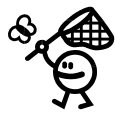
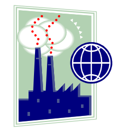
AGENTES LÓGICOS



AGENTES LÓGICOS

CONOCER

RAZONAR INFERIR



LÓGICA= FORMA DE REPRESENTAR EL CONOCIMIENTO

AGENTES BASADOS EN CONOCIMENTO

Agentes basados en Conocimiento (ABC)

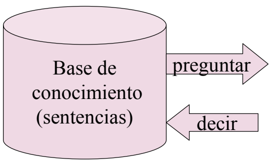
Los **ABC** pueden

1. **aceptar nuevas tareas** bajo la forma de **OBJETIVOS** descriptos explícitamente
2. **adquirir rápidamente competencia** o adquirir conocimiento de su ambiente
3. **adaptarse a cambios en el ambiente** mediante la actualización de conocimiento relevante

Agentes basados en Conocimiento (ABC)

- El componente central de un ABC es su **Base de Conocimientos, BC.**
- **BC:** Conjunto de *sentencias*
- **Sentencias:** representaciones de afirmaciones o hechos del universo
- **Axioma:** sentencia que no es derivada de otras.
- **Lenguaje de representación del conocimiento:** usado para expresar *sentencias*

Agentes basados en Conocimiento (ABC)



Inferencia: derivar nuevas Sentencias a partir de las Existentes.

Caballo(barbaAzul)
Padre(BarbaAzul, Rosinante)

Caballo(X) ^padre(X,Y) → caballo(Y)

inferencia → Caballo(Rocinante)

Agentes basados en Conocimiento (ABC)

Función Agente-BC (*percepción)* **retorna** *acción*

Static: *BC*, Base de Conocimientos
t, un contador, inicialmente en 0, representa tiempo

Decir(*BC*,**Crear-sentencia-Percepción** (*percepción,t*))

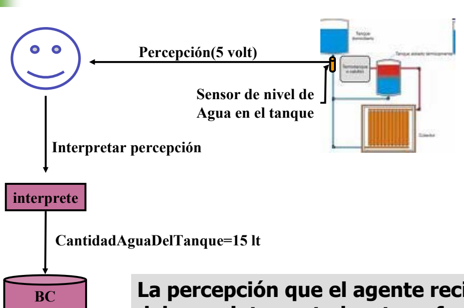
acción := **preguntar**(*BC* , pedir-Acción(*t*))

decir (*BC* , **Crear-sentencia-accion**(*acción* , *t*))

$t := t + 1$

retorna *acción*

(Recordatorio)



La percepción que el agente recibe debe ser interpretada y transformada en conocimiento para el agente

Agentes basados en Conocimiento (ABC)

- El agente debe ser capaz de:
  - Representar estados, acciones, etc.
  - Incorporar conocimiento
  - Actualizar su representación interna del mundo
  - Deducir propiedades ocultas del mundo
  - Deducir las acciones más apropiadas
- Los elementos básicos en el diseño de un agente son:
  - Un Lenguaje Formal
  - Medios para razonar en dicho lenguaje

Agentes basados en Conocimiento (ABC)

Máquina de Inferencia ←	Algoritmos independientes del domir
Base de Conocimientos ←	Contenidos específicos del dominio

El ABC puede ser descrito:

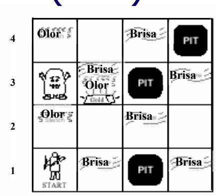
- **Nivel de Conocimiento**: **<u>qué</u>** es lo que el agente conoce.
- **Nivel Implementación**: estructuras de datos en la **BC** y los algoritmos que lo manipulan.

Agentes basados en Conocimiento (ABC)

- Representan explícitamente Conocimiento y Razonan con él.
- Ventaja: alto grado de modularidad
- La estructura de control (Máquina de Inferencia) se independiza del conocimiento, y cada unidad de conocimiento puede ser independiente de las restantes.
- Esta forma de organizar el agente facilita la experimentación con el mismo y realizar modificaciones.
- Es mucho más sencillo para el agente explicar su operación.

Agentes basados en Conocimiento (ABC)

El mundo de Wumpus:



Un **agente** explora una cueva.

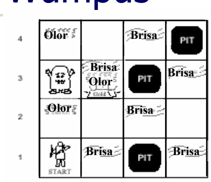
En alguna habitación reside **Wumpus (W)**

Algunas habitaciones poseen **cavernas (P)** mortales.

En alguna habitación del ambiente hay una barra de oro que puede ser tomada por el agente.

El mundo de Wumpus

Objetivo: depositar el oro en la celda inicial



El ambiente es:

1. En la celda que contiene el Monstruo y en las adyacentes el agente percibe un Mal Olor
2. En la celda directamente adyacente a un pozo , el agente percibe una brisa
3. En la celda en donde hay Oro, el agente percibe un resplandor
4. Cuando el Monstruo es destruido, emite un gemido que se percibe en todos lados
5. Cuando el agente choca contra una pared, percibe un golpe
6. El agente muere si entra en una celda con el Monstruo o un Pozo. Si el Monstruo esta muerto, la celda es segura pero hay Mal Olor.

El mundo de Wumpus

Las percepciones son: *olor, brisa, resplandor, golpe y gemido* (dadas como una lista de cinco símbolos)

Por ejemplo:

(Olor , Brisa , Resplandor , nada , nada)

Las acciones son:
Avanzar,
Girar-Derecha (90°) ,
Girar-Izquierda (90°),
Levantar (un objeto que esté en la misma celda),
Lanzar-Flecha (el agente tiene una sola flecha) y
Depositar.

El mundo de Wumpus

CARACTERIZACIÓN DEL DOMINIO:

es determinístico? ⇨ **Si** – el estado siguiente = estado actual + acción

es totalmente accesible? ⇨ **No** – solo se tiene percepción local

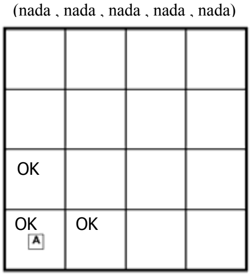
es estático? ⇨ **Si** – Wumpus y las cavernas no se mueven

es discreto? ⇨ **Si**

El mundo de Wumpus

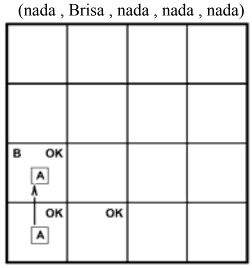
EXPERIMENTEMOS CON EL DOMINIO DE WUMPUS

(nada , nada , nada , nada , nada)



I

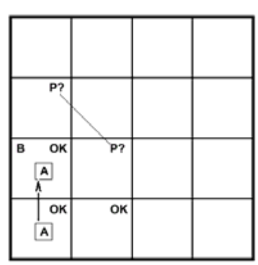
(nada , Brisa , nada , nada , nada)



II

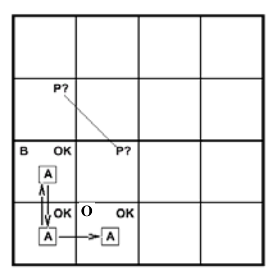
El mundo de Wumpus

(nada , Brisa , nada , nada , nada)



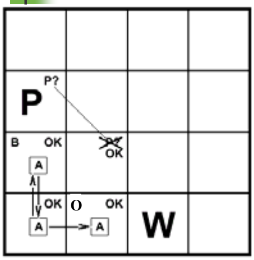
III

(Olor, nada , nada , nada , nada)

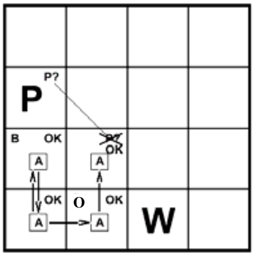


IV

El mundo de Wumpus



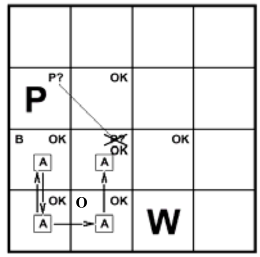
V



VI

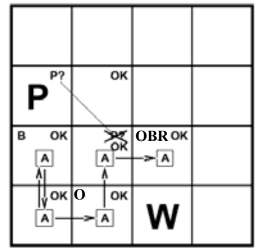
El mundo de Wumpus

(nada , nada , nada , nada , nada)



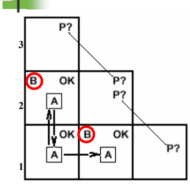
VII

(nada , nada , resplandor , nada , nada)



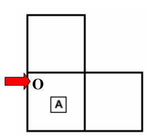
VIII

El mundo de Wumpus



Brisa en (1,2) y (2,1)
⇒ no hay ***acción segura***
Asumiendo que las cavidades se encuentran distribuidas uniformemente, es más probable tener una cavidad en (2,2)

Olor en (1,1)
⇒ no se puede mover



Se puede utilizar una estrategia de coerción:
Disparar en el sentido del agente
Wumpus se encontraba en esa dirección ⇒ muerto ⇒ lugar seguro
Wumpus no se encontraba en esa dirección ⇒ lugar seguro

Representación del conocimiento

- La **Representación del Conocimiento** y el **Razonamiento** son el soporte de un ABC.
- Tratable por computadoras.
- Lenguaje: sintaxis y semántica
  - *Sintaxis*: configuraciones posibles para construir una sentencia. Sentencias bien conformadas.
  - *Semántica*: significado de la sentencia. Define la verdad de cada sentencia de acuerdo a posibles universos.

Representación del conocimiento

- Sintaxis:

  x + y = 4 sentencia bien conformada

  xy=+4 sentencia inválida

- Semántica:

  x + y = 4 es verdadera para los universos:
  x=2, y = 2; x= 3, y= 1; etc…

  Modelos

Representación del conocimiento

- Modelo

Si una sentencia α es V en un modelo M

Decimos:

M satisface α

M es modelo de α

Ej: x + y = 4

donde

x: cantidad de mujeres; y= cant. de hombres

Representación del conocimiento

- Derivar conclusiones:
  - $\alpha \models \beta$ si todo modelo de α es modelo de β
  - $x + y = 4 \not\models x > y$
  - $x - y > 0 \quad x, y \in N \models x > y$

Lógica

Las **lógicas** son **lenguajes formales** para representar información tales como las conclusiones que puede ser deducidas.

Las ***lógicas*** se caracterizan por los conceptos que toman como ***primitivas***.

Objetivos ontológicos: ***<u>Qué existe</u> – hechos? objetos? tiempo? creencias?***

Objetivos epistemológicos: ***Qué estados asume el conocimiento?***

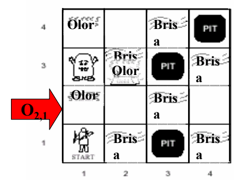
Lógica

Lenguaje	Que existe en el Mundo	*Qué estados asume el conocimiento*
Lógica Proposicional	Hechos	V / F / D
Predicados de 1er. Orden	Hechos, objetos, relaciones	V / F / D
Lógica Temporal	Hechos, Objetos, Relaciones, Tiempo	V / F / D
Teoría Probabilística	Hechos	Grado de certeza 0 1
Lógica fuzzy	Grado de verdad	Grado de certeza 0 1

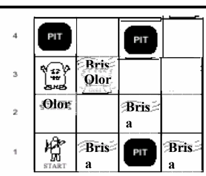
Razonamiento lógico

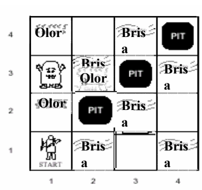
Una **BC** *permite inferir* una **oración** α ***Sii*** **es verdadera** en todos los mundos donde BC es **verdadera**

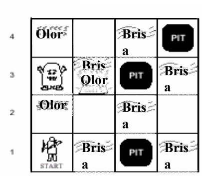
BC |= α



Esta representación es un **Modelo** para la *afirmación* "$O_{2,1}$", bajo la interpretación que significa que hay *olor* en la posición 2,1.







Hay muchos otros modelos para esta afirmación, se pueden construir diversos mundos (sin pozos, con oro en otras posiciones, etc.), mientras se mantenga **O** en la posición 2,1.

Razonamiento lógico

Una afirmación α es ***implicada*** por una **Base de Conocimientos BC**, ***si*** los modelos de la **BC** son todos modelos de α.

Si **BC** es **Verdadera**, **a** debe ser **Verdadera**.

En este Lenguaje, un mecanismo de inferencia posible es emplear las **Tablas de Verdad**.

Para este caso siempre es posible enumerar las **2^n** filas de la tabla para cualquier prueba que involucre **n** símbolos proposicionales.

Esto implica que el tiempo de cómputo es exponencial en **n**, y por lo tanto impráctico.

Razonamiento lógico

Sea:

BC = {resplandor, resplandor⇒hayOro} α = resplandor

Es posible inferir α de BC?

1. Encontrar los modelos de BC es decir los valores de verdad De p y q que hacen verdaderos TODAS las sentencias de BC.

Resplandor (p)	hayOro (q)	p⇒q	BC
V	V	modelo	
V	F	F	F
F	V	V	F
F	F	V	F

Son modelos de p? si

BC|= α

Razonamiento lógico

Comprobación de modelos:

Sea: $\alpha = A \vee B$ y BC $= (A \vee C) \wedge (B \vee \neg C)$

Es este el caso en que BC $\models \alpha$?

Verificar todos los modelos posibles - α **debe** ser true siempre que la BC **sea** true

A	B	C	$A \vee C$	$B \vee \neg C$	BC	α
$False$	$False$	$False$	False	True	False	False
$False$	$False$	$True$	True	False	False	False
$False$	$True$	$False$	False	True	False	False
$False$	$True$	$True$	True	True	True	True
$True$	$False$	$False$	True	True	True	True
$True$	$False$	$True$	True	False	False	True
$True$	$True$	$False$	True	True	True	True
$True$	$True$	$True$	True	True	True	True

Inferencia: mecanismo para encontrar implicaciones.

Razonamiento lógico

Otra opción es el empleo de **Reglas de Inferencia**, lo cual se basa en la propiedad de **Monotonicidad** de ciertas lógicas, como la **proposicional** y **predicados de 1er orden**.

Una lógica es **<u>monótona</u>** si cuando agregamos nuevas afirmaciones a la **BC**, todas las afirmaciones implicadas originalmente siguen siendo implicadas por la **BC** ampliada.

If BC1 |= a then (BC1 ∪ BC2) |= a

Reglas de Inferencia

Modus Ponens

$$\frac{\alpha \Rightarrow \beta\ ,\ \alpha}{\beta}$$

WumpusEnFrente ∧ wumpusVivo ⇒ Disparar

wumpusEnFrente ∧ wumpusVivo

Disparar

Modus Tolen

$$\frac{\alpha \Rightarrow \beta\ ,\neg\beta}{\neg\alpha}$$

wumpusMuerto ⇒ hayGemido

¬hayGemido

¬wumpusMuerto

Reglas de Inferencia

Eliminación-Y

$$\frac{\alpha \wedge \beta}{\alpha}$$

$$\frac{\text{wumpusEnFrente} \wedge \text{wumpusVivo}}{\text{wumpusVivo}}$$

Resolución

$$\frac{\alpha \vee \beta\ ,\ \neg\beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$$

$$\frac{\text{wumpusEnFrente} \vee \text{wumpusDerecha} \quad \neg\text{wumpusDerecha}}{\text{wumpusEnFrente}}$$

Reglas de Inferencia

Equivalencias:

$\alpha \Rightarrow \beta \approx \neg\alpha \vee \beta$

$\alpha \Rightarrow \beta \approx \neg\beta \Rightarrow \neg\alpha$

$\neg(\alpha \wedge \beta) \approx \neg\alpha \vee \neg\beta$

$\neg(\alpha \vee \beta) \approx \neg\alpha \wedge \neg\beta$

$(\alpha \wedge (\beta \vee \chi)) \approx (\alpha \wedge \beta) \vee (\alpha \wedge \chi)$

$(\alpha \Leftrightarrow \beta) \approx (\alpha \Rightarrow \beta) \wedge (\beta \Rightarrow \alpha)$

$(\alpha \Rightarrow \beta) \wedge (\beta \Rightarrow \alpha) \approx (\alpha \Leftrightarrow \beta)$

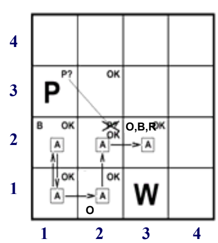
Ejemplo en el mundo de Wumpus

La percepción actual es
(O, B, R, nada, nada)

La Base de Conocimiento del Agente contiene la siguiente información:

$\neg O_{1,1}$ $\quad \neg B_{1,1}$
$\neg O_{2,1}$ $\quad B_{2,1}$
$O_{1,2}$ $\quad \neg B_{1,2}$

R1: $\neg O_{1,1} \Rightarrow \neg W_{1,1} \wedge \neg W_{1,2} \wedge \neg W_{2,1}$
R2: $\neg O_{2,1} \Rightarrow \neg W_{2,1} \wedge \neg W_{2,2} \wedge \neg W_{3,1} \wedge \neg W_{1,1}$
R3: $O_{1,2} \Rightarrow W_{1,1} \vee W_{2,2} \vee W_{1,3}$



Dadas estas afirmaciones, veremos como el agente puede concluir mecánicamente que:

$W_{1,3}$

Ejemplo en el mundo de Wumpus

1. Aplicando Modus Ponens con las afirmaciones: R1 y $\neg O_{1,1}$, obtenemos

$$\underbrace{\neg O1,1 \Rightarrow \neg W1,1 \wedge \neg W1,2 \wedge \neg W2,1}_{p \Rightarrow q}\ \wedge\ \underbrace{\neg O1,1}_{p}$$

$$\neg W_{1,1} \wedge \neg W_{1,2} \wedge \neg W_{2,1}$$

2. Lo cual origina las siguientes afirmaciones

$\neg W_{1,1} \quad \neg W_{1,2} \quad \neg W_{2,1}$

3. Aplicando Modus Ponens con las afirmaciones: R2 y $\neg O_{2,1}$, obtenemos

$$\underbrace{\neg O2,1 \Rightarrow \neg W2,1 \wedge \neg W2,2 \wedge \neg W3,1 \wedge \neg W1,1}_{p \Rightarrow q}\ \wedge\ \underbrace{\neg O2,1}_{p}$$

$$\neg W_{2,1} \wedge \neg W_{2,2} \wedge \neg W_{3,1} \wedge \neg W_{1,1}$$

Lo cual origina:

W2,1 ¬W2,2 ¬W3,1 ¬W1,1

Ejemplo en el mundo de Wumpus

4. Aplicando Modus Ponens con las afirmaciones: R3 y O1,2 obtenemos

$$\underbrace{O1,2 \Rightarrow W1,1 \vee W2,2 \vee W1,3}_{p \Rightarrow q} \quad \underbrace{O1,2}_{p}$$
$$W1,1 \vee W2,2 \vee W1,3$$

5. Aplicando Resolución entre $(\overset{\beta}{W1,1} \vee \overset{\alpha}{W2,2 \vee W1,3})$ y $(\neg W1,1)$, Obtenemos

$$W2,2 \vee W1,3$$

6. Aplicando Resolución entre $(W2,2 \vee W1,3)$ y $(\neg W2,2)$, obtenemos

W1,3

Resolución

$$\frac{\alpha \vee \beta \;,\; \neg\beta \vee \gamma}{\alpha \vee \gamma}$$

Transformar conocimiento en acciones

Cómo decidir que acciones tomar?

$$A1,1 \wedge Este \wedge W1,2 \Rightarrow \neg Avanzar$$

Debo Avanzar?

Debo Doblar-Derecha?

Problemas

El problema de la **Lógica Proposicional** es que se requiere un gran número de proposiciones para expresar, aun pequeños problemas.

⇩

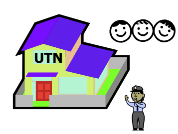
LOGICA DE PREDICADOS DE 1er. ORDEN

SINTAXIS:

Constante	**rojo, 2 , grande, ...**
Predicados	**Hermano, > , =, ..**
Funciones	**raiz, mayor, ...**
Variable	**X, Y, W,.....**
Conectivos	**$\wedge, \vee, \Leftrightarrow, \Rightarrow, \neg$,...**
Cuantificadores	**$\forall, \exists$**

Lógica de predicado de Primer Orden

Objetos: utn, juan, maría, josé ....
Propiedades: techo(azul), persona(juan),
Relaciones: alumno(utn,maría), alumno(utn,juan) alumno(utn, josé).
CuidaAutos(utn, luisito)



Sentencia → sentenciaAtomica | (sentencia conec sentencia) | cuantificador var sentencia | ¬sentencia
sentenciaAtomica → predicado(term1, ..., termN)
Term → funcion(term1,...., termN) | cost | var
Conec → ∧ | ∨ | ⇔ | ⇒ | ¬
Cuantificador → ∀, ∃

Ej: hermano(Juan, Pedro), identidad(nombre(juan),dni(22544454450)).

Lógica de predicado de Primer Orden

CUANTIFICADOR UNIVERSAL

∀(var) {sentencia}

Ej. Todos los alumnos de UTN son inteligentes

$\forall$x alumno(UTN, X) $\Rightarrow$ inteligente(X)

Es verdadera sii es verdadera la siguiente conjunción:

alumno(UTN, maría) $\Rightarrow$ inteligente(maría) $\wedge$ alumno(UTN, juan) $\Rightarrow$ inteligente(juan) $\wedge$ alumno(UTN, josé) $\Rightarrow$ inteligente(josé) $\wedge$ alumno(UTN, luisito) $\Rightarrow$ inteligente(luisito)

Falso

Verdadero

El error más usual es usar el conectivo ^ con el cuantificador universal:

∀x alumno(UTN, X) ^ inteligente(X).

Significa que todo el mundo es alumno de UTN y todos son inteligentes.

Lógica de predicado de Primer Orden

CUANTIFICADOR EXISTENCIAL

∃(var) {sentencia}

Ej. Existe algún alumno en UTN que es inteligente

$\exists$ x alumno(UTN, X) ^ inteligente(X)

Es verdadera sii la disyunción de instancias es verdadera:

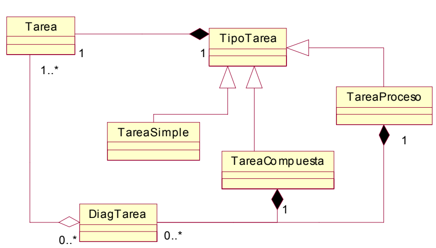
alumno(UTN, maría) ^ inteligente(maría) V
alumno(UTN, josé) ^ inteligente(josé) V
....

El error más usual es usar el conectivo $\Rightarrow$ con el cuantificador existencial:

$\exists$ x alumno(UTN, X) $\Rightarrow$ inteligente(X).

Esto es verdadero para un x que no esté en UTN y sea inteligente.

LPPO: Ejemplo



☑ Una tarea no puede participar de un diagrama asociado a sí misma.

☑ La relación de herencia es no-reflexiva, anti-simétrica y transitiva.

LPPO: Ejemplo

es-un(tareaSimple, tipoTarea).
es-un(tareaCompuesta, tipoTarea).
es-un(tareaProceso, tipoTarea).
compuestoPor(tareaCompuesta, diagramaTarea).
compuestoPor(tareaProceso, diagramaTarea)
compuestoPor(tarea, tipoTarea)

no reflexiva:
$\forall$x, ¬ es-un(x,x).
anti-simétrica:
$\forall$ x es-un(x,y) $\Rightarrow$ ¬ es-un(y,x).
transitiva:
$\forall$ x, y, z es-un(x,y) ^ es-un(y,z) $\Rightarrow$ es-un(x,z).

Acertijo lógico

Se ha observado que el boliviano vive en la casa de color rojo, el peruano tiene de mascota un perro, el colombiano toma café, la casa de color verde está inmediatamente a la izquierda de la casa de color roja, el dueño de la casa de color verde toma té, el que vive en la casa del centro toma leche, el Peruano vive en la primera casa, la persona que toma café vive junto a la que tiene un loro, la persona que tiene un caballo vive junto a la que toma té, el que toma leche tiene un loro. La casa de color amarilla está a la derecha de la casa Roja.

¿dónde vive el colombiano?

Objetos:? Boliviano, peruano, colombiano, te, café, leche, loro, caballo, perro, casaAmarilla, CasaVerde, casaRoja.

Propiedades:? ser mascota, ser infusión, ser persona, serCasadelCentro.

Relaciones? viveEn(unaPersona, unaCasa)
tieneMascota(unaPersona, unaMascota)
toma(unaPersona, unaInfusión) ; Vecino(unaP, otraP)
Izq(unaCasa,otraCasa), der(unaCasa,OtraCasa),

Acertijo lógico

"el boliviano vive en la casa de color rojo"

viveEn(boliviano, casaRoja)

"el peruano tiene de mascota un perro"

tieneMascota(peruano, perro)

"el colombiano toma café"

toma(colombiano, café)

"la casa de color verde está inmediatamente a la izquierda de la casa de color roja"

izq(casaVerde, casaRoja)

"el dueño de la casa de color verde toma té"

$\mathbf{viveEn(X, casaVerde) \Rightarrow toma(X,te)}$

el que vive en la casa del centro toma leche

$\mathbf{viveEn(X,Casa) \wedge central(Casa) \Rightarrow toma(X,leche)}$

el Peruano vive en la primera casa

$\mathbf{primera(Casa) \Rightarrow viveEn(peruano, Casa)}$

Acertijo lógico (Cont.)

la persona que toma café vive junto a la que tiene un loro

$\mathbf{Toma(X,café) \wedge tieneMascota(Y,loro) \Rightarrow vecinos(X,Y)}$

la persona que tiene un caballo vive junto a la que toma té

$\mathbf{tieneMascota(X,caballo) \wedge toma(Y,te) \Rightarrow vecinos(X,Y)}$

el que toma leche tiene un loro

$\mathbf{Toma(X,leche) \Rightarrow tieneMascota(X,loro)}$

La casa de color amarilla está a la derecha de la casa Roja.

Der(casaAmarilla, casaRoja)

Necesitamos algunas otras reglas:

¿cuál es la casa del medio?

$\mathbf{der(X,Y) \wedge izq(Z,Y) \Rightarrow central(Y)}$

¿cuál es la primer casa?

$\mathbf{izq(X,Y) \wedge central(Y) \Rightarrow primera(X)}$

Acertijo lógico (Cont.)

$\mathbf{vecino(X,Y) \wedge viveEn(X,CX) \wedge izq(CY,CX) \Rightarrow viveEn(Y,CY)}$

$\mathbf{vecino(X,Y) \Rightarrow vecino(Y,X)}$

$\mathbf{vecino(X,Y) \wedge viveEn(X,CX) \wedge der(CY,CX) \Rightarrow viveEn(Y,CY)}$

Inferencia:

$der(X,Y) \wedge izq(Z,Y) \Rightarrow central(Y)$ {X/casaAmarilla, Y/casaRoja, Z/casaVerde}

$der(casaAmarilla, casaRoja) \wedge izq(casaVerde, casaRoja)$

---

central(casaRoja)

$izq(X,Y) \wedge central(Y) \Rightarrow primera(X)$

$central(casaRoja) \wedge izq(casaVerde, casaRoja)$

Primera(casaVerde)

Acertijo lógico (Cont.)

primera(Casa) ⇒ viveEn(peruano, Casa)
primera(casaVerde)

viveEn(peruano,casaVerde)

viveEn(X, casaVerde) ⇒ toma(X,te)
viveEn(peruano,casaVerde)

toma(peruano, te)

viveEn(X,Casa) ∧ central(Casa) ⇒ toma(X,leche)
central(casaRoja) ∧ viveEn(boliviano, casaRoja)

toma(boliviano, leche)

Acertijo lógico (Cont.)

toma(X,leche) ⇒ tieneMascota(X,loro)
toma(boliviano, leche)

tieneMascota(boliviano, loro)

toma(X,café) ∧ tieneMascota(Y,loro) ⇒ vecinos(X,Y)
toma(colombiano, café) ∧ tieneMascota(boliviano,loro)

vecino(colombiano, boliviano)

vecino(X,Y) ∧ viveEn(X,CX) ∧ der(CY,CX) ⇒ viveEn(Y,CY)
vecino(boliviano, colombiano) ∧ viveEn(boliviano, casaRoja)
∧der(casaAmarilla,CRoja)

viveEn(colombiano, casaAmarilla)

Ejercicio propuesto

- Represente usando LPPO:
  - Vacas, cerdos y Caballos son mamíferos
  - El descendiente de un caballo es un caballo
  - BarbaAzul es un caballo
  - Descendiente y progenitor son relaciones inversas
  - Todo mamífero tiene un progenitor.

Posible solución

Objetos: barbaAzul,
Propiedades: mamífero, vaca, cerdo, caballo
Relaciones: descendiente, progenitor.

vaca(X) v cerdo(X) v caballo(X) ⇔ mamifero(X).
caballo(x) ^ descendiente(X,Y) ⇒ caballo(Y).
caballo(barbaAzul).
descendiente(X,Y) ⇒ progenitor(Y,X).
∀X caballo(X) ⇒ ∃Y progenitor(X,Y).
¿Cómo definiría la relación progenitor?

Posible solución (continuación)

progenitor(X,Y) $\Rightarrow$ padre(X,Y).

Progenitor(X,Y) $\Rightarrow$ progenitor(X,Z) ^ padre(Z,Y).