



**Universidad Autónoma del Estado de México  
Centro Universitario UAEM Valle de México**



# **Licenciatura en Informática Administrativa**

**UNIDAD DE APRENDIZAJE:**

**SIMULACIÓN DE SISTEMAS EXPERTOS**

**TEMA:**

**INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS EXPERTOS Y MANEJO  
DE UN ÁRBOL GENEALÓGICO EN PROLOG**

**Elaboró: Dr. en C. Héctor Rafael Orozco Aguirre  
Agosto de 2019**



I. Datos de identificación

Licenciatura

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica      
Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica

Seriación    
UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de Unidad de Aprendizaje

- Curso taller
- Taller
- Práctica profesional
- 

Modalidad educativa

- Escolarizada. Sistema rígido  No escolarizada. Sistema virtual
- Escolarizada. Sistema flexible  No escolarizada. Sistema a distancia
- No escolarizada. Sistema abierto

Formación común

- Administración 2003  Contaduría 2003
- Mercadotecnia 2010

Formación equivalente

- 
- 
- 

Unidad de Aprendizaje



DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE APRENDIZAJE OPTATIVAS

OPTATIVAS

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9																																												
Comportamiento humano de la organización	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	4	0	4	8	Responsabilidad ética de la empresa	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	4	0	4	8	Sociedad y desarrollo del mundo	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	4	0	4	8	Temas selectos de software de base	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>7</td></tr> </table>	3	1	4	7	Temas selectos de tratamiento de información	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>7</td></tr> </table>	3	1	4	7	Simulación de sistemas digitales	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Seminario de sistemas de información	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Taller de titulación	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Seminario de redes LAN	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6
		4																																																			
		0																																																			
4																																																					
8																																																					
4																																																					
0																																																					
4																																																					
8																																																					
4																																																					
0																																																					
4																																																					
8																																																					
3																																																					
1																																																					
4																																																					
7																																																					
3																																																					
1																																																					
4																																																					
7																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
Redacción y comunicación	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	4	0	4	8	Estrategias del aprendizaje	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	4	0	4	8	Formación humana y compromiso social	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	4	0	4	8	Temas selectos de arquitectura computacional	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>7</td></tr> </table>	3	1	4	7	Inglés técnico informático	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>7</td></tr> </table>	3	1	4	7	Seminario de ingeniería de software	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Simulación de sistemas expertos	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Seminario de mantenimiento computacional	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Simulación de redes	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6
		4																																																			
		0																																																			
4																																																					
8																																																					
4																																																					
0																																																					
4																																																					
8																																																					
4																																																					
0																																																					
4																																																					
8																																																					
3																																																					
1																																																					
4																																																					
7																																																					
3																																																					
1																																																					
4																																																					
7																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
Investigación social y comunidad	<table border="1"> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	4	0	4	8	Temas selectos de programación e ingeniería de software	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>7</td></tr> </table>	3	1	4	7	Temas selectos de redes computacionales	<table border="1"> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>7</td></tr> </table>	3	1	4	7	Seminario de automatización de oficinas	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Simulación de inteligencia artificial	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6	Seminario de análisis y diseño de sistemas	<table border="1"> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>6</td></tr> </table>	2	2	4	6																		
		4																																																			
		0																																																			
4																																																					
8																																																					
3																																																					
1																																																					
4																																																					
7																																																					
3																																																					
1																																																					
4																																																					
7																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					
2																																																					
2																																																					
4																																																					
6																																																					

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	HT: Horas Teóricas
	HP: Horas Prácticas
	TH: Total de Horas
	CR: Créditos

→ 11 líneas de vertación.  
Créditos mínimos 37 y máximos 57 por periodo escolar

\* Actividad académica.  
\* La carga horaria de las UA optativas que curse y acredite el alumno.  
© Créditos de las UA optativas

- Núcleo básico obligatorio.
- Núcleo básico optativo
- Núcleo sustantivo obligatorio.
- Núcleo sustantivo optativo
- Núcleo Integral obligatorio.
- Núcleo Integral optativo

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo básico obligatorio: cursar y acreditar 11 UA	<table border="1"> <tr><td>34</td></tr> <tr><td>18</td></tr> <tr><td>52</td></tr> <tr><td>86</td></tr> </table>	34	18	52	86	Núcleo básico optativo: cursar y acreditar 3 UA	<table border="1"> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>24</td></tr> </table>	*	*	*	24	Total del núcleo básico: acreditar 14 total de UA para cubrir 110 total de créditos
34												
18												
52												
86												
*												
*												
*												
24												
Núcleo sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 26 UA	<table border="1"> <tr><td>58</td></tr> <tr><td>76</td></tr> <tr><td>134</td></tr> <tr><td>192</td></tr> </table>	58	76	134	192	Núcleo sustantivo optativo: cursar y acreditar 2 UA	<table border="1"> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>34</td></tr> </table>	*	*	*	34	Total del núcleo sustantivo acreditar 28 total de UA para cubrir 206 total de créditos
58												
76												
134												
192												
*												
*												
*												
34												
Núcleo Integral obligatorio: cursar y acreditar 6+ UA	<table border="1"> <tr><td>16</td></tr> <tr><td>24</td></tr> <tr><td>38</td></tr> <tr><td>64</td></tr> </table>	16	24	38	64	Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 6 UA	<table border="1"> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>*</td></tr> <tr><td>36</td></tr> </table>	*	*	*	36	Total del núcleo integral acreditar 11 + 1* total de UA para cubrir 85 total de créditos
16												
24												
38												
64												
*												
*												
*												
36												

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA obligatorias	43 + 1*
UA optativas	10
UA a acreditar	53 + 1*
Créditos	400

# Propósito de la Unidad de Aprendizaje

---

- El alumno conocerá la utilización de técnicas de Inteligencia Artificial y su aplicación en la rama de los Sistemas Expertos.

# Contenido

---

- Definición y componentes
- Motores de inferencia y resolución de conflictos
- Un árbol genealógico en Prolog

# Guion explicativo

---

- Esta presentación tiene como fin dar a conocer a los alumnos los siguientes aspectos:
  - Introducción a los Sistemas Expertos
  - Uso de Prolog para la creación de un árbol genealógico

# Guion explicativo

---

- El contenido de esta presentación contiene elementos de competencia (temas) de interés contenidos en la Unidad de Aprendizaje de Simulación de Sistemas Expertos.
- Las diapositivas deben explicarse en orden, y deben revisarse aproximadamente en 6 horas, además de realizar preguntas y dejar prácticas al grupo sobre el contenido mostrado.

# ¿Qué es un Sistema Experto?

---

□ Un **sistema experto** o **sistema basado en el conocimiento** es un sistema informático capaz de emular las prestaciones de un experto humano en un área concreta de conocimiento especializado. Más concretamente, el sistema experto debe ser capaz de llevar a cabo las siguientes tareas:

- **Aceptar las consultas** que el usuario realice acerca de una situación dada del mundo real.
- **Aceptar los datos** proporcionados por el usuario acerca de esta situación, y solicitar otros datos que el sistema estime relevantes.

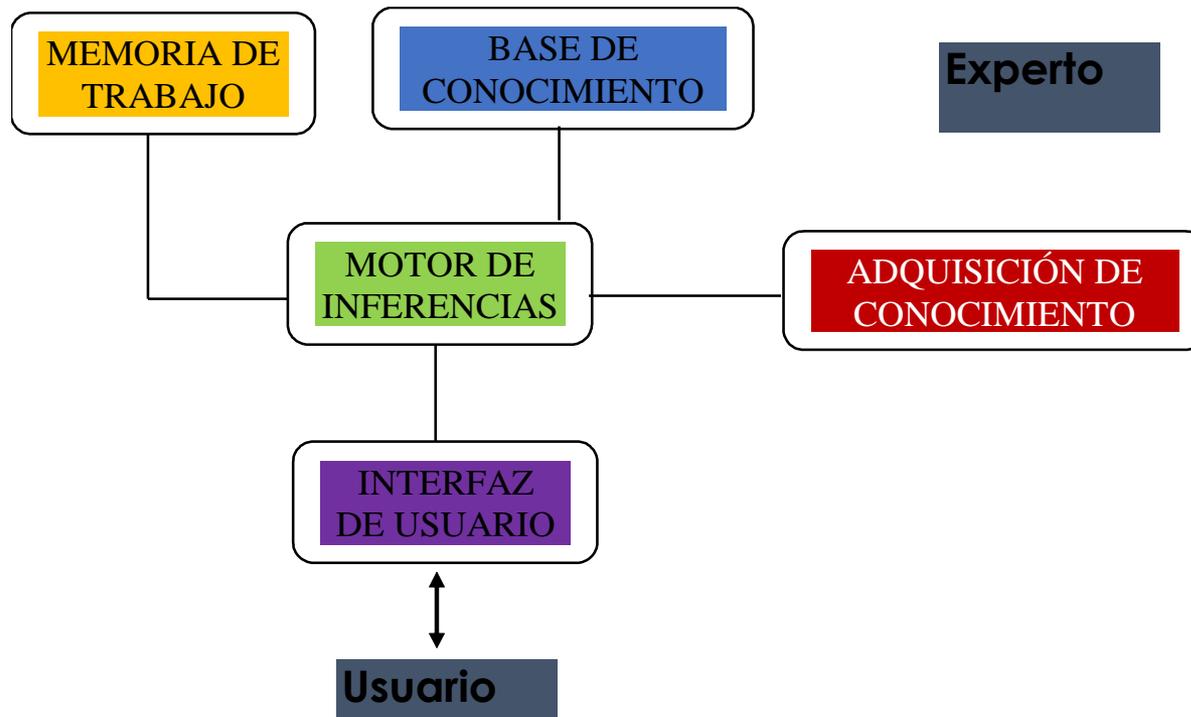
# ¿Qué es un Sistema Experto?

---

- **Procesar esta información**, en busca de una respuesta a la consulta planteada.
- **Emitir la respuesta** hallada, que debe ser análoga en la mayor parte de los casos a la respuesta que daría un experto humano.
- **Justificar la respuesta** finalmente emitida, siempre que el usuario así lo solicite.

# Componentes de un Sistema Experto

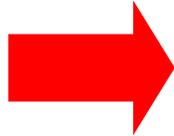
---



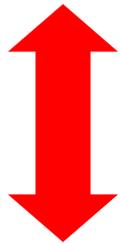
# Componentes de un Sistema Experto

---

Base de Conocimiento

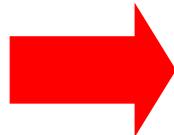


Su estructura de datos queda definida en términos del esquema de representación elegido para incorporar el conocimiento del dominio de trabajo.



Separados entre sí

Motor de Inferencia



Es la estructura de control de un SE, contiene el programa que gestiona la BC y otros mecanismos necesarios para administrar un sistema de naturaleza interactiva.

# Motores de inferencia

---

- Inicializar(memoria-trabajo);
- Mientras no configuración-final(memoria-trabajo)
- conjunto-reglas  $\leftarrow$  aplicables(memoria-trabajo);
- R  $\leftarrow$  resolver-conflictos(conjunto-reglas);
- memoria-trabajo  $\leftarrow$  aplicar(R, memoria-trabajo)
- fin-mientras;

# Motores de inferencia

---

## ***Algoritmo 1. Funcionamiento de un motor de inferencias***

```
mem-trabajo ← hechos-iniciales;  
Mientras no configuración-final(mem-trabajo)  
    conjunto-reglas ← match(mem-trabajo,antecedentes);  
    R ← resolver-conflictos(conjunto-reglas);  
    C ← consecuente(R);  
    mem-trabajo ← mezclar(C, mem-trabajo)  
fin-mientras;
```

# Motores de inferencia

---

## **Algoritmo 2. Funcionamiento de un motor de inferencias hacia delante**

```
mem-trabajo ← obj-iniciales;  
Mientras no configuración-final(mem-trabajo)  
    obj ← seleccionar(mem-trabajo);  
    conjunto-reglas ← match(obj, consecuentes);  
    R ← resolver-conflictos(conjunto-reglas);  
    A ← antecedente(R);  
    mem-trabajo ← mezclar(A, mem-trabajo)  
fin-mientras;
```

# Motores de inferencia

---

## **Ejemplo:**

Si el motor no se enciende y el motor recibe gasolina,

ENTONCES el problema es de las bujías

Si el motor no enciende y las luces no se encienden,

ENTONCES el problema es de la batería

Si el motor no se enciende y las luces encienden,

ENTONCES el problema es del arranque

Si hay gasolina , ENTONCES el motor recibe gasolina

# Resolución de conflictos

---

## □ Criterios estáticos

- Orden textual de las reglas
- Utilidad de reglas
- Utilidad de hechos
- Especificidad
- Generalidad
- Complejidad
- Simplicidad

# Resolución de conflictos

---

## □ Criterios dinámicos u oportunisticos

### ■ De reglas:

- Mínima espera
- Máxima espera

DEPTH (estrategia por defecto)  
BREATH

### ■ De hechos:

- Mínima espera
- Máxima espera

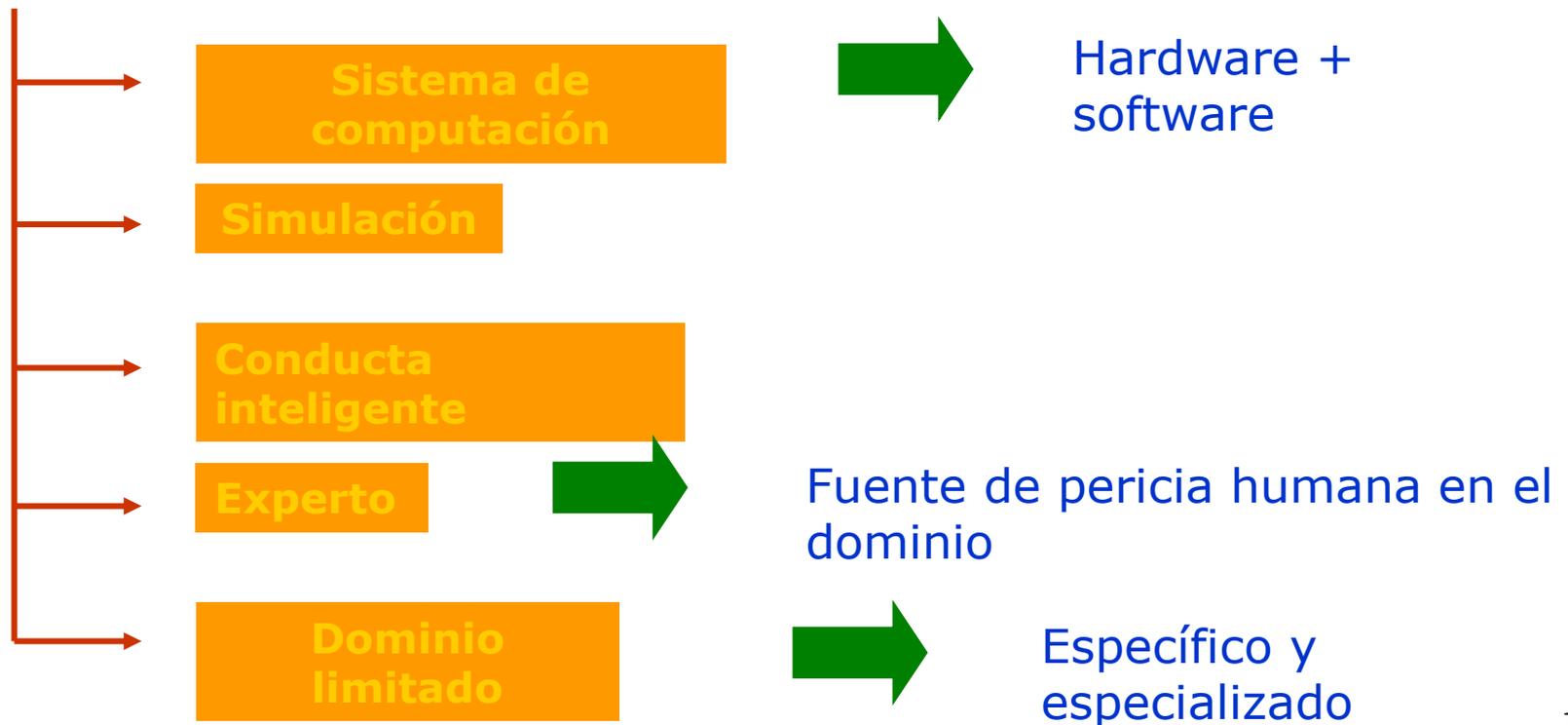
LEX  
MEA

### ■ Manipulables

- Uso de metarreglas. Por ejemplo:  
SI (s1 temperatura NO-CALCULADA) y (s2 temperatura alta)  
ENTONCES UTILIDAD(s1 temperatura) ← 100.

# Comparación con otros sistemas

Es un sistema de cómputo capaz de simular la conducta inteligente de un experto humano en un dominio específico y especializado, con el objeto de resolver problemas.



# Habilidades esperadas

---

- ✓ **Manipular con fluidez descripciones simbólicas.**
- ✓ **Buena performance, comparable al menos a la de los especialistas.**
- ✓ **Interfaz amigable, adecuada a las necesidades de la aplicación.**
- ✓ **Habilidad para manipular conocimiento incompleto e impreciso.**
- ✓ **Capacidad de explicar sus decisiones a los usuarios.**
- ✓ **Posibilidad de justificar sus conclusiones.**

# Ventajas



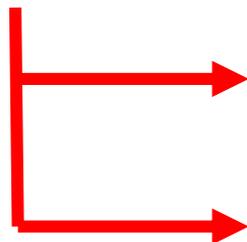
- 
- **El conocimiento no se pierde.**
  - **Reducción del espacio de búsqueda con heurísticas para que el problema sea tratable en un tiempo razonable.**
  - **Manejo de conocimiento incierto e incompleto.**
  - **Posibilidad de justificar el razonamiento seguido.**
  - **Hacer el conocimiento disponible en ambientes hostiles o con carencia de especialistas.**
  - **Aumento de fiabilidad, evitando que prevalezcan las últimas experiencias.**
  - **Modificación sencilla de la BC por su característica modular.**

# Inconvenientes

- **La adquisición del conocimiento es difícil y cara.**
- **La reutilización del conocimiento en contextos diferentes no es simple.**
- **Falta de creatividad y sentido común.**
- **Obstáculos para el aprendizaje y la adaptación.**



Quedan inmersos en el campo de los Sistemas Inteligentes.



Se trabaja sobre metodología de desarrollo

Se los combina con otras tecnologías

# V E N T A J A S

## EXPERIENCIA HUMANA

## EXPERIENCIA ARTIFICIAL

Perecedero

Permanente

Difícil de transferir

Fácil de transferir

Difícil de  
documentar

Fácil de  
documentar

No predecible

Consistente

Costoso

Disponibile

# DESVENTAJAS

## EXPERIENCIA HUMANA

## EXPERIENCIA ARTIFICIAL

Creatividad

Sin inspiración

Es adaptativa

Ambiente fijo

Experiencia sensorial

Entrada simbólica

Enfoque amplio

Enfoque específico

Sentido común

Técnico

---

# **Ejemplo de un árbol genealógico en Prolog**

persona (josefina) .  
persona (hector\_aurelio) .  
persona (blanca) .  
persona (juan) .  
persona (lilia) .  
persona (manuel) .  
persona (veronica) .  
persona (javier) .  
persona (teresa) .  
persona (antonio) .  
persona (mariel) .  
persona (hector\_rafael) .  
persona (nicole) .  
persona (cathy) .  
persona (jorge) .  
persona (blanca\_estela) .  
persona (leonel) .  
persona (alejandra) .  
persona (gabriel) .  
persona (victor) .  
persona (juan\_antonio) .  
persona (alberto) .  
persona (luis) .  
persona (francisco) .  
persona (brenda) .  
persona (angel) .  
persona (josseline) .  
persona (vannessa) .  
persona (fabian) .  
persona (mathieu) .  
persona (jorgito) .  
persona (catalina) .  
persona (santiago) .  
persona (saul) .  
persona (jesus) .  
persona (sarahi) .  
persona (josue) .  
persona (abraham) .

mujer (josefina) .  
mujer (blanca) .  
mujer (lilia) .  
mujer (veronica) .  
mujer (teresa) .  
mujer (mariel) .  
mujer (nicole) .  
mujer (cathy) .  
mujer (blanca\_estela) .  
mujer (alejandra) .  
mujer (brenda) .  
mujer (josseline) .  
mujer (vannessa) .  
mujer (catalina) .  
mujer (sarahi) .  
hombre (hector\_aurelio) .  
hombre (juan) .  
hombre (manuel) .  
hombre (javier) .  
hombre (antonio) .  
hombre (hector\_rafael) .  
hombre (jorge) .  
hombre (leonel) .  
hombre (gabriel) .  
hombre (victor) .  
hombre (juan\_antonio) .  
hombre (alberto) .  
hombre (luis) .  
hombre (francisco) .  
hombre (angel) .  
hombre (fabian) .  
hombre (mathieu) .  
hombre (jorgito) .  
hombre (santiago) .  
hombre (saul) .  
hombre (jesus) .  
hombre (josue) .  
hombre (abraham) .

madre (josefina, juan) .  
madre (josefina, lilia) .  
madre (josefina, veronica) .  
madre (josefina, teresa) .  
madre (josefina, hector\_rafael) .  
madre (josefina, jorge) .  
madre (josefina, blanca\_estela) .  
madre (josefina, alejandra) .  
madre (blanca, gabriel) .  
madre (blanca, victor) .  
madre (blanca, juan\_antonio) .  
madre (lilia, alberto) .  
madre (lilia, luis) .  
madre (veronica, francisco) .  
madre (veronica, brenda) .  
madre (veronica, angel) .  
madre (teresa, josseline) .  
madre (teresa, vannessa) .  
madre (teresa, fabian) .  
madre (mariel, mathieu) .  
madre (nicole, jorgito) .  
madre (cathy, catalina) .  
madre (cathy, santiago) .  
madre (blanca\_estela, saul) .  
madre (blanca\_estela, jesus) .  
madre (blanca\_estela, sarahi) .  
madre (blanca\_estela, josue) .  
madre (blanca\_estela, abraham) .

padre(hector\_aurelio, juan).  
padre(hector\_aurelio, lilia).  
padre(hector\_aurelio, veronica).  
padre(hector\_aurelio, teresa).  
padre(hector\_aurelio, hector\_rafael).  
padre(hector\_aurelio, jorge).  
padre(hector\_aurelio, blanca\_estela).  
padre(hector\_aurelio, alejandra).  
padre(juan, gabriel).  
padre(juan, victor).  
padre(juan, juan\_antonio).  
padre(manuel, alberto).  
padre(manuel, luis).  
padre(javier, francisco).  
padre(javier, brenda).  
padre(javier, angel).  
padre(antonio, josseline).  
padre(antonio, vannessa).  
padre(antonio, fabian).  
padre(hector\_rafael, mathieu).  
padre(jorge, jorgito).  
padre(jorge, catalina).  
padre(jorge, santiago).  
padre(leonel, saul).  
padre(leonel, jesus).  
padre(leonel, sarahi).  
padre(leonel, josue).  
padre(leonel, abraham).

```

madreDe (M, H) :- (persona (M) , mujer (M) ) ,
                  (persona (H) , (mujer (H) ; hombre (H) ) ) ,
                  madre (M, H) .

padreDe (P, H) :- (persona (P) , hombre (P) ) ,
                  (persona (H) , (mujer (H) ; hombre (H) ) ) ,
                  padre (P, H) .

padresDe (M, P, H) :- madreDe (M, H) , padreDe (P, H) .

parejaDe (M, P) :- padresDe (M, P, _) .

esposaDe (E, M) :- parejaDe (E, M) .

esposoDe (M, E) :- esposaDe (E, M) .

maridoDe (M, E) :- esposoDe (M, E) .

suegraDe (S, P) :- madreDe (S, H) , (esposaDe (H, P) ; esposoDe (H, P)) .
suegroDe (S, P) :- padreDe (S, H) , (esposaDe (H, P) ; esposoDe (H, P)) .
suegrosDe (S1, S2, P) :- suegraDe (S1, P) , suegroDe (S2, P) .

nueraDe (N, P) :- suegraDe (P, N) ; suegroDe (P, N) , mujer (N) .
yernoDe (Y, P) :- suegraDe (P, Y) ; suegroDe (P, Y) , hombre (Y) .
nuerasDe (N1, N2, P) :- nueraDe (N1, P) , nueraDe (N2, P) , N1 \== N2 .
yernosDe (Y1, Y2, P) :- (nueraDe (Y1, P) ; yernoDe (Y1, P)) ,
                        (nueraDe (Y2, P) ; yernoDe (Y2, P)) ,
                        Y1 \== Y2 .

hijaDe (H, P) :- (madreDe (P, H) ; padreDe (P, H)) ,
                 mujer (H) .
hijoDe (H, P) :- (madreDe (P, H) ; padreDe (P, H)) ,
                 hombre (H) .
hijosDe (H1, H2, P) :- (hijaDe (H1, P) ; hijoDe (H1, P)) ,
                       (hijaDe (H2, P) ; hijoDe (H2, P)) ,
                       H1 \== H2 .

```

```

abuelaDe (A, N) :- madreDe (A, P) ,
                (madreDe (P, N) ; padreDe (P, N)) .
abueloDe (A, N) :- padreDe (A, P) ,
                (madreDe (P, N) ; padreDe (P, N)) .
abuelosDe (A1, A2, N) :- abuelaDe (A1, N) , abueloDe (A2, N) .
abuelaPaternaDe (A, N) :- madreDe (A, P) , padreDe (P, N) .
abueloPaternoDe (A, N) :- padreDe (A, P) , padreDe (P, N) .
abuelaMaternaDe (A, N) :- madreDe (A, P) , madreDe (P, N) .
abueloMaternoDe (A, N) :- padreDe (A, P) , madreDe (P, N) .
abuelosMaternosDe (A1, A2, N) :- abuelaMaternaDe (A2, N) , abueloMaternoDe (A1, N) .
abuelosPaterosDe (A1, A2, N) :- abuelaPaternaDe (A2, N) , abueloPaternoDe (A1, N) .

hermanaDe (H1, H2) :- hijaDe (H1, P) ,
                    (hijaDe (H2, P) ; hijoDe (H2, P)) ,
                    H1 \== H2 .
hermanoDe (H1, H2) :- hijoDe (H1, P) ,
                    (hijaDe (H2, P) ; hijoDe (H2, P)) ,
                    H1 \== H2 .
hermanos (H1, H2) :- hermanaDe (H1, H2) ; hermanoDe (H1, H2) .
hermanosDe (H1, H2, H3) :- hermanos (H1, H3) , hermanos (H2, H3) .

cuniadaDe (C, P) :- hermanaDe (C, H) , (esposaDe (H, P) ; esposoDe (H, P)) .
cuniadoDe (C, P) :- hermanoDe (C, H) , (esposaDe (H, P) ; esposoDe (H, P)) .
cuniadasDe (C1, C2, P) :- cuniadaDe (C1, P) , cuniadaDe (C2, P) , C1 \== C2 .
cuniadosHombresDe (C1, C2, P) :- cuniadoDe (C1, P) , cuniadoDe (C2, P) , C1 \== C2 .
cuniadosDe (C1, C2, P) :- (cuniadaDe (C1, P) ; cuniadoDe (C1, P)) ,
                    (cuniadaDe (C2, P) ; cuniadoDe (C2, P)) ,
                    C1 \== C2 .

```

```

concuniaDe (C, P):- cuniadaDe (C1, P), esposaDe (C, C1).
concunioDe (C, P):- cuniadaDe (C1, P), esposoDe (C, C1).
concuniasDe (C1, C2, P):- concuniaDe (C1, P), concuniaDe (C2, P), C1 \== C2.
concuniosHombresDe (C1, C2, P):- concunioDe (C1, P), concunioDe (C2, P), C1 \== C2.
concuniosDe (C1, C2, P):- (concuniaDe (C1, P); concunioDe (C1, P)),
                           (concuniaDe (C2, P); concunioDe (C2, P)),
                           C1 \== C2.

primaDe (P1, P2):- hijaDe (P1, P1_),
                   (hijaDe (P2, P2_); hijoDe (P2, P2_)),
                   P1 \== P2,
                   hermanos (P1_, P2_).

primoDe (P1, P2):- hijoDe (P1, P1_),
                   (hijaDe (P2, P2_); hijoDe (P2, P2_)),
                   P1 \== P2,
                   hermanos (P1_, P2_).

primos (P1, P2):- primaDe (P1, P2); primoDe (P1, P2).
primosDe (P1, P2, P3):- primos (P1, P3), primos (P2, P3).

tiaDe (T, S):- madreDe (T, H), primos (S, H).
tioDe (T, S):- padreDe (T, H), primos (S, H).
parejaTiosDe (T1, T2, S):- madreDe (T1, H), padreDe (T2, H),
                           primos (S, H).
tiosDe (T1, T2, S):- (madreDe (T1, H); padreDe (T1, H)),
                    (madreDe (T2, H); padreDe (T2, H)),
                    T1 \== T2,
                    primos (S, H).

sobrinaDe (S, T):- (padreDe (T, H); madreDe (T, H)),
                  primaDe (S, H).
sobrinoDe (S, T):- (padreDe (T, H); madreDe (T, H)),
                  primoDe (S, H).
sobrinosDe (S1, S2, T):- (sobrinaDe (S1, T); sobrinoDe (S1, T)),
                        (sobrinaDe (S2, T); sobrinoDe (S2, T)),
                        S1 \== S2.

```

---

**Correr el programa en SWI  
Prolog y ver la salida de los  
predicados**

# Referencias

---

- Badaró, S., Ibañez, L. J., & Agüero, M. J. (2013). Sistemas expertos: fundamentos, metodologías y aplicaciones. *Ciencia y tecnología*, (13), 349-364.
- Azar, A. T., & Vaidyanathan, S. (Eds.). (2015). *Computational intelligence applications in modeling and control*. Springer International Publishing.
- Wielemaker, J., Lager, T., & Riguzzi, F. (2015). SWISH: SWI-Prolog for sharing. *arXiv preprint arXiv:1511.00915*.
- Peñafiel, E. F. M., Barahona, B. V., & Camejo, I. M. (2018). Methodology of Building An Expert System Using Induction Rules with Structured Programming. *KnE Engineering*, 235-254.