



1

# Aprendizaje de máquina

Dra. Consuelo Varinia García Mendoza

# Temas

- Aprendizaje supervisado
- Aprendizaje no supervisado

# Elementos a evaluar

- Evaluación continua 60%

- Tareas
- Actividades
- Exposiciones
- Prácticas

- Exámenes 40%

- Nota: No se recibirán trabajos de manera extemporánea ni se aplicarán exámenes de manera extemporánea



# Exámenes

- 1er parcial 14 de marzo
- 2º Parcial 9 de mayo
- 3er Parcial 20 de junio
- Examen Extraordinario
  - 25 de junio

- Asistencia
- Comunicación
- Material de trabajo



# Bibliografía

Título	Autor	Editorial	Año
Machine Learning and Artificial Intelligence	Ammet, J.	Springer	2020
Artificial Intelligence: A Modern Approach	Russell, S. & Norvig, P.	Prentice Hall	2020
An Introduction to Machine Learning	Kubat, M.	Springer	2017

# Introducción

# Perspectivas de la IA

1. Comportamiento humano (caracterización externa)
2. Proceso de pensamiento y razonamiento (caracterización interna)
3. Pensamiento racional: el enfoque de las leyes del pensamiento
4. Actuar de forma racional: el enfoque del agente racional



# 1. Comportamiento humano (caracterización externa)

## *La prueba de Turing*

- Definición de Alan Turing
  - *Si hay una máquina detrás de una cortina y un humano está interactuando con ella (por cualquier medio, por ejemplo, audio o mediante un teclado, etc.) y si el humano siente que está interactuando con otro humano entonces la máquina es artificialmente inteligente*
- La inteligencia artificial de Turing no busca construir máquinas extraordinariamente inteligentes que puedan resolver cualquier problema de forma inmediata
- Lo que se busca es construir máquinas capaces de imitar el comportamiento humano

# Capacidades requeridas para aprobar la prueba de Turing

- **Procesamiento de lenguaje natural** para comunicarse en el lenguaje humano
- **Representación de conocimiento** para almacenar lo que se conoce y se escucha
- **Razonamiento automático** para responder las preguntas y sacar nuevas conclusiones
- **Aprendizaje automático** para adaptarse a nuevas circunstancias y detectar y extrapolar patrones
- Si se considera la parte física del comportamiento humano
  - **Visión por computadora y reconocimiento del habla** para percibir el mundo
  - **Robótica** para manipular objetos y moverse por los alrededores

# Prueba de Turing

- Algunos sistemas que se han acercado a las características que se requieren para pasar la prueba de Turing:
  - Eliza (1964)
    - Teoría Rogeriana de Carl Rogers
  - PARRY (1972)
  - A.L.I.C.E (2004)
  - Mitsuku(2013)
  - Eugene Goostman (2014)

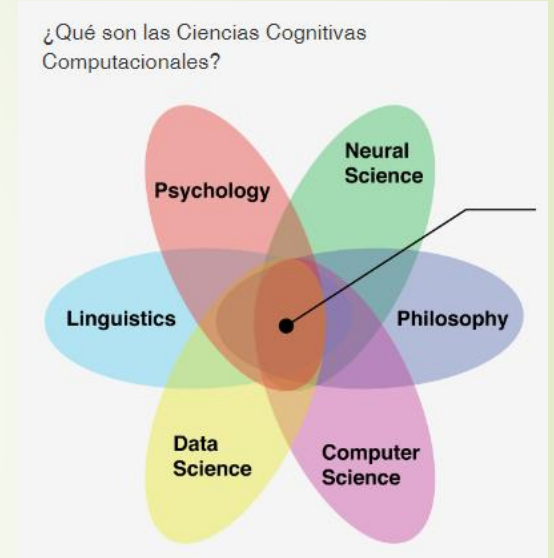
# Perspectivas de la IA

1. Comportamiento humano (caracterización externa)
2. Proceso de pensamiento y razonamiento (caracterización interna)
3. Pensamiento racional: el enfoque de las leyes del pensamiento
4. Actuar de forma racional: el enfoque del agente racional

## 2. Proceso de pensamiento y razonamiento (caracterización interna)

### *Pensamiento humano*

- El pensamiento humano se puede estudiar desde tres frentes:
  - Introspección - captar los pensamientos mientras suceden
  - Experimentos psicológicos - observar una persona en acción
  - Imágenes del cerebro - observar el cerebro en acción
- Cuando seamos capaces de entender de manera precisa cómo funciona la mente, entonces se podrá expresar toda esta teoría como un programa de computadora
- Las ciencias cognitivas computacionales se enfocan al estudio en la mente y modelos de IA para la construcción y pruebas de teorías relacionadas con estos aspectos





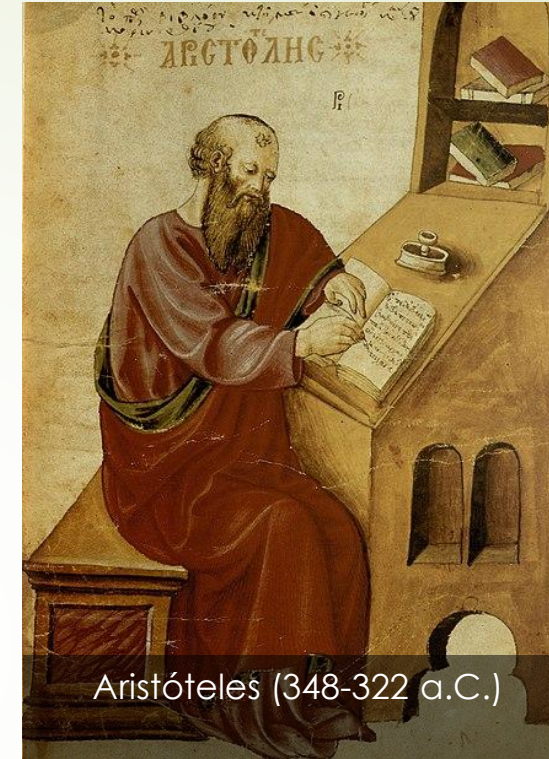






### 3. Pensamiento racional: el enfoque de las leyes del pensamiento

- Aristóteles intenta codificar la manera correcta de pensar (un proceso de razonamiento irrefutable)
- Propuso silogismos mediante los que siempre se llega a conclusiones correctas si se parte de premisas correctas
  - Sócrates es un hombre; todos los hombres son mortales; por lo tanto, Sócrates es mortal
- Su estudio fue el inicio de la lógica
- Siglo XIX
  - Notación lógica
- La llamada tradición logística dentro del campo de la IA trata de construir sistemas inteligentes a partir de programas lógicos escritos en lenguajes como Prolog, Gödel, Mercury o DataLog (Python)



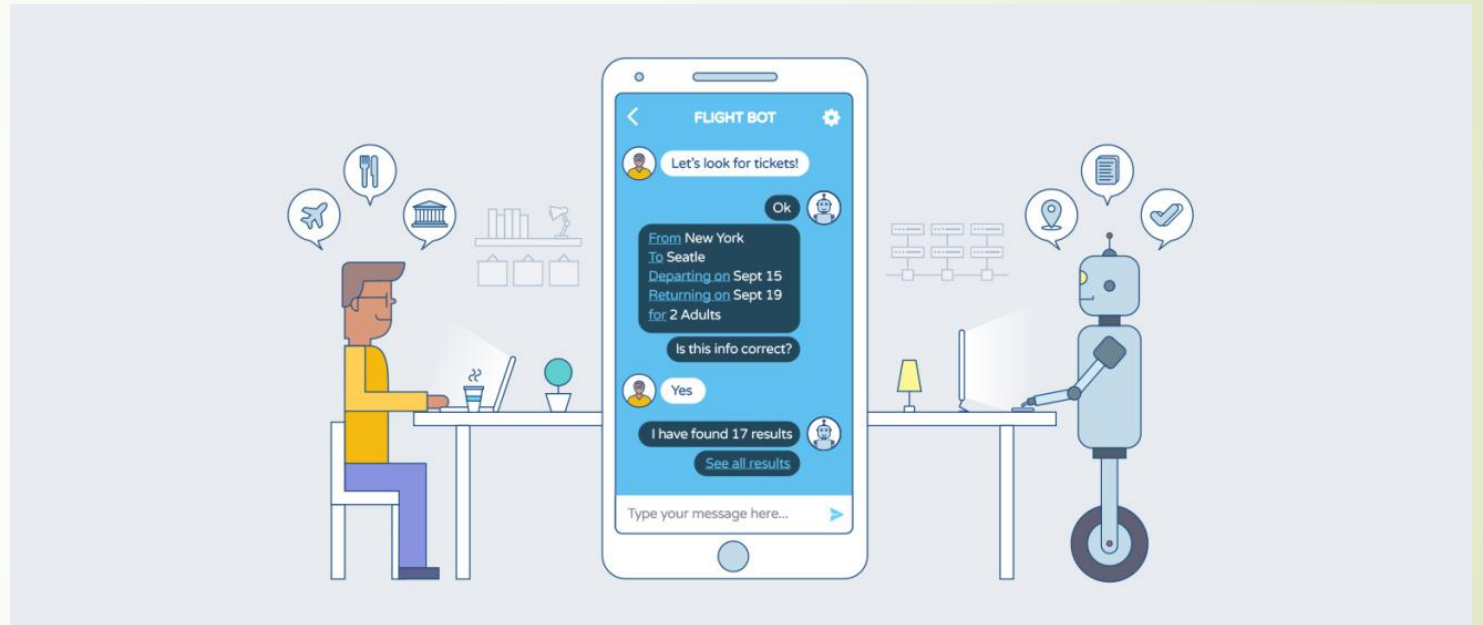
Aristóteles (348-322 a.C.)

OPERADOR LÓGICO	SÍMBOLO	NOTACIÓN	LECTURA
Negación	$\neg$	$\neg p$	<b>no</b> p
Conjunción	$\wedge$	$p \wedge q$	p <b>y</b> q
Disyunción Inclusiva	$\vee$	$p \vee q$	p <b>o</b> q
Disyunción Exclusiva	$\underline{\vee}$	$p \underline{\vee} q$	<b>o</b> p <b>o</b> q
Condicional	$\rightarrow$	$p \rightarrow q$	<b>si</b> p <b>entonces</b> q
Bicondicional	$\leftrightarrow$	$p \leftrightarrow q$	p <b>si y solo si</b> q



## 4. Actuar de forma racional: el enfoque del agente racional

- Un agente racional es algo que razona
- Para que los agentes racionales informáticos se puedan distinguir de los programas se espera que tengan otros atributos como son:
  - Controles autónomos
  - Percepción del entorno
  - Adaptación a los cambios
  - Capacidad para alcanzar distintos objetivos
- Existen distintos tipos agentes:
  - Agentes conversacionales, agentes para encontrar la salida de un laberinto o resolver rompecabezas entre otros.



- Todas las habilidades que se necesitan en la Prueba de Turing deben permitir acciones racionales. Por lo tanto, es necesario contar con la capacidad para **representar el conocimiento** y **razonar**

- Diagnóstico médico



- Ambigüedades
  - “Raquel miró el diamante a través de la ventana y **lo** codició”
  - “Jaime lanzó el ladrillo a la ventana y **se rompió**”

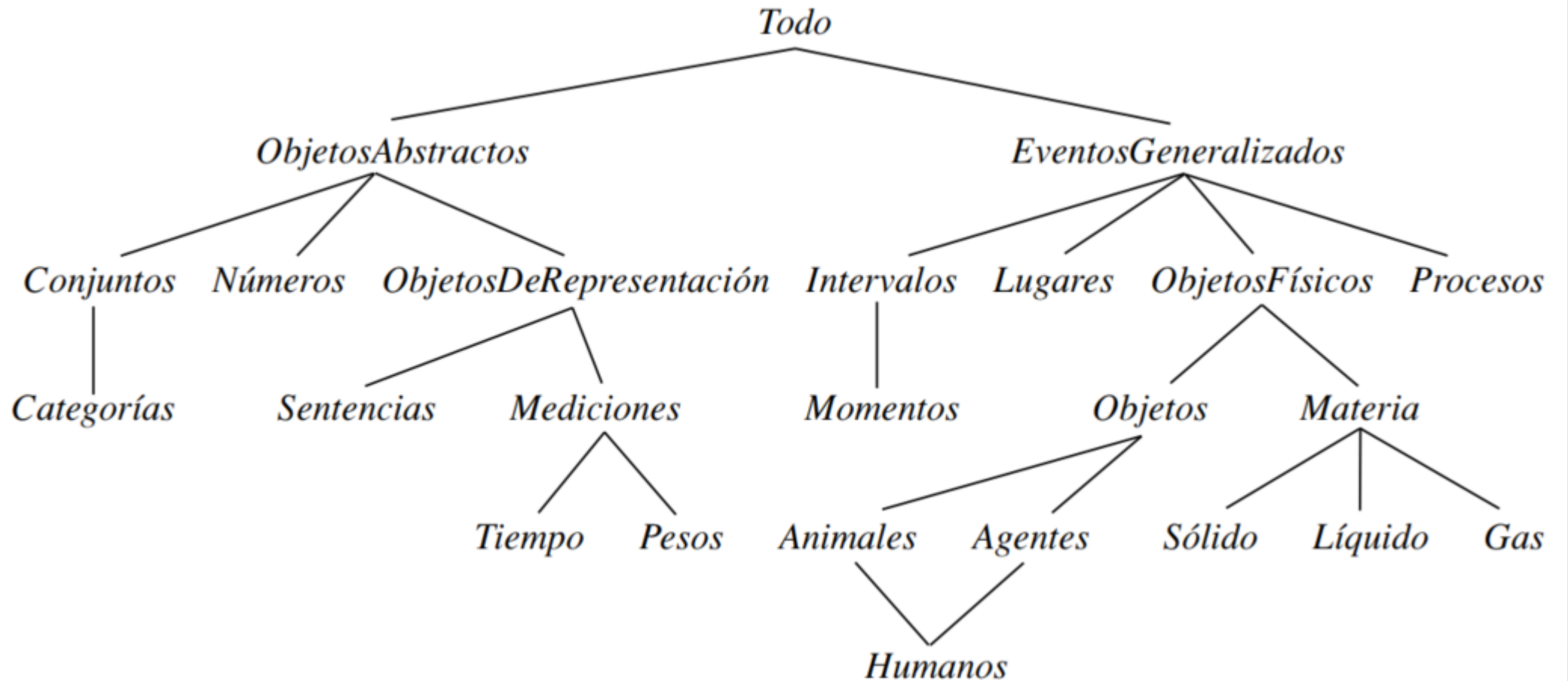
# Representación de conocimiento

- Una de las tareas más importantes en la IA es la de almacenar datos útiles para la solución de problemas
- Estos datos deben ser estructurados y almacenados de forma que se pueda acceder a ellos de forma sencilla y eficiente
- Existen varias formas de representar el conocimiento
  - Ontologías
  - Modelos ocultos de Markov
  - Redes Bayesianas
  - Lógica (a través de agentes)
  - Funciones Gausianas
  - Redes neuronales
  - ...

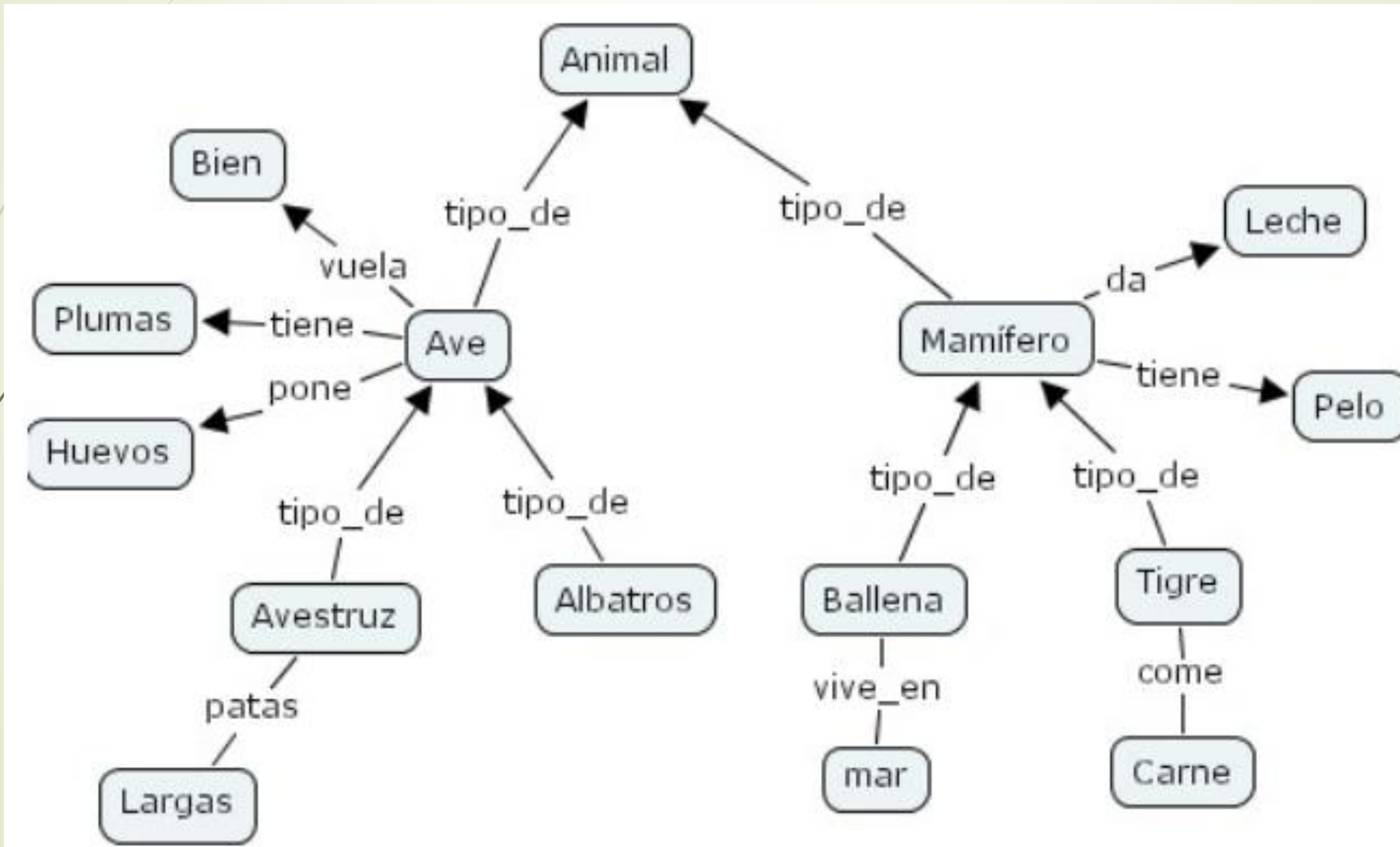
# Ontologías

- En computación, una ontología define las relaciones existentes entre los conceptos de un dominio o área del conocimiento
- Las ontologías organizan todo lo existente en el mundo en una jerarquía de categorías

# Ejemplo de ontología



# Ejemplo de ontología



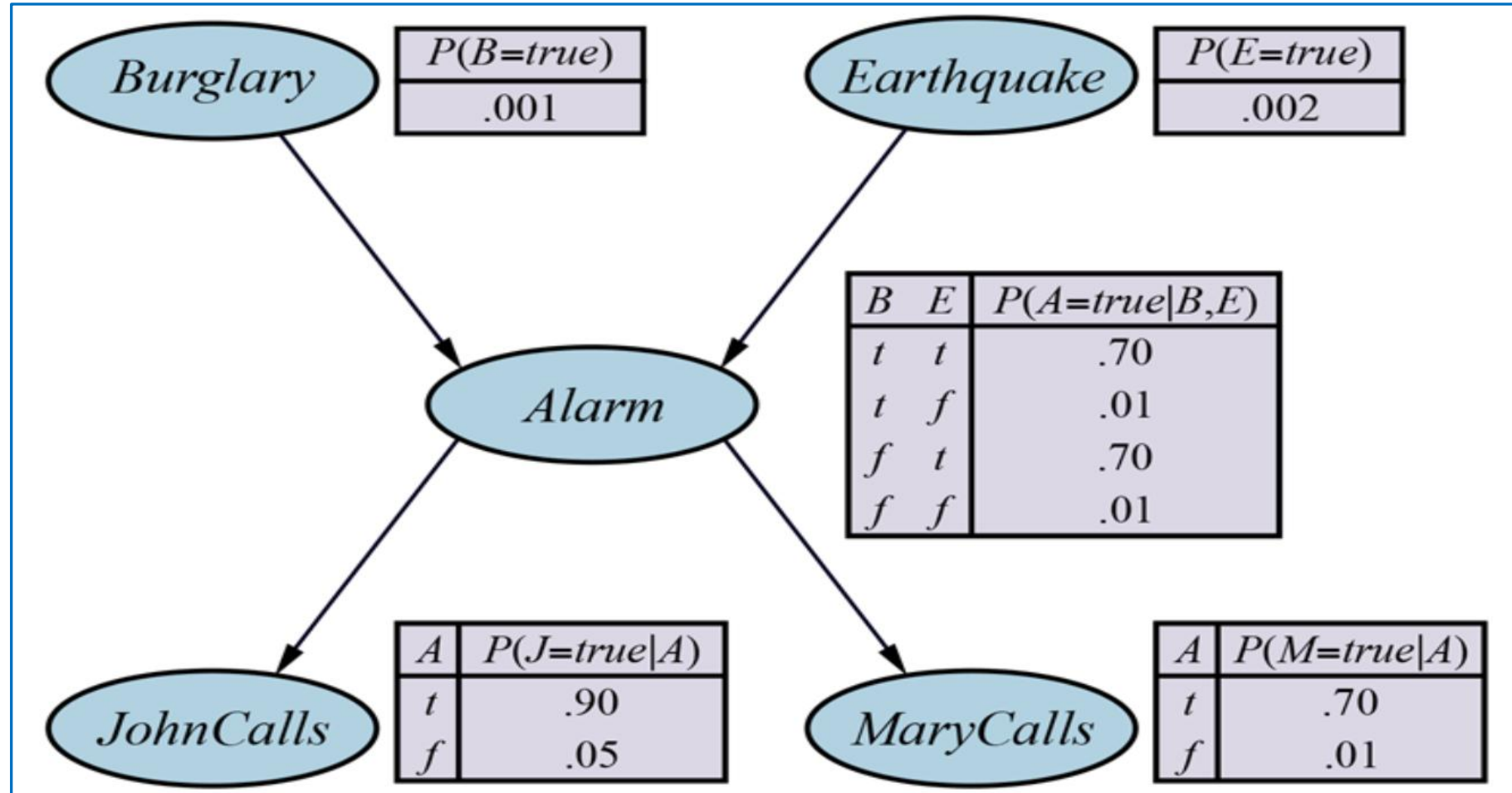
# Redes Bayesianas

- Una red Bayesiana permite representar dependencias entre variables
- Las redes bayesianas pueden representar esencialmente cualquier distribución de probabilidad conjunta completa y, en muchos casos, pueden hacerlo de forma muy concisa
- La especificación es la siguiente:
  - Cada nodo corresponde a una variable aleatoria, la cual puede ser discreta o continua
  - Enlaces dirigidos o flechas conectan pares de nodos. Si hay una flecha del nodo  $X$  al nodo  $Y$ , entonces  $X$  es padre de  $Y$
  - Cada nodo  $X_i$  tiene asociada una probabilidad de información  $\theta(X_i | \text{Padres}(X_i))$  que cuantifica el efecto de los padres en el nodo usando un número finito de parámetros



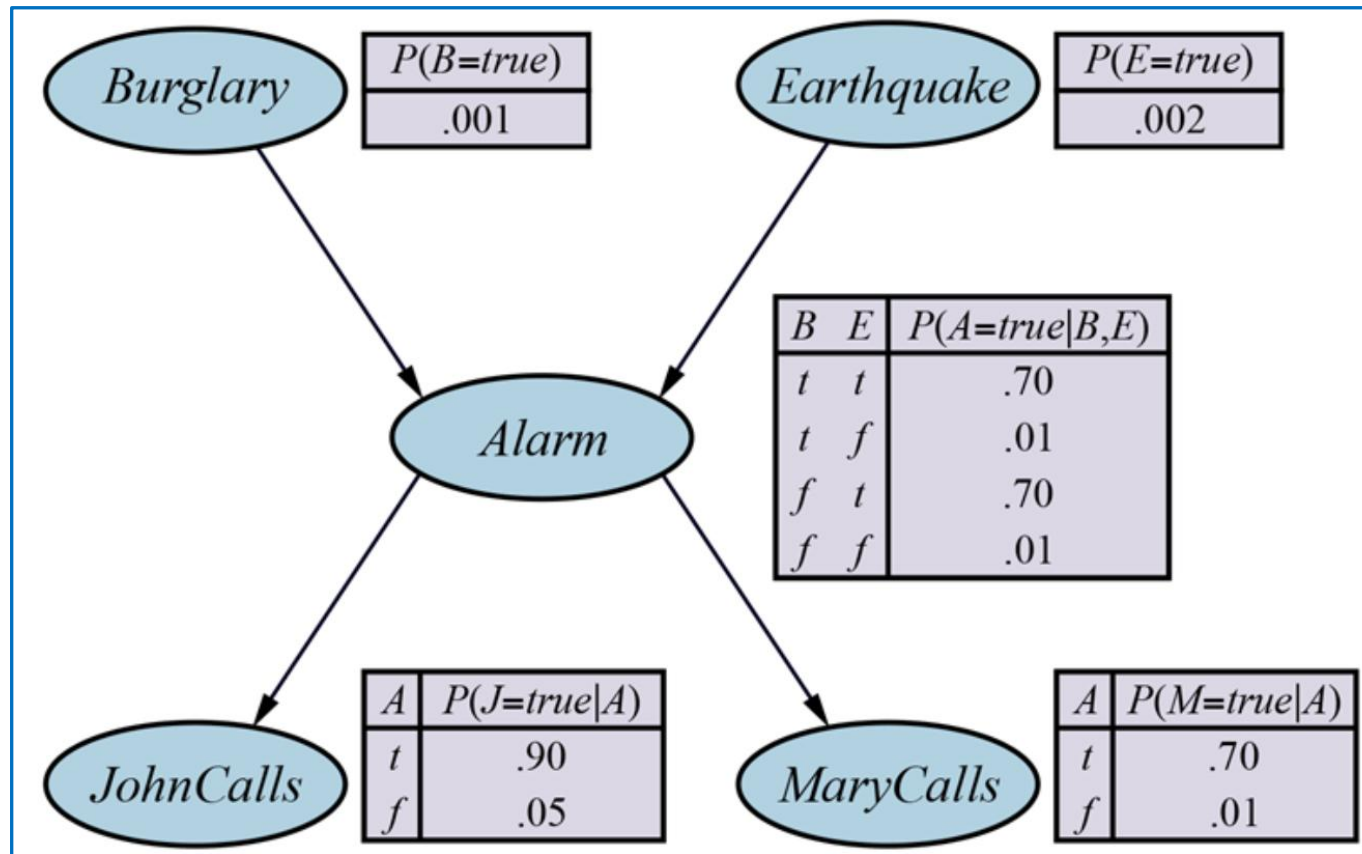
# Ejemplo

- Se tiene instalado un sistema de alarma antirrobo en casa el cual es muy fiable para detectar a los ladrones, pero en ocasiones se puede activar con pequeños temblores
- Dos vecinos, John y Mary llamarían cuando suene la alarma
- John casi siempre habla cuando suena la alarma, pero a veces la confunde con el teléfono
- Mary escucha la música con el volumen muy alto por lo que frecuentemente no oye la alarma



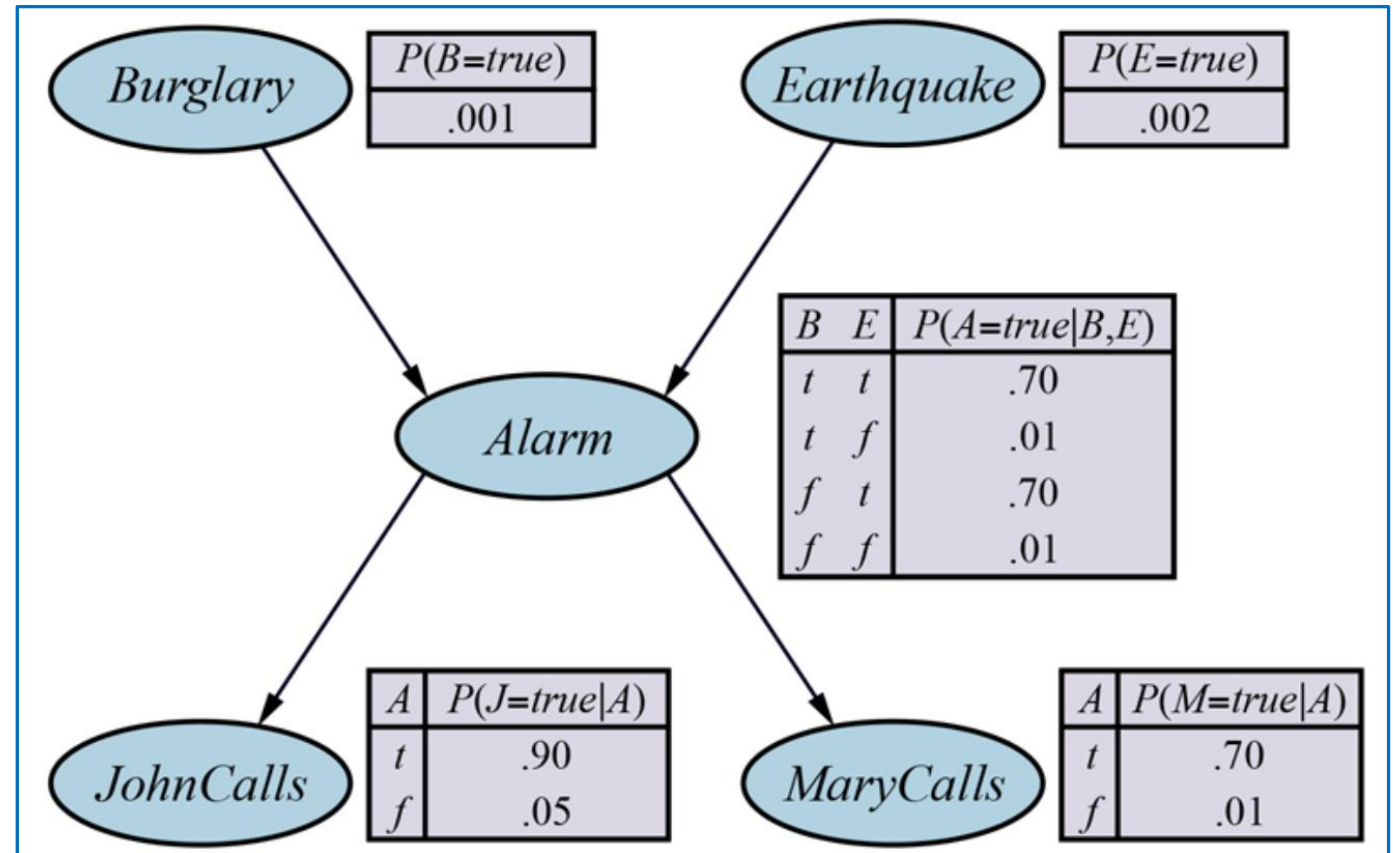


¿Cuál es la probabilidad de que no hubiera sucedido un robo ni un terremoto, la alarma sonara y John y Mary llamaran?



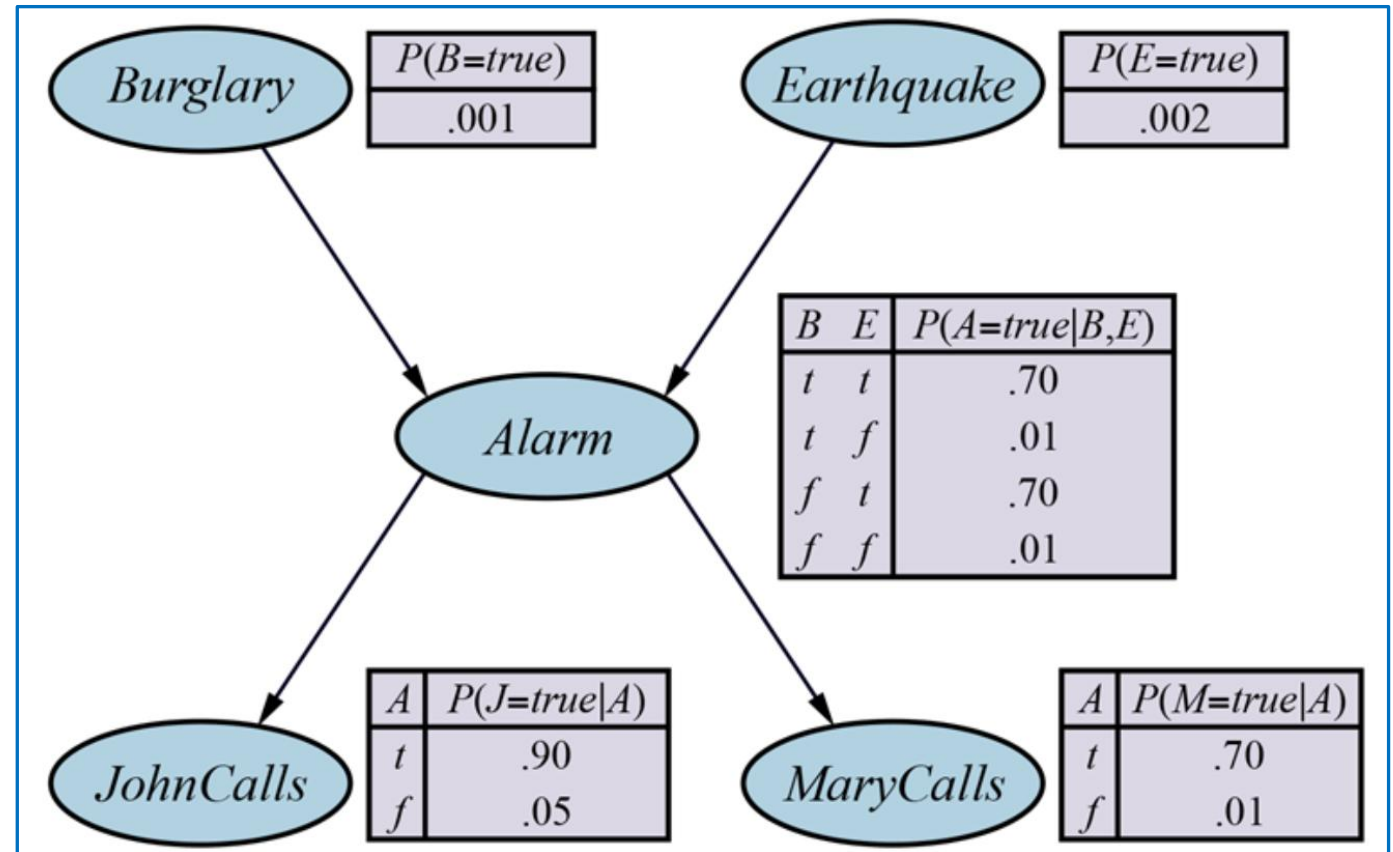
¿Cuál es la probabilidad de que no hubiera sucedido un robo ni un terremoto, la alarma sonara y John y Mary llamaran?

1. Probabilidad de que no suceda un robo
2. Probabilidad de que no suceda un temblor
3. Probabilidad de que no suceda un robo ni temblor y la alarma suene
4. Probabilidad de que suene la alarma y John llame
5. Probabilidad de que suene la alarma y Mary llame



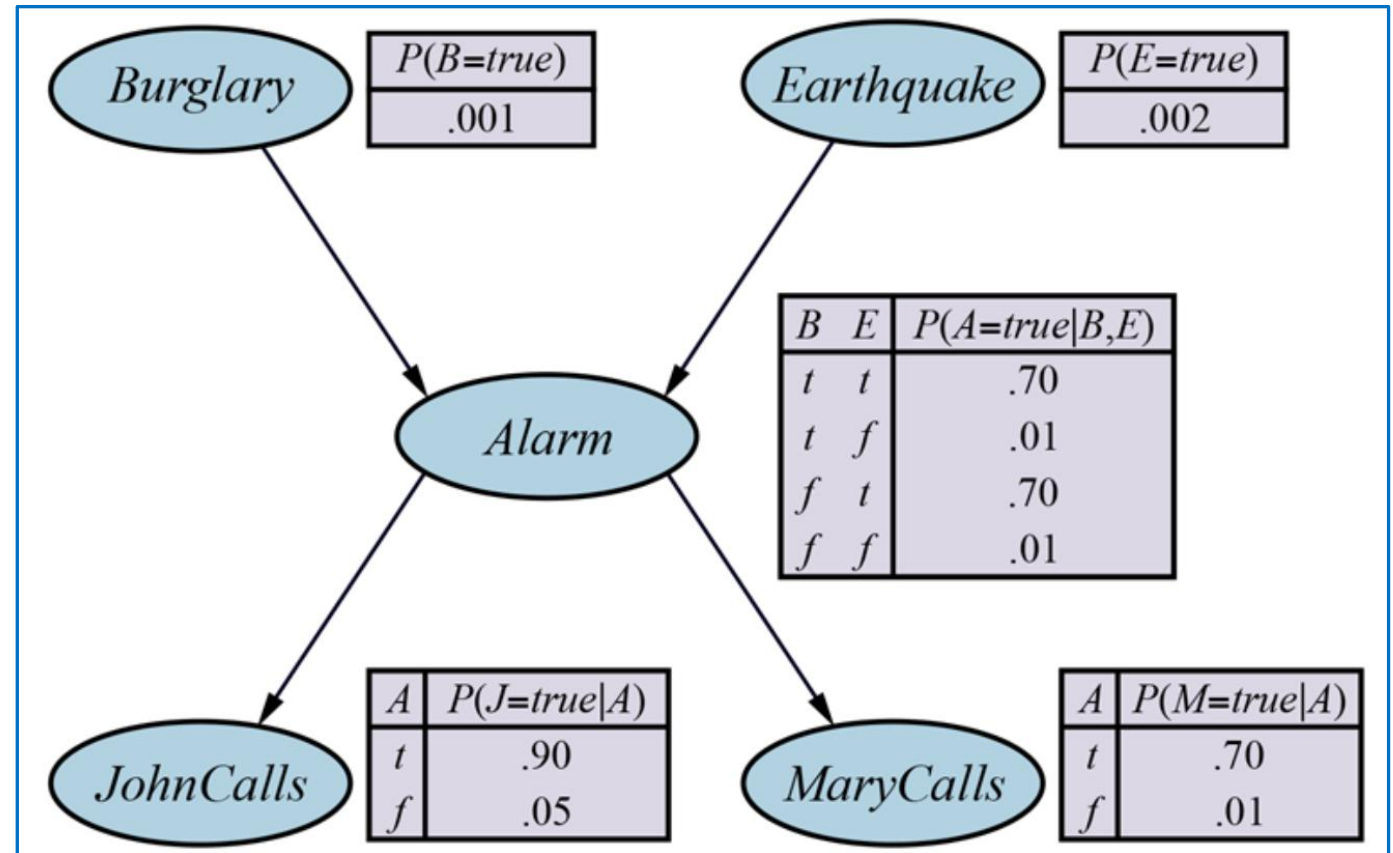
¿Cuál es la probabilidad de que no hubiera sucedido un robo ni un terremoto, la alarma sonara y John y Mary llamaran?

1. Probabilidad de que no suceda un robo
    - 0.999
  2. Probabilidad de que no suceda un temblor
    - 0.998
  3. Probabilidad de que no suceda un robo ni temblor y la alarma suene
    - 0.01
  4. Probabilidad de que suene la alarma y John llame
    - 0.90
  5. Probabilidad de que suene la alarma y Mary llame
    - 0.7
- ❖  $P(\neg b, \neg e, a, j, m) = 0.999 \times 0.998 \times 0.1 \times 0.90 \times 0.70 = 0.63$



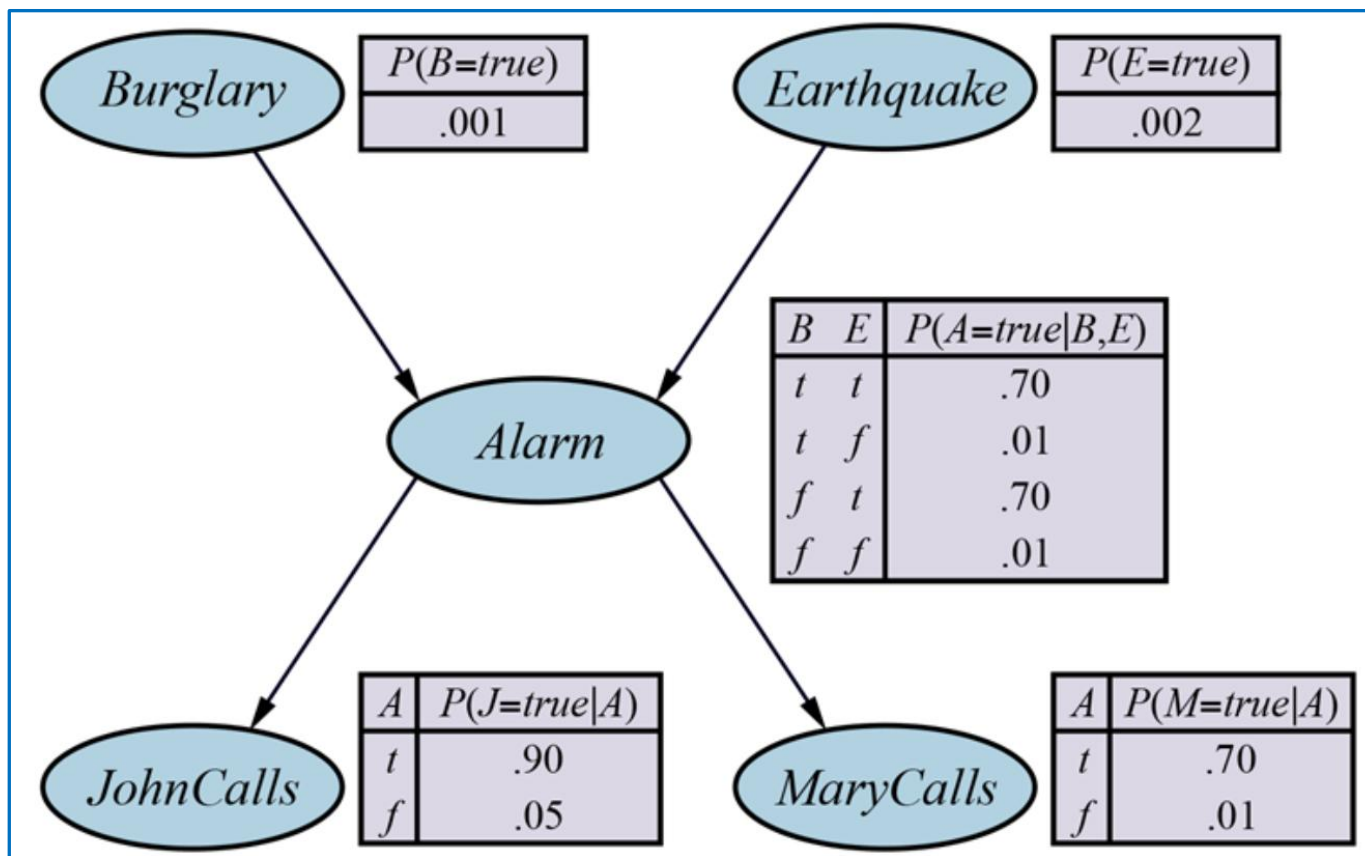
¿Cuál es la probabilidad de que hubiera sucedido un robo y un temblor, la alarma sonara y sólo llamara John?

1. Probabilidad de que suceda un robo
2. Probabilidad de que suceda un temblor
3. Probabilidad de suceda un robo y un temblor y que se active la alarma
4. Probabilidad de suene la alarma y John llame
5. Probabilidad de que suene la alarma y Mary no llame



¿Cuál es la probabilidad de que hubiera sucedido un robo y un temblor, la alarma sonara y sólo llamara John?

1. Probabilidad de que suceda un robo
    - 0.001
  2. Probabilidad de que suceda un temblor
    - 0.002
  3. Probabilidad de suceda un robo y un temblor y que se active la alarma
    - 0.7
  4. Probabilidad de suene la alarma y John llame
    - 0.9
  5. Probabilidad de que suene la alarma y Mary no llame
    - 0.3
- ❖  $P(b, e, a, j, \neg m) = 0.001 \times 0.002 \times 0.7 \times 0.9 \times 0.3 = 4 \times 10^{-7}$

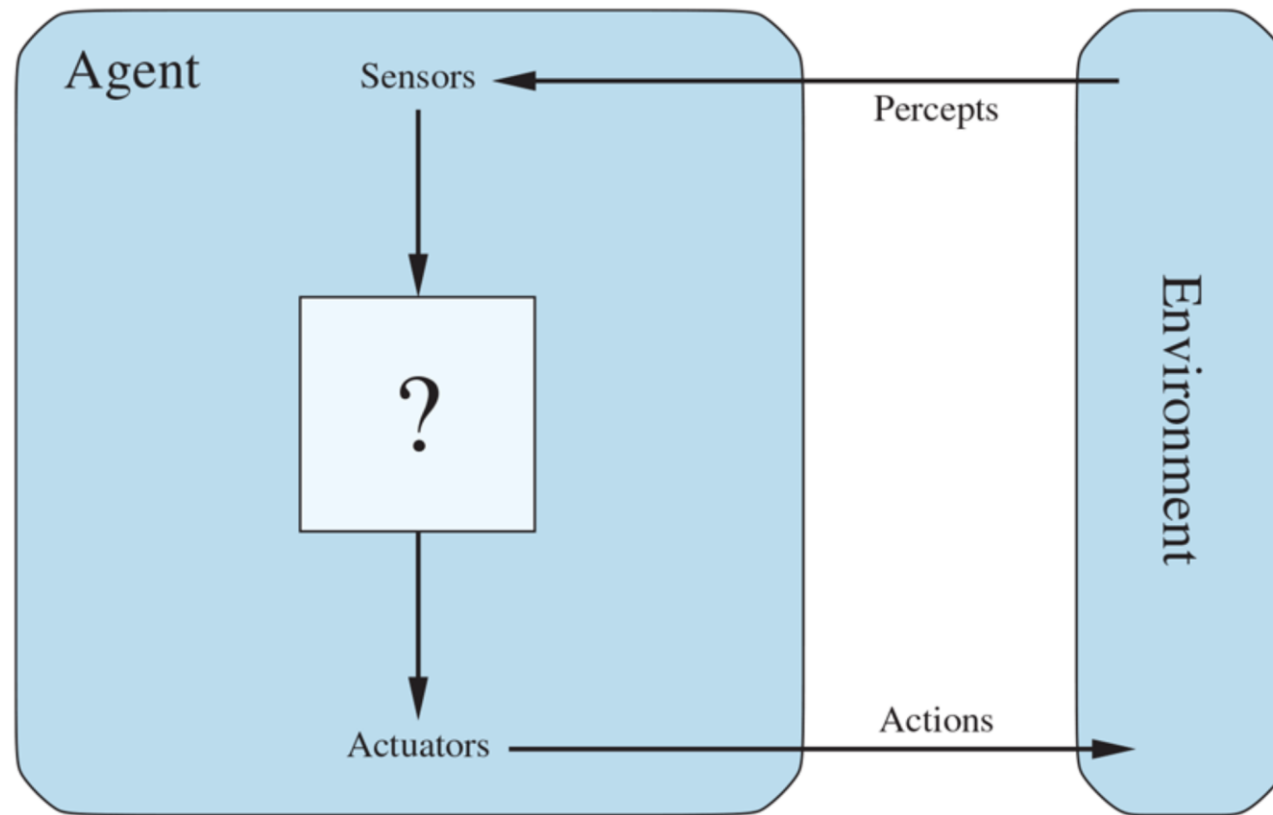


$$P(\neg b, \neg e, a, j, m) = 0.999 \times 0.998 \times 0.1 \times 0.90 \times 0.70 = 0.63$$

$$P(b, e, a, j, \neg m) = 0.001 \times 0.002 \times 0.7 \times 0.9 \times 0.3 = 4 \times 10^{-7}$$

# Agentes

---



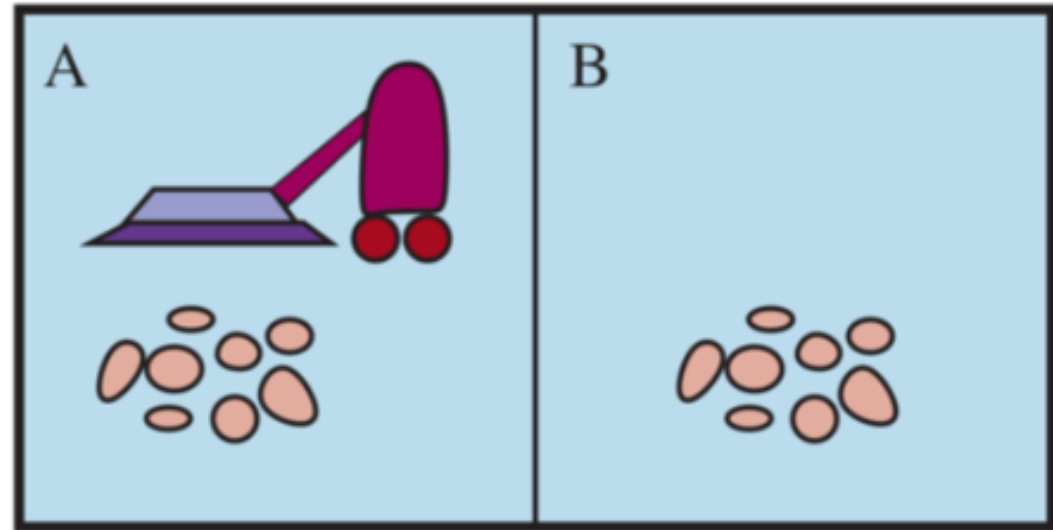
# El mundo de la aspiradora

## Percepción

- Hay suciedad en el cuadrante

## Acciones

- Aspirar
- Moverse a la derecha
- Moverse a la izquierda

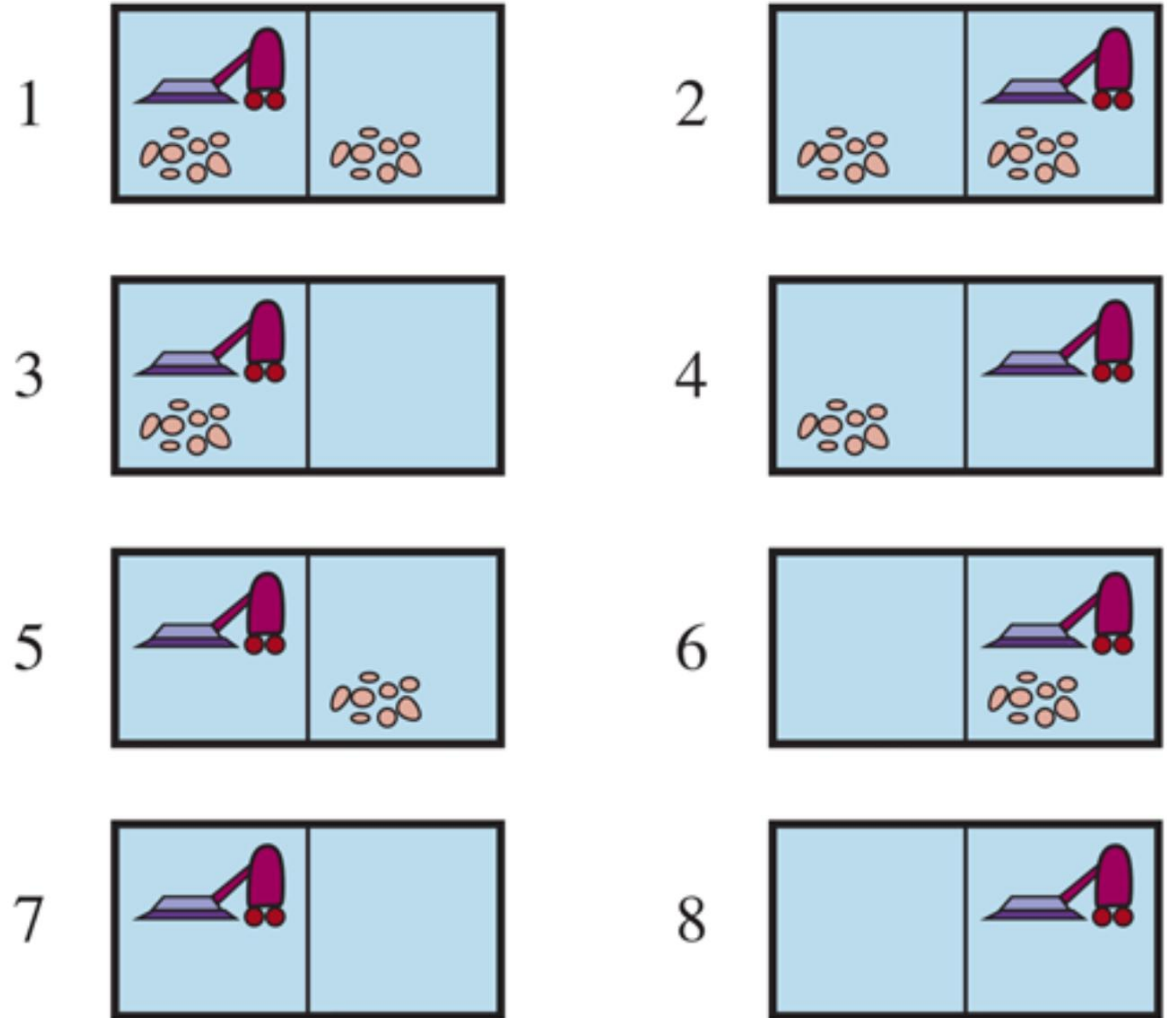


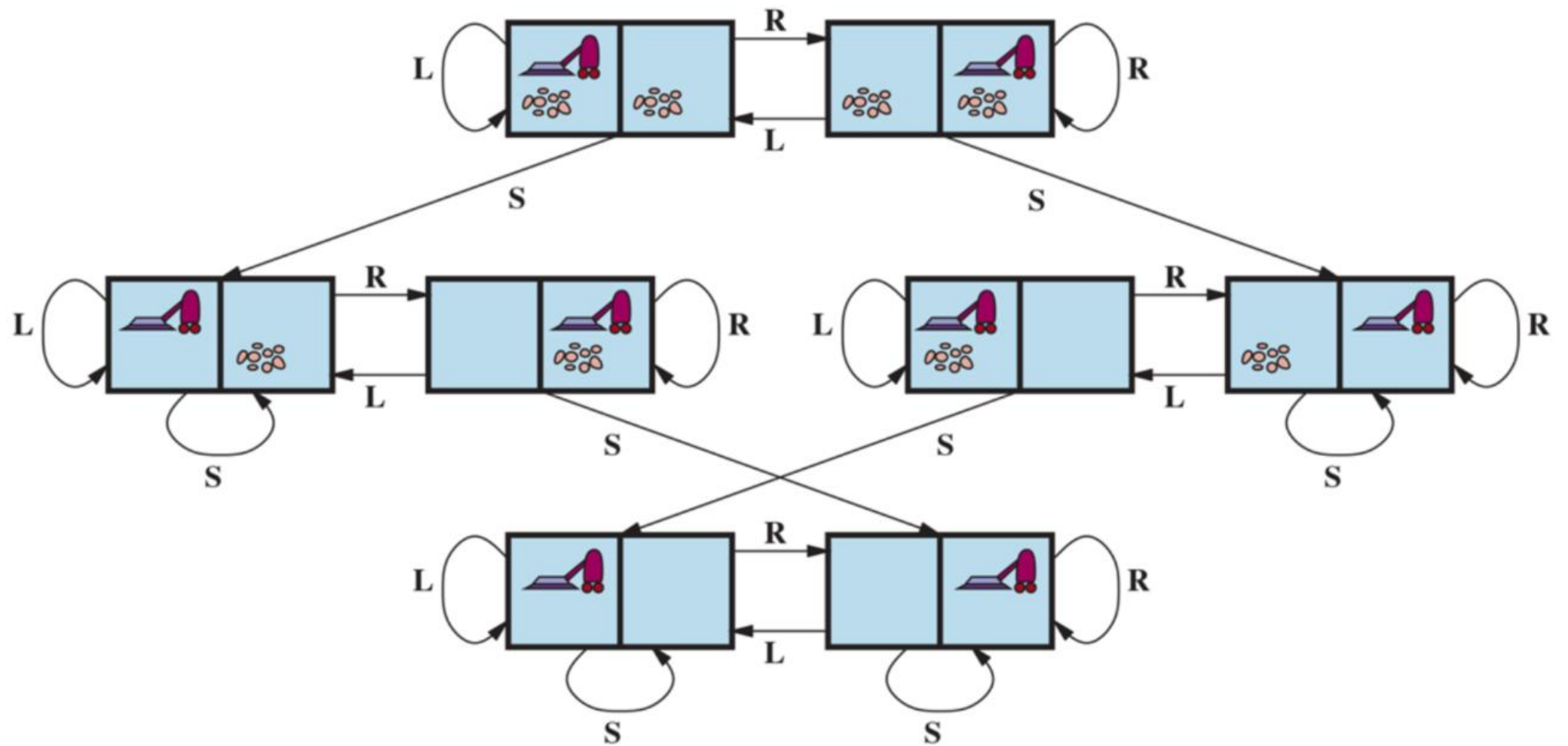


# Agente aspiradora

3 acciones

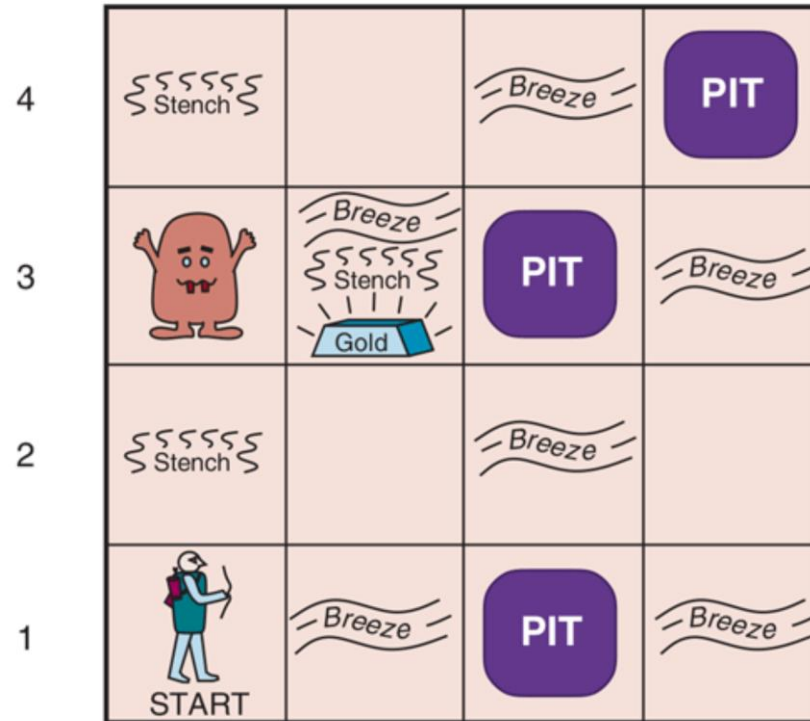
- $2^3$  estados





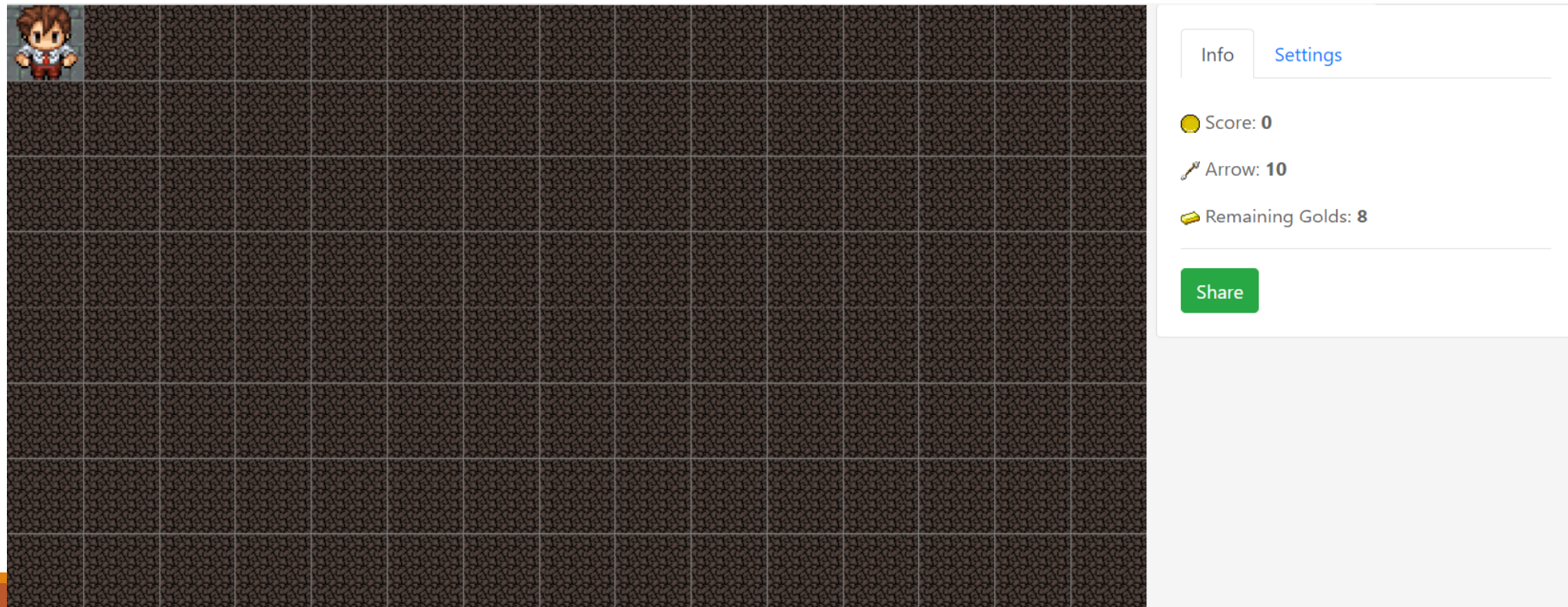
# El Mundo Wumpus

---

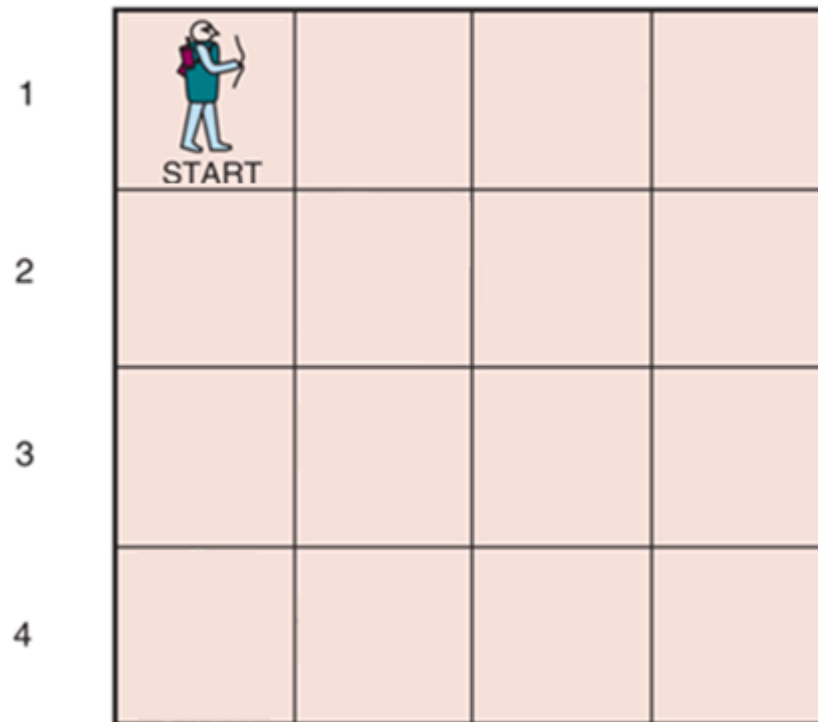


# Simulador del Mundo del Wumpus

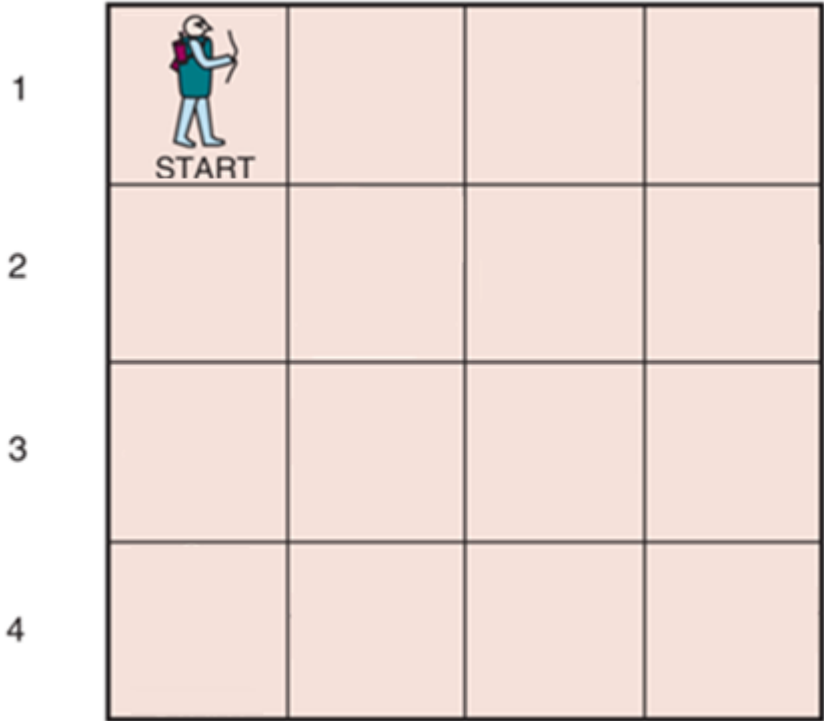
<https://thiagodnf.github.io/wumpus-world-simulator/>



# El Mundo Wumpus



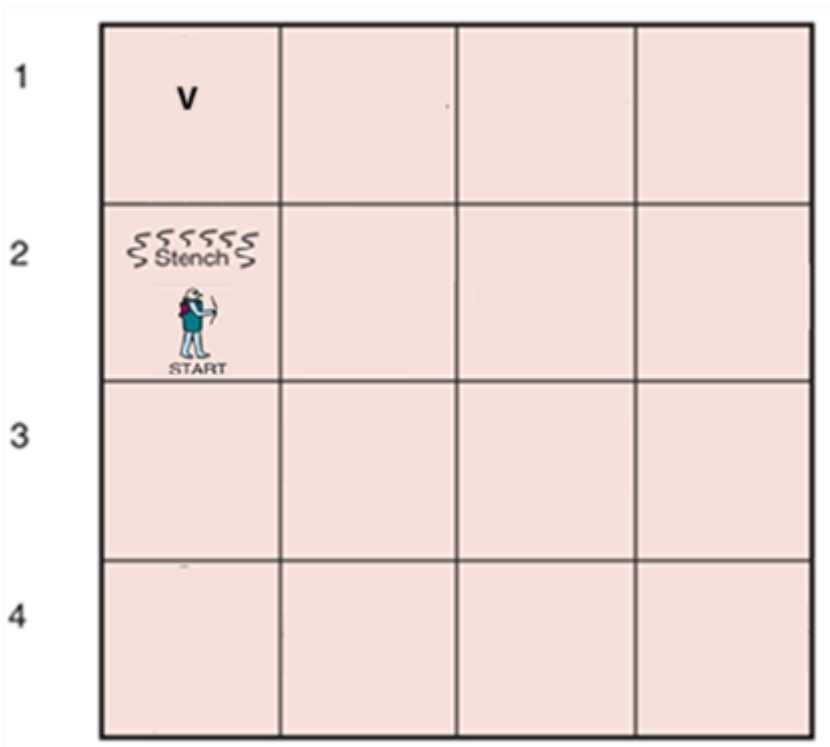
# El Mundo Wumpus



Proceso de inferencia  
 $\neg S_{1,1} \rightarrow \neg W_{1,2} \wedge \neg W_{2,1}$   
 $\neg B_{1,1} \rightarrow \neg P_{1,2} \wedge \neg P_{2,1}$

Casilla	Visit V	Stench S	Breeze B	Wumpus W	Pit P	Gold G
1,1	1	0	0	0	0	0
1,2	0			0	0	0
1,3	0					
1,4	0					
2,1	0			0	0	0
2,2	0					
2,3	0					
2,4	0					
3,1	0					
...	0					
3,4	0					
4,1	0					
...	0					
4,4	0					

# El Mundo Wumpus



Acción

$$A_{1,1} \Rightarrow A_{2,1}$$

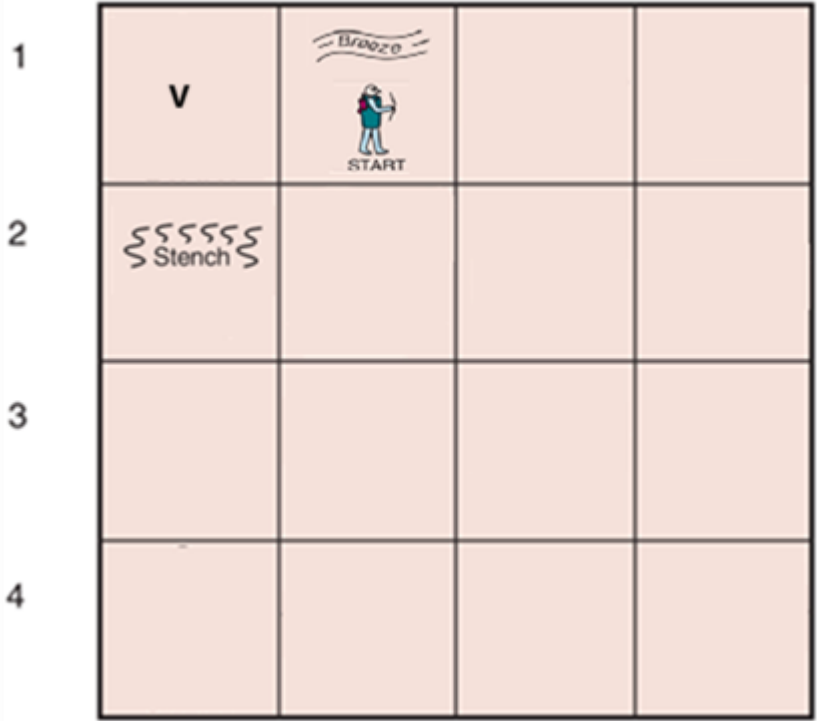


Proceso de inferencia

$$S_{2,1} \rightarrow W_{3,1} \vee W_{2,2}$$
$$\neg B_{2,1} \rightarrow \neg P_{3,1} \wedge \neg P_{2,2}$$

Casilla	Visit V	Stench S	Breeze B	Wumpus W	Pit P	Gold G
1,1	1	0	0	0	0	0
1,2	0			0	0	0
1,3	0					
1,4	0					
2,1	1	1	0	0	0	0
2,2	0			?	0	0
2,3	0					
2,4	0					
3,1	0			?	0	0
...	0					
3,4	0					
4,1	0					
...	0					
4,4	0					

# El Mundo Wumpus



Acción

$A_{2,1} \Rightarrow A_{1,1} \Rightarrow A_{1,2}$



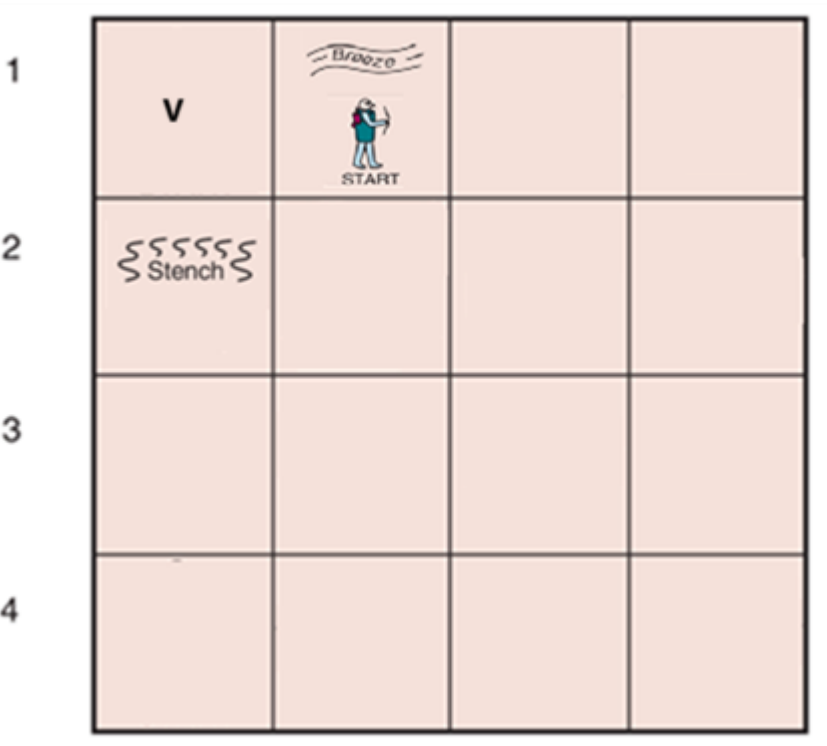
Proceso de inferencia

?

Casilla	Visit V	Stench S	Breeze B	Wumpus W	Pit P	Gold G
1,1	1	0	0	0	0	0
1,2	1	0	1	0	0	0
1,3	0					
1,4	0					
2,1	1	1	0	0	0	0
2,2	0			?	0	0
2,3	0					
2,4	0					
3,1	0			?	0	0
...	0					
3,4	0					
4,1	0					
...	0					
4,4	0					



# El Mundo Wumpus



Acción

$A_{2,1} \Rightarrow A_{1,1} \Rightarrow A_{1,2}$

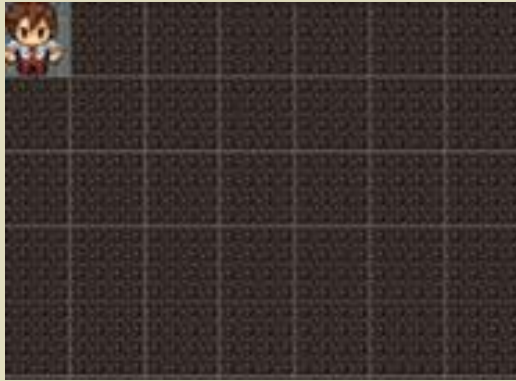


Proceso de inferencia

$\neg S_{1,2} \rightarrow \neg W_{2,2} \wedge \neg W_{1,3}$   
 $\neg W_{2,2} \wedge S_{2,1} \rightarrow W_{3,1}$   
 $\neg P_{2,2} \rightarrow P_{1,3}$

Casilla	Visit V	Stench S	Breeze B	Wumpus W	Pit P	Gold G
1,1	1	0	0	0	0	0
1,2	1	0	1	0	0	0
1,3	0			0	1	0
1,4	0					
2,1	1	1	0	0	0	0
2,2	0			0	0	0
2,3	0					
2,4	0					
3,1	0			1	0	0
...	0					
3,4	0					
4,1	0					
...	0					
4,4	0					

## Mundo del Wumpus (estado)



## Proceso de inferencia

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

$$\neg B_{1,1} \rightarrow \neg P_{1,2} \wedge \neg P_{2,1}$$

## Toma de decisiones (acciones)

$$A_{1,1} \Rightarrow A_{2,1}$$

## Representación del conocimiento

Casilla	Visit V	Stench S	Breeze B	Wumpus W	Pit P	Gold G
1,1	1	0	0	0	0	0
1,2	0			0	0	0
1,3	0					
1,4	0					
2,1	0			0	0	0
2,2	0					
2,3	0					
2,4	0					
3,1	0					
...	0					
3,4	0					
4,1	0					
...	0					
4,4	0					