



Universidad  
Francisco de Vitoria  
**UFV** Madrid

# *Ingeniería del Conocimiento*

---

## **Tema 6: El Conocimiento y su Representación**

# Objetivos del tema



- Ubicación
  - Unidad 3: **INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO**
  - *Tema 6: El Conocimiento y su Representación*
  
- Objetivos generales
  - Entender la *definición de conocimiento* y su diferencia con información y dato
  - Comprender el concepto de “*ciclo de conocimiento*” y sus fases
  - Diferencias entre *Lenguaje Natural* y *Lenguaje Formal*
  - *Representación del conocimiento*: ¿Por qué la información/conocimiento es siempre incompleta?



1. Introducción
2. ¿Qué es Conocimiento?
3. Ciclo del Conocimiento
4. Tipos de Conocimiento
  1. Conocimiento declarativo
  2. Conocimiento procedimental
5. Formas de representación
  1. Lenguaje Natural
  2. Lenguaje Formal
  3. Problema de la representación



1. **Introducción**
2. ¿Qué es Conocimiento?
3. Ciclo del Conocimiento
4. Tipos de Conocimiento
  1. Conocimiento declarativo
  2. Conocimiento procedimental
5. Formas de representación
  1. Lenguaje Natural
  2. Lenguaje Formal
  3. Problema de la representación

# 1. Introducción



Resolución de problemas en Inteligencia Artificial simbólica:

- **Búsqueda Informada:**

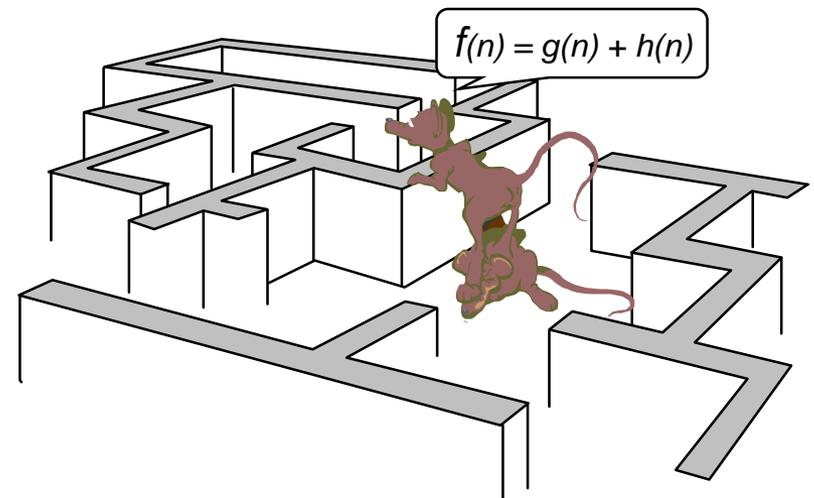
*Uso de algoritmos para buscar la solución en el espacio de los posibles estados (grafo) en que se puede encontrar un problema*

- Representación del problema

*Usando el paradigma del Espacio de Estados*

- Búsqueda de la solución

*Búsqueda entre todos los estados posibles mediante una estrategia eficiente sobre el grafo/árbol que representa al problema*



# 1. Introducción



## ■ *Razonamiento e Inferencia*

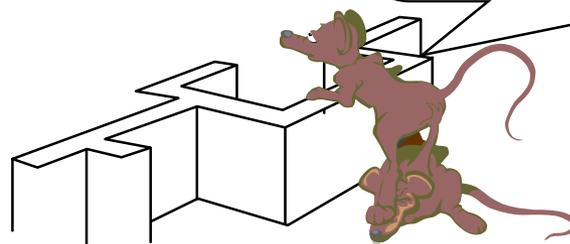
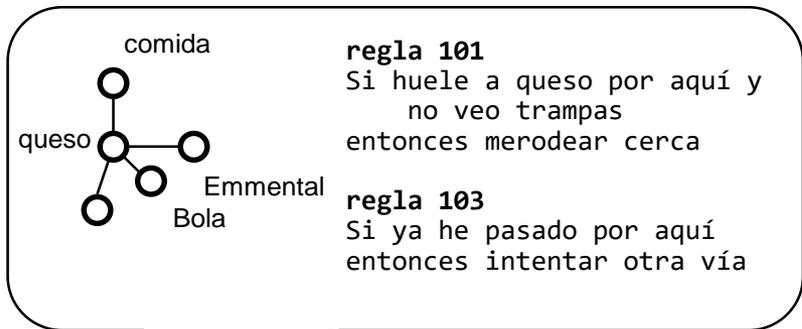
*Uso de formalismos para representar la realidad en forma de conocimiento sobre el que se puedan realizar inferencias.*

- **Representación del problema**

*Usando un modelo descriptivo de las características del problema*

- **Obtención de la solución**

*Mediante sistemas que generan nuevo conocimiento (razonan) a partir del conocimiento explícito contenido en el modelo descriptivo.*





1. Introducción
2. ¿Qué es Conocimiento?
3. Ciclo del Conocimiento
4. Tipos de Conocimiento
  1. Conocimiento declarativo
  2. Conocimiento procedimental
5. Formas de representación
  1. Lenguaje Natural
  2. Lenguaje Formal
  3. Problema de la representación

## 2. ¿Qué es Conocimiento?



- Conocimiento (del griego γνώσις, *conocer*) es
  - Comprensión teórica o práctica de un tema o dominio
  - Descripción o modelo simbólico de un dominio
  - La suma de lo que es actualmente conocido
  - ii Poder !!
- Diferencia entre DATO/INFORMACION/CONOCIMIENTO  
*DATOS → INFORMACION → CONOCIMIENTO*
- *DATOS: letras o números que representan una cantidad, una medida, una palabra o una descripción*
  - Información pasiva, de estructura y formato simple
  - No contienen ninguna información por sí mismos.

## 2. ¿Qué es Conocimiento?



- **INFORMACION:** *conjunto organizado de datos relacionados en un contexto que constituyen un mensaje sobre un determinado ente o fenómeno.*
  - Resultado de organizar datos estableciendo relaciones entre ellos, lo que proporciona contexto y significado
  - *Información = Datos + Contexto (añadir valor)*
- **CONOCIMIENTO:** *Información interpretada, de estructura y formato complejo, y que modela la experiencia que se tiene sobre un dominio o campo concreto.*
  - Capacidad de relacionar la información que poseemos para resolver una determinada situación
  - Permite predecir o imaginar con un grado aceptable de certeza acerca de acontecimientos futuros
  - *Conocimiento = Datos + Contexto (añadir valor) + Utilidad*

## 2. ¿Qué es Conocimiento?

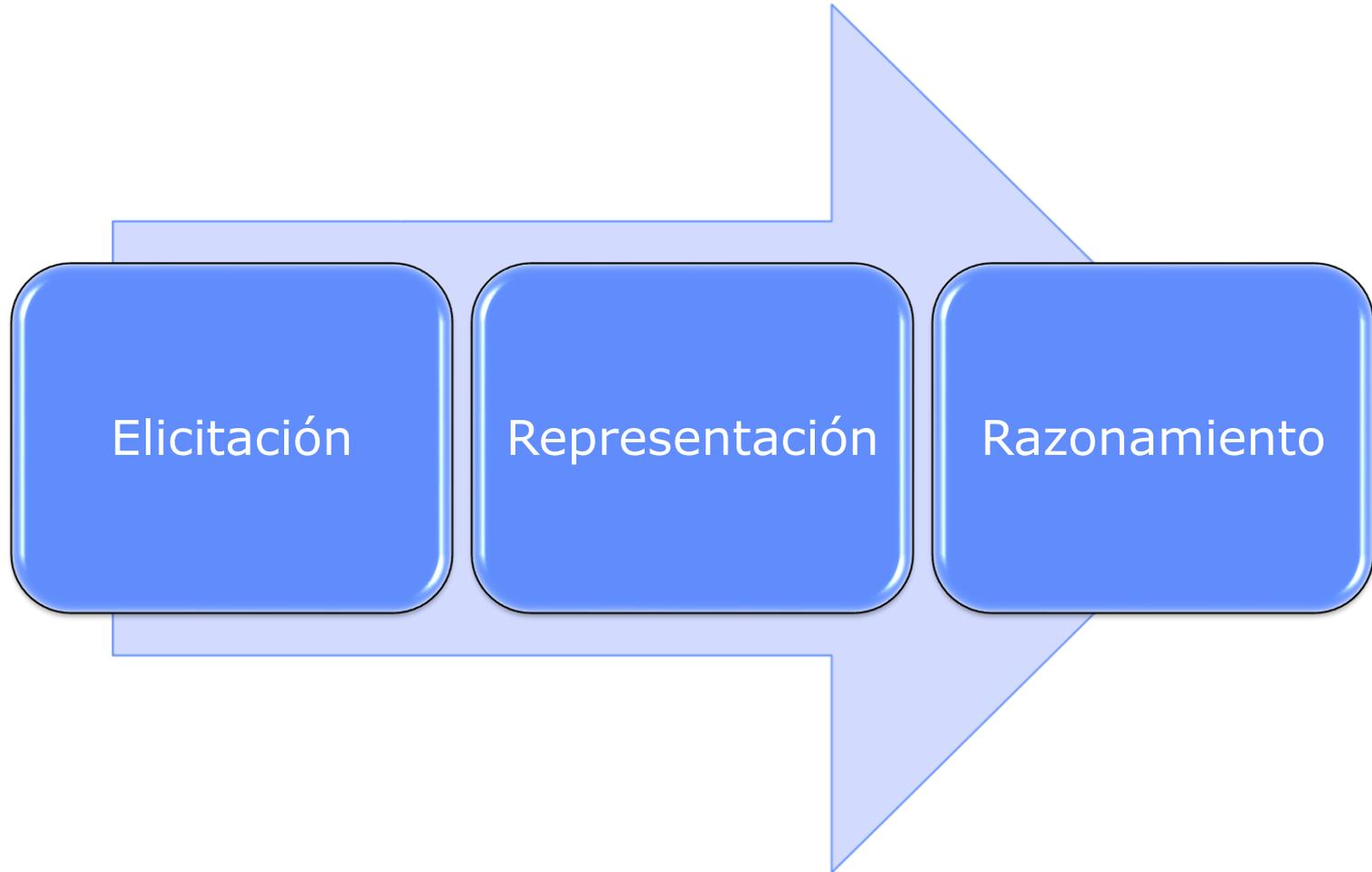


- Los problemas “*reales*” son complicados
  - Incluyen “*aspectos humanos*” como parte del conocimiento necesario para su resolución:
    - incertidumbre, incompletitud, suposiciones, intencionalidad, información temporal, conocimiento “de sentido común”, etc.
  - La representación de este conocimiento debe de ser más amplio y flexible que una heurística
    - Las heurísticas son un tipo de representación de conocimiento demasiado simple y “escaso”
    - Las funciones heurísticas tienen en cuenta información general que evalúa el problema siempre de la misma manera.
    - Pero durante la resolución de un problema
      - No tiene por que evaluarse su estado siempre igual
      - No tiene por que tener siempre la misma importancia toda la información de la que disponemos.



1. Introducción
2. ¿Qué es Conocimiento?
- 3. Ciclo del Conocimiento**
4. Tipos de Conocimiento
  1. Conocimiento declarativo
  2. Conocimiento procedimental
5. Formas de representación
  1. Lenguaje Natural
  2. Lenguaje Formal
  3. Problema de la representación

# 3. Ciclo del Conocimiento



# 3. Ciclo del Conocimiento



## ***Elicitación***

- Para poder representar el conocimiento, hay que obtenerlo a partir de las fuentes que lo poseen (los llamados “*expertos*”)
  
- *Adquisición, obtención, extracción del conocimiento a partir de expertos* mediante
  - Entrevistas, cuestionarios y análisis de documentación
  - Observación (múltiples puntos de vista)
  - Uso de herramientas específicas (Grids...)
  
- Similar a obtener los requisitos de usuario en Ingeniería del SW

# 3. Ciclo del Conocimiento



## ***Representación***

- *Construir enunciados del mundo usando un lenguaje formal y más limitado que el lenguaje natural*
  - *Mediante el cual podemos escribir enunciados que denotan hechos del mundo*
  - *Que nos permita razonar*
  
- El conocimiento puede ser representado de varias maneras
  - *Icónica*
    - Se simulan aspectos estructurales del mundo
    - Es eficiente, pero específico e inflexible
  - *Descriptiva*
    - En base a características binarias cierto/falso
    - es genérico y flexible, aunque menos eficiente
  
- Hay que elegir un formalismo que nos permita representar de forma adecuada unos ciertos hechos

# 3. Ciclo del Conocimiento



## **Razonamiento**

- *Uso del conocimiento para derivar nuevo conocimiento*
  
- Cada formalismo de representación usa un método de razonamiento específico:
  - Razonamiento hacia adelante/hacia atrás
  - Herencia
  - Resolución...
  
- Los principales métodos de razonamiento son:
  - Proyección
    - Simulación
    - Cálculo de estados futuros correspondientes al resultado de las acciones (búsqueda, etc.)
  
  - Inferencia
    - Inducción de información sobre el estado presente

# 3. Ciclo del Conocimiento



La IA resuelve problemas empleando la INFERENCIA sobre un modelo DESCRIPTIVO

- Representa un dominio de conocimiento (modelo del mundo)
- Utiliza un proceso de inferencia para derivar nuevas representaciones del mundo
- Emplea éstas para deducir qué hacer



1. Introducción
2. ¿Qué es Conocimiento?
3. Ciclo del Conocimiento
4. Tipos de Conocimiento
  1. Conocimiento declarativo
  2. Conocimiento procedimental
5. Formas de representación
  1. Lenguaje Natural
  2. Lenguaje Formal
  3. Problema de la representación

## 4. Tipos de Conocimiento



- Conocimiento Declarativo o Factual: El conocimiento se representa de forma independiente a su uso posterior
  - Explícito o Relacional
  - Implícito: se obtiene a partir del conocimiento explícito mediante
    - Herencia
    - Inferencia
- Conocimiento Procedimental: El conocimiento representado implica la inclusión de información sobre como usarlo.
- Meta-conocimiento: Conocimiento sobre el propio conocimiento, que permite controlarlo, gestionarlo y garantizar la consistencia

*Fecha\_nacimiento < Fecha\_actual*

# 4.1 Conocimiento declarativo



- Conocimiento Explícito o Relacional:
  - La forma más simple de representar hechos declarativos
  - Conjunto de relaciones expresables mediante tablas (como en una Base de Datos)

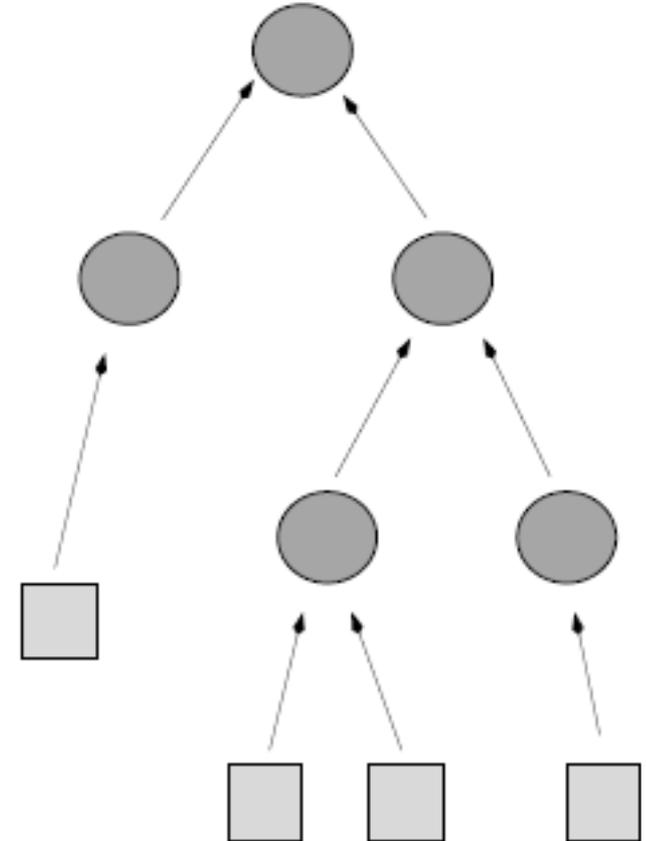
Cliente	Dirección	Vol Compras	...
A. Perez	Av. Diagonal	5643832	
J. Lopez	c/ Industria	430955	
...			

- Problema: tal cual no aporta mucha información
  - Hemos de aportar procedimientos que lo enriquezcan, como son los mecanismos de inferencia que generan conocimiento a partir de información
    - media de compras en una población, mejor cliente, tipología de clientes ...

# 4.1 Conocimiento declarativo



- **Conocimiento Implícito/heredable**
  - Estructuración jerárquica del conocimiento (taxonomía jerárquica)
  - Árbol o grafo de conceptos basado en la generalización y/o especialización
    - Los nodos son los conceptos/clases.
    - Los arcos las relaciones
      - is-a (es-un): relación clase-clase
      - Instance-of (instancia-de, ejemplar-de)
  - El mecanismo de inferencia son las reglas de herencia de propiedades y valores
    - Herencia simple/múltiple
    - Valores por defecto





## 4.1 Conocimiento declarativo

- Conocimiento Implícito/inferible
  - Conocimiento descrito mediante lógica
  - Forma general de obtener conocimiento implícito en un formalismo de representación
    - A partir de las reglas de inferencia (modus ponens, resolución, etc.)

$$\forall x, y : \text{persona}(x) \wedge \neg \text{menor}(x) \wedge \neg \text{ocupacion}(x, y) \rightarrow \text{parado}(x)$$

## 4.2 Conocimiento procedimental



- Incluye la especificación de los procesos de uso del conocimiento:
  - Programas: utilizan funciones para obtener el conocimiento a partir de información o de otro conocimiento que ya se tiene
    - Ej: Fecha\_nacimiento= DD-MM-AAAA; función Edad (Fecha\_nacimiento:entero)
  - Reglas de producción: si se cumplen unas condiciones entonces se realizan unas acciones u otras.
    - Ej: SI condición ENTONCES acción
  
- Este tipo de conocimiento suele ser más eficiente computacionalmente, pero hace más difícil la inferencia y la adquisición/modificación.



1. Introducción
2. ¿Qué es Conocimiento?
3. Ciclo del Conocimiento
4. Tipos de Conocimiento
  1. Conocimiento declarativo
  2. Conocimiento procedimental
- 5. Formas de representación**
  - 1. Lenguaje Natural**
  - 2. Lenguaje Formal**
  - 3. Problema de la representación**

# 5.1 Lenguaje Natural



- Se articula en las **dos dimensiones**:
  - Sintáctica:
    - relaciones entre los signos (palabras) para construir unidades con sentido completo, es decir, las oraciones
    - *"Cómo se escribe"*
    - Podemos utilizar la estructura de nuestro lenguaje con sus mecanismos sintácticos, para obtener conclusiones válidas sobre nuestro entorno.
  - Semántica:
    - las relaciones de los signos con las cosas significadas.
    - *"Qué significa"*
    - Podemos establecer relaciones entre los símbolos de nuestro lenguaje y los referentes de su entorno para establecer el valor de verdad de sus enunciados.

# 5.1 Lenguaje Natural



- Con el lenguaje construimos **oraciones**, en las que las palabras significan las cosas mediante los conceptos mentales que nos construimos de nuestro mundo (*conocimiento*).
- El conocimiento se recoge/construye durante toda la vida de un ser humano y se almacena en el cerebro
- Pensamos y actuamos de acuerdo a este conocimiento pero a menudo somos incapaces de expresarlo de una forma entendible al 100% mediante el uso del *Lenguaje Natural*

# 5.1 Lenguaje Natural



- Los humanos empleamos el **lenguaje natural** con diferentes funcionalidades
  - Comunicar
  - Declarar
  - *Razonar*
  - ...
  
- El *lenguaje natural* usado para el intercambio de conocimiento es bastante ineficaz.
  - El lenguaje natural es muy rico,
  - Pero es **ambiguo**,
    - Mismo significado, distinta representación
    - Distinto significado, misma representación
  - Causas de ambigüedad
    - por la interpretación emisor-receptor
    - por el propio mensaje.

## 5.1 Lenguaje Natural



Entre lo que pienso,  
Lo que quiero decir,  
Lo que creo decir,  
Lo que digo,  
Lo que quieres oír,  
Lo que oyes,  
Lo que crees entender,  
Lo que quieres entender,  
Lo que entiendes,  
Existen nueve posibilidades  
de no entenderse.

# 5.1 Lenguaje Natural



- Experimentos (Anderson, Wanner, Sachs 1967)
  - Los sujetos recuerdan las palabras un corto intervalo (segundos a decenas de segundos), pero acababan por olvidarlas y recordar sólo el significado.
  - Sugiere que la gente procesa las palabras para formar alguna representación no verbal que se almacena como recuerdo.
- Distintos lenguajes dividen el mundo de distinta forma:
  - Spanish has two words for "fish," one for the live animal and one for the food. English does not make this distinction, but it does have the cow/beef distinction.*
  - El inglés tiene dos palabras para la vaca, una para el animal vivo y otra cuando es comida. En cambio, no tiene la distinción entre pez y pescado.*
- Sin embargo no hay evidencia de que los angloparlantes y los hispanohablantes piensen sobre el mundo de una manera fundamentalmente distinta.

## 5.2 Lenguaje Formal



- Se necesita una esquematización del lenguaje:
  - Debe ser formal
  - Acotado
  - Más limitado que el lenguaje natural
  - Mediante el cual podemos escribir enunciados (simples o compuestos) con que denotaremos hechos (proposiciones) del mundo
  - Que nos permita realizar inferencias y razonar



**lenguajes formales**

- *Lenguaje formal es un lenguaje cuyos símbolos primitivos y reglas para unir esos símbolos están formalmente especificados*

## 5.2 Lenguaje Formal



- Los Lenguajes Formales se definen mediante
  - Sintaxis
    - especifica la **estructura** de las sentencias
    - ¿que expresiones son correctas?
  - Semántica
    - define el **valor de verdad** de cada sentencia (**valor** que indica en qué medida una declaración es **verdad**)
    - ¿que significan las expresiones? (Las expresiones son ciertas o falsas en cada “mundo posible” o modelo)
  - Sistema de inferencia/Axiomas
    - Reglas para manipular las expresiones y poder derivar una cosa a partir de otra

## 5.2 Lenguaje Formal



- Un ejemplo de lenguaje formal: la **Aritmética**
  - Ejemplos de “frases” aritméticas:
    - $x+2 \geq y$  es una frase
    - $x^2+y > \{ \}$  no es una frase
  
- Otro ejemplo: **!! LA LOGICA !!**
  
- Además de la lógica, existen otras descripciones (no lenguajes) formales del conocimiento.
  - Reglas
    - La representación en forma de reglas es intuitiva para muchas personas
  - Redes semánticas
  - Marcos
  - Modelos no simbólicos
  - Combinaciones de los anteriores

## 5.2 Lenguaje Formal

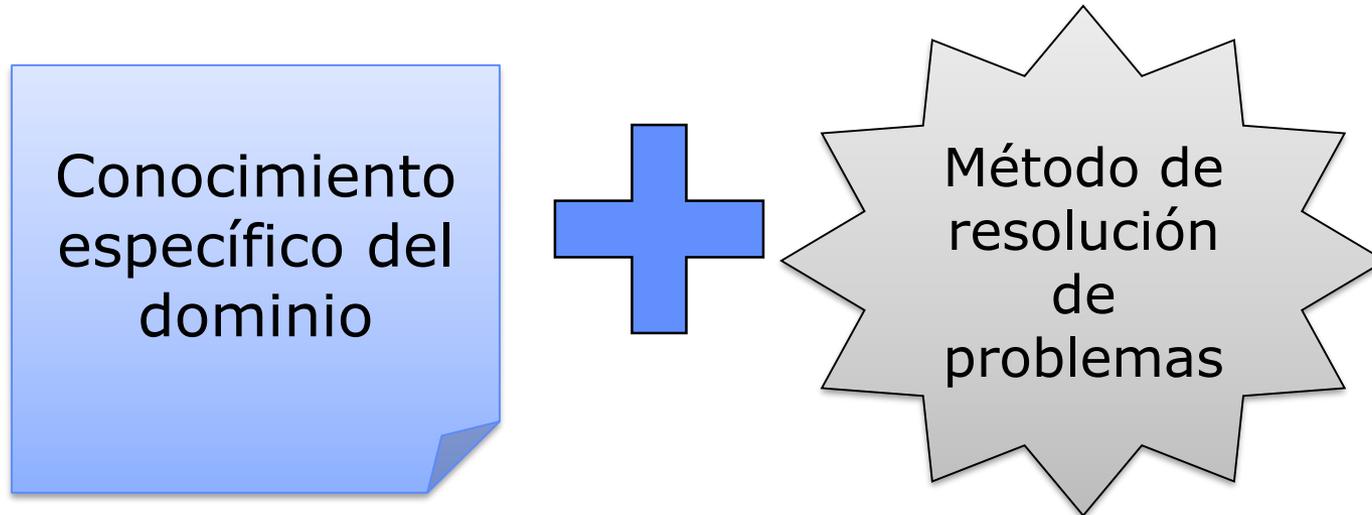


- **Métodos de Representación del Conocimiento usados en IA**
  - De acuerdo al formalismo utilizado
    - Conocimiento declarativo
      - Lógicas (proposicional, de predicados, temporal, difusa...)
      - Reglas (*rules*)
    - Conocimiento estructurado
      - Redes Semánticas
      - Marcos (*frames*)
  - De acuerdo al tipo de representación
    - Representación Basada en Relaciones
      - Lógicas
      - Redes Semánticas
    - Representación Basada en Objetos
      - Marcos
    - Representación Basada en Acciones
      - Reglas

## 5.3 Problema de la representación



- El conocimiento dependiente del dominio se combina con el conocimiento general sobre cómo resolver problemas.



- Problemas:
  - ¿Cómo escoger el formalismo de representación?
  - ¿Cómo ha de ser esa representación para que pueda ser utilizada de forma eficiente?

## 5.3 Problema de la representación



- Para representar algo necesitamos saber:
  1. Su forma o estructura
  2. Qué uso le dan los seres inteligentes
  3. Qué uso le dará una inteligencia artificial
  4. Como adquirir el conocimiento
  5. Como almacenarlo y manipularlo
- Por desgracia *no hay respuestas completas para todas estas preguntas desde el punto de vista **biológico** o **neurofisiológico**.*
- Los procesos mentales humanos son internos y demasiado complejos para ser representados por un algoritmo.
- Se construyen modelos que intentan **simular** la elicitación, representación y manipulación del conocimiento (IA).

## 5.3 Problema de la representación



### Problemas al representar del conocimiento

#### ■ Representación incompleta:

- Falta conocimiento. Suele ser imposible representar todo el conocimiento debido a:
  - **Modificaciones:** el mundo es cambiante, pero nuestras representaciones son de un instante determinado.
    - Relacionados con los *procedimientos de adquisición y mantenimiento* de la representación (*Frame Problem*):
      - Una representación fiel requiere poder representar todo lo que observamos en la realidad y obtener todas las consecuencias lógicas de cada cambio.
  - **Volumen:** mucho (demasiado) conocimiento a representar
  - **Complejidad:** La realidad tiene una gran riqueza en detalles.
    - Ambos relacionados con la *granularidad de la representación*.

## 5.3 Problema de la representación



- Conocimiento inseguro (incierto, dudoso):
  - “muchos chavales son rebeldes”
  - Conocimiento acompañado de grado de certeza
  - Uso de lógica difusa, cuantificadores especiales, etc.
  
- Conocimiento por omisión (by default):
  - Conocimiento que se asume implícitamente mientras no se niegue explícitamente. Requieren garantizar la consistencia (TMS)
  - Sistemas monótonos
    - Lo verdadero no puede dejar de serlo
  - Sistemas no monótonos
    - Las conclusiones establecidas en un cierto momento pueden dejar de ser ciertas si llega nueva información

## 5.3 Problema de la representación



### Problemas al usar esquema de representación

- *Ligados a la representación*
  - Adecuación Representacional: Habilidad para representar todas las clases de conocimiento que son necesarias en el dominio.
  - Adecuación Inferencial: Habilidad para manipular estructuras de representación de tal manera que generen nuevo conocimiento inferidos del anterior.
- *Ligados al uso de la representación*
  - Eficiencia Inferencial: Capacidad del sistema para incorporar conocimiento adicional a la estructura de representación (metaconocimiento) que puede emplearse para optimizar el cómputo.
  - Eficiencia en la Adquisición: Capacidad de incorporar fácilmente nueva información.

## 5.3 Problema de la representación



- No existe un esquema de representación que sea óptimo en todas estas características a la vez.
- Soluciones:
  - Escoger la representación en función de la característica que necesitemos en el dominio de aplicación específico
  - Utilizar diferentes esquemas de representación a la vez.