



Aprendizaje de máquina e inteligencia artificial

Dra. Consuelo Varinia García Mendoza



2

Presentación del curso

Contenido del curso

1. Inteligencia artificial y sus aplicaciones
2. Aprendizaje supervisado
3. Aprendizaje no supervisado
4. Modelos de predicción

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

Conocimientos requeridos

- Matemáticas
 - Cálculo
 - Álgebra lineal
 - Probabilidad
 - Estadística
- Computación
 - Programación
 - Estructura de datos
 - Análisis y diseño de algoritmos

Habilidades técnicas

- Manejo del sistema operativo Linux (Ubuntu)
- Programación en Python
- Administrador de paquetes (Miniconda)
- Inglés (nivel intermedio)

Elementos a evaluar

- Evaluación continua
 - Participaciones
 - Actividades
 - Exposiciones
- Prácticas
- Proyectos
- Exámenes

Plataforma de trabajo

➤ Microsoft Teams



➤ Microsoft Forms



Unidad temática I

Inteligencia artificial y sus aplicaciones

Inteligencia artificial

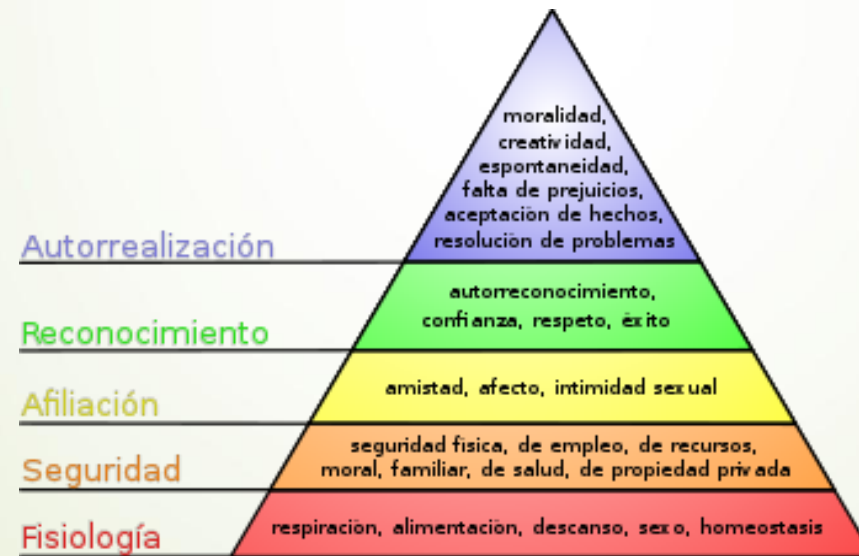
- ▀ ¿Qué es la inteligencia?
- ▀ ¿Qué es la inteligencia artificial?

Perspectivas

- Comportamiento humano (caracterización externa)
- Proceso de pensamiento y razonamiento (caracterización interna)
- Pensamiento racional: el enfoque de las leyes del pensamiento
- Actuar de forma racional: el enfoque del agente racional

Comportamiento humano

- ¿Qué caracteriza al comportamiento humano?
- ¿Qué distingue al comportamiento humano del de otros seres vivos?



Pirámide de Maslow: jerarquía de necesidades

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

TURING TEST EXTRA CREDIT:
CONVINCE THE EXAMINER
THAT HE'S A COMPUTER.

YOU KNOW, YOU MAKE
SOME REALLY GOOD POINTS.

I'M ... NOT EVEN SURE
WHO I AM ANYMORE.



¿Cuáles serían las capacidades requeridas para aprobar la prueba de Turing?

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)
 - PARRY (1972)
 - A.L.I.C.E (2004)
 - Mitsuku(2013)
 - Eugene Goostman (2014)

Eventos relevantes en la IA

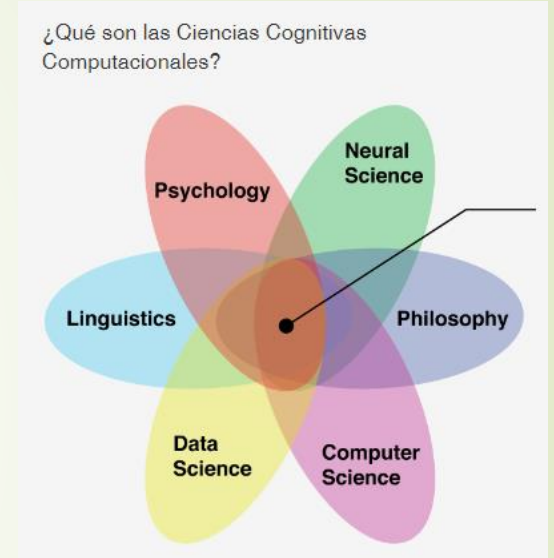
- Conferencia de Darmouth (1956)
- General Problem Solver (1957)
- Eliza (1964)
- SHRDLU (1968)
- Invierno de la AI (1973)
- Deep Blue (1996)
- Watson (2011)
- Google Brain (2011)
- AlphaGo (2015)

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

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
- La ciencia cognitiva se enfoca al estudio en la mente y modelos de IA para la construcción y pruebas de teorías relacionadas con estos aspectos

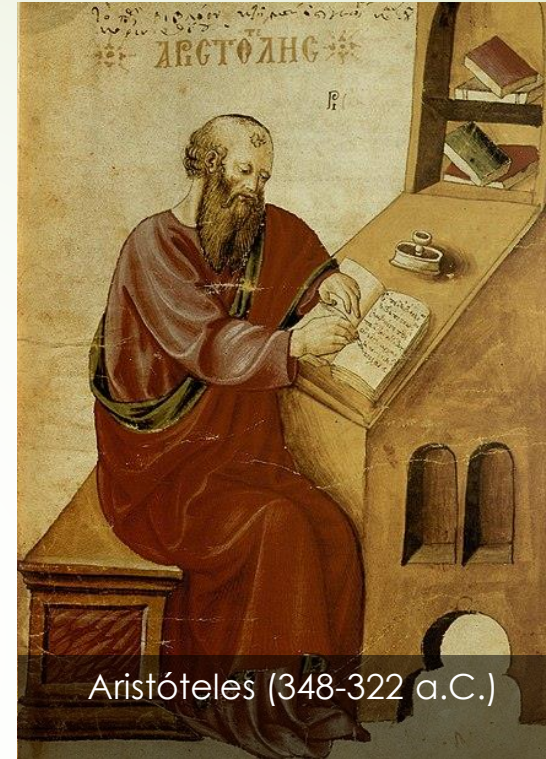




<https://www.youtube.com/watch?v=2rXrGH52aoM>

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)

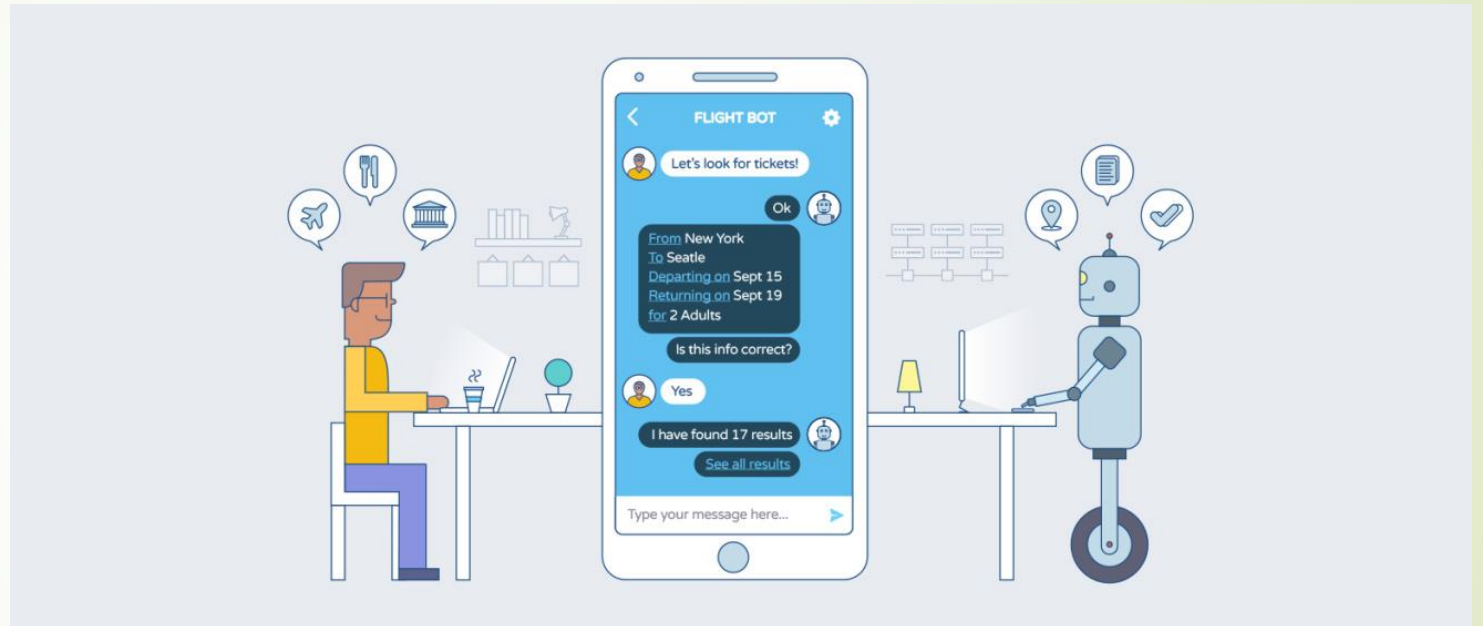


Aristóteles (348-322 a.C.)

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

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
 - Persistencia por un tiempo prolongado
 - Adaptación a los cambios
 - Capacidad para alcanzar distintos objetivos
- Existen muchos tipos agentes; agentes conversacionales, agentes para encontrar la salida de un laberinto o resolver rompecabezas entre otros.



Disciplinas directas de la Inteligencia Artificial

- 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

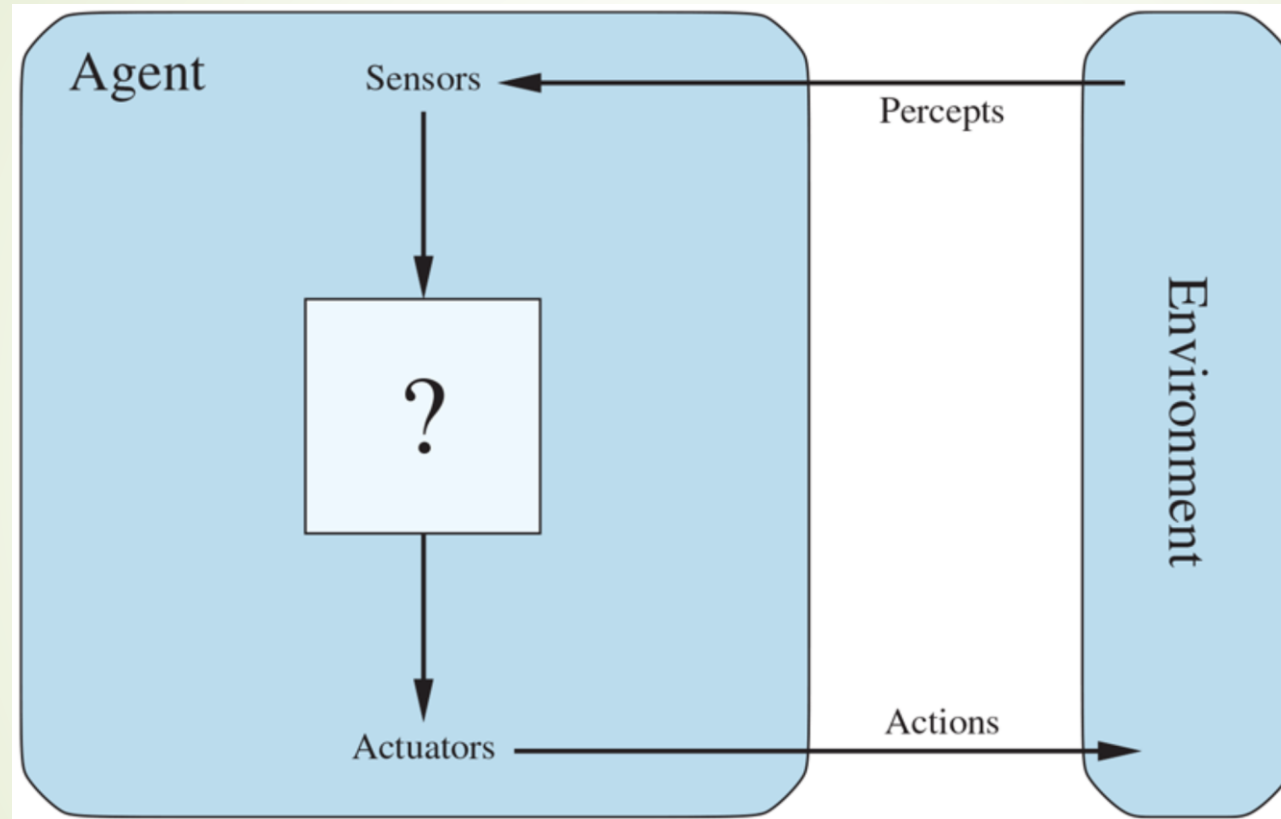


- Ambigüedades
 - “Raquel miró el diamante a través de la ventana y **lo** codició”
 - “Jaime lanzó el ladrillo a la ventana y **se rompió**”

Representación de conocimiento

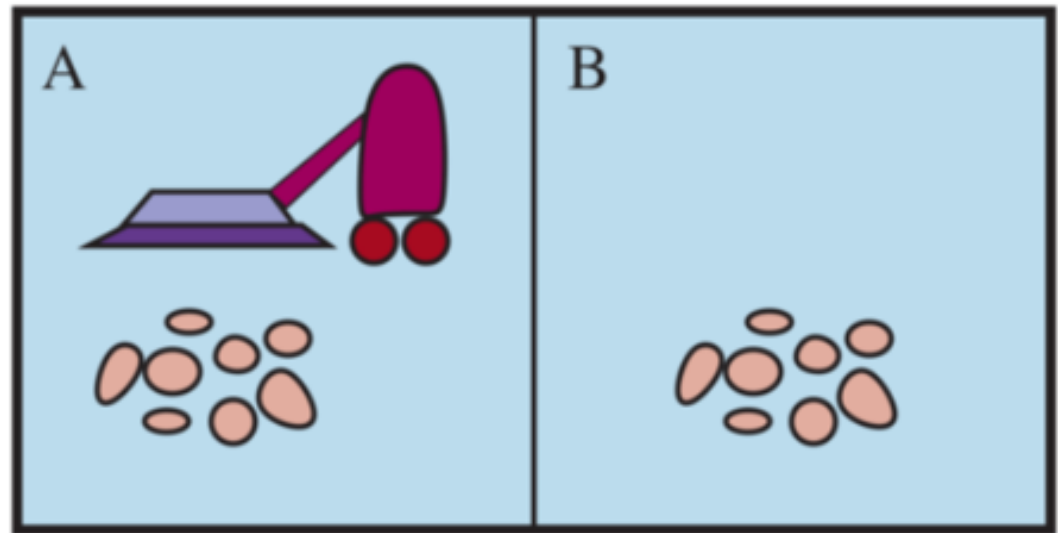
- Una de las tareas más importantes en la IA es la de almacenar datos útiles para la solución de problemas
- Estos datos deben ser estructurados y almacenados de forma que se pueda acceder a ellos de forma sencilla y eficiente
- Existen varias formas de representar el conocimiento
 - Lógica
 - Ontologías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

Agentes



El mundo de la aspiradora

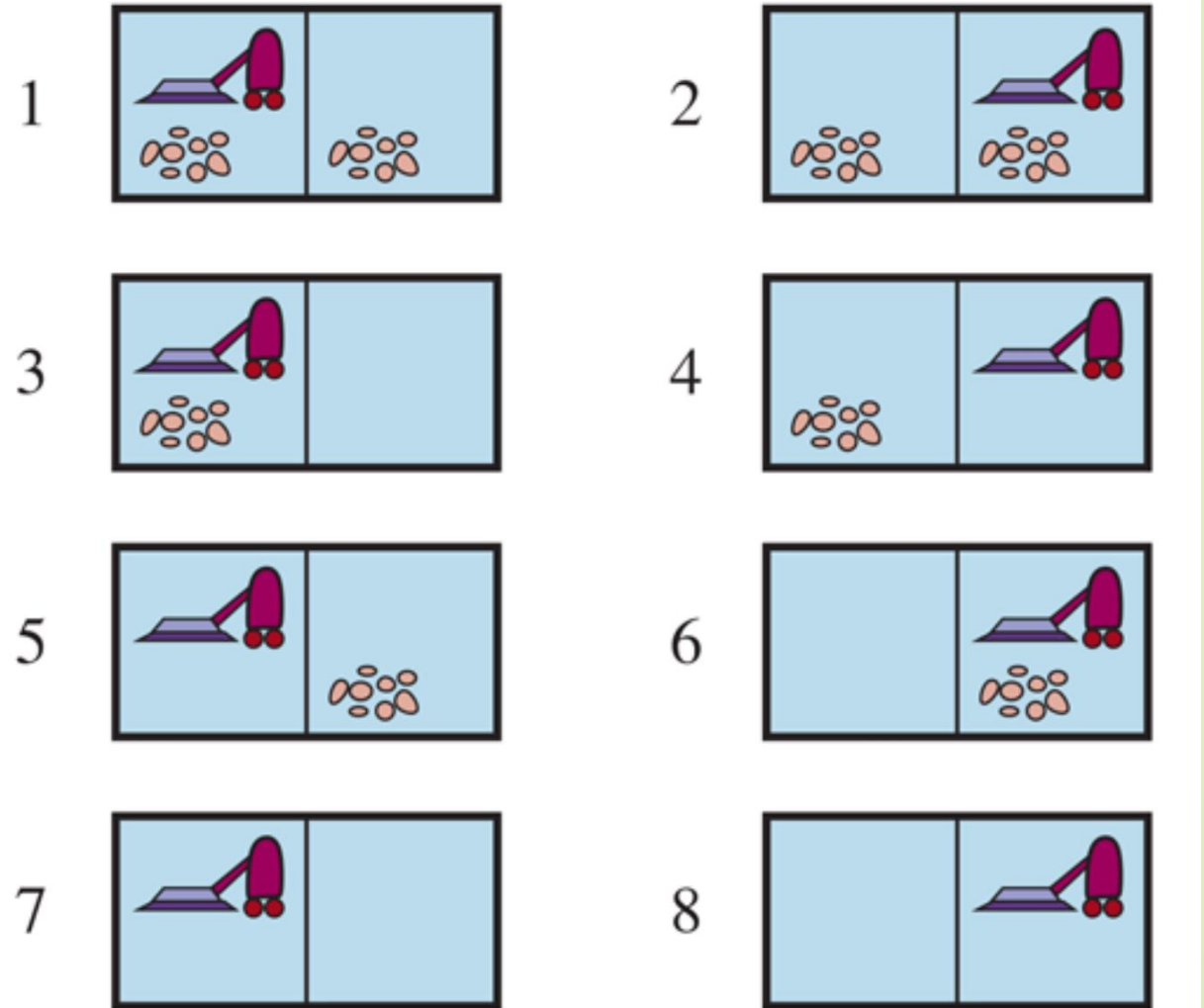
- Percepción
 - Hay suciedad en el cuadrante
- Acciones
 - Aspirar
 - Moverse a la derecha
 - Moverse a la izquierda

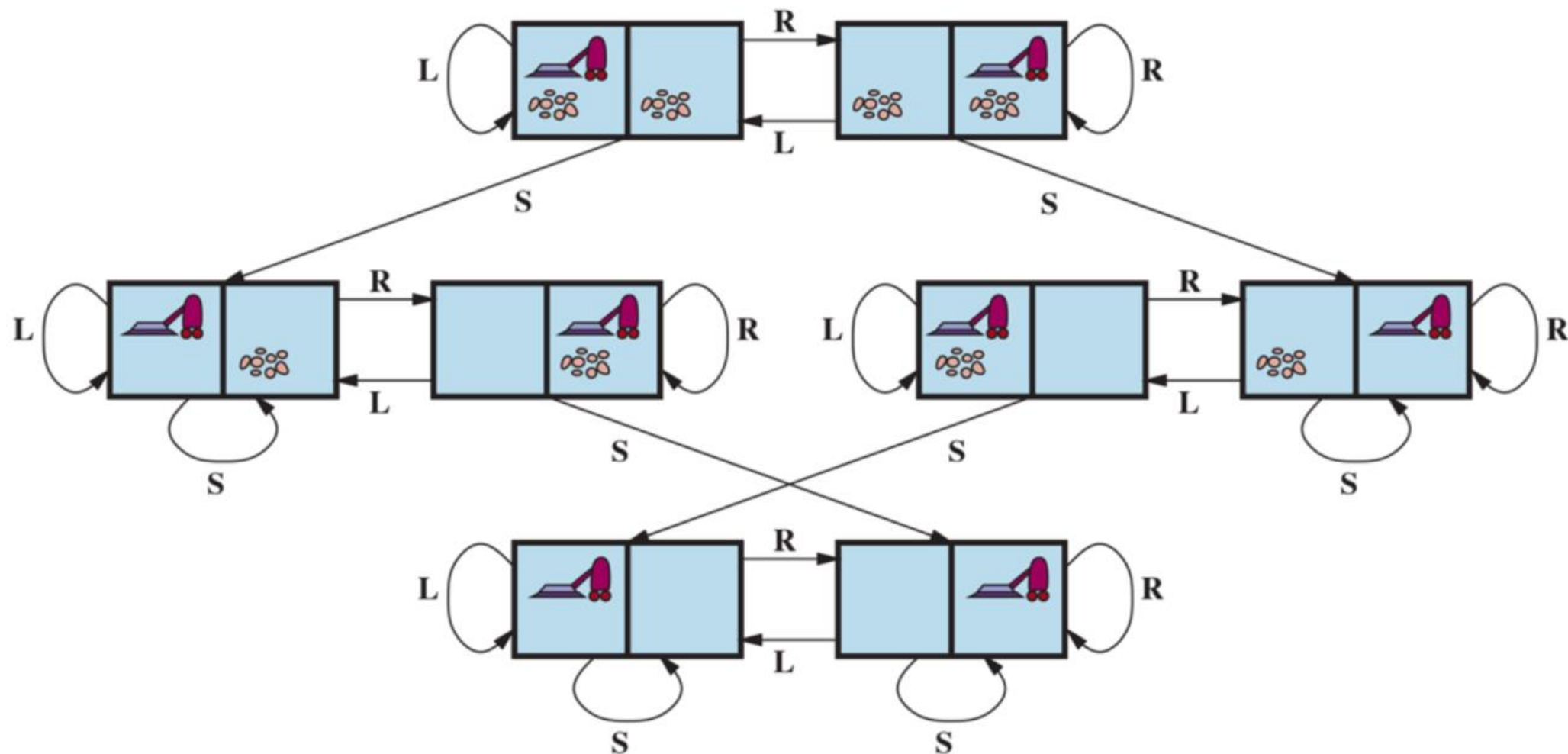


Agente aspiradora

➤ 3 acciones

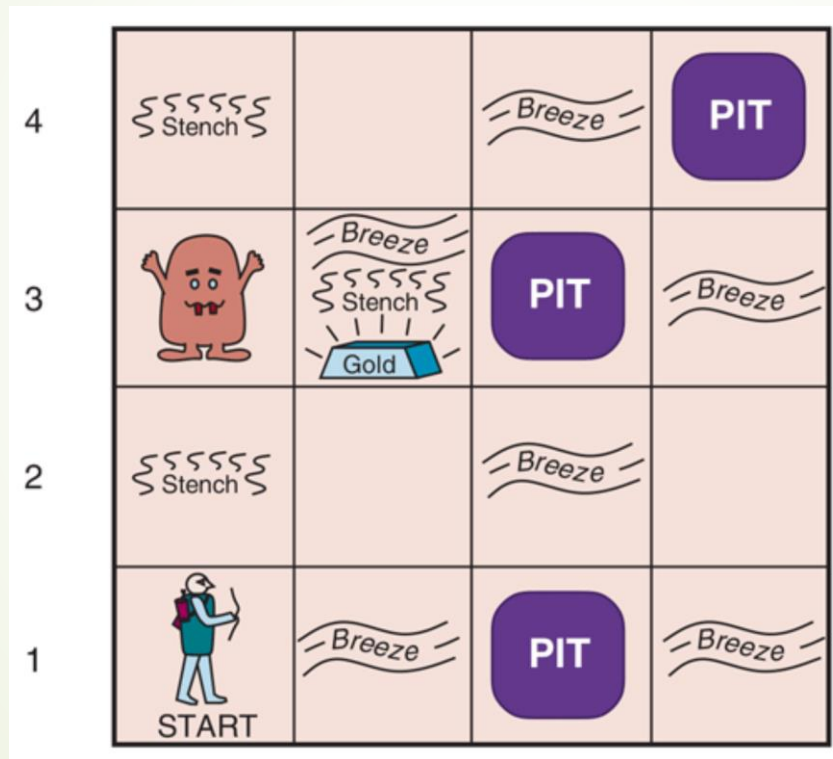
➤ 2^3 estados





Secuencia de percepciones	Acción
[A, Limpio]	<i>Derecha</i>
[A, Sucio]	<i>Aspirar</i>
[B, Limpio]	<i>Izquierda</i>
[B, Sucio]	<i>Aspirar</i>
[A, Limpio], [A, Limpio]	<i>Derecha</i>
[A, Limpio], [A, Sucio]	<i>Aspirar</i>
—	—
—	—
—	—
[A, Limpio], [A, Limpio], [A, Limpio]	<i>Derecha</i>
[A, Limpio], [A, Limpio], [A, Sucio]	<i>Aspirar</i>
—	—
—	—
—	—

El Mundo Wumpus



1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2	2,2	3,2	4,2
OK			
1,1	2,1	3,1	4,1
A			
OK	OK		

(a)

A = Agent
B = Breeze
G = Glitter, Gold
OK = Safe square
P = Pit
S = Stench
V = Visited
W = Wumpus

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2	2,2	3,2	4,2
OK	P?		
1,1	2,1	3,1	4,1
V	A	P?	
OK	B		
OK	OK		

(b)

The first step taken by the agent in the wumpus world. (a) The initial situation, after percept $[None, None, None, None, None]$. (b) After moving to $[2,1]$ and perceiving $[None, Breeze, None, None, None]$.

[Mal olor, Brisa, Resplandor, Golpe, Grito]

Lógica proposicional (lógica booleana)

■ Sintaxis

- Define sentencias que se pueden construir con símbolos proposicionales y conectivas lógicas
- $\neg S_{1,1}$
- $\neg S_{1,1} \Rightarrow \neg W_{1,2} \wedge \neg W_{2,1}$

■ Semántica

- Define las reglas para determinar el valor de verdad de una sentencia respecto a un modelo en concreto (tabla de verdad)

$P_{x,y}$ is true if there is a pit in $[x,y]$.

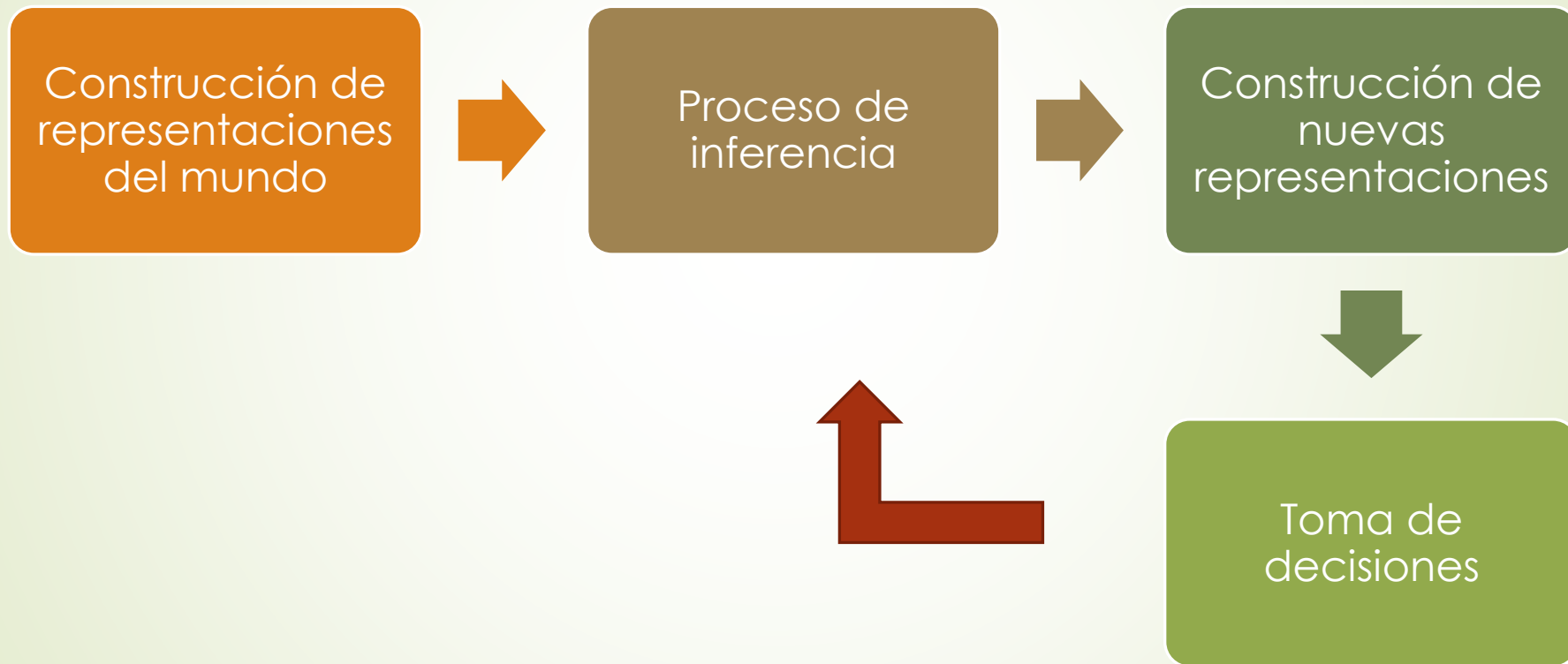
$W_{x,y}$ is true if there is a wumpus in $[x,y]$, dead or alive.

$B_{x,y}$ is true if there is a breeze in $[x,y]$.

$S_{x,y}$ is true if there is a stench in $[x,y]$.

$L_{x,y}$ is true if the agent is in location $[x,y]$.

El Mundo del Wumpus



- Construcción de representaciones del mundo (representación del conocimiento)

- $R_0: L_{1,1}$
- $R_1: \neg S_{1,1}$
- $R_2: \neg B_{1,1}$
- $R_3: \neg R_{1,1}$



➤ Proceso de Inferencia

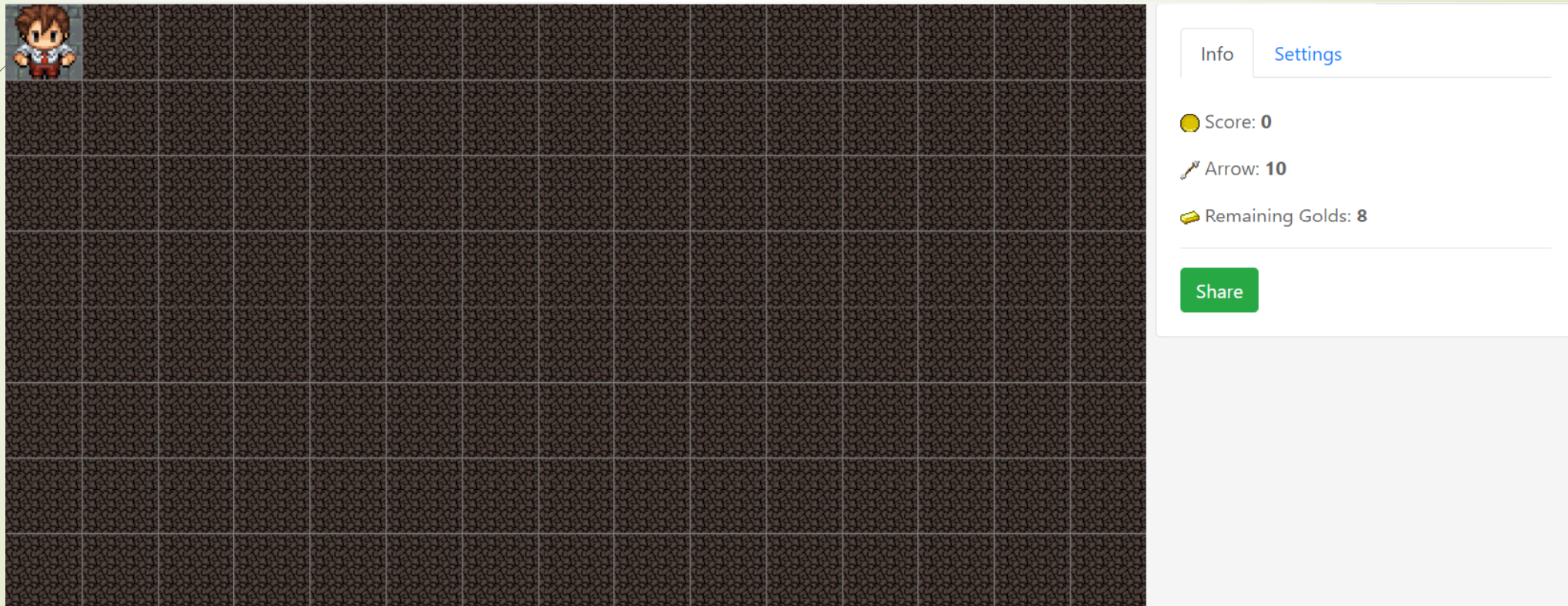
- Construcción de nuevas representaciones del mundo

- $R_4: \neg S_{1,1} \Rightarrow \neg W_{1,2} \wedge \neg W_{2,1}$
- $R_5: \neg B_{1,1} \Rightarrow \neg P_{1,2} \wedge \neg P_{2,1}$
- $R_6: \neg R_{1,1} \Rightarrow \neg G_{1,1}$

➤ Toma de decisiones

Simulador del Mundo del Wumpus

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

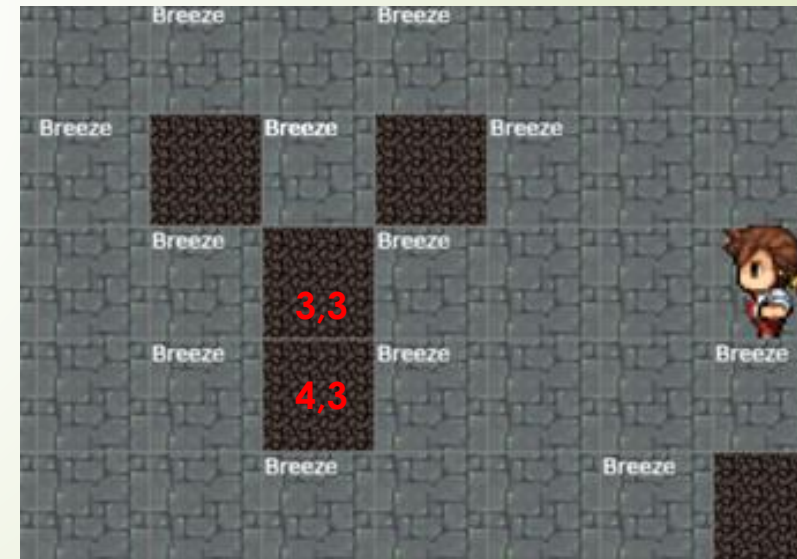


Actividad. El Mundo del Wumpus

- ▶ Juegue varias partidas del simulador del mundo del Wumpus y describa reglas para resolver lo siguiente:
 - ▶ ¿Qué hacer cuando se encuentra una marca de "Breeze"?
 - ▶ ¿Qué hacer cuando se encuentra una marca de "Stench"?
 - ▶ ¿Qué hacer cuando se encuentra marcas de "Breeze" y "Stench" juntas?
 - ▶ ¿Qué puede inferir del escenario A?
 - ▶ Considerando el escenario B. Si la casilla [3,3] o la casilla [4,3] tienen un oro ¿por cuál se decidiría?
 - ▶ ¿Hay alguna forma de ganar siempre la partida?
 - ▶ Explique las razones de su respuesta anterior
- ▶ Suba un documento con sus respuestas en la plataforma Teams como evidencia
- ▶ Ejemplo de regla:
 - ▶ $L_{1,1} \wedge \neg S_{1,1} \wedge \neg B_{1,1} \wedge \neg G_{1,1}$; avanzar a la derecha o hacia abajo



Escenario A. El agente percibe brisa en la casilla [2,2]

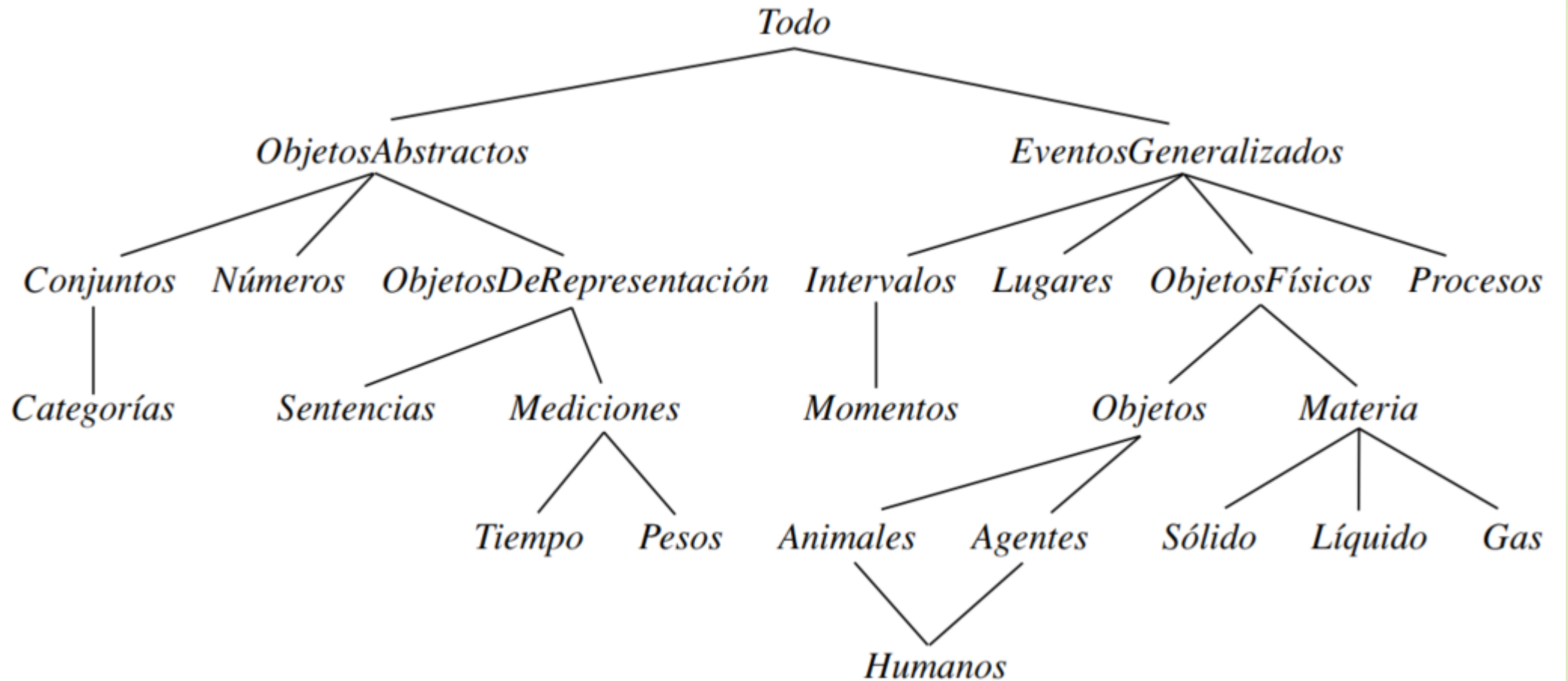


Escenario B

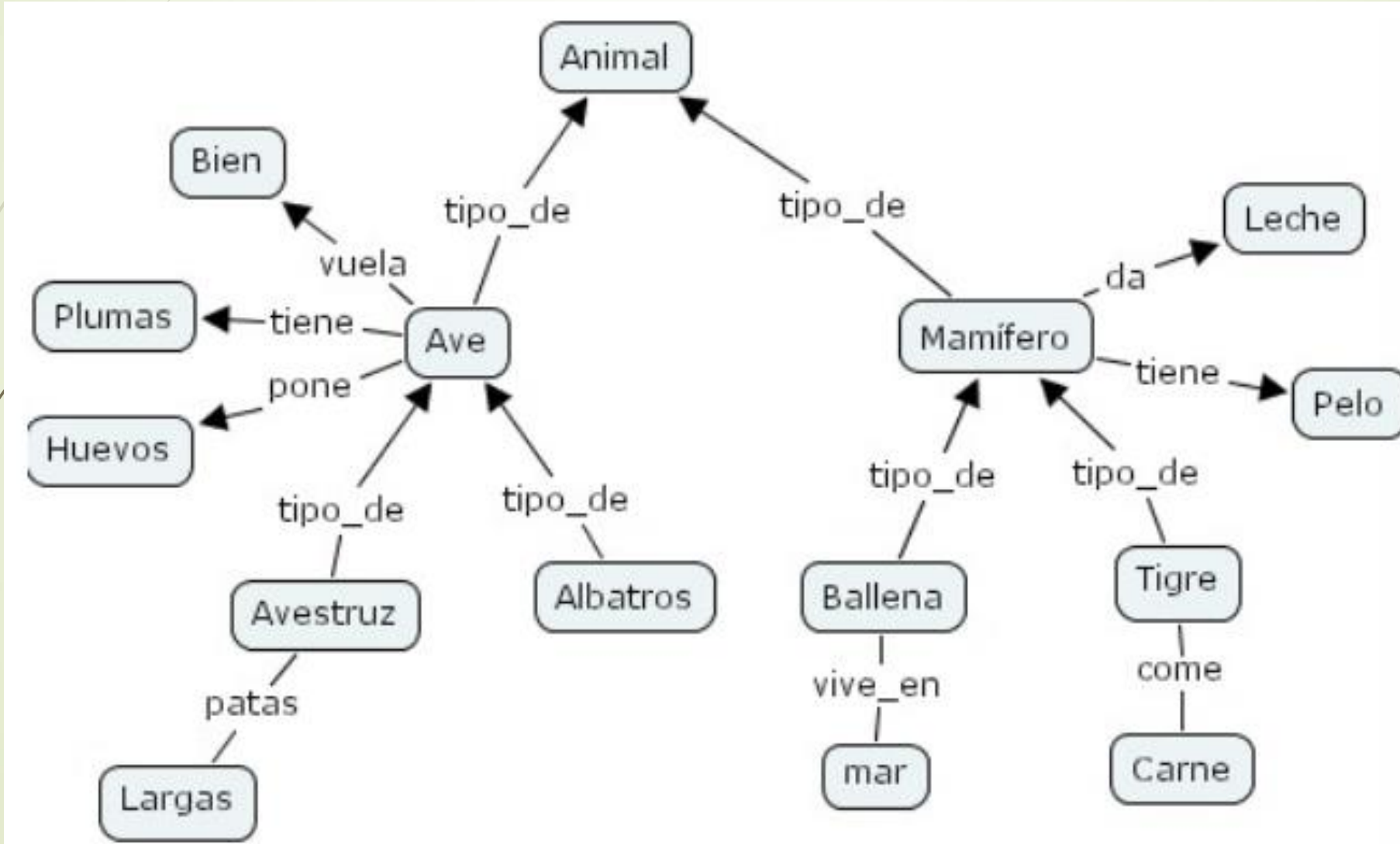
Ontologías

- 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

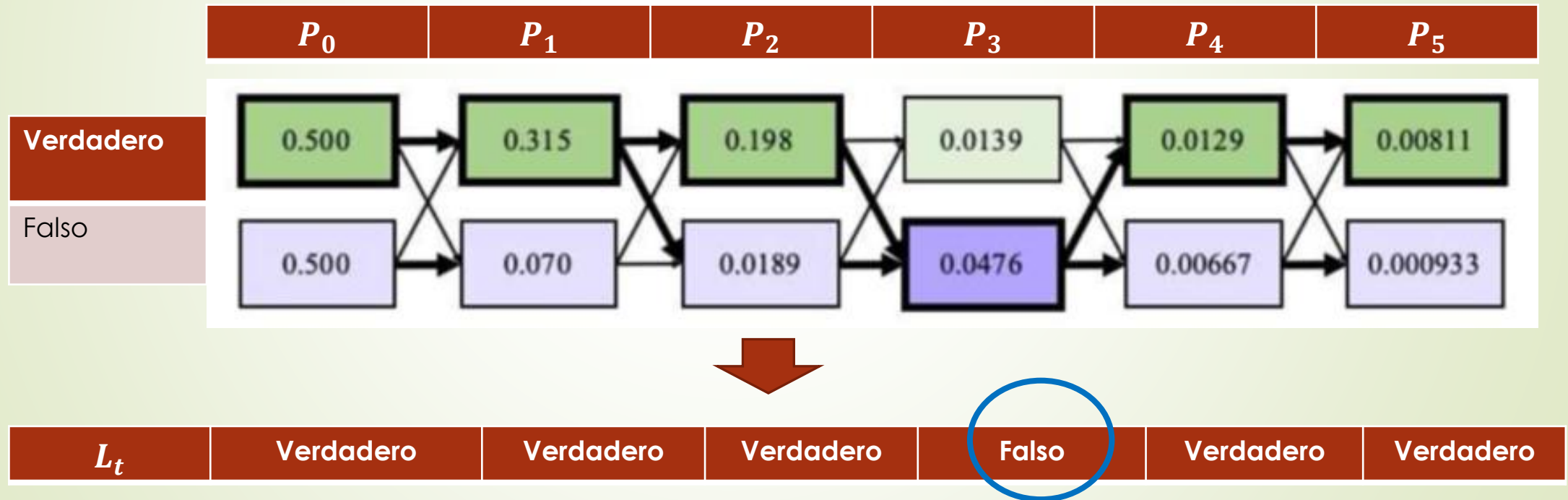


Modelos ocultos de Markov

- Los modelos ocultos de Markov (HMM, por sus siglas en inglés) son modelos probabilísticos temporales, en los cuales el estado de un proceso es descrito por una variable, discreta y aleatoria
- El objetivo es determinar los parámetros desconocidos a partir de los parámetros observables
- Cada estado tiene una distribución de probabilidad sobre los posibles símbolos de salida y la secuencia de símbolos generada por un HMM proporciona cierta información acerca de la secuencia de estados
- Son especialmente útiles para reconocimiento del habla, de escritura y de gestos

Ejemplo

- Un guardia de seguridad trabaja en una instalación subterránea y desea saber si esta lloviendo. La única forma de saber esto es viendo si el director de la instalación trae o no paraguas
- Con esta información se puede establecer lo siguiente:
 - $P_{0,5}$ variables de evidencia observables
 - L_t variable de estado no observable el día t

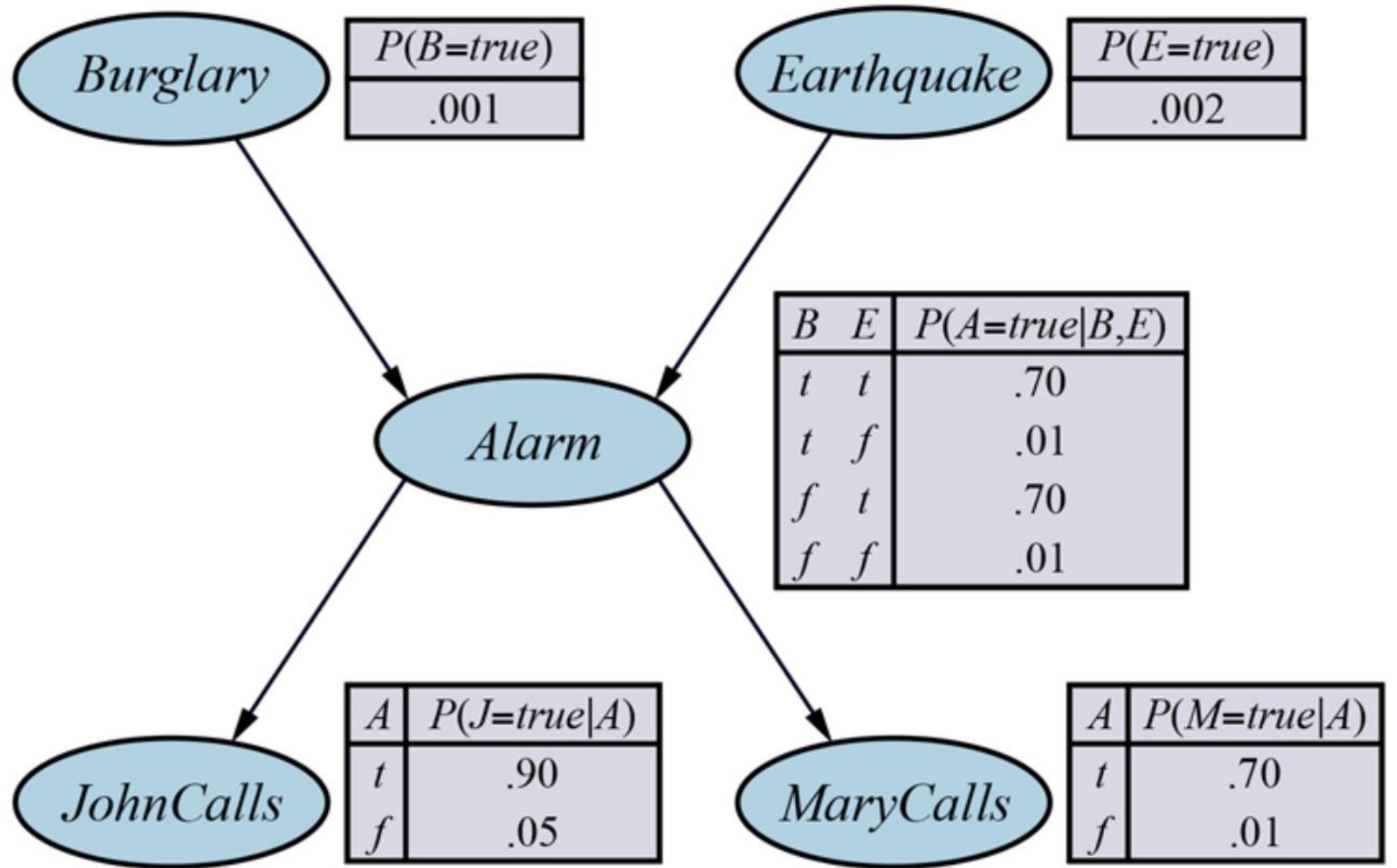


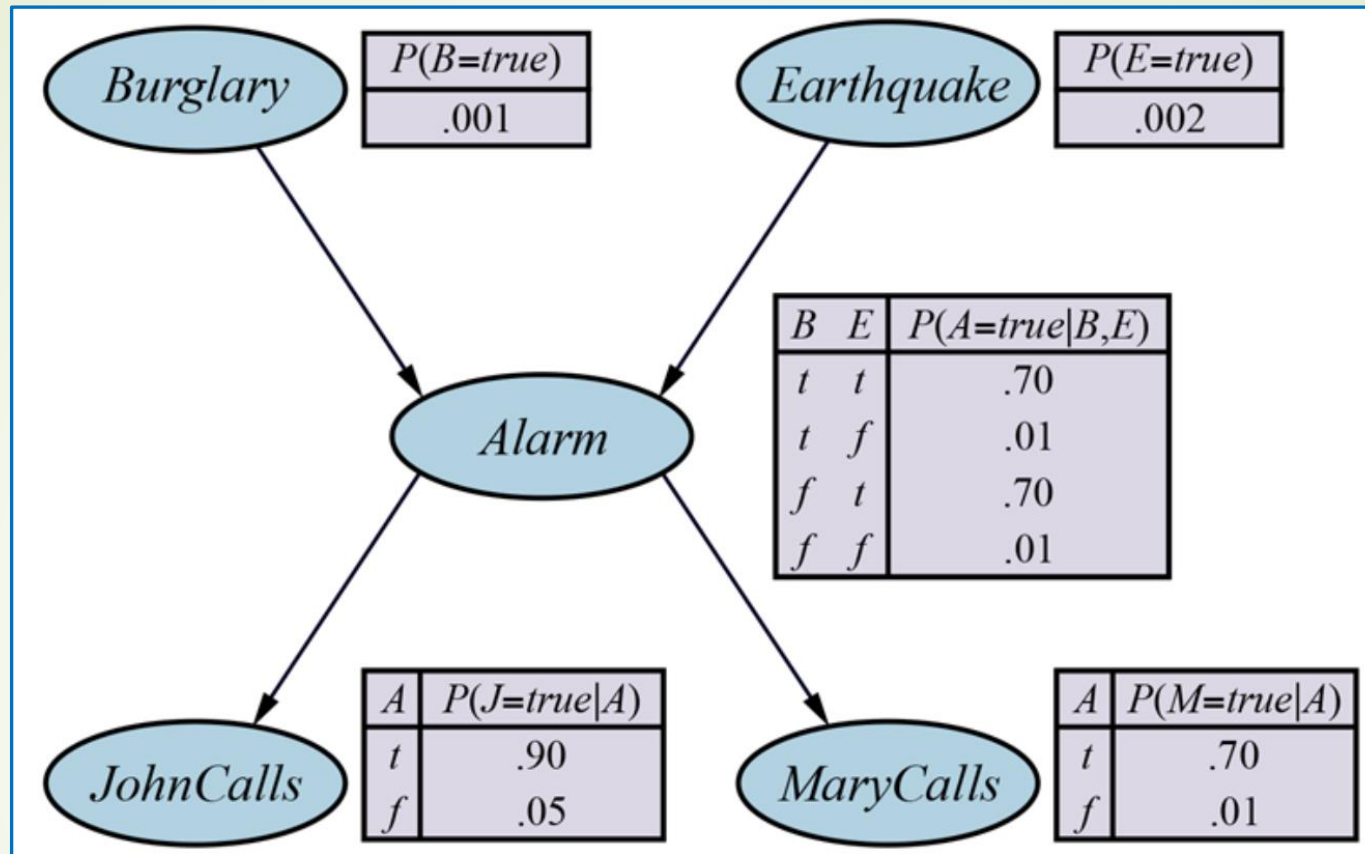
Redes Bayesianas

- 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
- Dada la evidencia de quien ha hablado o quien no ha hablado, se debe estimar la probabilidad de que haya sucedido un robo





$$\begin{aligned}
 P(j,m,a,\neg b,\neg e) &= P(j|a)P(m|a)P(a|\neg b \wedge \neg e)P(\neg b)P(\neg e) \\
 &= 0.90 \times 0.70 \times 0.01 \times 0.999 \times 0.998 = 0.00628.
 \end{aligned}$$

Actividad

- Investiga sobre las siguientes tecnologías para ontologías':
 - CyC
 - Ontolingua
 - WordNet
 - OWL
- La investigación debe incluir
 - Descripción de la tecnología
 - ¿Para qué se usa?
 - ¿Qué problemas resuelve?
 - Ejemplos de su uso
- Se debe redactar un documento con el trabajo de investigación y subirlo a la plataforma Teams

Aprendizaje automático

- Aprendizaje máquina -> Aprendizaje automático



coffee
machine



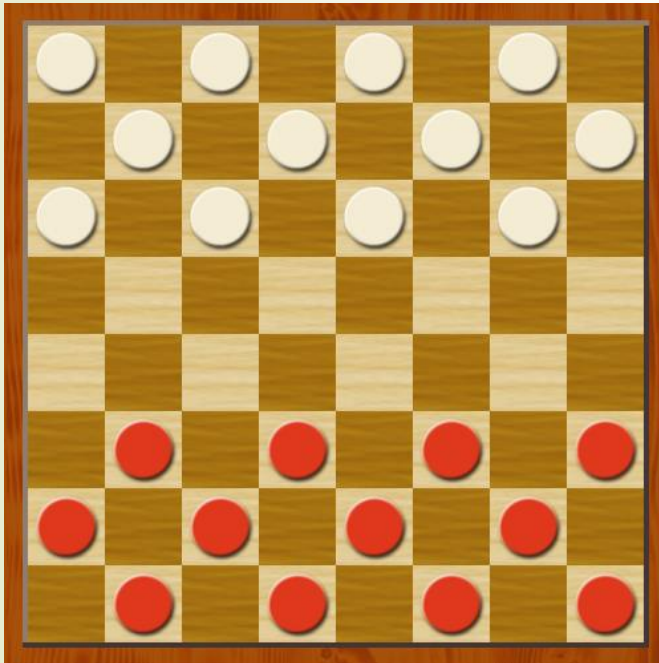
washing
machine



answering
machine

Conceptos y fundamentos

- ▶ Arthur Samuel en 1959



Juego de damas

- ▶ Aprendizaje automático
 - ▶ Contraparte de la programación convencional
 - ▶ El programa o la máquina pueden deducir información por sí mismas y luego aplicarla en otros momentos.
 - ▶ Un programa puede aprender para producir un comportamiento para el cual no fue programado y del cual el programador puede no estar “consciente”



Pros y contras

Pros

- Inteligencias artificiales que aprenden por sí solas



- Hacer nuevas jugadas
- Adelantarse al oponente
- ...

Contras

- Comportamientos inesperados



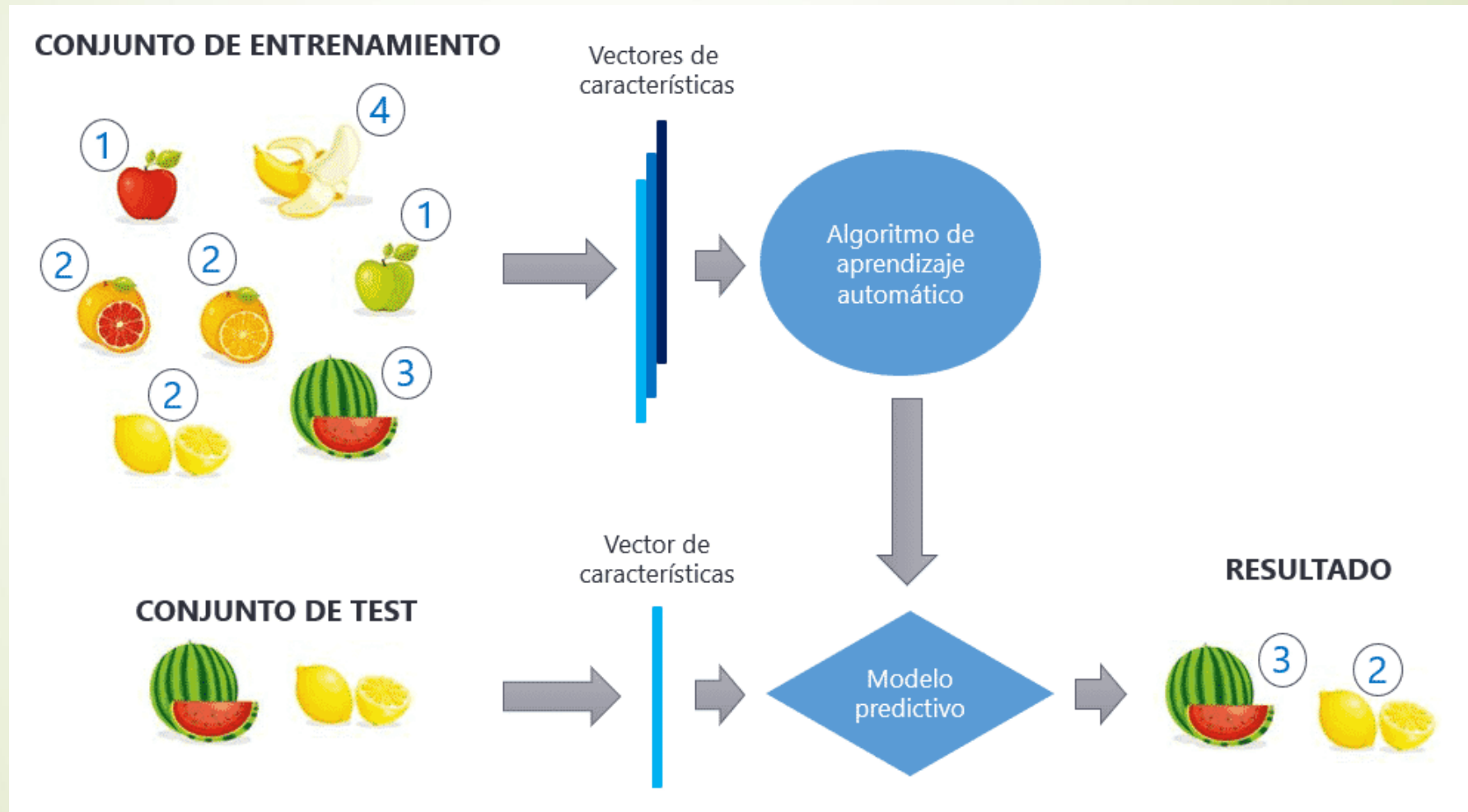
- Chatbot Tay
- Microsoft (2016)
- Conversaciones informales y entretenidas con jóvenes de 18 a 24 años
- En menos de 24 horas se volvió grosera, racista y xenófoba

Tipos de aprendizaje

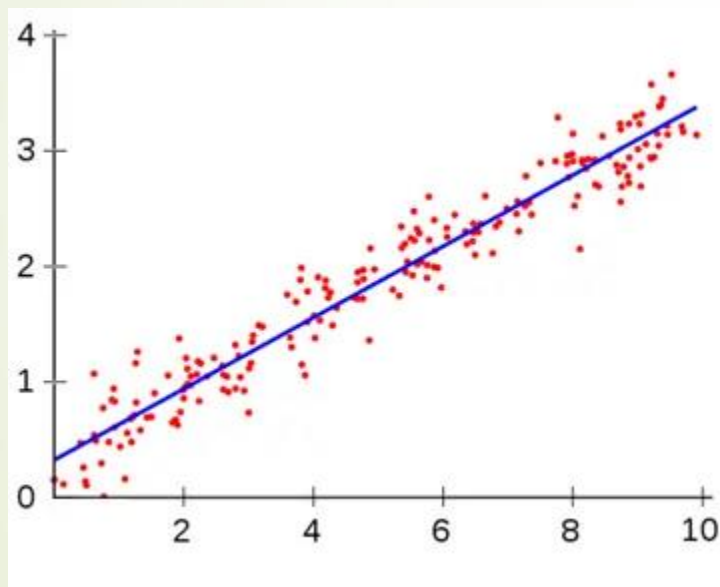
- ▶ En el aprendizaje automático se distinguen dos tipos de aprendizaje
 - ▶ Aprendizaje supervisado
 - ▶ Aprendizaje no supervisado



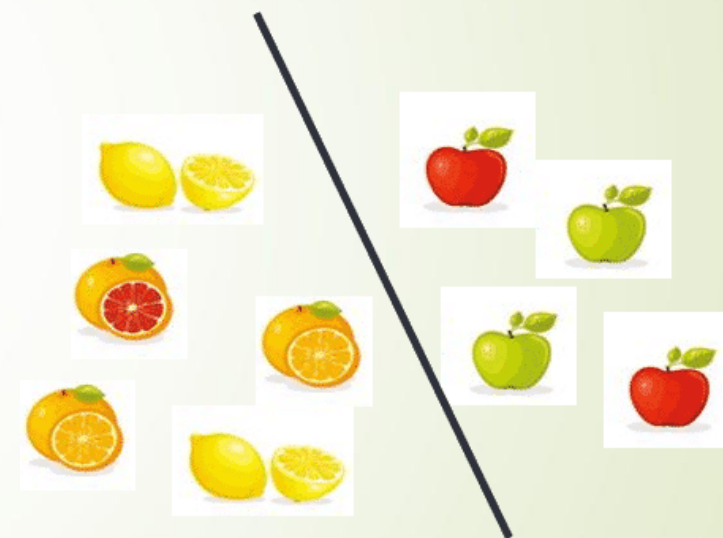
Aprendizaje supervisado



Aprendizaje supervisado



Regresión

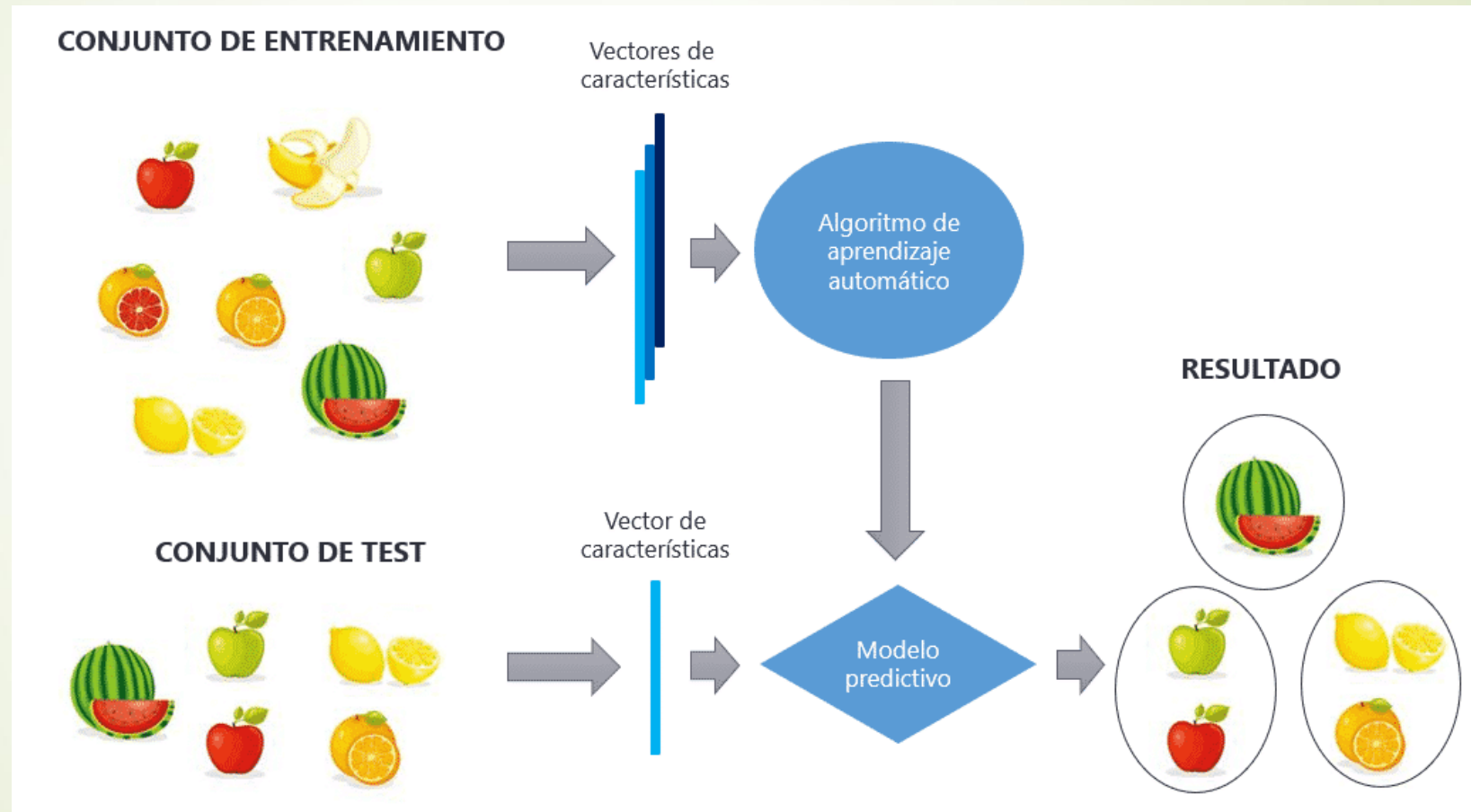


Clasificación

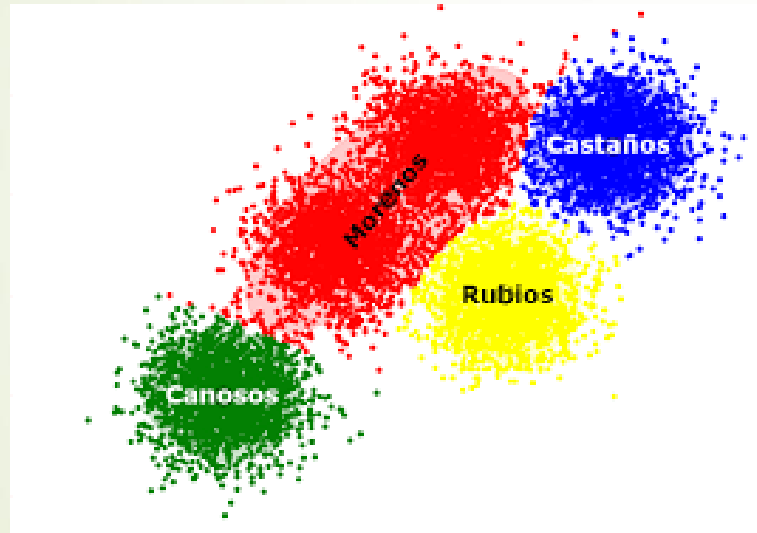
Evaluación del aprendizaje supervisado

- Existen varias métricas para evaluar las predicciones realizadas por el modelo generado
 - Exactitud (Accuracy)
 - Precisión (Precision)
 - Exhaustividad o sensibilidad (Recall)
 - F1 o medida F (F-measure)
 - Matriz de confusión (Confusion matrix)

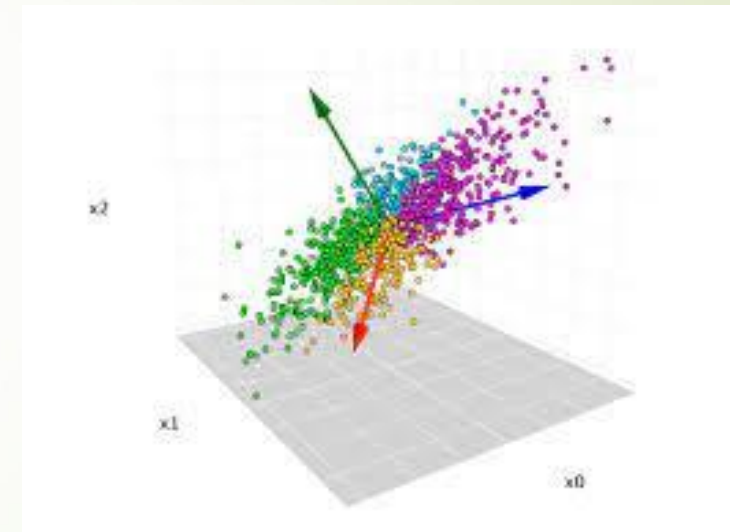
Aprendizaje no supervisado



Técnicas de aprendizaje no supervisado



Basadas en agrupamiento (Clustering)

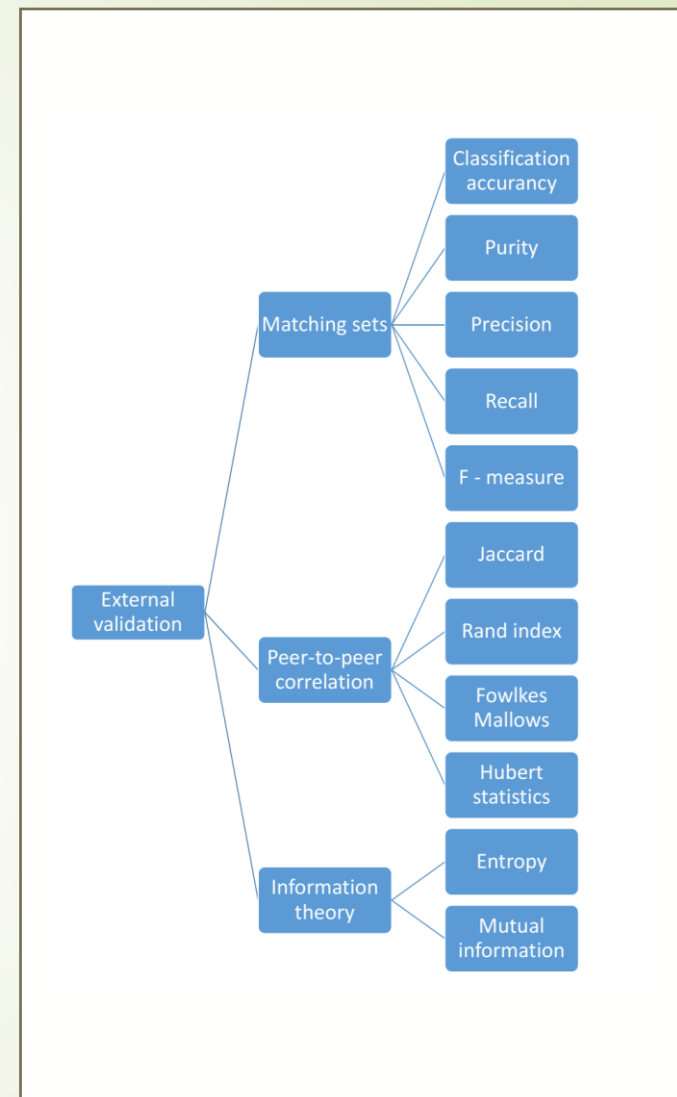
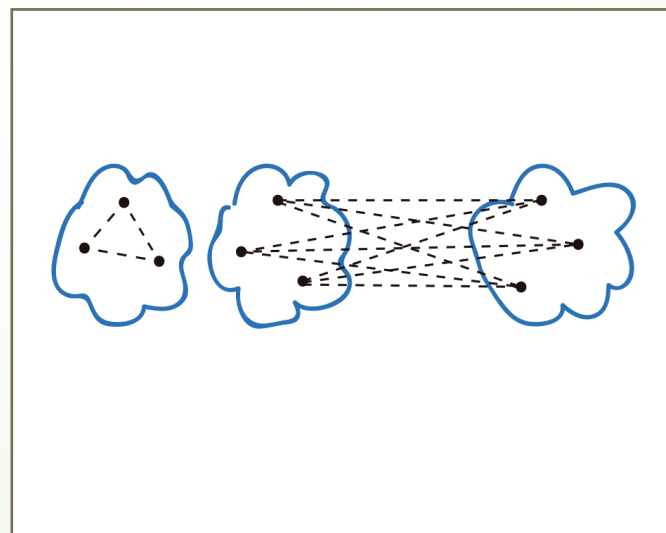
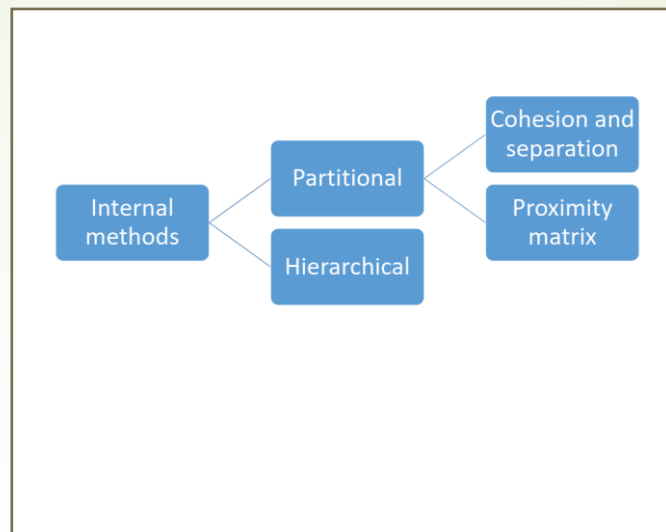


Análisis de componentes principales (PCA)

Evaluación del aprendizaje no supervisado

➤ En la evaluación de este tipo de aprendizaje se siguen dos enfoques

- Validación interna
- Validación externa



Aprendizaje supervisado

- Ejemplos de conjuntos de datos (datasets)
 - <https://www.kaggle.com/rashikrahmanpritom/heart-attack-analysis-prediction-dataset>
 - <https://www.kaggle.com/datasets/aman2000jaiswal/agriculture-crop-images>
 - <https://www.kaggle.com/datasets/oddrationalle/mnist-in-csv>
 - <https://www.kaggle.com/datasets/clmentbisaillon/fake-and-real-news-dataset>

Herramientas para la IA y el AA

Lenguajes de programación

- Desde los inicios de la IA se han utilizado diversos lenguajes de programación para el desarrollo de algoritmos
- Algunos de los más utilizados a lo largo del tiempo han sido
 - LISP
 - Prolog
 - C++
 - Java
 - R
 - Python

Bibliotecas

- Hoy en día existen bibliotecas que permiten utilizar métodos de AA tanto supervisado como no supervisado
- Algunas de las más utilizadas actualmente son:
 1. WEKA
 2. Scikit-Learn
 3. Microsoft Azure Machine Learning4
 4. AWS Machine Learning
 5. IBM Watson
 6. TensorFlow
 7. Pytorch