

Fundamentos de Inteligencia Artificial

Centro Asociado de Melilla

Tutor: Aziz Mulud Tieb

CONTENIDOS

Bloque 1: Aspectos Conceptuales de la Inteligencia Artificial y la Ingeniería del Conocimiento

Bloque 2: Introducción a las Técnicas de Búsqueda

Bloque 3: Técnicas Basadas en Búsquedas Heurísticas

Bloque 4: Lógica y Representación del Conocimiento (con una introducción a los Conjuntos Borrosos)

Bloque 5: Sistemas Basados en Reglas

Bloque 6: Redes Semánticas y Marcos

Bloque 1:

Aspectos Conceptuales de la Inteligencia Artificial y la Ingeniería del Conocimiento

1.1 Concepto de Inteligencia Artificial

1.2 Historia de la Inteligencia Artificial

1.3 Metodología de la Inteligencia Artificial

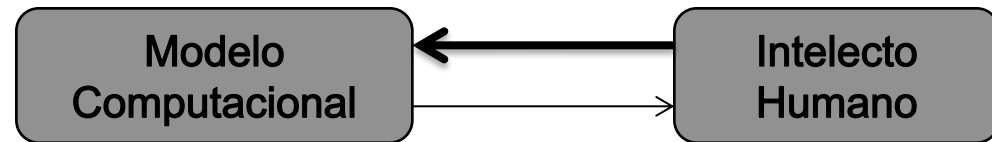
1.4 Paradigmas de la Inteligencia Artificial

1.1- Concepto de Inteligencia Artificial

¿QUE ES LA INTELIGENCIA?

"Capacidad de aprender relaciones entre hechos, resolver un problema mediante una adaptación de un problema previo".

La **I.A.** es la parte de la informática concerniente al **diseño de sistemas de computación inteligente**, es decir, de sistemas que exhiban o **simulen** las características que son comúnmente asociadas con la **inteligencia** en la **conducta humana**



Primeras aplicaciones de la IA:

- Juegos (ajedrez, damas,...).
- Demostración de teoremas matemáticos
- Razonar en base al sentido común (cómo llegar al trabajo por la mañana)
- Percepción (visión y habla)
- Entender un lenguaje.
- Resolución de problemas que requieren experiencia
 - (diagnósticos médicos, análisis químicos,...).

} Selección del mejor camino
que lleva a la solución

1.2- Historia de la Inteligencia Artificial

- La Inteligencia Artificial "nació" en 1943 con el **modelo neuronal** que suponía una representación simbólica de la actividad cerebral.
- En 1950 surgió el concepto de "cibernética"; dando lugar al nacimiento de la Inteligencia Artificial.
- Los primeros investigadores de esta innovadora ciencia, tomaron como base la neurona en base a la idea:
"El cerebro es un solucionador inteligente de problemas, de modo que imitemos al cerebro".
- Debido a la enorme complejidad del modelo neuronal ya que ni el hardware de la época ni el software estaban a la altura para realizar semejantes proyectos.
- **Nacimiento el modelo simbólico.** Comenzó a considerarse el pensamiento humano como una coordinación de tareas simples relacionadas entre sí mediante símbolos.

Aplicaciones de la IA

□ Áreas Básicas

- ✓ Representación del conocimiento
- ✓ Resolución de problemas, Búsqueda inteligente, etc.

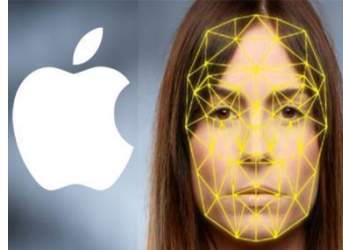
□ Áreas Específicas

- ✓ Planificación de tareas
- ✓ Tratamiento del Lenguaje Natural
- ✓ Razonamiento Automático
- ✓ Sistemas Basados en el Conocimiento
- ✓ Percepción
- ✓ Aprendizaje Automático
- ✓ Agentes autónomos

Aplicaciones de la IA

Robótica:

Tareas complejas
(visión, planificación,
coordinación,..)



Reconocimiento de imágenes

Reconocimiento de escritura
Reconocimiento de objetos
Reconocimiento de facial

Juegos de ordenador

estrategias, aprendizaje,
coordinación



Aparatos Electrónicos

Electrodomésticos con
control inteligente



Personalización

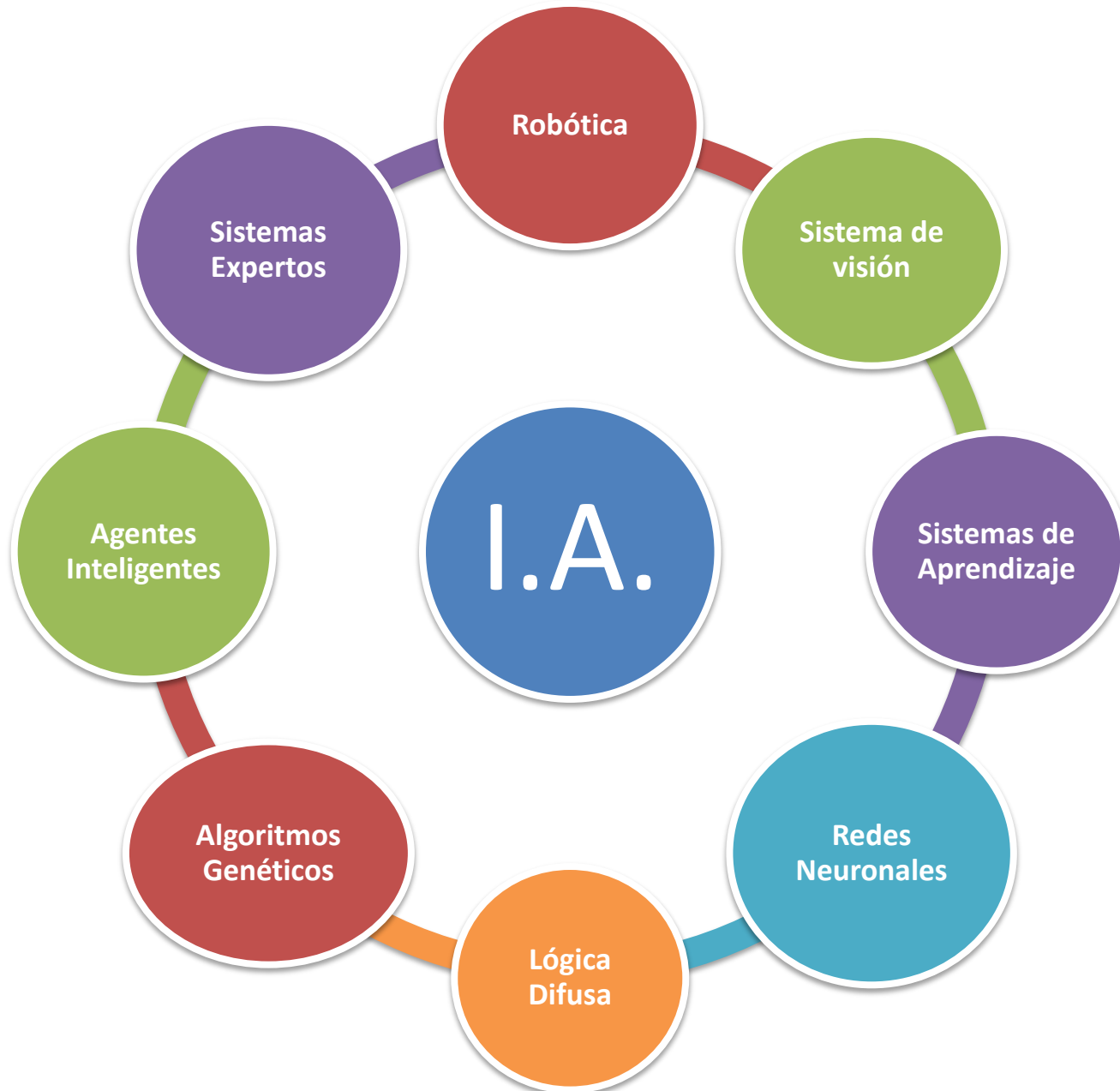
Búsqueda inteligente
Compra especializada



Sistemas de Diagnóstico

Medicina
Procesos industriales
Logística

Aplicaciones de la IA



¿Qué es una Técnica de IA?

La Inteligencia necesita **Conocimiento**, el cual posee las siguientes propiedades:

- Es voluminoso
- Es difícil de caracterizar con exactitud
- Cambia constantemente
- Se distingue de los datos en que se organiza de tal forma que se corresponde con la forma en que va a ser utilizado.

Una Técnica de IA es un método que **utiliza conocimiento** representado de forma que:

- Represente las **generalizaciones**
- Sea comprensible
- Pueda modificarse fácilmente
- Puede utilizarse en situaciones donde la información es imprecisa o completa.
- Puede utilizarse para superar su propio volumen (acotar posibilidades)

¿Qué es una Técnica de IA?

TEST DE TURING

Una **persona A** ha de mantener una conversación (por medio de un interfaz y un teclado) con el **sistema de IA** y con un **persona B**.

Si la **persona A** no puede diferenciar quién de los dos es humano, se puede considerar que el sistema posee una inteligencia comparable a la humana.



Solución heurística / algorítmica

Diferencias entre la solución algorítmica y heurística

- **El constructor determina el precio de una casa mediante una análisis detallado**
 - suma materiales, llamada a proveedores para obtener precios, evaluación de precios de subcontratistas, estimar contingencias razonables, etc.
 - **Ventajas:** El presupuesto es correcto
 - **Desventaja:** El posible comprador quiere el presupuesto YA
- **El constructor tiene gran experiencia en presupuestos y estima el precio comparando la construcción con otras realizadas**
 - Recuerda el precio de una casa de los mismo metros cuadrados
 - Busca diferencias que podrían reducir o bajar el precio
 - Añade una piscina → 25000 € mas
 - Los muebles de pino en vez de roble → 1200 € menos
 - Un baño menos → 5000 € menos

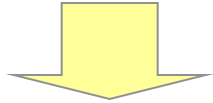
Sistemas Tradicionales versus S.B.C.

1. Ingeniería de Software

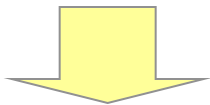
2. TIPOS DE PROBLEMAS

Sistemáticos

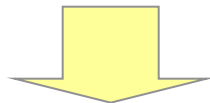
Procedimentales (qué y cómo)



- Especificaciones muy completas
- Los datos, funcionamiento esperado y técnicas de resolución se conocen
- Existe documentación



Datos + procedimientos mezclados



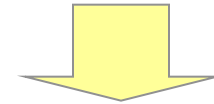
Rígidos o deterministas:

Produce la misma salida para la misma entrada

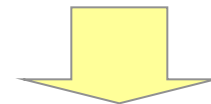
Ingeniería del Conocimiento

Heurísticos

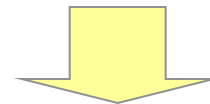
Declarativos (qué)



- Casi no existe una especificación
- El conocimiento y métodos de resolución son de los **expertos**
- No existe documentación



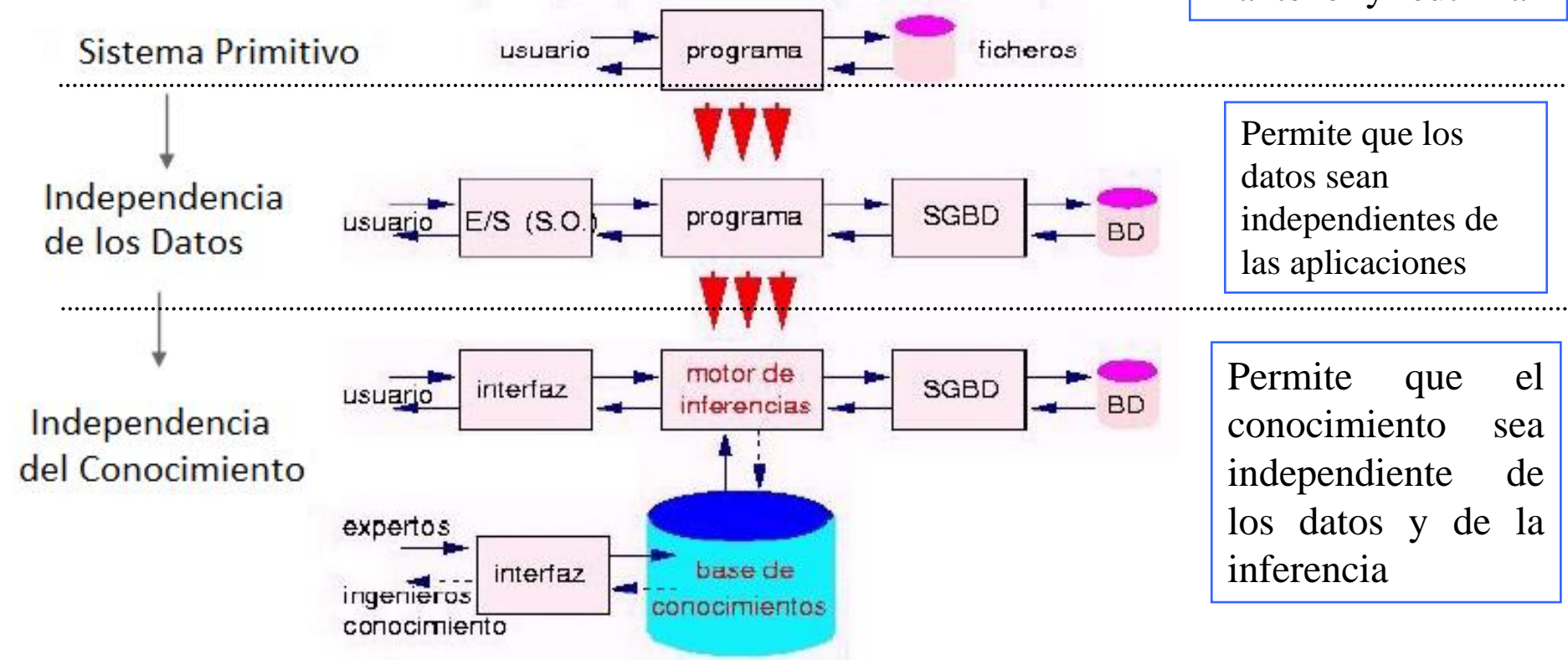
Separar conocimientos de los métodos de razonamiento



No deterministas

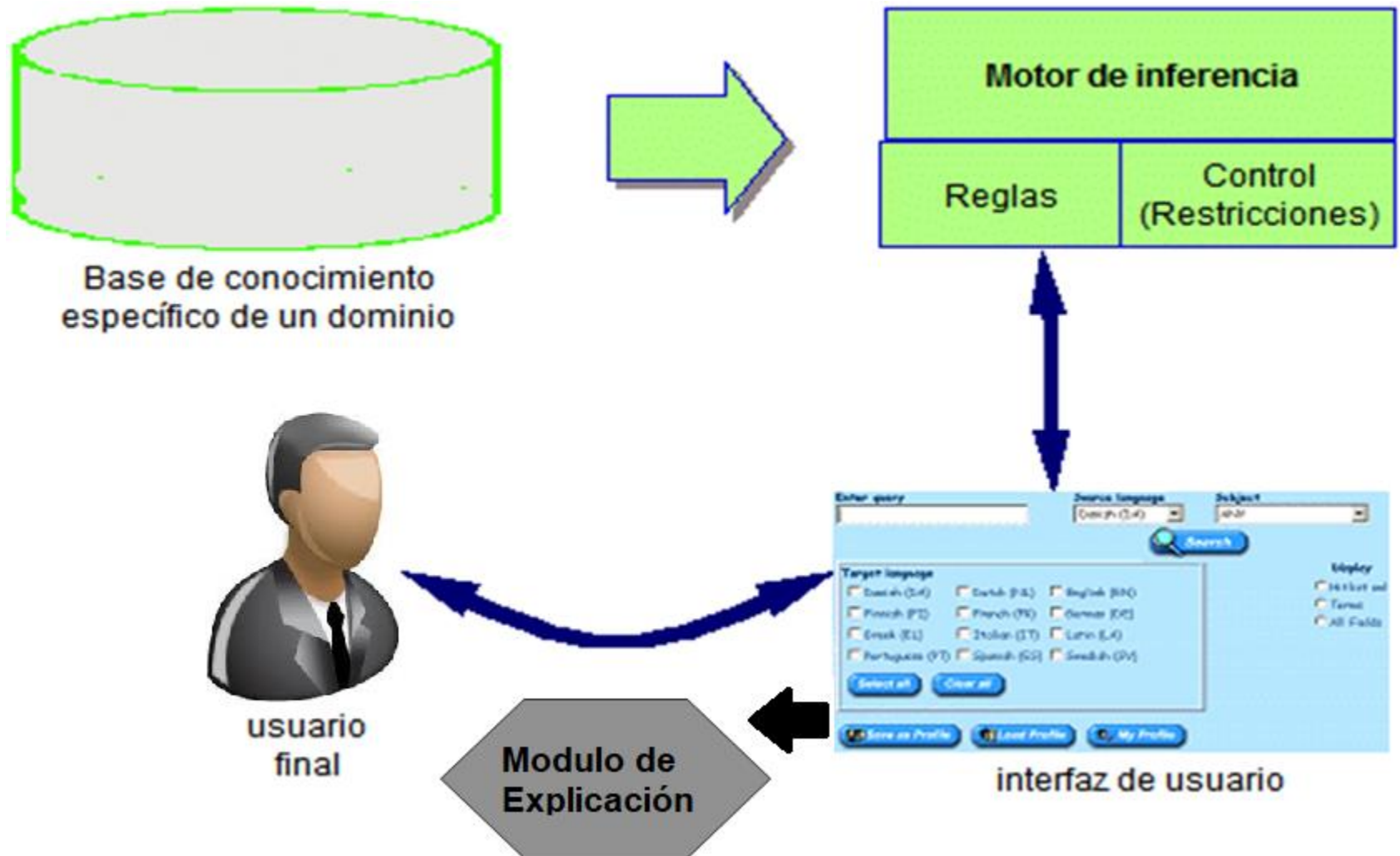
Sistemas Basados en el Conocimiento

Evolución de modelos estructurales de sistemas software



Sistemas Basados en el Conocimiento

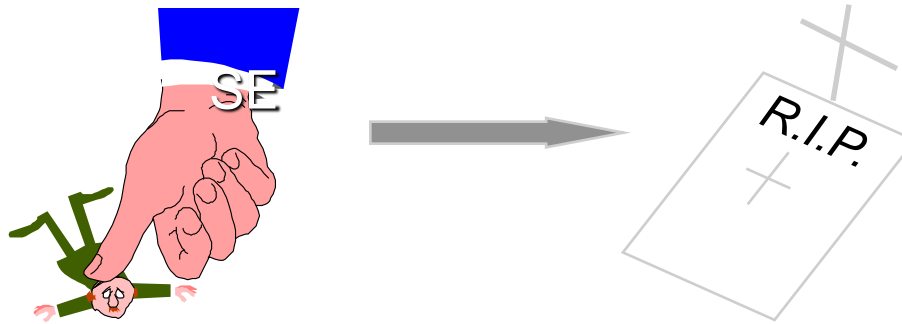
Componentes



Explicación componentes

Un SE debe contar con una componente de explicación

- La respuesta puede ser potencialmente dañina
- Es una forma comprensible de chequear el comportamiento

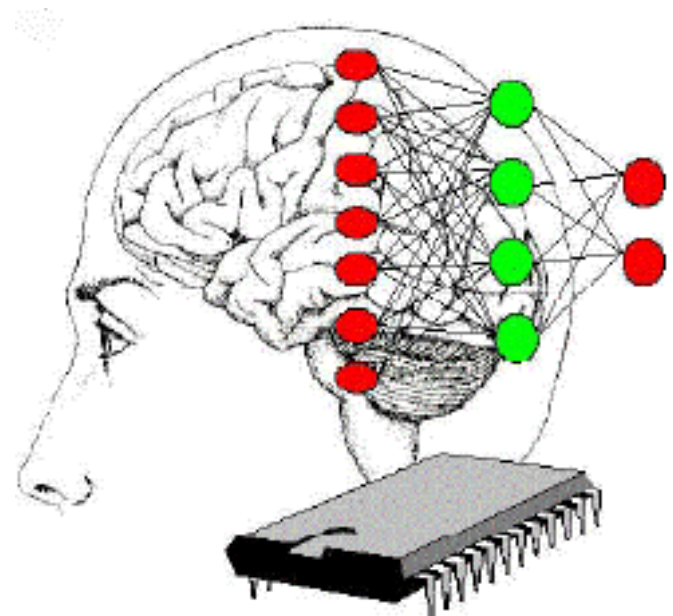


El módulo de explicación del SE debe:

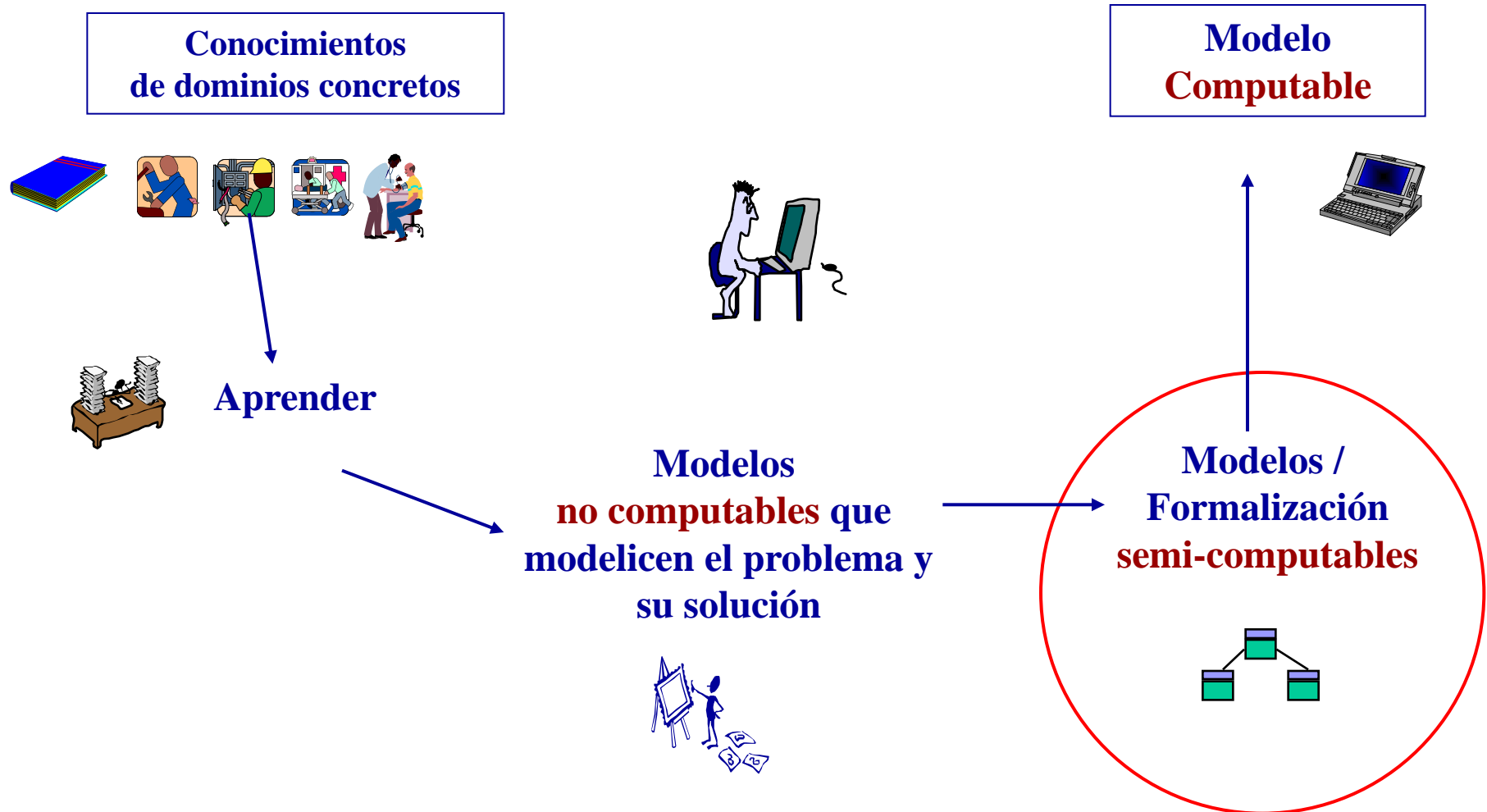
- ✓ Poder responder a preguntas como las siguientes
 - ¿Cómo se tomó cierta decisión?
 - ¿Cuándo, cómo y por qué se utiliza una información determinada?
 - ¿Qué decisión se tomó ante un subproblema?
- ✓ Dar respuestas comprensibles y completas

¿Qué es Representar Conocimientos?

- **Representar** simbólicamente los conocimientos del dominio
- Integrarlos en un **modelo de diseño**
- Determinar los **métodos de inferencia** para manejar el conocimiento
- Determinar los **métodos de control** para gobernar el sistema



¿Qué es Representar Conocimientos?



Clasificación de los Formalismos

Representar **Conceptos**:

- Lógicas Descriptivas
- Objeto-Atributo-Valor
- Redes Semánticas

- Marcos

Representar **Relaciones** entre conceptos

- Marcos
- Redes Semánticas

Representar **Heurísticas**

- Sistemas de Producción basados en Reglas (IF **<Condición>** Then **<Acción>**)

Lógica de Predicados de Primer Orden

Relaciones y propiedades \longrightarrow Predicados
Conceptos y valores de propiedades \longrightarrow Argumentos

- SUBCLASE (Vertebrado, Animal)
- SUBCLASE (Invertebrado, Animal)
- INSTANCIA (Perro-1 Vertebrado)
- INSTANCIA (Gusano-1 Invertebrado)

Taxonomía

$\forall x$ **Vertebrado (x) \rightarrow Animal (x)**

- ESQUELETO (Vertebrado, Si)
- ESQUELETO (Invertebrado, no)

Propiedades de cada concepto

- ALTURA (Perro1 50)
- PESO (Perro1 25)
- NOMBRE (Perro1Tuky)
- PESO (Gusano-1, 80)
- ALTURA (Gusano-1, 20)
- NOMBRE (Gusano-1, A)

Propiedades de cada individuo

Objeto-Atributo-Valor

- Para cada objeto existen tantas ternas como atributos se quieran representar

	(Objeto,	Atributo,	Valor),
	↓	↓	↓
Por ejemplo	(Vertebrado,	Esqueleto,	Sí)
	(Invertebrado,	Esqueleto,	No)
	(Perro-1,	Nombre,	Tucky)
	(Perro-1,	Peso,	25)
	(Perro-1,	Altura,	50)

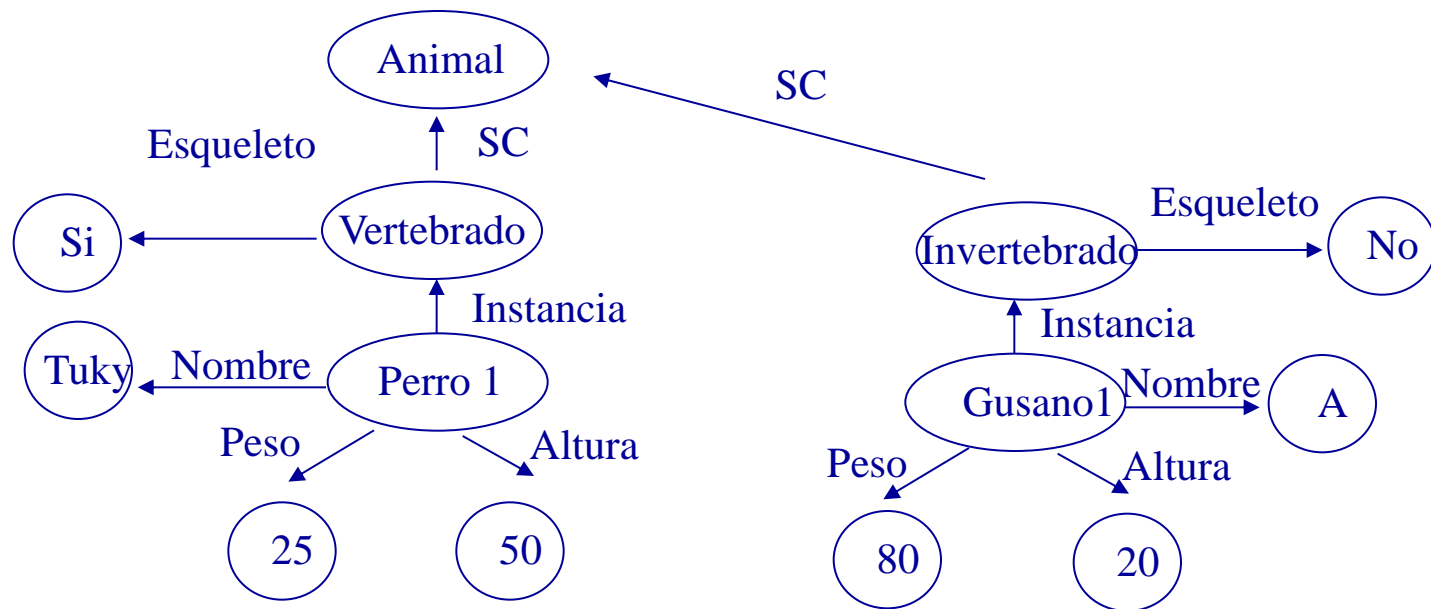
Inconvenientes:

- No se pueden definir relaciones entre conceptos: Vertebrado subclase de animal
- No se puede definir el tipo de una propiedad (tipo de clase) en un concepto
-

Redes Semánticas

Grafos unidireccionales etiquetados

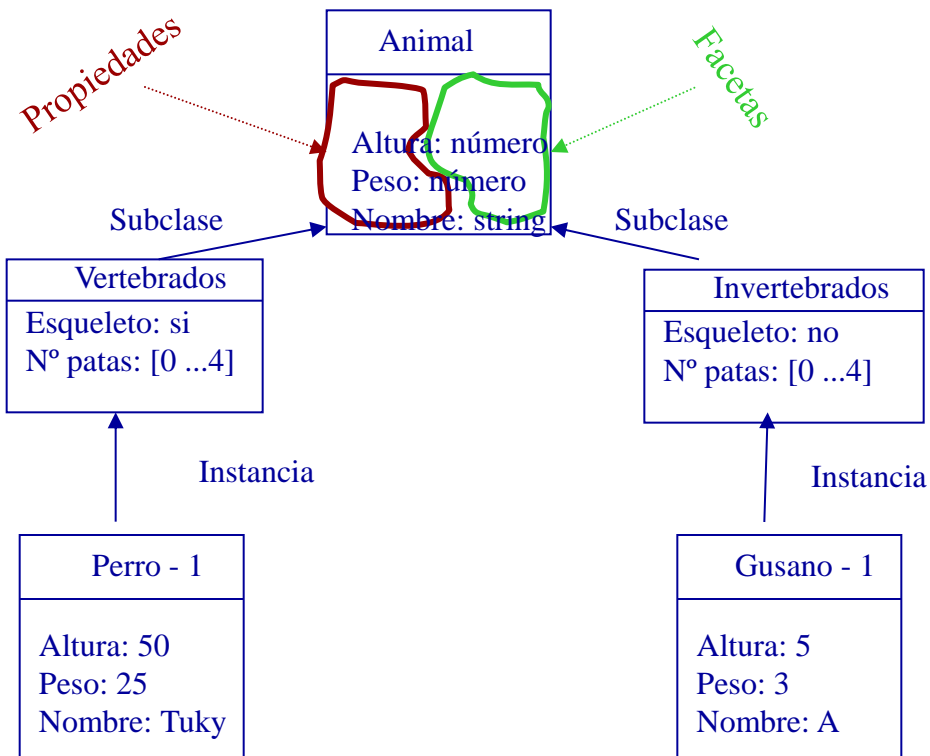
- **Nodos:** Conceptos y valores de propiedades
- **Arcos:** relaciones y propiedades



Inconveniente: no se pueden representar los tipos de las propiedades,

Marcos

- Se representa utilizando **taxonomías de conceptos en tiempo de diseño**
- Conocimiento declarativo y procedimental



Sistemas de Producción basados en reglas

Si $\text{cond1} \wedge \text{cond2} \wedge \text{cond3} \wedge \dots$ **Entonces** $\text{Acc1} \wedge \text{Acc2} \wedge \dots$

$\xleftrightarrow{\text{Antecedentes}} \quad \quad \quad \xleftrightarrow{\text{Consecuentes}}$

R1: Si (Animal \$A) \wedge (Esqueleto \$A sí)
Entonces (Vertebrado \$A)

R2: Si (Animal \$A) \wedge (Esqueleto \$A no)
Entonces (Invertebrado \$A)

R3: Si (Vertebrado \$A) \wedge (Ladra \$A)
Entonces (Perro \$A)

Sistemas de Producción

Base de Reglas

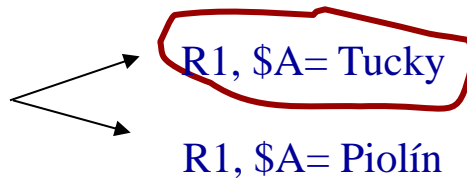
R1: Si (Animal \$A) ^ (Esqueleto \$A sí)
Entonces (Vertebrado \$A)

R2: Si (Animal \$A) ^ (Esqueleto \$A no)
Entonces (Invertebrado \$A)

R3: Si (Vertebrado \$A) (Ladra \$A)
Entonces (Perro \$A)

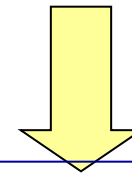
Estrategia de Control: Priority (R1, R2, R3)

Ciclo 1:



Base de Hechos

(Animal Tucky)
(Animal Piolín)
(Esqueleto Piolín sí)
(Esqueleto Tucky sí)
(ladra Tucky)



(Animal Tucky)
(Animal Piolín)
(Esqueleto Piolín sí)
(Esqueleto Tucky sí)
(ladra Tucky)
(Vertebrado Tucky)

Sistemas de Producción

Base de Reglas

R1: Si (Animal \$A) ^ (Esqueleto \$A sí)
Entonces (Vertebrado \$A)

R2: Si (Animal \$A) ^ (Esqueleto \$A no)
Entonces (Invertebrado \$A)

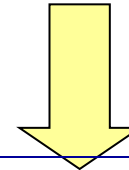
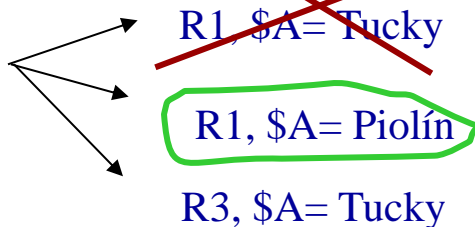
R3: Si (Vertebrado \$A) (Ladra \$A)
Entonces (Perro \$A)

Base de Hechos

(Animal Tucky)
(Animal Piolín)
(Esqueleto Piolín sí)
(Esqueleto Tucky sí)
(ladra Tucky)
(Vertebrado Tucky)

Estrategia de Control

Ciclo 2:



(Animal Tucky)
(Animal Piolín)
(Esqueleto Piolín sí)
(Esqueleto Tucky sí)
(ladra Tucky)
(Vertebrado Tucky)
(Vertebrado Piolín)

Sistemas de Producción

Base de Reglas

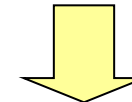
R1: Si (Animal \$A) ^ (Esqueleto \$A sí)
Entonces (Vertebrado \$A)

R2: Si (Animal \$A) ^ (Esqueleto \$A no)
Entonces (Invertebrado \$A)

R3: Si (Vertebrado \$A) (Ladra \$A)
Entonces (Perro \$A)

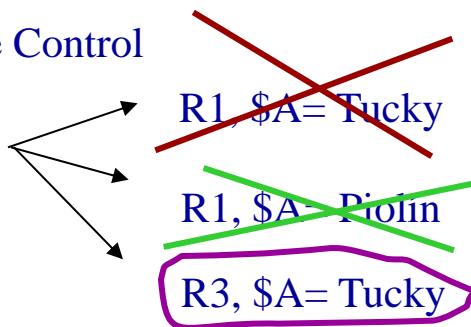
Base de Hechos

(Animal Tucky)
(Animal Piolín)
(Esqueleto Piolín sí)
(Esqueleto Tucky sí)
(ladra Tucky)
(Vertebrado Tucky)
(Vertebrado Piolín)



Estrategia de Control

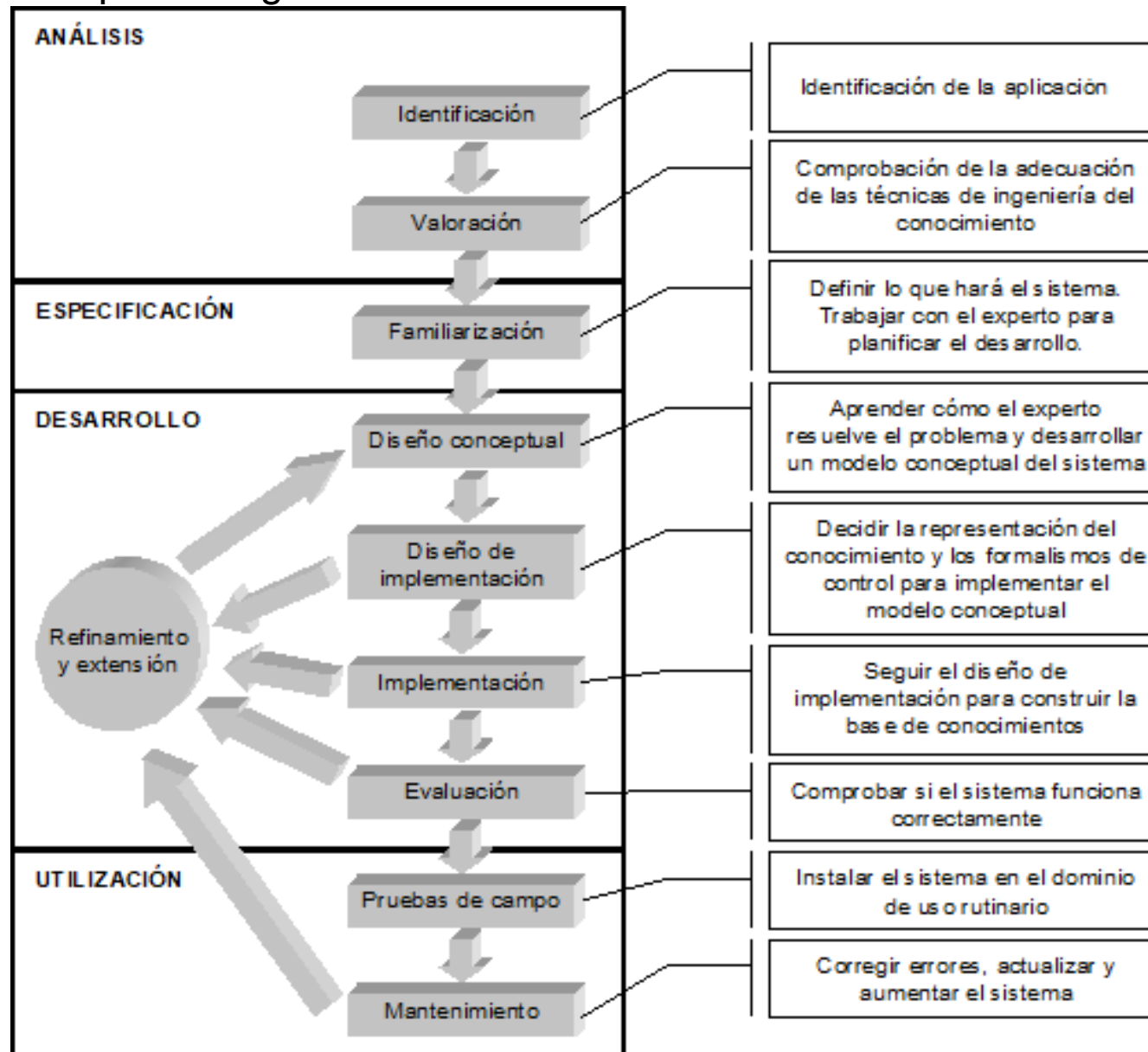
Ciclo 3:



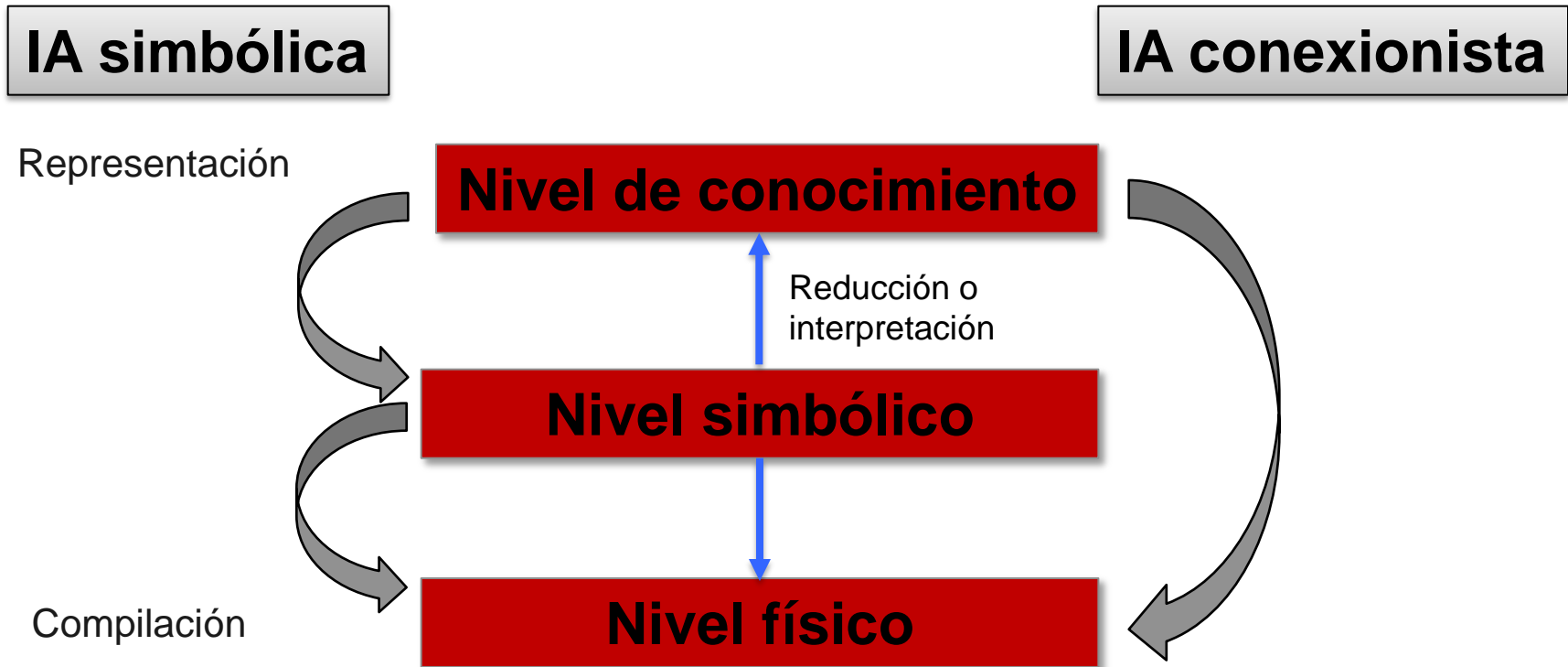
(Animal Tucky)
(Animal Piolín)
(Esqueleto Piolín sí)
(Esqueleto Tucky sí)
(ladra Tucky)
(Vertebrado Tucky)
(Vertebrado Piolín)
(Perro Tucky)

1.3 Metodología de la Inteligencia Artificial

Generalmente, la metodología utilizada para el desarrollo de un sistemas inteligentes contempla las siguientes fases:



Niveles de conocimiento



NIVEL1. Es el nivel genérico incluyendo cuál es el objetivo de la computación, por qué es apropiado y cuál es la lógica de la estrategia adecuada para implementarlo.

NIVEL 2: Es el nivel de **Representación y algoritmo**. ¿Cómo puede implementarse esta teoría de cálculo? (espacios simbólicos de representación de las entradas y salidas y algoritmos que los enlazan).

NIVEL 3: **Implementación**. En un soporte físico del nivel 2 (entornos software y nivel hardware).

1.4. Paradigmas básicos de la Inteligencia Artificial

Existen tres paradigmas básicos en la IA:

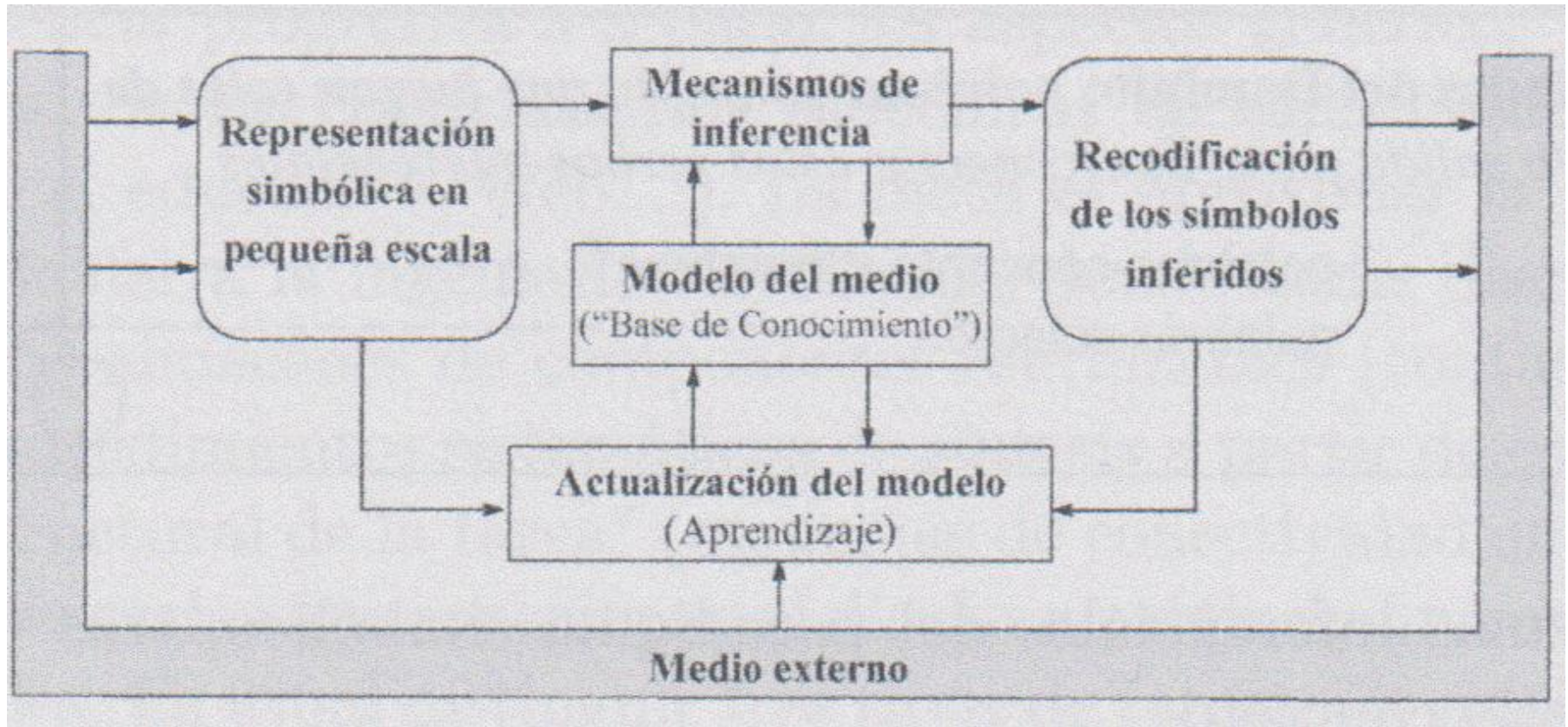
1. **Paradigma simbólico:** programable y basado en el supuesto del conocimiento explicable por procedimientos de manipulación de símbolos.
2. **Paradigma conexionista:** autoprogramable por aprendizaje y donde el conocimiento viene representado la propia estructura de la red neuronal.
3. **Paradigma situado o reactivo:** Se centra en las conductas. Está basado en que toda percepción y toda acción están estructuralmente acopladas, mediante receptores y efectores concretos, a un medio externo e interno también concretos.

El Paradigma Simbólico

- ❑ Todo el conocimiento necesario para resolver una tarea de diagnóstico, planificación, control o aprendizaje, puede **representarse** usando **descripciones declarativas** y explícitas en **lenguaje natural**.
- ❑ Estas **descripciones declarativas** estarían formadas por un conjunto de **hechos**, y otro conjunto de **reglas de inferencia** que describen las relaciones estáticas y dinámicas entre esos hechos.
- ❑ Como en otras ingenierías, es usual distinguir tres tipos de tareas a resolver:



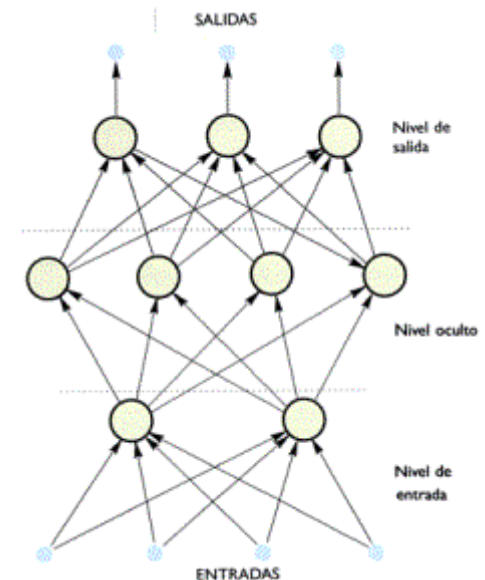
El Paradigma Simbólico: Arquitectura Craik



La **aproximación simbólica es adecuada** para todas aquellas **aplicaciones en las que disponemos de conocimiento suficiente** para especificar las reglas inferenciales y en aquellos procesos de aprendizaje inductivo en los que también disponemos de conocimiento para especificar las meta-reglas.

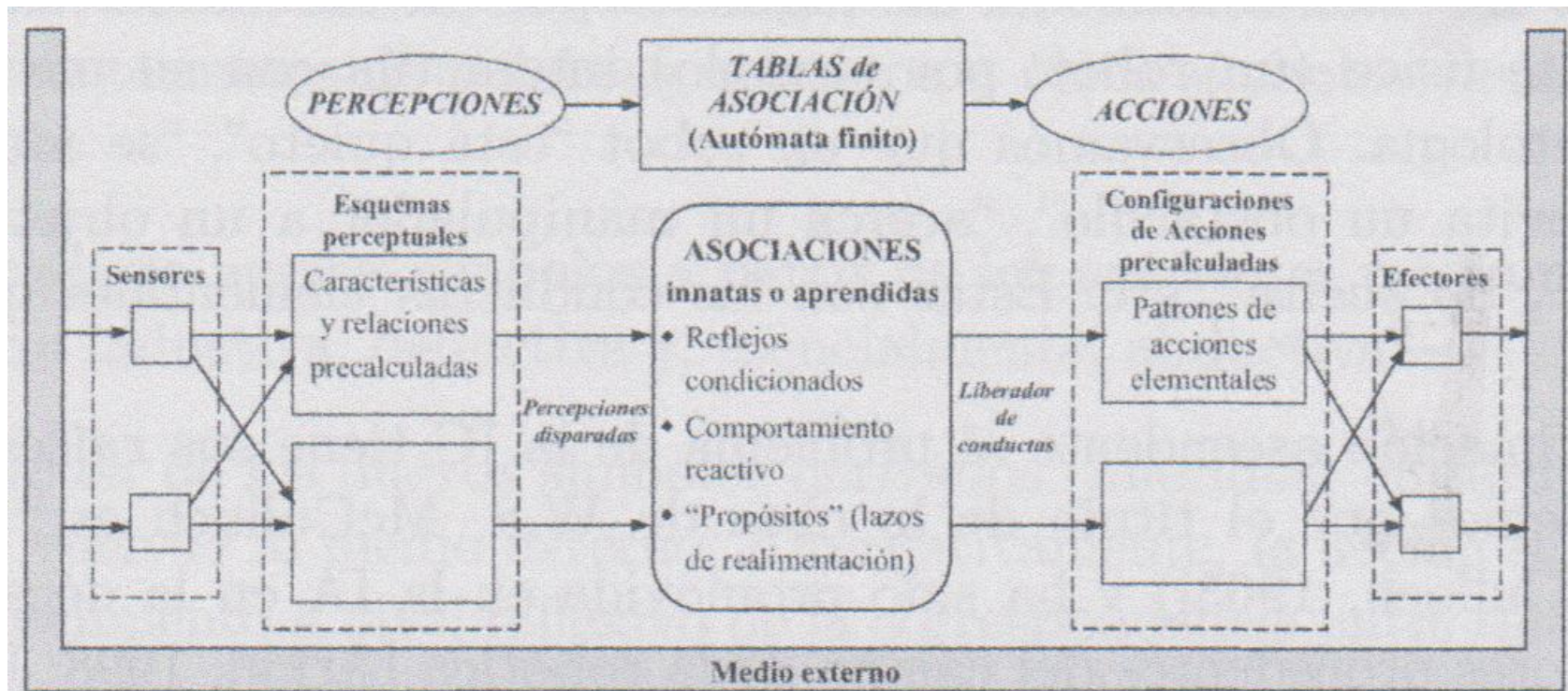
El Paradigma Conexionista

- ❑ La representación del conocimiento se realiza usando una estructura de **red neuronal artificial “RNA”**.
 - ❑ La inferencia se resuelve mediante un clasificador numérico parametrizado en el que el valor de los parámetros se ajusta mediante aprendizaje.
 - ❑ Se usa un gran número de procesadores elementales (*neuronas*) interconectadas.
 - ❑ El conocimiento disponible se obtiene de una fase de análisis de los datos, en los que es el observador externo quien decide cuales van a ser las variables de entrada y salida, el tipo de cálculo local, la estructura interna en capas de la RNA, etc.
 - ❑ **El paradigma conexionista tiene un fuerte carácter numérico.** Las salidas numéricas de la RNA se interpretan en términos de las etiquetas asociadas a las clases de salida.
 - ❑ Todos los problemas resueltos con RNAs se resuelven como un clasificador numérico adaptativo, que asocia valores de entrada de un conjunto de observables con valores de salida de otro conjunto más reducido de clases
-
- ❑ Esta aproximación del conexionismo nos habla de una red que actúa como un clasificador.
 - ❑ Interpreta el sistema como un mecanismo de adaptación de un agente a su medio.
 - ❑ Se utiliza cuando no se sabe representar de forma explícita el razonamiento para la solución de un problema, por lo que se acude a modelos numéricos aproximativos cuyos valores se ajustan a base de la experimentación y el aprendizaje



El Paradigma situado o recreativo

- ❑ Se centra en las conductas.
- ❑ Basado en el comportamiento, al interpretar comportamiento inteligente en términos de un conjunto de mecanismo de realimentación.
- ❑ Se pone énfasis en el hecho de que **toda percepción y toda acción están acopladas a través de sensores y efectores concretos.**
- ❑ Por ejemplo, un robot que se mueve, gira a la derecha y evita un obstáculo

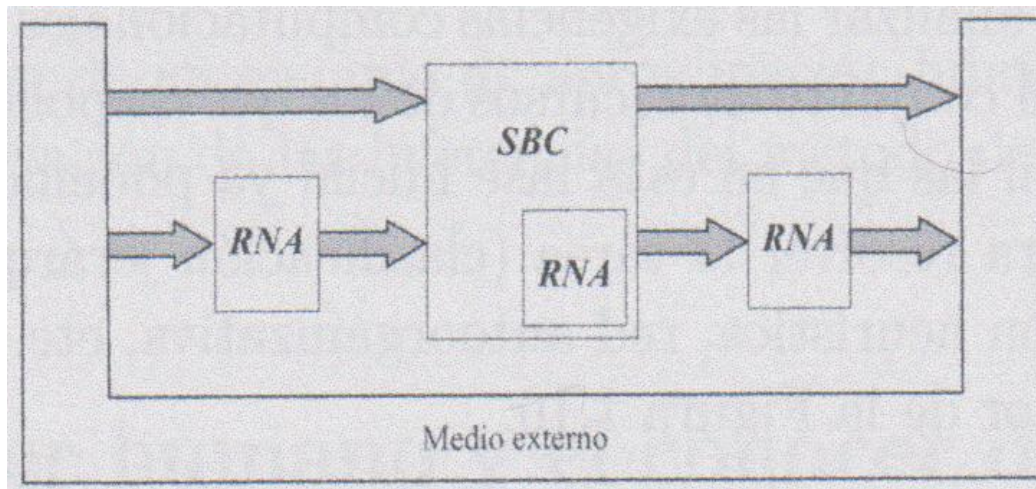


Arquitectura de la interacción de un agente inteligente con su medio de acuerdo con el paradigma situado.

El Paradigma Híbrido

- ❑ La mayoría de problemas en IA suelen ser de naturaleza híbrida. Por tanto, es lógico pensar en soluciones también híbridas, combinando los datos y el conocimiento disponible con elementos o técnicas de varios paradigmas distintos.
- ❑ Por ejemplo, para el control de un robot, podemos necesitar aproximaciones reactivas y declarativas, combinando el paradigma situado, en el que el robot obtiene parte de la información mediante sus perceptores y actúa mediante sus efectores, con otros paradigmas, como el representacional, utilizando técnicas simbólicas y deliberativas, o el conexionista, empleando técnicas neuronales para clasificar datos.

Ejemplo de arquitectura híbrida simbólica-conexionista en la que la RNA actúa como preprocesador, coprocesador o postprocesador de un sistema basado en reglas.



Comparativa entre la nomenclatura usada en el paradigma simbólico y situado

<i>Paradigma simbólico</i>	<i>Paradigma situado</i>
Tareas	Conjunto estructurado de conductas
Subtareas e inferencias	Conductas
Métodos	Tablas y autómatas de asociación percepción-acción
Esquemas inferenciales	Composición de conductas con mecanismos de solución de conflictos
Roles dinámicos de entrada	Liberadores de conducta
Roles dinámicos de salida	Patrones de salida
Control del esquema inferencial	Autómatas finitos