

Integración de Bases de Conocimiento

Datos

2do Cuatrimestre de 2020

Clase 3: Representación de Conocimiento
Parte 1



DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA

Profesora: Vanina Martinez
mvmartinez@dc.uba.ar

El Mapa y el Territorio

Del Rigor de la Ciencia

...En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal Perfección que el mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el mapa del Imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, esos Mapas Desmesurados no satisficieron y los Colegios de Cartógrafos levantaron un Mapa del Imperio que tenía el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Siguientes entendieron que ese dilatado Mapa era Inútil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y de los Inviernos. En los desiertos del Oeste perduran despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por Animales y por Mendigos; en todo el País no hay otra reliquia de las Disciplinas Geográficas.

Suárez Miranda: Viajes de varones prudentes,
Libro cuarto, cap. XLV, Lérida, 1658

Jorge Luis Borges, Adolfo Bioy Casares



El Mapa y el Territorio

- Nature can never be completely described, for such a description of Nature would have to duplicate Nature.
- No Name can fully express what it represents.
- It is Nature itself, and not any part (or name or description) abstracted from Nature, which is the ultimate source of all that happens, all that comes and goes, begins and ends, is and is not.
- But to describe Nature as “the ultimate source of all” is still only a description, and such a description is not Nature itself.
- Yet since, in order to speak of it, we must use words, we shall have to describe it as “the ultimate source of all”.

Tao Teh King - Archie J. Bahm (Frederick Ungar Publishing Co., 1958)



El Mapa y el Territorio

... “That's another thing we've learned from your Nation,” said Mein Herr, “map-making. But we've carried it much further than you. What do you consider the largest map that would be really useful?”

“About six inches to the mile.”

“Only six inches!” exclaimed Mein Herr. “We very soon got to six yards to the mile. Then we tried a hundred yards to the mile. And then came the grandest idea of all! We actually made a map of the country, on the scale of a mile to the mile!”

“Have you used it much?” I enquired.

“It has never been spread out, yet,” said Mein Herr: “the farmers objected: they said it would cover the whole country, and shut out the sunlight! So we now use the country itself, as its own map, and I assure you it does nearly as well.”

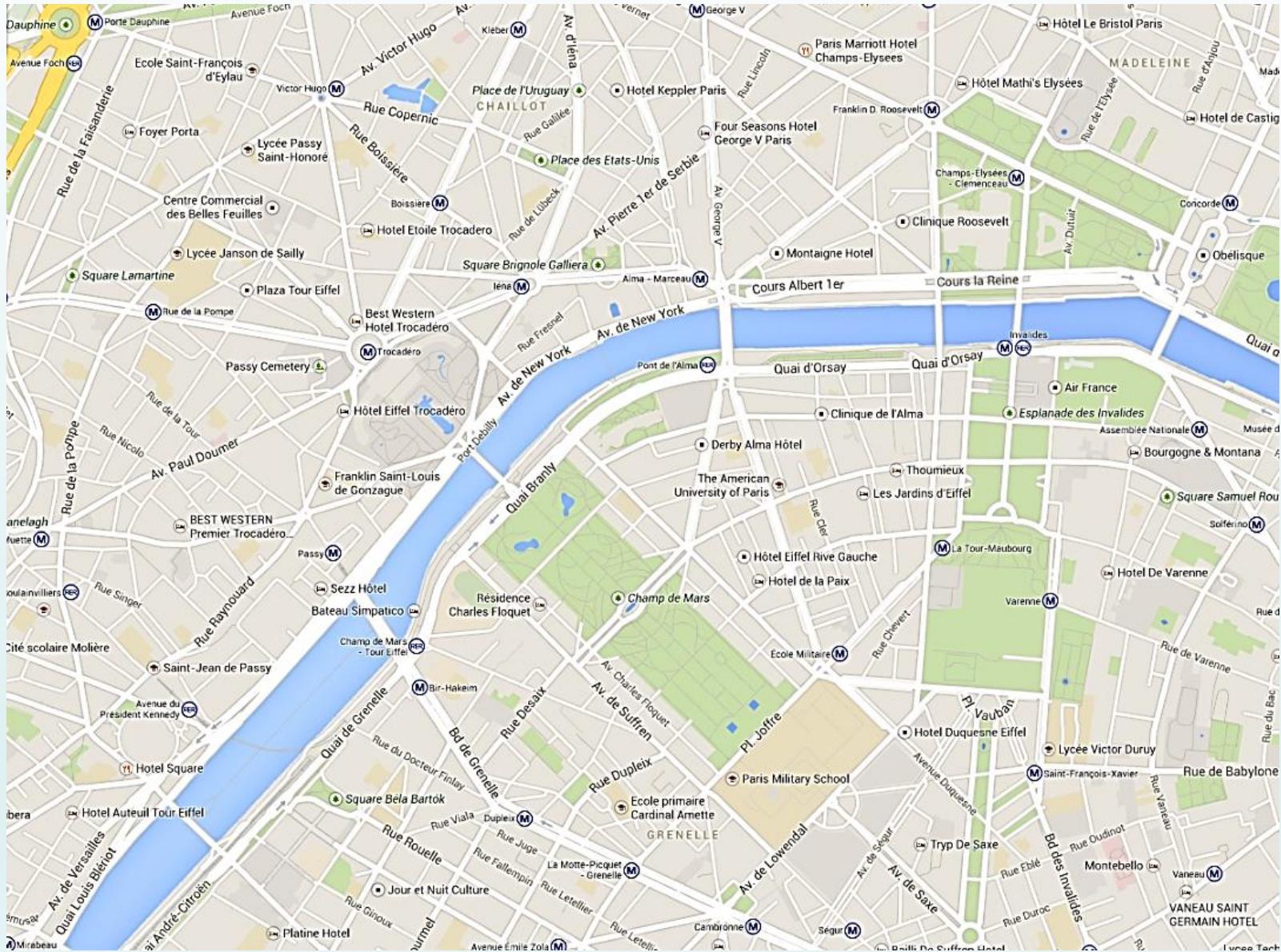
Sylvie and Bruno Concluded, by Lewis Carroll, Macmillan and Co., 1893



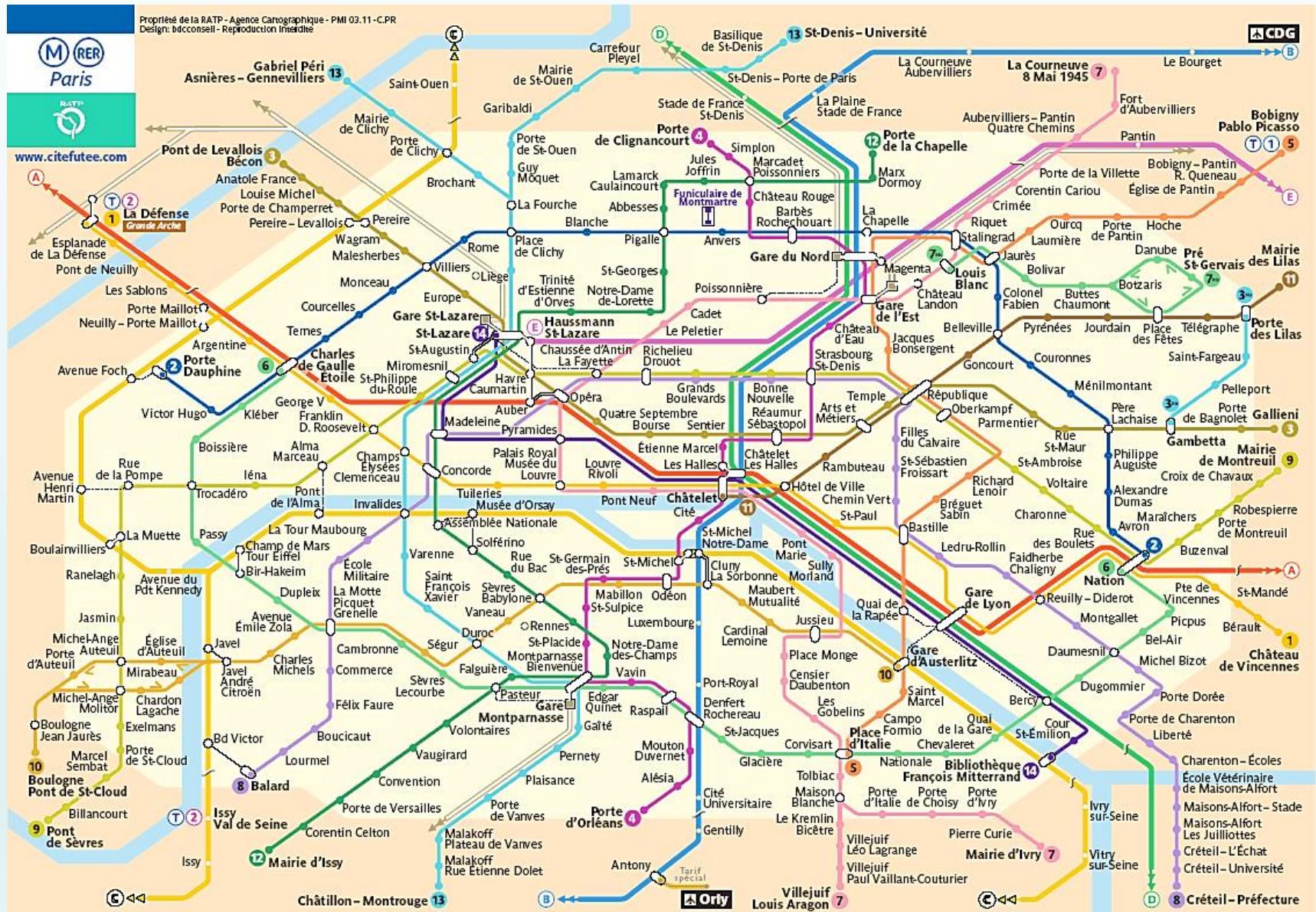
Descripción y representación



Descripción y representación



Descripción y representación



Descripción y representación



Descripción y representación



Representación de Conocimiento

- Hasta ahora se plantearon los problemas de búsqueda asumiendo que teníamos una buena (adecuada) representación para el espacio de estados.
- *En esta clase y en la sigue vamos a discutir cierto tipo de representación que dotara a los agentes con capacidad de razonamiento.*



Pensemos algunos escenarios *

- En la sala, Lisa recogió el periódico y se dirigió a la cocina. ¿Dónde está el periódico?
- Marta dejó el periódico sobre la mesa de la sala y se fue a la habitación. Cuando volvió el periódico no estaba. ¿Qué pasó con el periódico?
- Guillermo se acerca a la pileta de la cocina, deja un plato, abre el grifo y se va para la clase de IA. ¿Qué va a suceder después?
- Sonia aprieta la tecla ON del control remoto de la TV. ¿Qué va a suceder?
- Un gato hambriento ve comida en la parte superior de una mesa cercana a él. El gato salta a la mesa. ¿Qué va a hacer?

* Extraído y adaptado de: *Commonsense Reasoning*, Erik T. Muller, Elsevier 2006



Algunas observaciones iniciales

- Al analizar los ejemplos anteriores utilizamos una herramienta natural: nuestro pensamiento.
- Esta herramienta es descrita vagamente como **Sentido Común**.
- Podemos describirla más precisamente como **Razonamiento de Sentido Común**.
- Todos los seres humanos poseemos como un “kit básico”, que aunque parezca simple, es extremadamente complejo.



Algunas observaciones iniciales

De todos los posibles componentes del **Sentido Común** que podemos mencionar, hay dos que sobresalen especialmente*:

- **Representación:** Para poder aplicar razonamiento en los ejemplos anteriores, necesitamos una descripción del escenario que podamos manipular.
- **Razonamiento:** Una vez que tenemos el escenario representado, podemos realizar inferencias a partir de él (e.j., decir cosas que estén o no explícitas en la descripción).

* Ver otros componentes en *Commonsense Reasoning*, Erik T. Muller, Elsevier 2006



Algunas observaciones iniciales

- Cuando hablamos de representación, algunas partes aparentan ser simples de representar: el diario, el libro, la sala, la cocina, etc.
- Pero otras partes son mas complejas: el gato y los seres humanos involucrados.
- Estos últimos parecen tener una **característica** particular que les permite **ejecutar acciones** por voluntad propia.
- Si además de representar queremos también **predecir** tales **acciones**, tenemos que considerar como estos “**agentes**” deciden que acciones realizar.
- Precisamos considerar sus **estados mentales**.



Abstracción basada en posturas

- La idea es que cuando explicamos y predecimos el comportamiento de un objeto, podemos decidir hacerlo a través de diferentes **niveles de abstracción**.
- Cuanto más **concreto** sea el nivel, más **certeras** serán nuestras predicciones. Cuanto más **abstracto** sea el nivel mayor será la **capacidad computacional** ganada, eliminando detalles innecesarios.
- Daniel Dennett define tres niveles o posturas (*stances*) de abstracción.



Postura Física

- La más concreta es la *postura física* que representa el nivel de las ciencias físicas y químicas. Nos preocupamos por cosas, tales como la masa, la energía, velocidad, composición química, etc.
- Cuando predecimos donde va a terminar un objeto que fue lanzado, basándonos en su trayectoria actual estamos utilizando la postura física.
- Ejemplo: consideremos un par de tiras metálicas, compuestas de diferentes metales, unidas una a la otra, para predecir su comportamiento al variar la temperatura, necesitamos describir las propiedades físicas de los metales.



Postura de Diseño

- Se encuentra al nivel más abstracto: nivel de la ingeniería y de la biología. Nos preocupamos de aspectos relacionados con el **propósito, la función, y el diseño**.
- Tomamos una postura de diseño cuando predecimos que un pájaro vuela si mueve las alas, basándonos (implícitamente) en que las alas fueron hechas para volar.
- En el ejemplo anterior, entender la tira bimetálica como un tipo particular de termómetro sin considerar detalles de como funciona. O como parte de un termostato... y explicar el termostato en términos de que mantiene registro de la temperatura y de cómo funciona...



Postura Intencional

Así es como funciona:

- Primero se decide tratar al objeto cuyo comportamiento se quiere predecir como si fuera un agente racional; después se postulan cuales **creencias (B)** debe tener este agente dado su propósito y su lugar en el mundo.
- Posteriormente, se postulan los **deseos (D)** que debería tener basándose en las mismas consideraciones.
- Finalmente se predice que este agente racional actuará de forma de alcanzar sus **intenciones (I)** en el contexto de sus creencias.

Un poco de raciocinio práctico a partir del conjunto de creencias y deseos en la mayoría de los casos permitirá decidir que es que el agente debería hacer; esto es, se hará la predicción sobre lo que el agente va a hacer.”

De: Daniel Dennett, The Intentional Stance, MIT Pres, 1989 p. 17

(ver también Modeling Rational Agents within a BDI-architecture M Georgeff, A Rao



Postura Intencional: Ejercicio 1

En el ejemplo del termostato: ahora podemos pensar lo como un agente racional:

- ¿Qué creencias tendría el agente?
- ¿Qué deseos?
- ¿Qué intenciones?

Describa con sus palabras en lenguaje informal.



Representación de Conocimiento

En resumen:

- Para poder razonar acerca de un escenario es necesario representarlo.
- Razonamos para poder predecir el comportamiento o “evolución” del escenario.

Estos dos proceso están íntimamente ligados y dependen uno del otro.



Jerarquía de representaciones

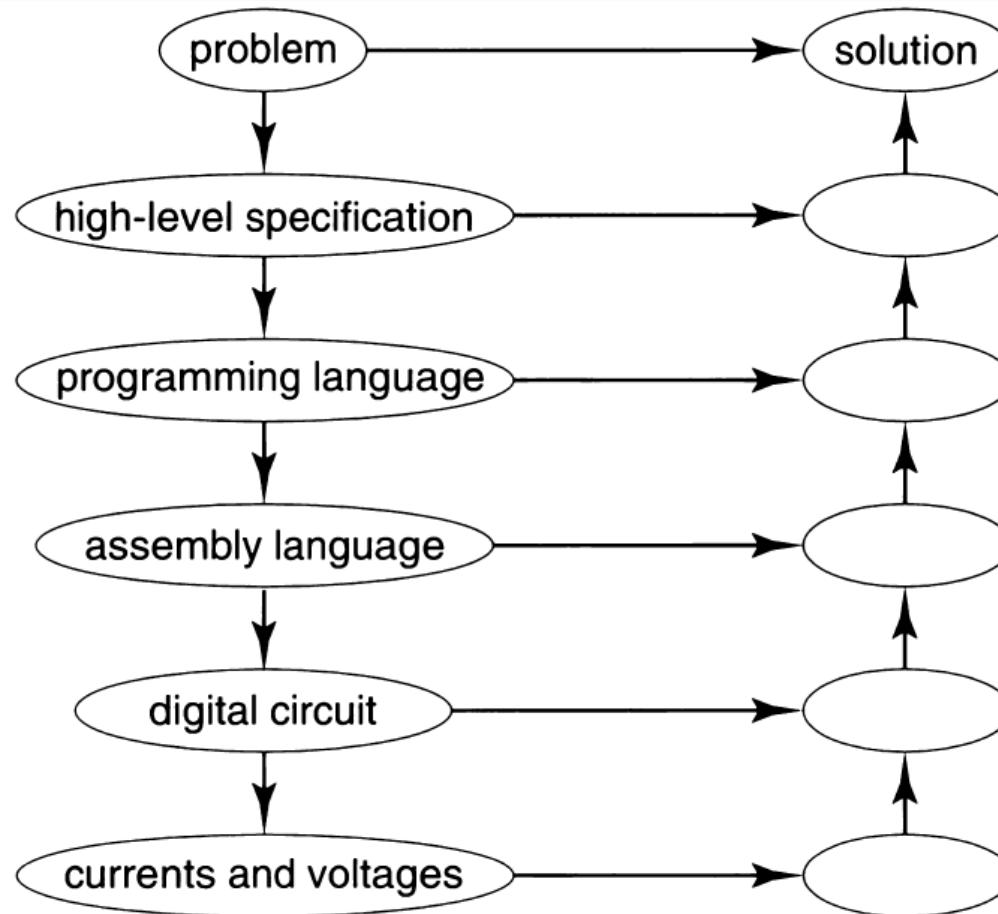
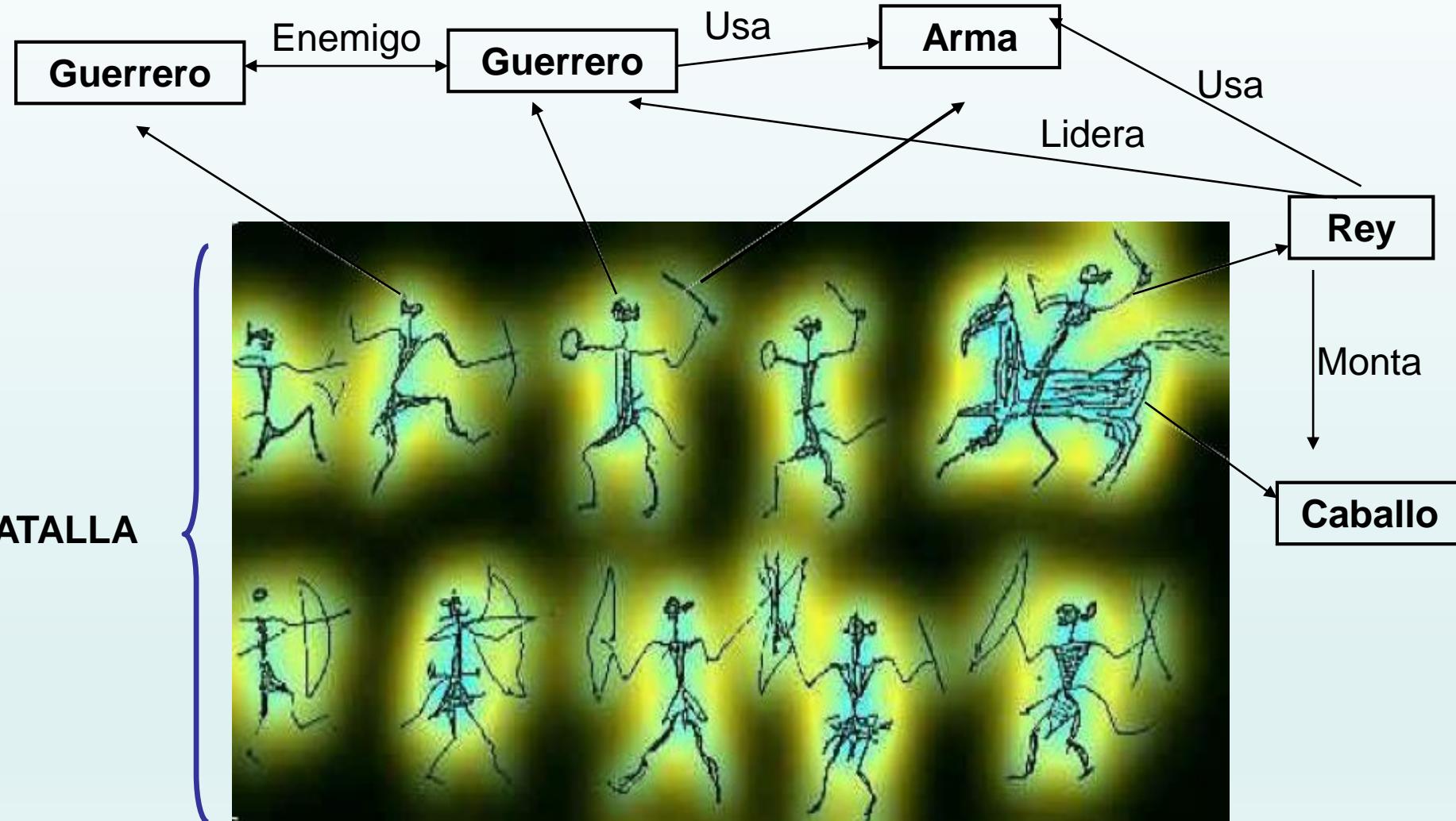


Figure 5.4: A hierarchy of representations



¿Cómo representamos cosas del mundo?



Representación del Conocimiento

- La noción de Representación de Conocimiento (*Knowledge Representation* o *KR* en *ingles*) resulta engañosamente simple.
- La estructuración del conocimiento y el posterior acceso al mismo es uno de los aspectos más importantes en las Ciencias de la Computación.
- En Inteligencia Artificial este problema se estudia en su forma general.
- Su importancia emerge del hecho que un comportamiento inteligente precisa disponer de conocimiento para exteriorizarse.



¿Cómo representar? ¿Qué representar?

- En principio, consiste en realizar, en algún lenguaje, descripciones que se correspondan con el mundo o con algún estado particular del mismo.
- En IA se particulariza con el propósito de dar a un agente autónomo la capacidad de relacionar una “imagen” de su entorno (o su mundo) y por la manipulación de estas descripciones poder obtener conclusiones sobre el mismo.
- La dificultad principal no es sólo describir el conocimiento, sino también intentar descubrir lo que debe ser descrito (metaconocimiento).



Representación del Conocimiento

- La propia noción de **conocimiento** genera controversias entre los especialistas en IA y ha sido estudiada en Filosofía desde la antigüedad.
- La Epistemología, o Teoría del Conocimiento, es la rama de la Filosofía: se ocupa de la **definición del conocimiento**, de los conceptos relacionados, las clases de conocimiento posibles, y la relación entre aquello que conocemos y el objeto conocido.
- No existe una definición consensuada.
- **Intuitivamente** las personas saben que es y tienen una noción del mismo que les permite reconocer su presencia cuando se manifiesta.



¿Qué es Conocimiento?

En el área, las visiones más analíticas diferencian:

- Datos, de información y de conocimiento;
- Conocimiento implícito de conocimiento explícito;
- Conocimiento *soft* (lo que las personas saben y que no puede ser articulado) de conocimiento *hard* (lo que las personas saben y puede ser articulado);
- Conocimiento común de conocimiento distribuido: conocimiento existente en un grupo de agentes que interactúan;
- Conocimiento interno de conocimiento externo: conocimiento como una relación entre un sujeto cognitivo y partes de la realidad;
- Conocimiento canónico de conocimiento no canónico.



¿Qué es Conocimiento? Ejercicio 2

De ejemplo concretos que muestren la diferencia entre:

- Datos, de información y de conocimiento;
- Conocimiento implícito de conocimiento explícito;
- Conocimiento común de conocimiento distribuido: conocimiento existente en un grupo de agentes que interactúan;
- Conocimiento interno de conocimiento externo: conocimiento como una relación entre un sujeto cognitivo y partes de la realidad;



¿Qué es Conocimiento?

- Visiones más holísticas: sobretodo las empresariales, tratan la cuestión del conocimiento como integrado en procesos que van a adquirir ventajas competitivas sustentables y capacidad de respuesta a las alteraciones del medio ambiente.
- Tenemos, además, el conocimiento como el resultado de prácticas sociales en comunidades.
- No vamos dar la respuesta, sino que exploraremos la idea de que consideramos conocimiento.
- Una forma de comprender mejor la pregunta es observar la utilización del término conocimiento en nuestro día a día.



Conocimiento

Cuando decimos:

“Juan conoce que ...”

la sentencia puede completarse con una sentencia declarativa (proposición) tal como:

“Maria irá a la fiesta”

para formar la sentencia:

“Juan conoce que Maria irá a la fiesta”

Esto sugiere, entre otras cosas que el conocimiento es una relación entre aquello que se conoce y aquello que es conocido.



Representación

- Informalmente, Representación es una relación entre dos dominios, donde uno de ellos busca tomar el lugar del otro.
- El dominio que se representa es un dominio más concreto (o inmediato o accesible) que el dominio representado.
- Por ejemplo el grafismo “4” representa al número 4 de la misma forma que el grupo de letras “IV” cuando utilizamos la numeración romana.
- Este ejemplo utiliza un dominio simbólico (grafismos) para representar el dominio abstracto de los números.
- La representación condiciona la operatividad sobre ella. No es lo mismo sumar en el sistema arábigo que en el romano.



Representación del Conocimiento

- Es el campo de estudio dedicado a la utilización de símbolos formales para representar una colección de proposiciones que son **acreditadas** por un agente.
- Esto no quiere decir que la colección de símbolos va a **representar todas** las posibles proposiciones en las cuales es posible **acreditar**.
- Es posible que el número de proposiciones no sea finito y solamente una cantidad finita va a poder ser representada.
- El **Razonamiento** será el encargado de obtener las proposiciones que son **acreditadas** a partir de las que son **representadas**.



Hipótesis de Representación del Conocimiento

- Un sistema inteligente utiliza estructuras que:
 - Pueden ser interpretadas como proposiciones que representan el conocimiento del sistema
 - Determinan el comportamiento del sistema
- Noción introducida por Brian C. Smith en el Prólogo de la su tesis de doctorado “*Reflection and Semantics in a Procedural Language*” en 1982, MIT TR-272.



La Hipótesis de Modelo

Una versión más compatible con la visión moderna de los sistemas inteligentes es la Hipótesis de Modelo de Kenneth Craik:

- “Si un organismo traza un modelo a escala de la realidad externa y de sus posibles acciones internas, será capaz de considerar varias alternativas, decidir cual es la mejor de ellas, reaccionar a futuras situaciones antes de ellas aparezcan, utilizar su conocimiento de eventos del pasado para desempeñarse en el presente, en el futuro, y en todos los casos, reaccionar de una forma más completa, segura y competente en las situaciones emergentes que enfrente en forma sorpresiva.”



Tipos de conocimiento

- Intencional x Extensional
- Diagnóstico x Causal
- Deductivo x Terminológico
- Cierto x Incierto
- Preciso x Vago
- Explícito x Implícito
- Declarativo x Procedimental
- De sentido común x Especialista
- Del problema x Meta-conocimiento (control, explicación, reuso)



Conocimiento intencional x extensional

- **Conocimiento en intención:**
 - General al dominio de aplicación y clase de problema
 - Jerarquía de conceptos (clases de hechos)
 - Ej.: Todo gato es un mamífero
 - Restricciones de integridades
 - Sólo puede imprimirse un trabajo por vez
 - Reglas de funcionamiento del dominio
 - Ej.: Si la alarma suena, están robando mi auto.
 - Esquema de BD, clases de programación orientada a objetos
- **Conocimiento en extensión:**
 - Particular de la instancia del problema a resolver
 - **Hechos**, esto es, proposiciones sobre instancias de conceptos
 - Ej.: profesor_ibk(Martinez)
 - Datos, ejemplos, casos, objetos, instancias de bases de datos



Conocimiento causal x diagnóstico

- Conocimiento causal:
 - Prevé resultados de acciones y eventos
 - Ej.: Miro para el Norte y giro a derecha, paso a mirar para el este.
- Conocimiento diagnóstico:
 - Forma hipótesis sobre causas/efectos observados
 - Ej.: Huele a quemado, se debe estar pasando la comida.



Conocimiento terminológico x deductivo

- **Conocimiento terminológico:**
 - Taxonomía de entidades del dominio y sus relaciones estáticas. Ej.: los perros son mamíferos, que son animales.
 - Aspectos estructurales y estacionarios
 - Ej.: Se Juan es hijo de Pedro, y Pedro es hijo de Carlos, Juan es nieto del Carlos.
- **Conocimiento deductivo:**
 - Reglas de funcionamiento y restricciones de integridad del dominio (dependencias funcionales en bases de datos)
 - Aspectos temporales y de comportamiento
 - Ligando elementos en varias regiones de la taxonomía (en la definición terminológica)
 - Ej.: Silogismos.



Conocimiento cierto x incierto

- Conocimiento cierto:
 - Epistemológicamente *booleano*
 - Ej.: Pedro es Portugués.
- Conocimiento incierto:
 - Epistemológicamente probabilista:
 - Ej.: Si tiro un dado, va a salir un 6 con 1/6 de probabilidad.



Preciso x vago

- Conocimiento cierto (ídem Preciso):
 - Epistemológicamente *booleano*
 - Ej.: Pedro es Portugués.
- Conocimiento Vago:
 - Epistemológicamente posibilista:
 - Ej.: Juan es alto. (la propiedad es cierta en un grado)



Conocimiento explícito x implícito

- Conocimiento explícito:
 - Sentencias simbólicas explícitamente almacenadas en la base de conocimiento.
 - Ej.: profesor_ibk(Martinez)
- Conocimiento implícito:
 - Sentencias simbólicas que pueden ser inferidas a partir del conocimiento explícito.
 - Ej.: Si tenemos una regla que dice “todo profesor es empleado” → empleado(Martinez)



Conocimiento Declarativo

- Describe que es conocido acerca de un determinado problema. Incluye declaraciones (*statements*) que son asumidas como verdaderas o falsas y que describen un objeto o concepto.
- Corresponde a una representación descriptiva. Ejemplo:
“Fumar puede provocar cáncer de pulmón.” “Hice una torta”
- **Conocimiento Declarativo vs. Procedimental**
 - Es más transparente – más fácilmente entendido, más fácil de mantener.
 - Representaciones procedimentales – son más eficientes, pero más difíciles de mantener.



Conocimiento Procedimental

- Describe como un problema es resuelto o como actuar ante una dada situación (como hacer).
- Reglas, estrategias, agendas y procedimientos son representaciones típicas para este tipo de conocimiento.
- Ejemplo: “Mezcle 1 taza de harina, 2 huevos, 2 cdas de leche, puse en un molde y hornee por 45 minutos”.



Conocimiento Especialista y Sentido Común

- Refleja el conocimiento es obtenido por la experiencia previa en la resolución de un gran número de problemas de una determinada especialidad, es esencialmente **empírico**.
- Muchas veces toma el aspecto de reglas del buen sentido o del pulgar (“*Rules of Thumb*”).
 - Ejemplo:
 - Para elaborar horarios considerando salas debemos comenzar con las salas que imponen más restricciones;
 - En una máquina de pintura hacer los cambios de tintas siempre de las más claras hacia las más oscuras.



Conocimiento del Problema

- Describe la estructuración del conocimiento, o sea, el modelo mental que el experto tiene en la resolución de un determinado tipo de problema. Puede indicar conceptos y subconjuntos en la estructuración del conocimiento.
- Ejemplo: Tipos de Anomalías en el Hormigón
 - Fisura
 - Exceso de Aire
 - Exceso de Agua
 - Factores Climáticos
 - Temperatura Inconstante

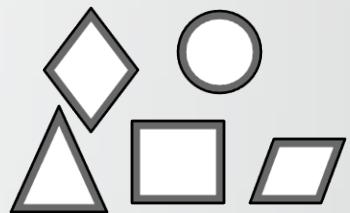


Meta - Conocimiento

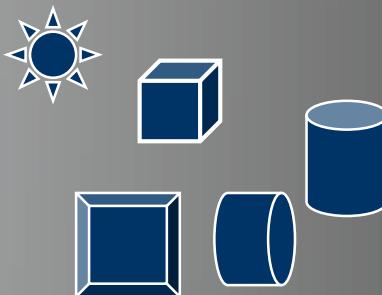
- Conocimiento acerca del propio conocimiento.
- Es usado para acceder al conocimiento más orientado para resolver determinado problema.
- Aumenta la eficiencia de resolución dirigiendo el raciocinio para el subconjunto de conocimiento más adecuado.
- Representado a través de **meta-reglas** – reglas que describen como usar otras reglas. Ejemplo:
 - Si el auto no arranca y el sistema eléctrico está operacional
 - Entonces usar las reglas relativas al circuito de alimentación



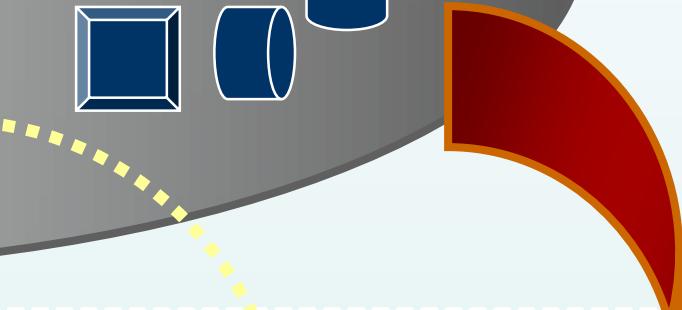
Sentencias



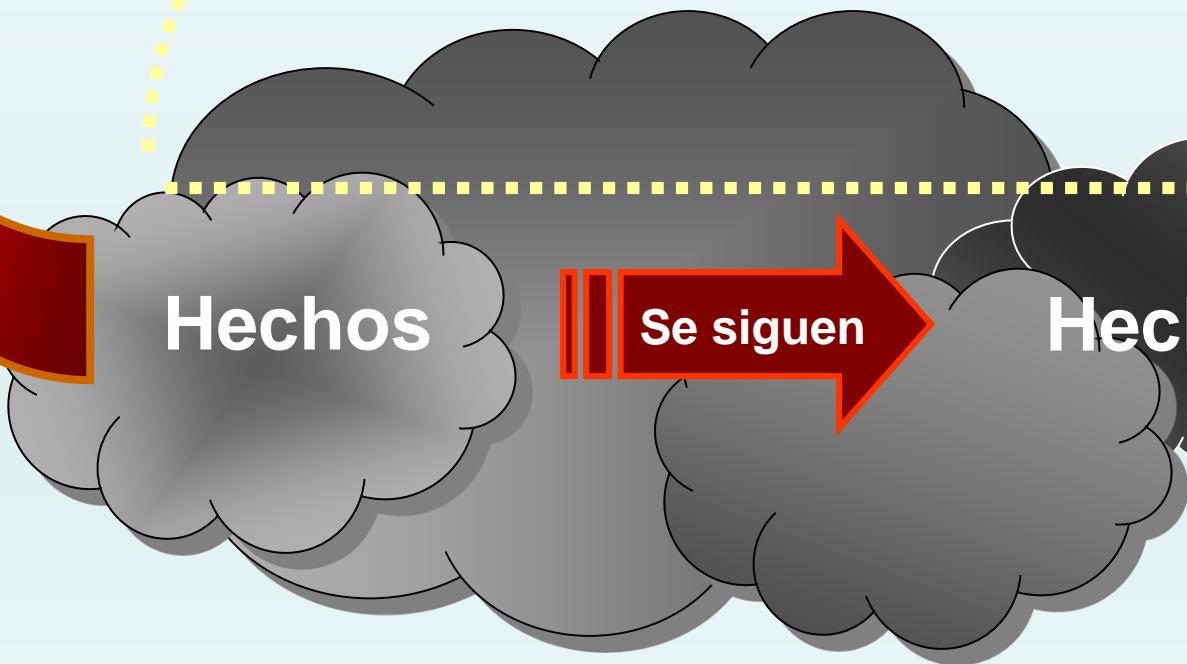
Sentencias



Se infiere



Hechos



Hechos



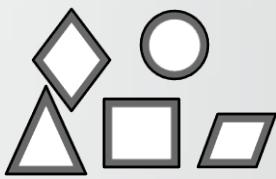
¿≡?

Base de Conocimiento

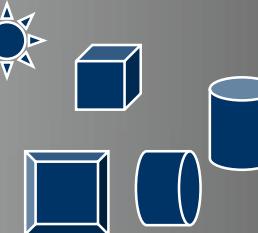
Extensional

Intensional

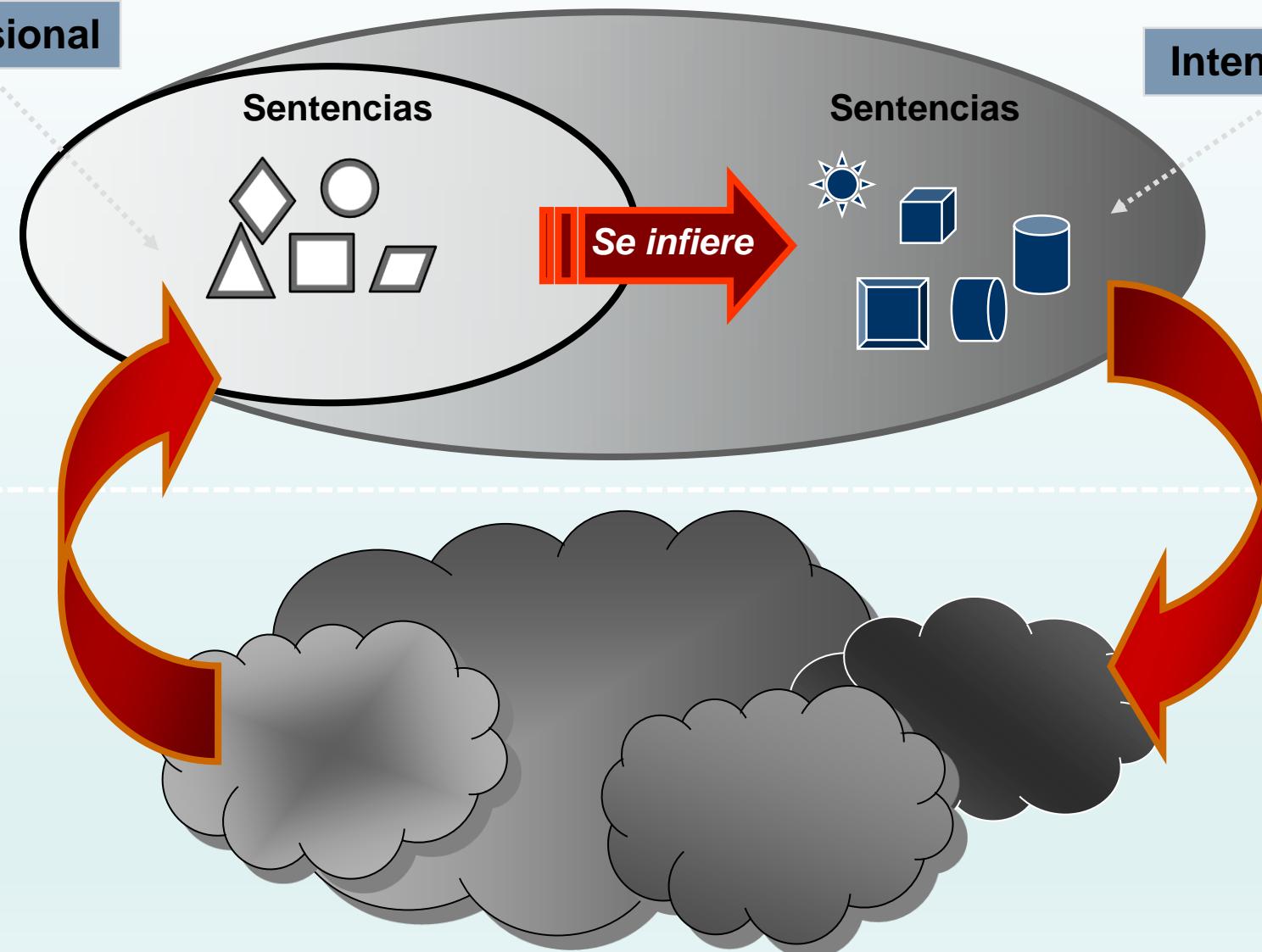
Sentencias



Sentencias



Se infiere

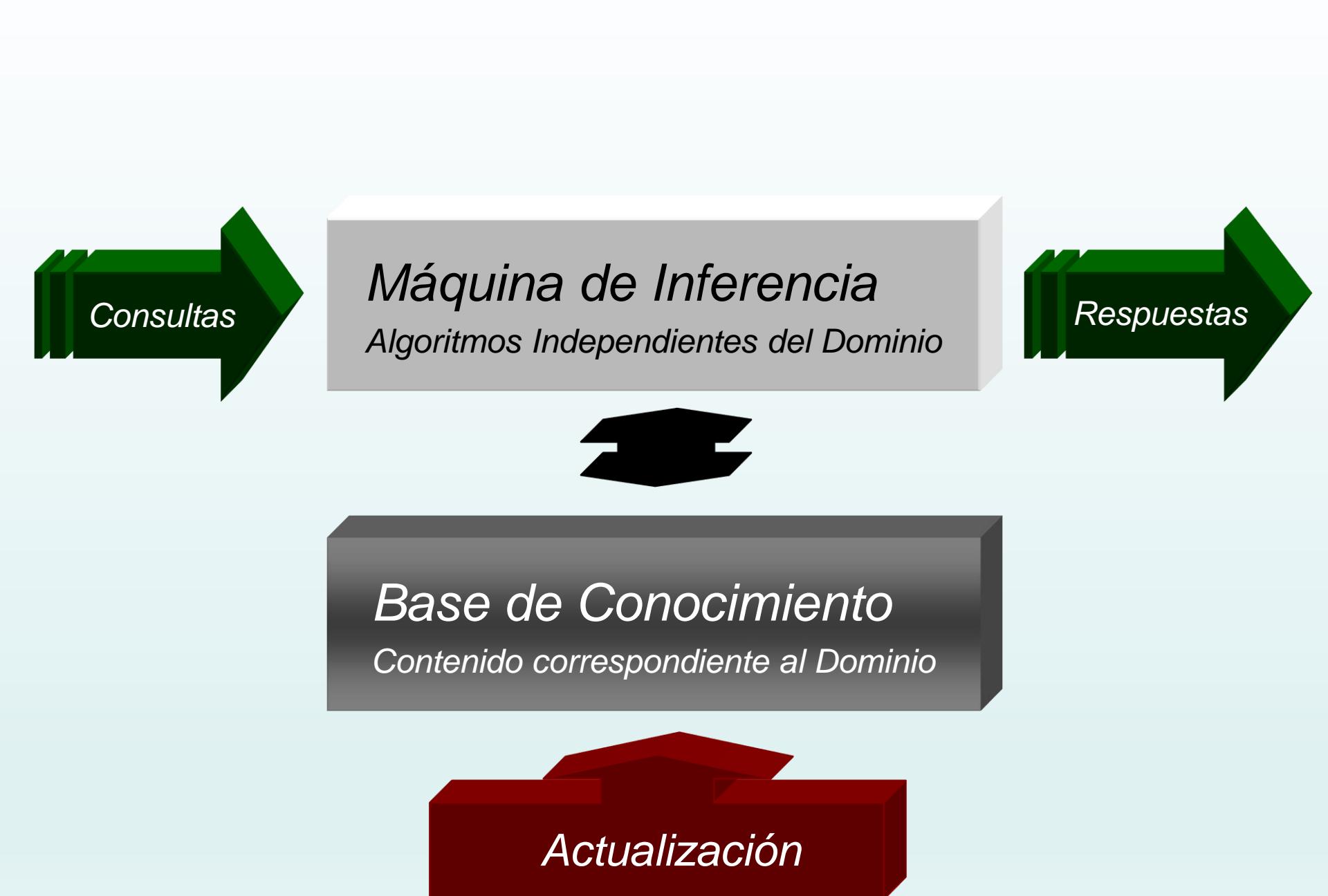


Entorno

Razonamiento

- Existen diferentes formas por los cuales un ser humano obtiene información útil a partir del que él considera su cuerpo de conocimiento.
- Llamaremos a este stock **Base de Conocimiento** y utilizaremos **KB** para notarlo.
- El dispositivo por el cual conseguimos elaborar información a partir de la KB se denomina **Mecanismo de Inferencia** o **Máquina de Inferencia**.
- El proceso que utiliza el mecanismo inferencial se denomina **Razonamiento**.





Consultas

Respuestas

Máquina de Inferencia
Algoritmos Independientes del Dominio

Base de Conocimiento
Contenido correspondiente al Dominio

Actualización

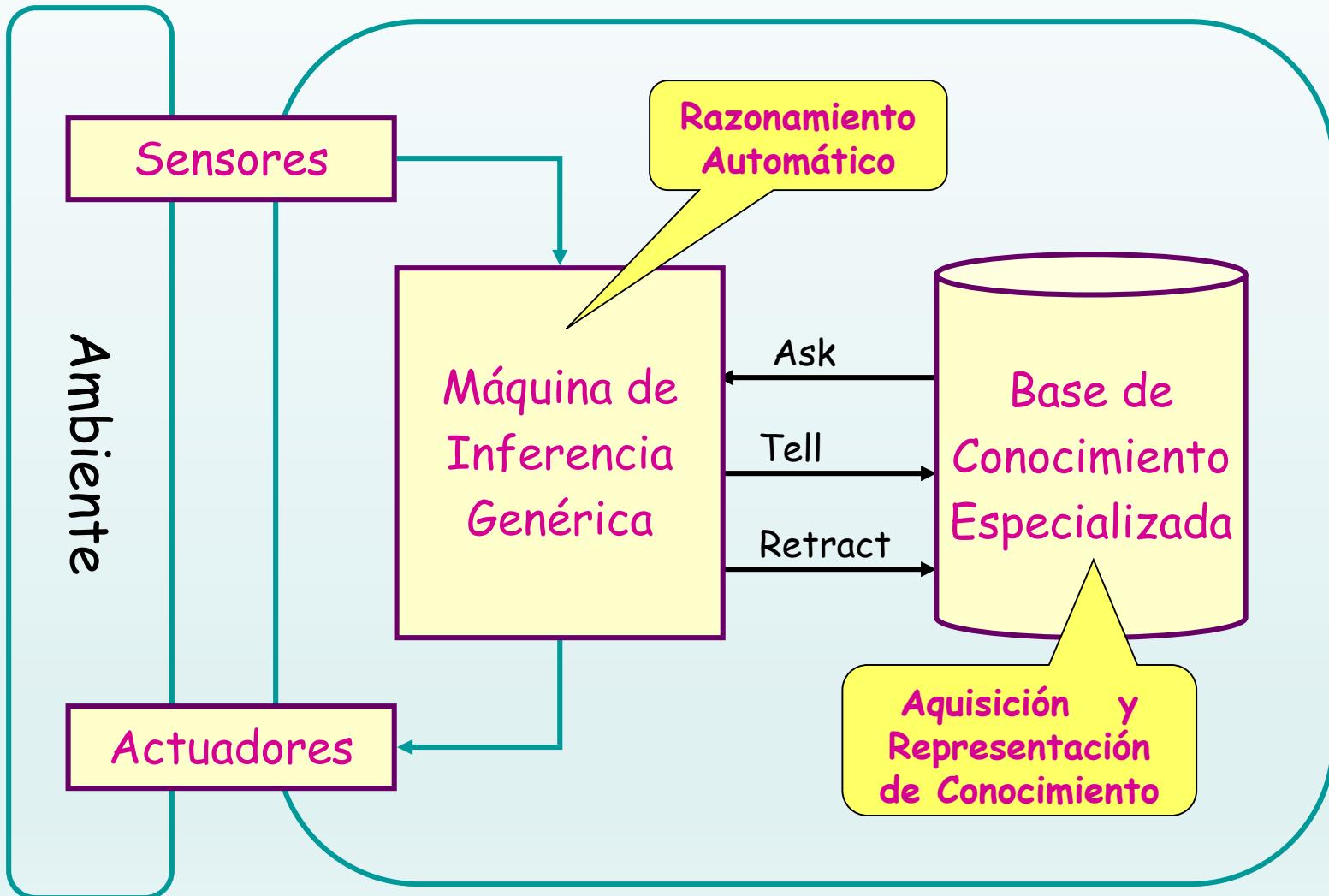


Bases de Conocimiento + Inferencia

- El *Lenguaje de Representación*:
 - *Expresividad*: ¿Qué tan expresivo es?
 - *Habilidad*: ¿Qué puede y qué no puede decirse?
- El *Procedimiento de inferencia*:
 - *Sanidad*: ¿Las conclusiones siguen racionalmente de los hechos y las reglas?
 - *Compleitud*: Si una conclusión sigue racionalmente de la *KB*, ¿es posible deducirla?
 - *Eficiencia*: ¿Cuál es la complejidad del procedimiento?



Agente Basado en Conocimiento



Máquina de Inferencia

Algoritmos Independientes del Dominio

Base de Conocimiento

Contenido correspondiente al Dominio

El agente usa **Tell** para decir lo que se necesita almacenar (contenido de la *KB*).

Utiliza **Ask** para preguntar que hacer, y las respuestas deben inferirse de la *KB*.

Una *Base de Conocimiento* es un conjunto de sentencias descriptas en algún lenguaje formal (el nivel Lógico).

Este es la forma declarativa de construir un agente.

Los agentes pueden verse al **Nivel de Conocimiento**, es decir, qué conocen, sin tener en cuenta como se implementan.

O al **Nivel de Implementación**, es decir, las estructuras de datos de la *KB* y los algoritmos que las implementan