manejo de excepciones
  - ❑ Los nodos acceden a las propiedades definidas en otros nodos siguiendo los arcos *Instancia* (o *Ejemplar*) y *Subclase*
- ❑ Ventajas
  - ❑ Evita repetir propiedades
  - ❑ Permite compartir conocimiento entre diferentes conceptos de la red semántica



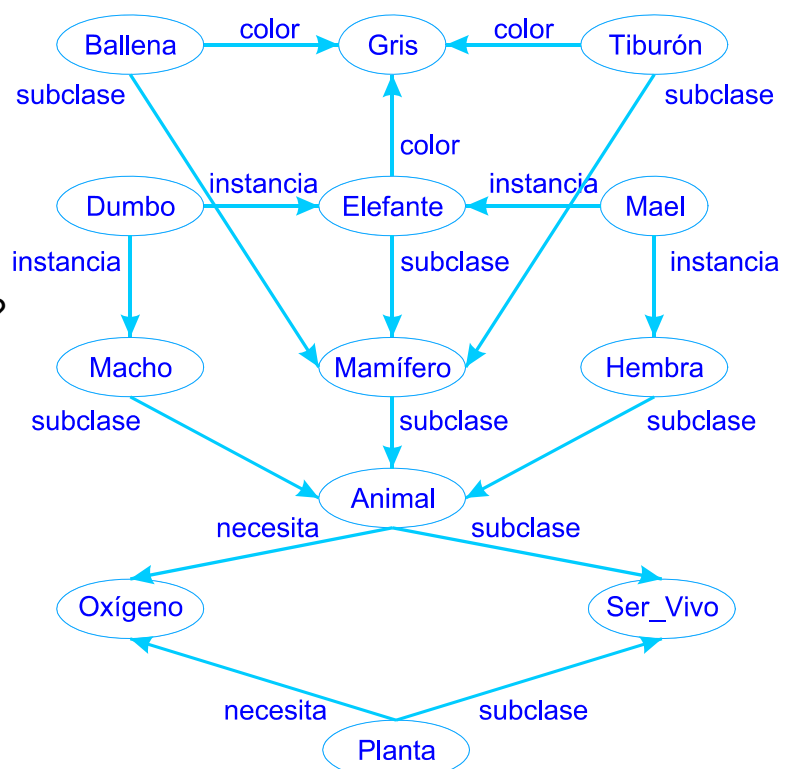
## Herencia de propiedades: ejemplo

¿De qué color es Dumbo?

- Gris

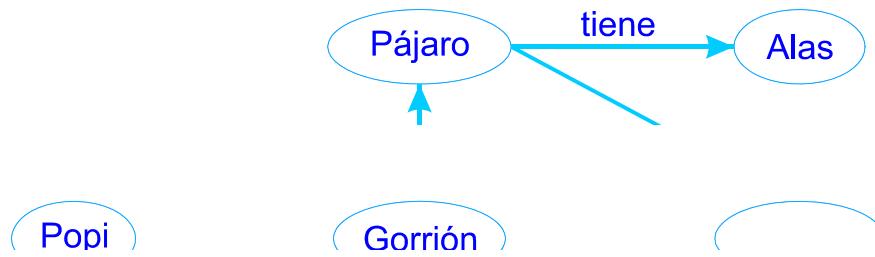
¿Qué puedo decir de Dumbo?

- Es un elefante
  - Es de color gris
- Es un macho
- Es un mamífero
- Es un animal
  - Necesita oxígeno
- Es un ser vivo



## Herencia de propiedades: Problemas

- ❑ Herencia de propiedades que no son ciertas  
(*inferencias inválidas*)



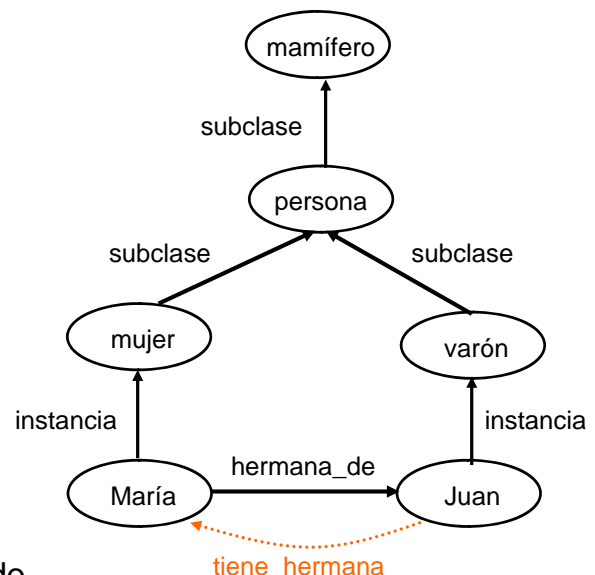
## B) – Tipos Inferencia: intersección entre dos conceptos

- ❑ Dados dos conceptos *C1* y *C2*, queremos saber cuál es su relación
- ❑ Se utiliza un mecanismo de **propagación de la activación**
  - ❑ Inicialmente activamos ambos conceptos
  - ❑ La activación se propaga a los nodos
    - ❑ que están a un arco de distancia de los nodos iniciales,
    - ❑ después a los nodos que están a distancia 2,
    - ❑ ..., formando “ondas” concéntricas
  - ❑ Cuando las ondas procedentes de *C1* intersectan a las procedentes de *C2* (o a algún nodo del interior), hemos encontrado la relación que hay entre *C1* y *C2*,...
  - ❑ La relación entre *C1* y *C2* viene dada por las etiquetas de las aristas existentes de *C1* al punto de intersección y de *C2* al punto de intersección
  - ❑ Si hubiera varios puntos de intersección, esto indicaría que existen varias relaciones distintas entre *C1* y *C2*

## Uso de enlaces inversos

- ❑ La búsqueda de la intersección a menudo necesita generar la **inversa de una relación**
  - ❑ Algunos sistemas lo hacen automáticamente con los arcos estructurales

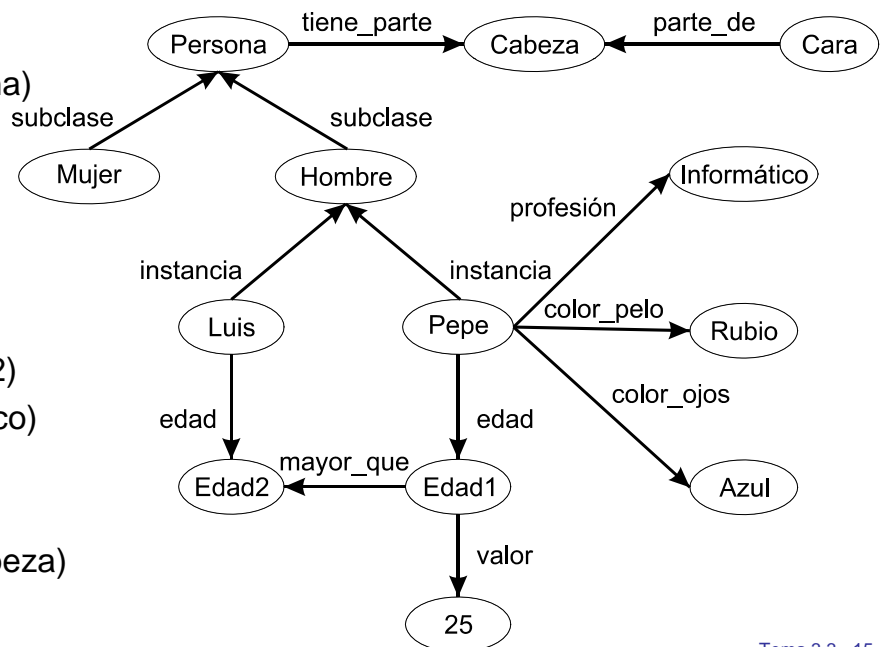
- ❑ ¿Quién es hermana de Juan?
  - ❑ El algoritmo de inferencia podría deducir que *tiene\_hermana* es inversa de *hermana\_de* y responder siguiendo el enlace de *Juan* a *María*
  - ❑ Si no, comprobaría cada mujer para ver si tiene un enlace *hermana\_de* hacia *Juan*
    - ❑ Indexación directa sólo para los enlaces que salen de un nodo



## Ejemplo de representación: relaciones binarias

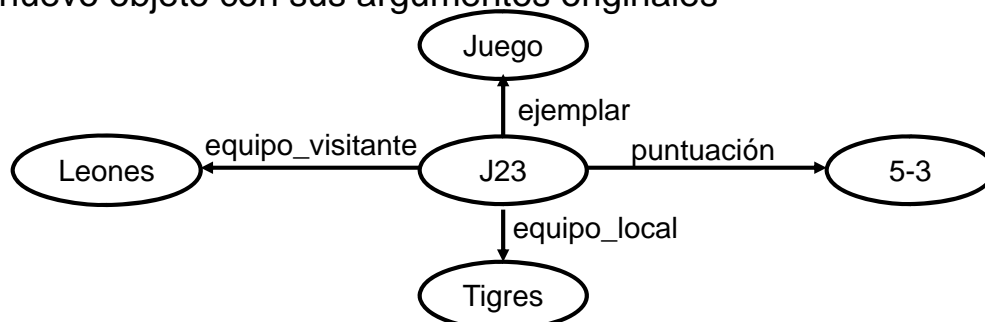
- Una red semántica es la forma natural de representar relaciones correspondientes a instancias cerradas de **predicados binarios** en lógica

```
subclase(Mujer, Persona)
subclase(Hombre, Persona)
instancia(Pepe, Hombre)
instancia(Luis, Hombre)
edad(Pepe, Edad1)
edad(Luis, Edad2)
valor(Edad1, 25)
mayor_que(Edad1, Edad2)
profesión(Pepe, Informático)
color_pelo(Pepe, Rubio)
color_ojos (Pepe, Azul)
tiene_Parte(Persona, Cabeza)
parte_de(Cara, Cabeza)
```



## Ejemplo de representación: relaciones no binarias

- Los enlaces representan relaciones binarias
  - ¡Un arco sólo tiene 2 extremos!
- La representación de relaciones n-arias
  - Convertirlas a formato binario
  - Se crea un nuevo objeto que representa a la relación concreta *puntuación(Tigres, Leones, 5-3)* J23
  - Se introducen predicados binarios para describir la relación de ese nuevo objeto con sus argumentos originales

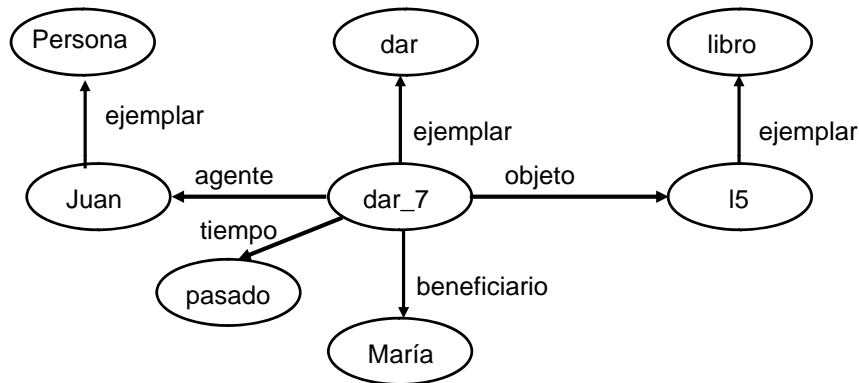


- Esta técnica resulta útil para la representación de **sucesos**



## Ejemplo de representación: sucesos –I

### □ Juan dio el libro a María



- El **objeto** del suceso es un libro concreto que no está representado como tal en la frase dada por el usuario → el sistema crea un objeto, ejemplar de libro y le da un nombre (I5)
- *Juan* sí es un individuo concreto al igual que *María*
- Este tipo de representación contesta preguntas de distinto tipo sobre el conocimiento que tenemos representado

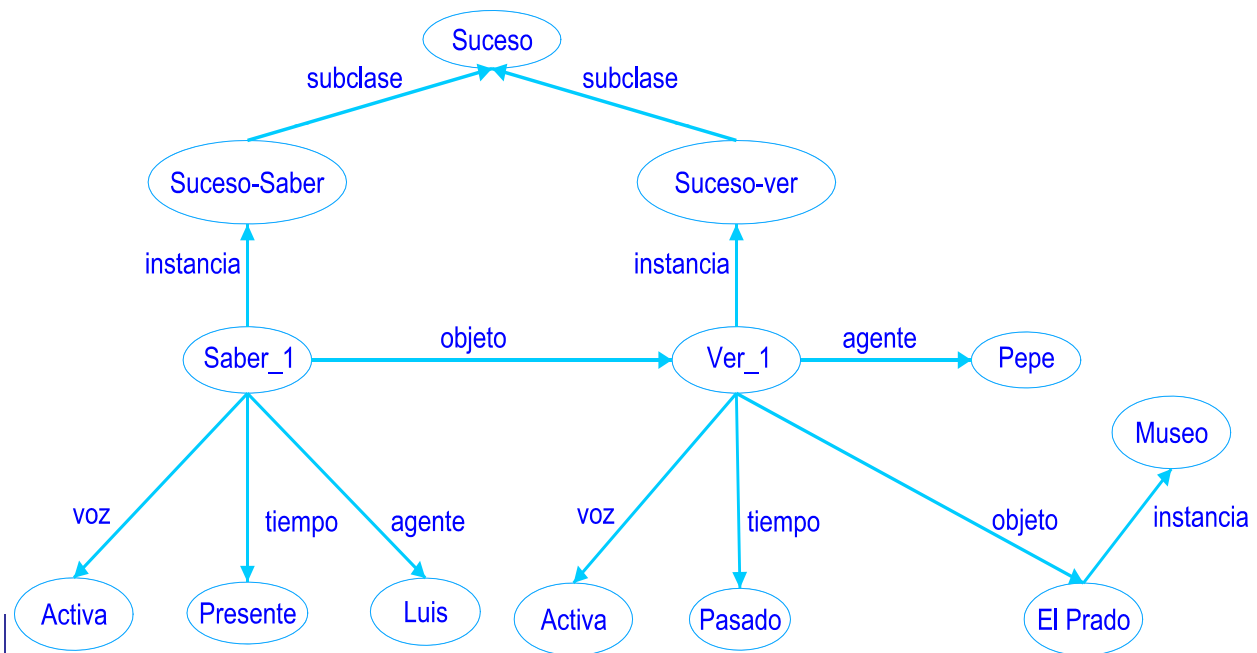
## Ejemplo de representación: sucesos –II

### □ Pepe vio un museo en Madrid



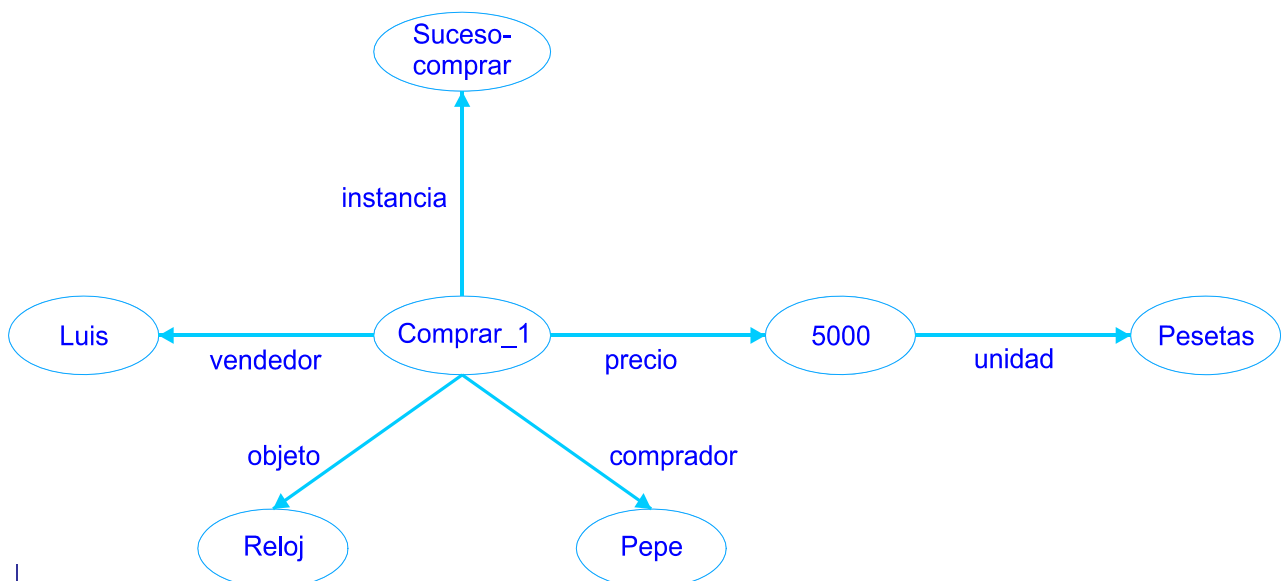
## Ejemplo de representación: sucesos –III

- Luis sabe que Pepe vio el museo de El Prado



## Ejemplo de representación: sucesos –IV

- Pepe compra a Luis un reloj por 5000 euros
  - Lógica: compra(Pepe, Luis, Reloj, 5000, euros)

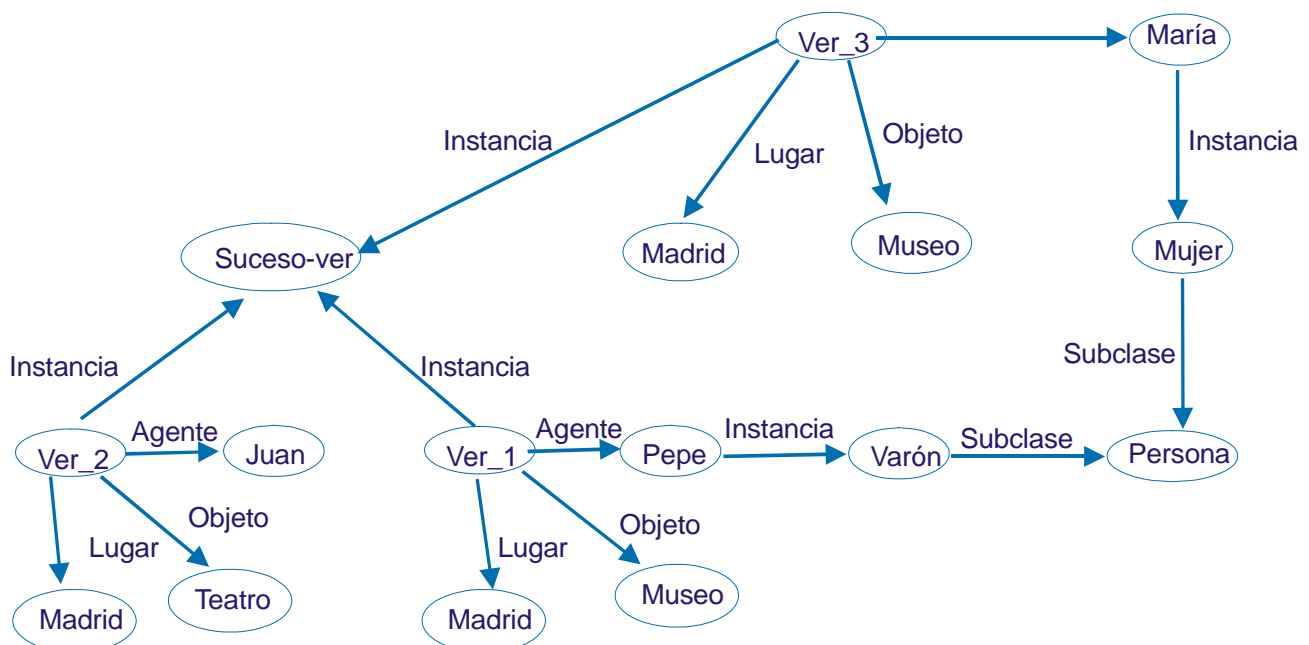


## c) Inferencia: equiparación- Contestación de preguntas

- ❑ Una pregunta se equipara con la base de conocimiento (BC)
  - ❑ si existe en la BC un fragmento que encaja con la pregunta (o se infiere)
- ❑ Pasos del proceso de equiparación:
  1. Construir un **apunte** para la pregunta en cuestión:
    - ❑ Apunte: una pequeña red semántica que representa la pregunta
    - ❑ Elementos: nodos constante, **nodos variable**, arcos etiquetados
      - ❑ Nodos variable: lo desconocido de la pregunta.
    - ❑ Criterio de construcción: el mismo de la base de conocimiento
  2. Cotejar el apunte con la base de conocimiento
  3. Equiparación de nodos
  4. Respuesta
- ❑ La complejidad del proceso es importante
  - ❑ Si pregunto algo falso (o que el sistema no sepa)
  - ❑ ..puede ser necesario estudiar la red semántica por completo

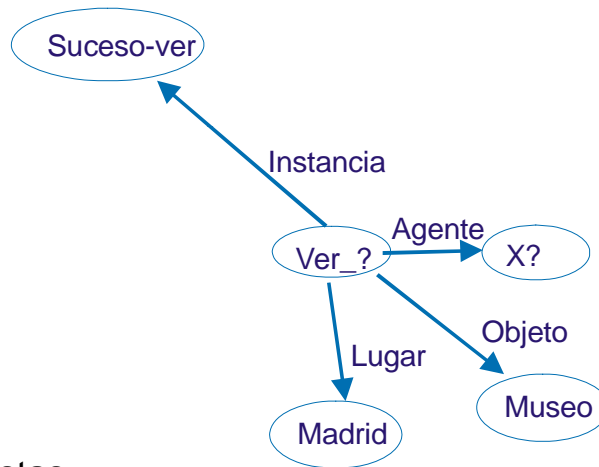
## Equiparación: ejemplo - I

- ❑ Base de conocimiento: tres instancias del Suceso ver



## Equiparación: ejemplo - II

❑ Consulta: ¿quién vio un museo en Madrid?



Dos respuestas:

Equiparación 1:

Ver\_?  $\equiv$  Ver\_1

X?  $\equiv$  Pepe

Equiparación 2:

Ver\_?  $\equiv$  Ver\_3

X?  $\equiv$  María

## Equiparación: ejemplo - III

❑ Consulta: ¿algún varón vio algún museo en Madrid?



Una respuesta:

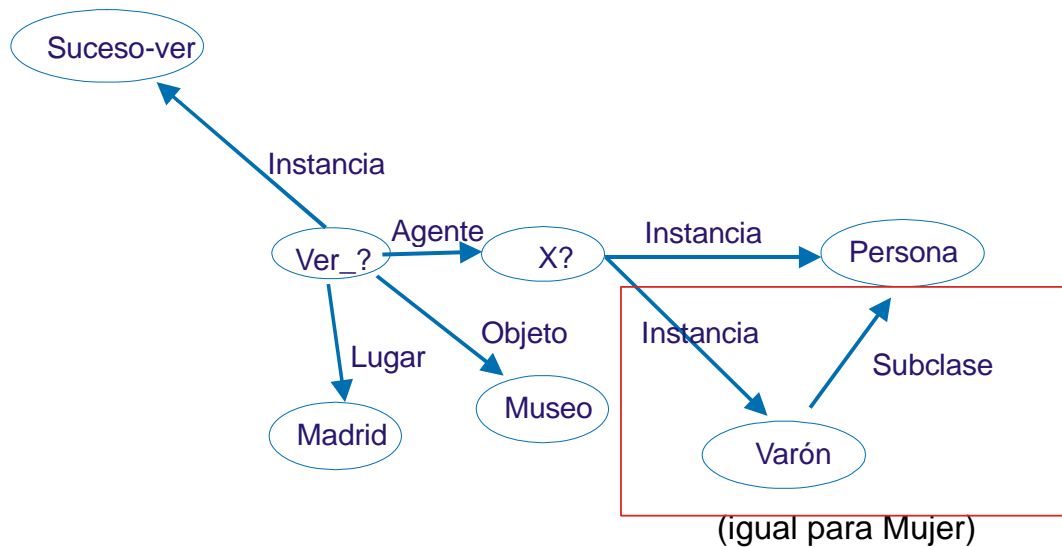
Equiparación:

Ver\_?  $\equiv$  Ver\_1

Varón?  $\equiv$  Pepe

## Equiparación: ejemplo - IV

- ❑ Consulta: ¿alguna persona vio algún museo en Madrid?




Respuesta:

No existe equiparación directa con la consulta, pero puede inferirse

## Redes semánticas: adecuación

- ❑ Más intuitiva y cercana al pensamiento humano que la lógica
  - ❑ Mismos conceptos base que la lógica, pero con la ventaja de que el conocimiento se organiza en base a conceptos (y no a relaciones)
- ❑ Ayuda gráfica para visualización, algoritmo eficiente de herencia
  - ❑ Permite fácilmente el mecanismo de herencia con excepciones, siendo el proceso transparente (facilidad de visualizar los pasos)
- ❑ Mecanismo específico para obtener la relación entre dos conceptos: búsqueda de la intersección
  - ❑ Fue uno de los usos iniciales de redes semánticas en IA (Quillian, 1968): operación básica de recuperación de información
  - ❑ A menudo, necesita la generación de las relaciones inversas
- ❑ Contribución a investigación en representación del conocimiento
  - ❑ Abrió una década de investigación en formalismos basados en redes
  - ❑ Éxito limitado como modelo psicológico de la memoria humana

## Redes semánticas: dificultades

- ❑ Falta de estándares a la hora de nombrar nodos y arcos
    - ❑ Como en la lógica de predicados
    - ❑ Problema: no seguir convenios al asignar significado a nodos y arcos
- 
- Dos personas distintas pueden hacer diferentes interpretaciones de la misma red

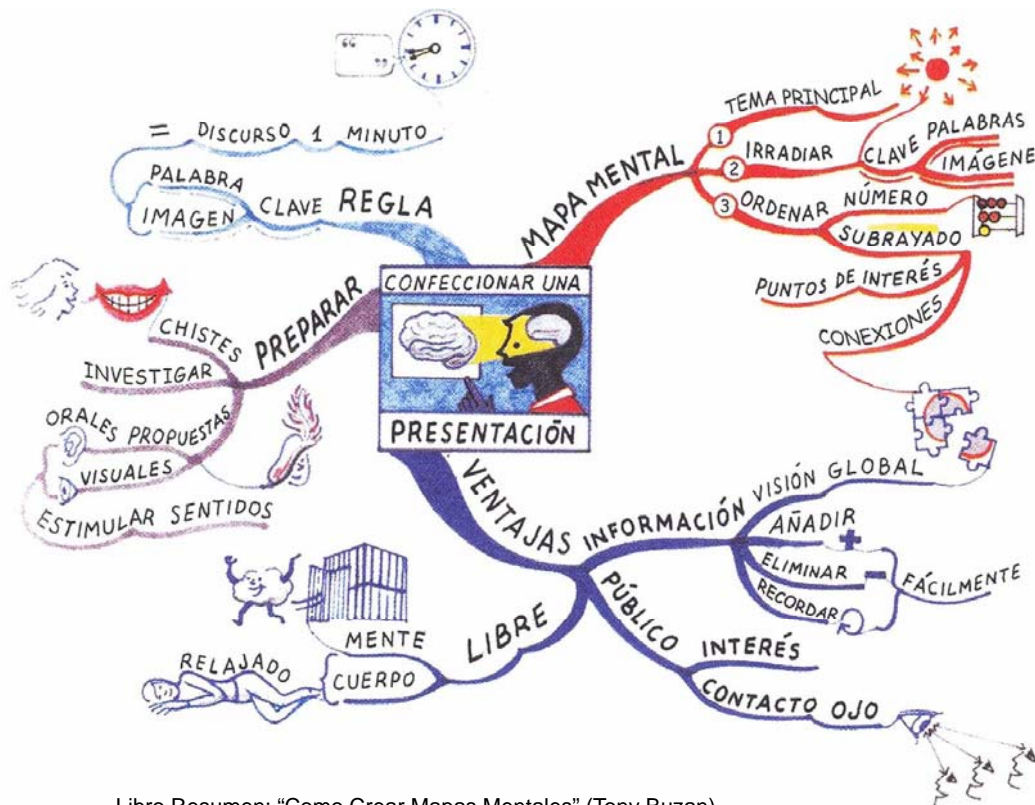
- ❑ Explosión combinatoria: sigue estando presente, aunque la inferencia se reduzca a la búsqueda de la intersección
  - ❑ Respuestas negativas: cantidad descomunal de búsqueda
    - ❑ Esto prueba su no adecuación como modelo psicológico
    - ❑ ¿Hay un equipo de fútbol en Plutón? (el humano responde rápido)
- ❑ Imposibilidad de distinguir entre características propias del conjunto y características heredables por sus elementos
  - ❑ El cardinal del conjunto *delfín* es característica de la clase y NO de los individuos de la clase (como *flipper*)

## Redes semánticas: limitaciones

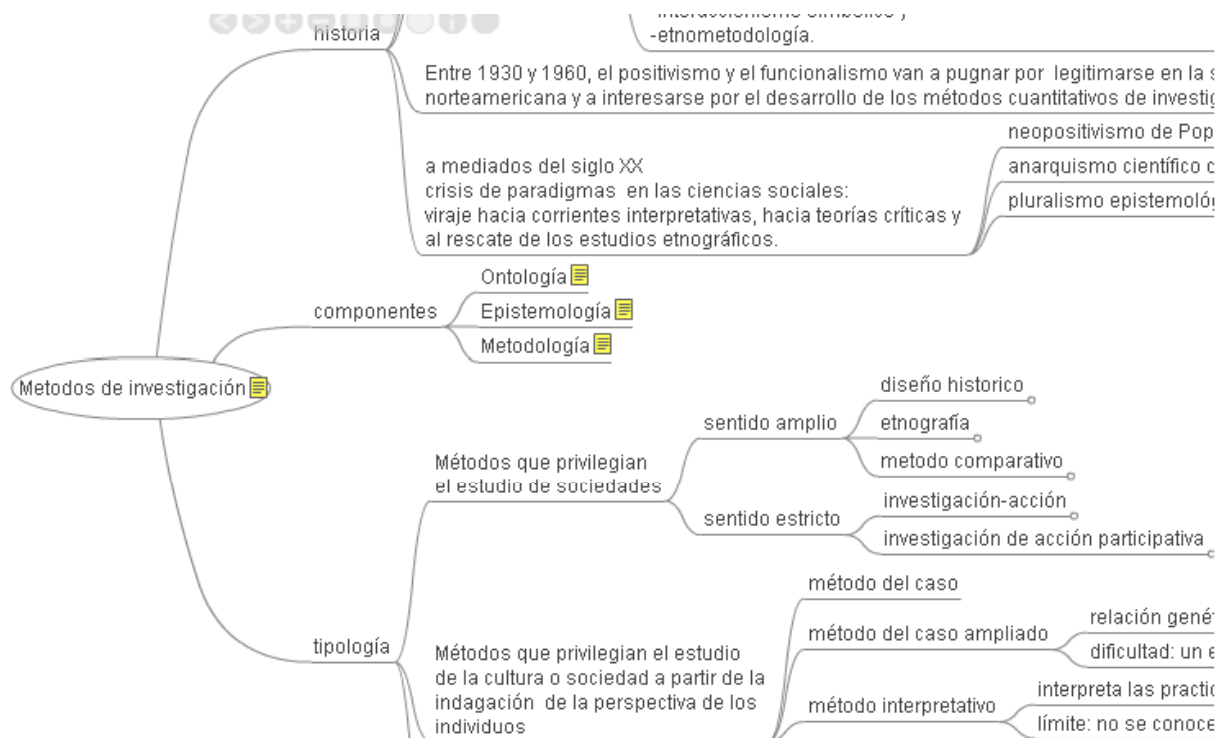
- ❑ Falta de adecuación lógica
  - ❑ faltan negación, disyunción, símb.función anidados, cuantificadores.
    - ❑ Para cuantificadores: redes semánticas *particionadas...*
    - ❑ ...qué parte está cuantif. existencialmente y cuál lo está universalmente
  - ❑ Significados de nodos y arcos dependientes de las capacidades del sistema: confusión de semántica con detalles de implementación
- ❑ Falta de adecuación heurística
  - ❑ Imposibilidad de incluir meta-conocimiento para dirigir la búsqueda
    - ❑ Extraer información puede ser muy ineficiente
- ❑ Escasez de estructura: Evolucionan para
  - ❑ Incluir normas que ponen límites a la representación uniforme:
    - ❑ Mapas conceptuales, mapas mentales
  - ❑ Incluir formalismo que garantice corrección y completitud:
    - ❑ Lógicas Descriptivas en ontologías
  - ❑ Incluir estructura para dar profundidad a la representación plana:
    - ❑ *Sistemas de Marcos*

- ❑ Método de análisis que permite organizar, ordenar ideas
- ❑ Elementos
  - ❑ Circulo central: tema a tratar
  - ❑ Ramas que irradian del círculo: ideas principales (7)
  - ❑ Ramas secundarias de cada rama principal: ideas sobre ella
  - ❑ Se pueden conectar unas ramas con otras con diferentes líneas
- ❑ Se fomenta: uso de imágenes, iconos, colores, etc...
- ❑ Uso:
  - ❑ Escuchar o preparar una Conferencia,
  - ❑ Leer o diseñar un artículo,
  - ❑ Hacer resumen de un tema, libro.
  - ❑ Planificar tareas, flujo de trabajo, estrategia, proyecto

## Evolución: Mapas Mentales - II



## Evolución: Mapas Mentales - III



herramienta <http://freemind.sourceforge.net> → genera html que se puede procesar

## Evolución: Mapas Conceptuales - I

- ❑ **Tripletas:** concepto origen, frase de enlace, concepto destino.
- ❑ **Conceptos:** un rectángulo
  - ❑ Nombres comunes o frases descriptivas de un objeto.
- ❑ **Frases de enlace** son una flecha hacia el concepto destino
  - ❑ Verbos/frases que describen una acción...
  - ❑ ..del concepto origen que afecta al concepto destino
- ❑ Los **cmaps** pueden ser jerarquías de conceptos o redes
- ❑ **Semántica Libre**
  - ❑ Sin reglas ni vocabulario fijo
- ❑ **Uso:**
  - ❑ Analizar dominio complejo
    - ❑ Paso preliminar formalizar
  - ❑ Explicar conceptos
  - ❑ Repasar conceptos lección

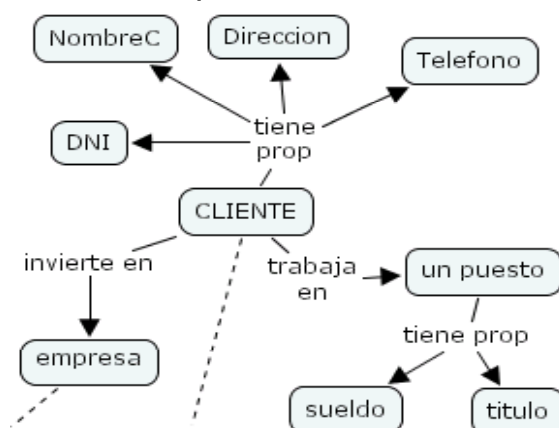
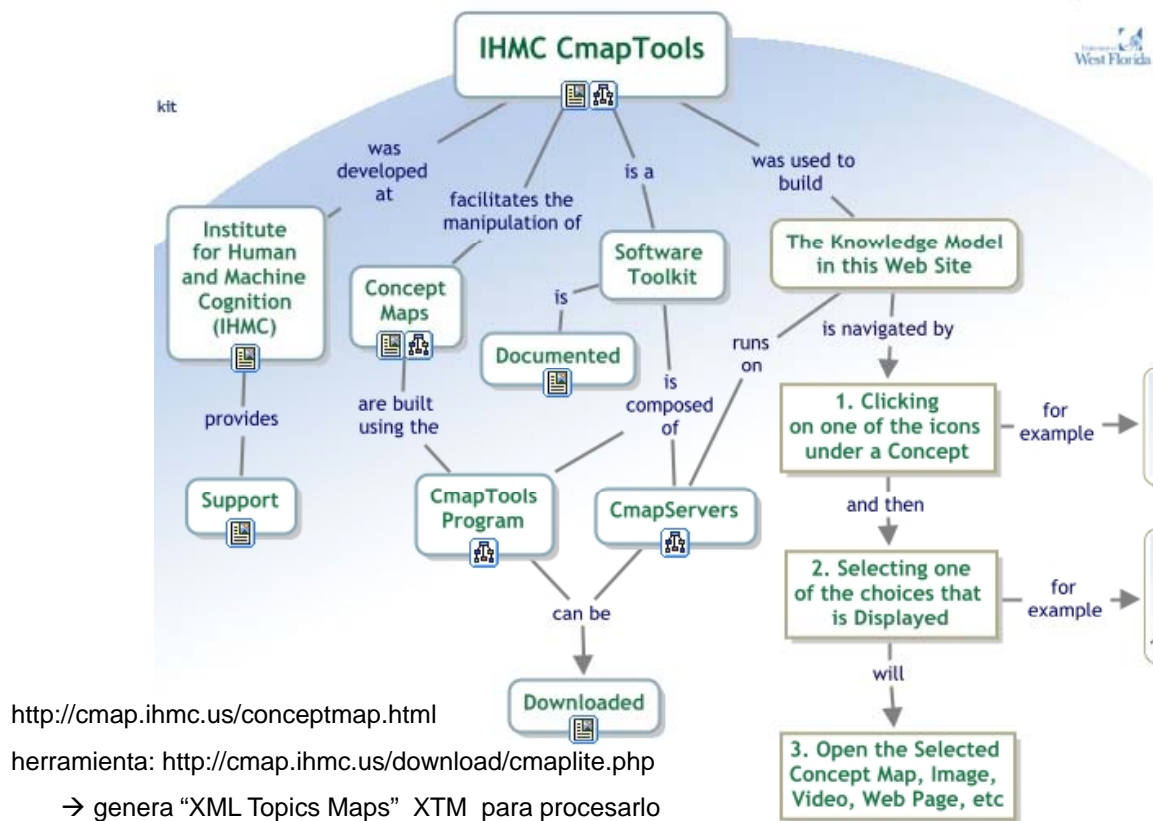


Figura 3: Ejemplo de Cmap refinado



## Evolución: Mapas Conceptuales - II



IAIC – Curso 2010-11

tema 3.3 - 33

## Evolución: Ontologías – I : Elementos

- ❑ Conceptos /clases: definiciones lenguaje formal
  - ❑ “Destino Familiar tiene
    - ❑ uno o más Alojamientos y dos o más Actividades”
- ❑ Relaciones (propiedades): tipo interacción entre conceptos
  - ❑ Hotel Subclase-de Alojamiento
  - ❑ Destino tiene Alojamiento ...uno o más
  - ❑ Destino tiene Actividades ... dos o más
- ❑ Funciones, son un tipo especial de relación
  - ❑ Precio-objeto: Valor + Ganancia + IVA
- ❑ Individuos, son los objetos del dominio de una clase concreta
- ❑ Si se usa lenguaje formal permiten razonamientos sofisticados
  - ❑ Lógicas Descriptivas, OWL-DL , (ej: WordNet)
  - ❑ Ej: Qué tipo de destino es X si tiene 3 alojamientos y 5 actividades?

IAIC – Curso 2010-11

Tema 3.3 - 34

## Evolución: Ontologías - II

The screenshot shows the Protege ontology editor. On the left, the 'SUBCLASS RELATIONSHIP' pane shows a hierarchy for the project 'travel'. The 'FamilyDestination' class is selected. The main pane shows the 'CLASS EDITOR' for 'FamilyDestination'. It includes a name field, an 'rdfs:comment' field with the text 'A destination with at least one accommodation and at least 2 activities.', and a list of 'Asserted Conditions'. These conditions include 'Destination' and cardinality constraints: 'hasAccommodation ≥ 1' and 'hasActivity ≥ 2'. On the right, the 'Properties' pane lists properties like 'hasAccommodation', 'hasActivity', and 'hasPart'.

<http://protege.stanford.edu/>

## Referencias y Enlaces

- ❑ Capítulo 4 del Libro:  
**Palma Mendez, J.T. Y Marín Morales, R.**  
*Inteligencia Artificial: técnicas, métodos y aplicaciones* McGraw-Hill, en español (2008)
- ❑ Ejemplos online Redes Semánticas:
  - ❑ <http://www.visualthesaurus.com/landing/>
  - ❑ ConceptNet: API → <http://csc.media.mit.edu/docs/conceptnet/> ,
  - ❑ Online → <http://openmind.media.mit.edu/> (login gratis)
- ❑ Mapas conceptuales:
  - ❑ <http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html> -
  - ❑ herramienta: <http://cmap.ihmc.us/download/cmaplite.php>
- ❑ Mapas Mentales :
  - ❑ El libro de los Mapas Mentales (T. Buzan),
  - ❑ Libro Resumen: “Como Crear Mapas Mentales” (Tony Buzan)
  - ❑ Herramienta <http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Download>
- ❑ Ontologías y Marcos:
  - ❑ Herramienta: *Protégé-OWL* y *Protégé-Frames*
    - ❑ <http://protege.stanford.edu/download/download.html>
  - ❑ WordNet :
    - ❑ Online: <http://wordnetweb.princeton.edu/perl/webwn>