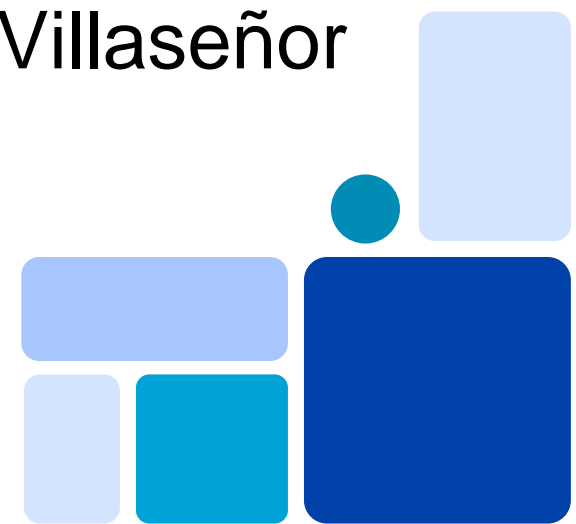
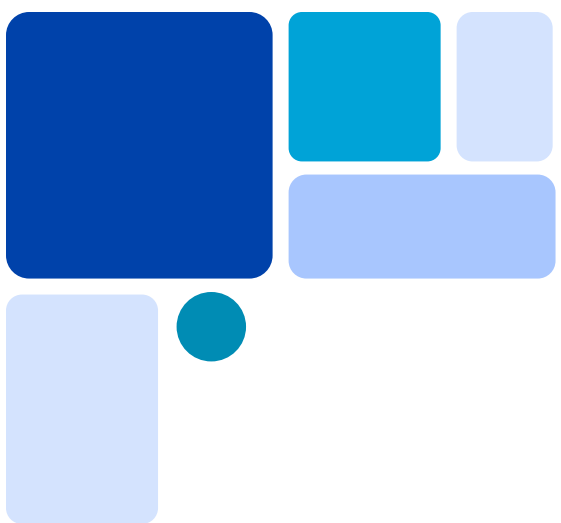


Aprendizaje Automático


Dr. Hiram Eredín Ponce Espinosa
Dra. Lourdes Martínez Villaseñor





Introducción al Aprendizaje Automático

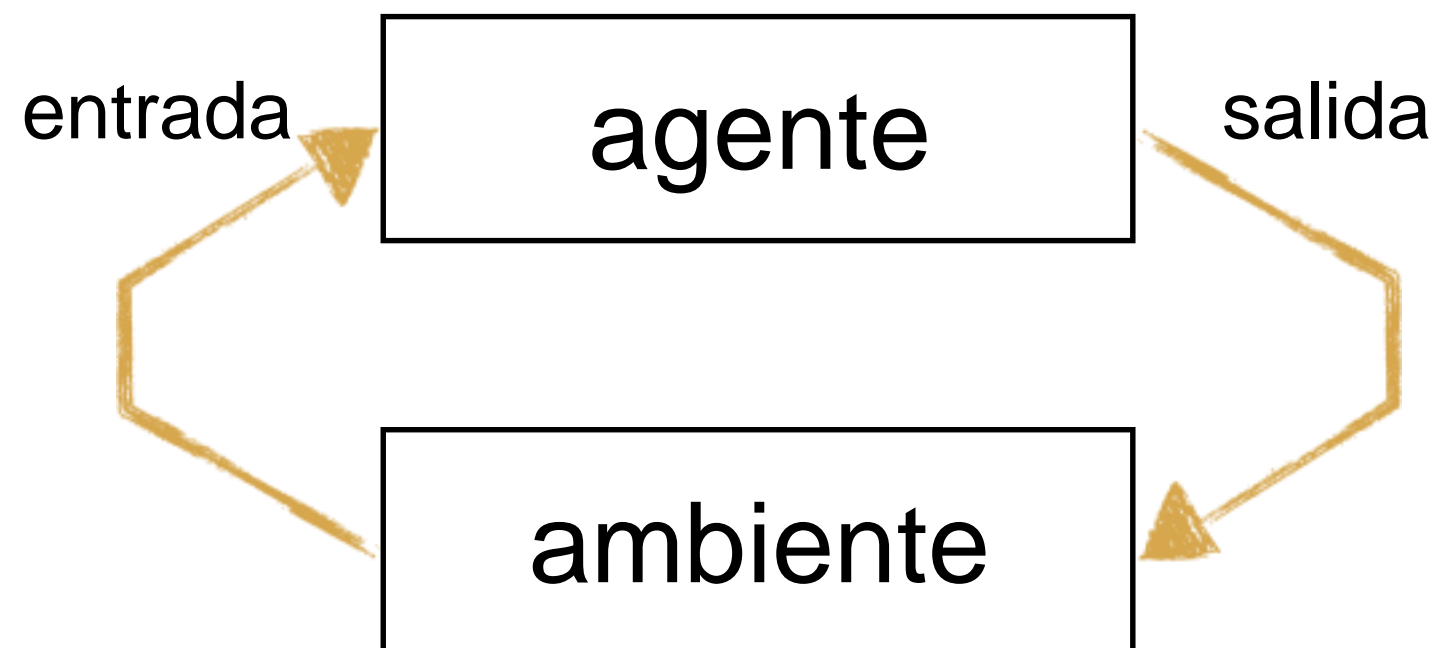
Aprendizaje Automático

- 
1. Agentes inteligentes
 2. Aprendizaje automático
 3. Espacio de hipótesis
 4. Clasificación y regresión

Presentación basada en:

- Rusell, S., Norvig, P., (2003), *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall/Pearson Education, New Jersey.
- Mitchell, T. (2003), *Machine Learning*, McGraw Hill, New York.
- Alpaydin, E. (2010), *Introduction to Machine Learning*, The MIT Press, England.

Un **agente** es sistema computacional que está situado en algún *ambiente* y que tiene la capacidad de ser *autónomo* en dicho ambiente con la finalidad de alcanzar los objetivos delegados a éste.



modelo agente-ambiente
describe la interacción entre ellos

Los agentes deben cumplir con las siguientes características:

- **Autónomo** en sus decisiones
- **Flexible** en su ambiente

Flexibilidad

Reactivo, que mantiene una interacción constante con el ambiente y responde a los cambios que ocurren (en tiempo de respuesta útil).

Pro-activo, que genera y busca alcanzar metas; no se guía solamente por eventos; toma la iniciativa.

Social, que puede interactuar con otros agentes a través de un lenguaje de comunicación; además poder cooperar con ellos.

Algunas otras características de los agentes:

- **Movilidad**, capacidad de cambiar de posición en el ambiente.
- **Veracidad**, que no comunica de manera consciente información falsa.
- **Benevolencia**, actúa respecto a sus reglas; no va en contra.
- **Racionalidad**, un agente actúa en función de lograr sus metas.
- **Aprendizaje/Adaptabilidad**, los agentes mejoran su comportamiento con el tiempo.

Para describir agentes, también se requiere conocer los tipos de ambientes.

Tipos de **ambientes**:

Accesibles | inaccesibles

Determinísticos | no-determinísticos

Estático | dinámico

Episódicos | no-episódicos

Discretos | continuos

Ambientes

Accesible, información completa, precisa y actualizada sobre el estado del ambiente.

Determinístico, cualquier acción tiene un único efecto garantizado; no hay incertidumbre.

Episódico, el funcionamiento del agente se basa en un número restringido de episodios.

Estático, el ambiente no cambia mientras el agente está deliberando.

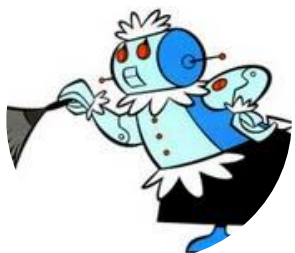
Discreto, número fijo y finito de acciones y percepciones.



Benévolos, el mejor interés de un agente es el mejor interés de los otros; cooperan.



Egoístas, un agente busca su mejor interés; posiblemente a expensas de los demás.



Asistentes, trabajan para ayudar al usuario en tareas típicas.



Multiagentes, conjunto de agentes colaborando, cooperando y negociando para una meta.

Un agente que no depende de la historia del ambiente y únicamente actúa respecto del estado actual, se considera un **agente reactivo**.

Ejemplos de agentes reactivos:

Aire acondicionado basado en la temperatura actual del ambiente.

Controlador tipo Bang-Bang.

Un agente que no depende de la historia del ambiente y únicamente actúa respecto del estado actual, se considera un **agente reactivo**.

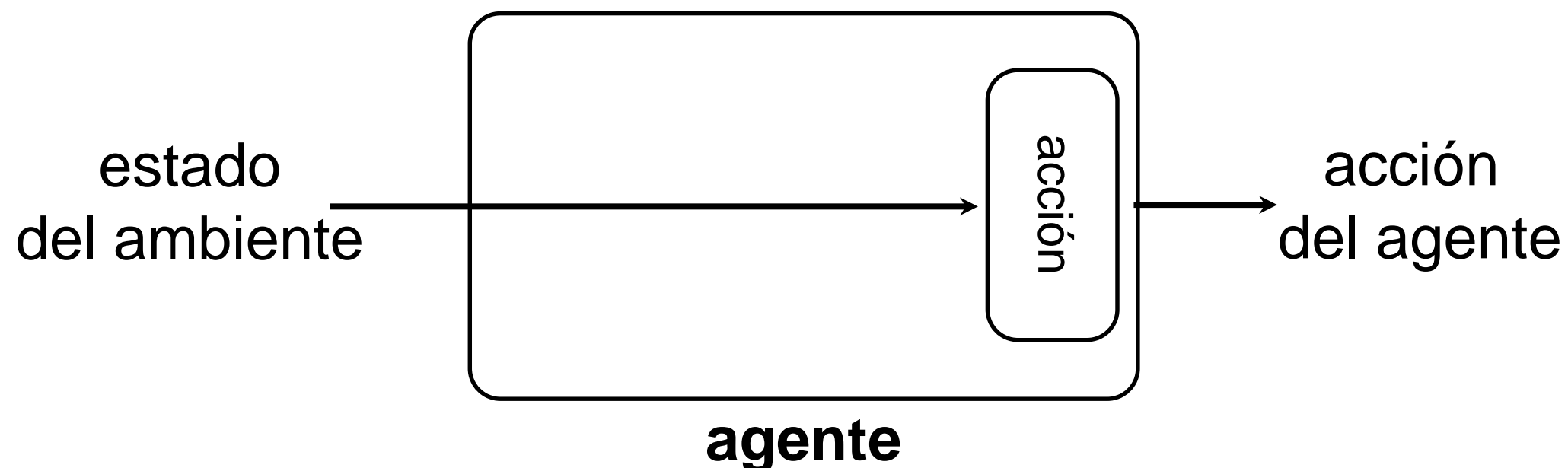
Tipos de agentes reactivos basados en sus funciones:

1. Agentes reactivos con acción.
2. Agentes reactivos con percepción y acción.
3. Agentes reactivos con estado interno.

Agentes reactivos con acción

Agentes que únicamente producen una acción a partir del estado del ambiente. Se considera que el agente no realiza ningún procesamiento sobre las condiciones del ambiente.

$$\text{Acción: } E \rightarrow Ac$$

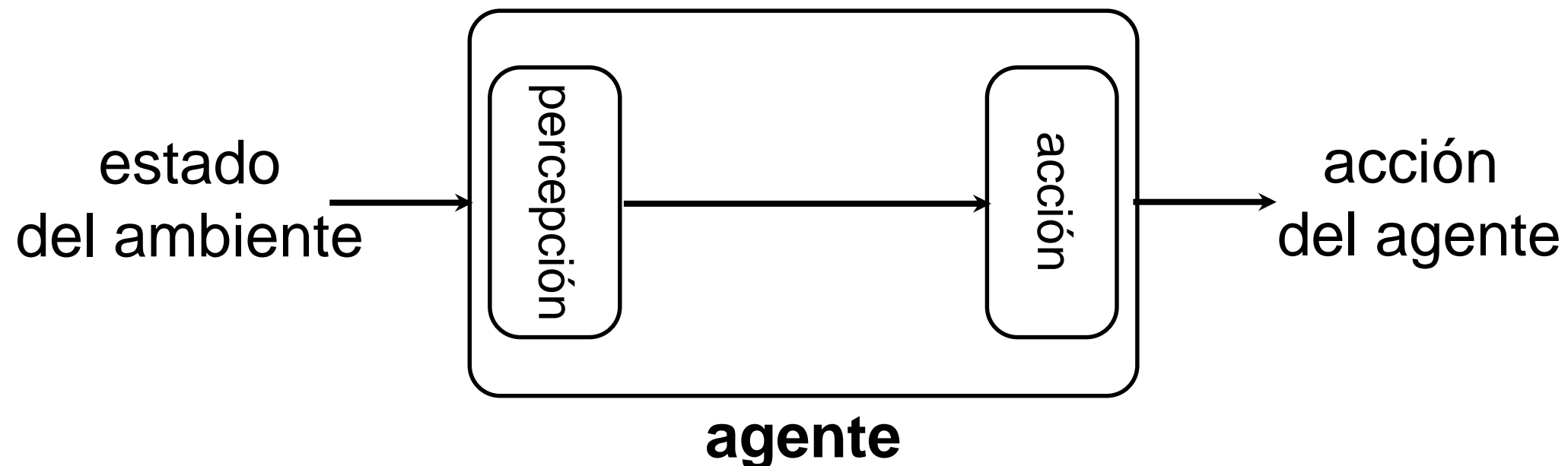


Agentes reactivos con percepción y acción

Agentes que producen una acción a partir de la percepción del estado del ambiente.

Percepción: $E \rightarrow Per$

Acción: $Per \rightarrow Ac$



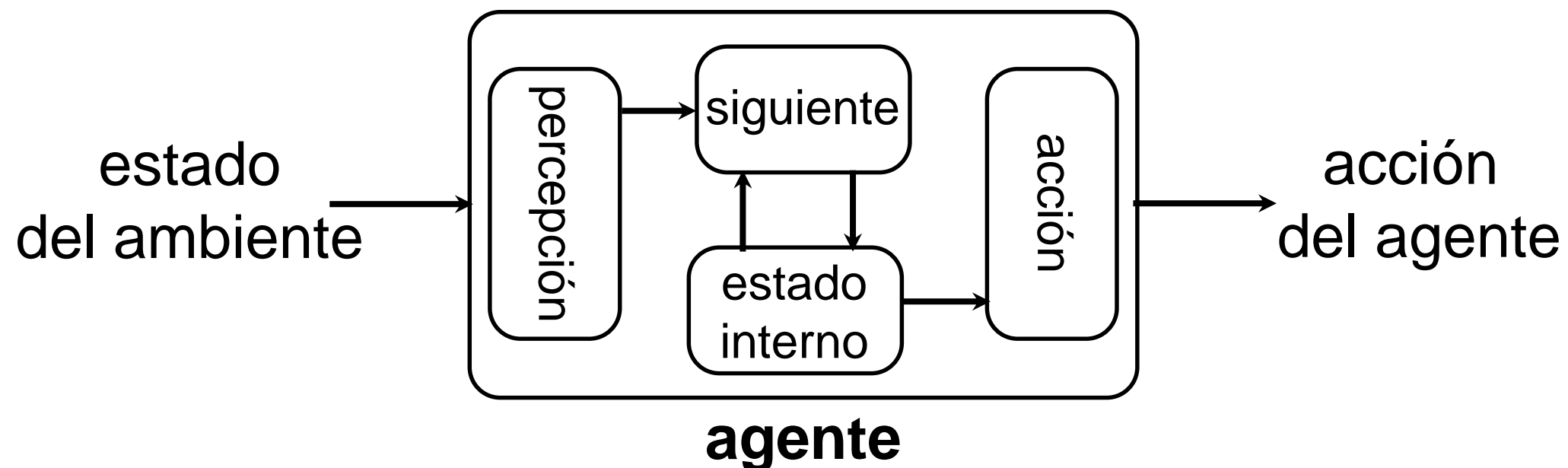
Agentes reactivos con estado interno

Agentes que perciben el ambiente y determinan el estado interno (memoria) del agente, con el fin de generar una acción.

Percepción: $E \rightarrow Per$

Siguiente: $Per \times I \rightarrow I$

Acción: $I \rightarrow Ac$



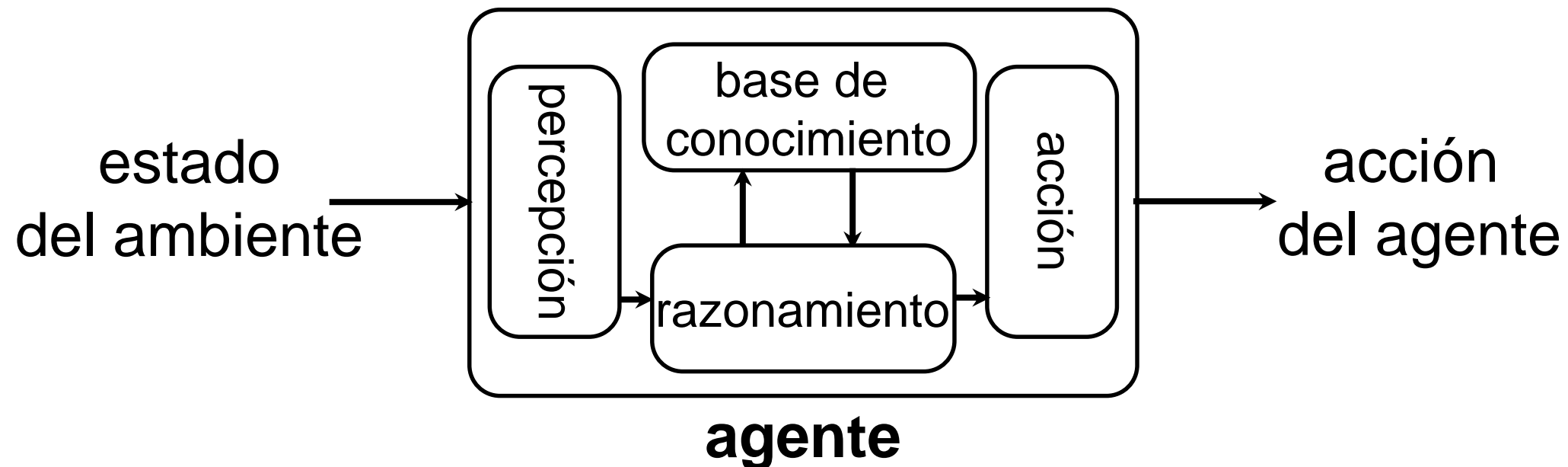
Un agente que contiene una representación simbólica y explícita del ambiente y toma decisiones con respecto a éstas mediante razonamientos simbólicos, se considera un **agente deliberativo**.

Ejemplos de agentes deliberativos:

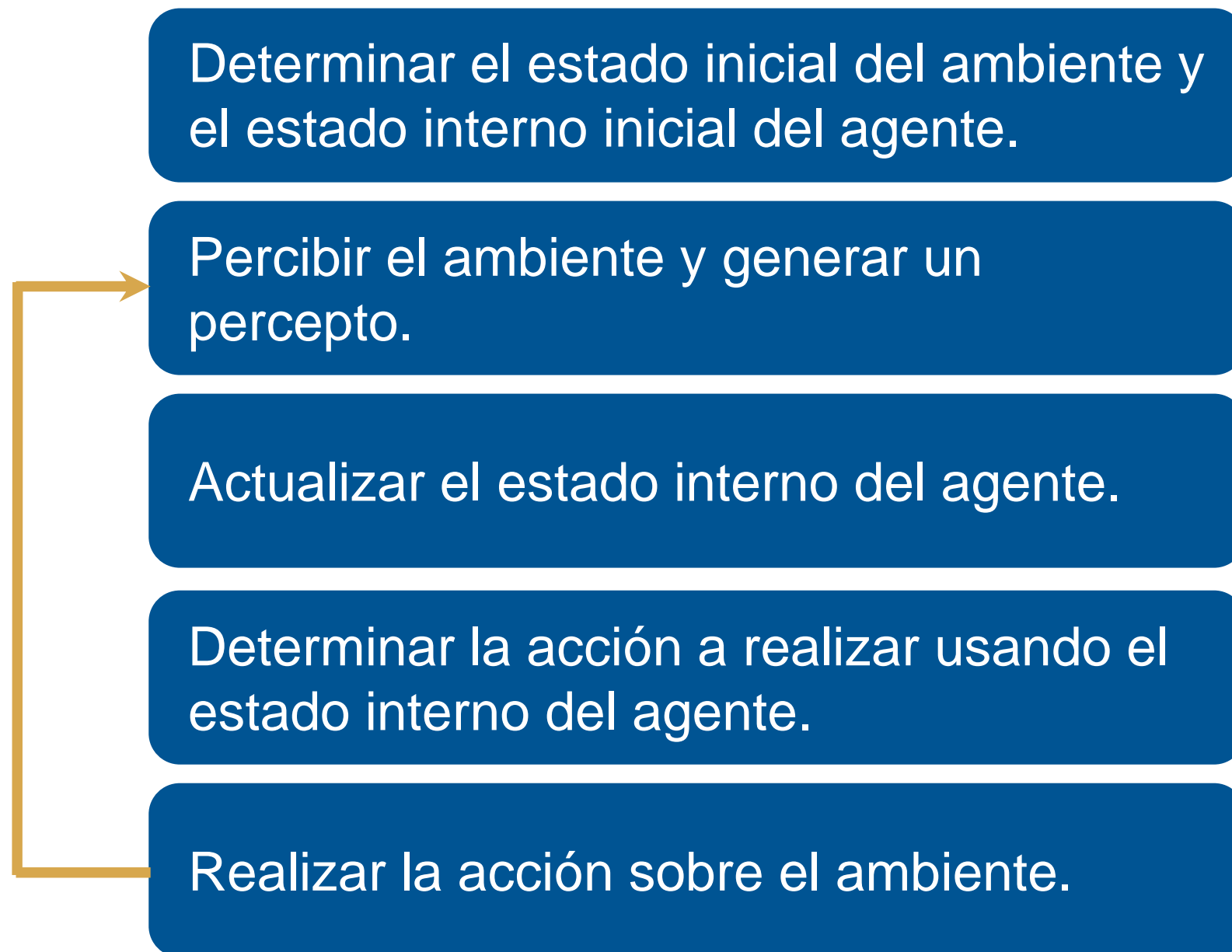
Movimiento de robots mediante lógica difusa.

Agentes inteligentes para e-learning.

Un agente que contiene una representación simbólica y explícita del ambiente y toma decisiones con respecto a éstas mediante razonamientos simbólicos, se considera un **agente deliberativo**.



Ciclo de ejecución de un agente



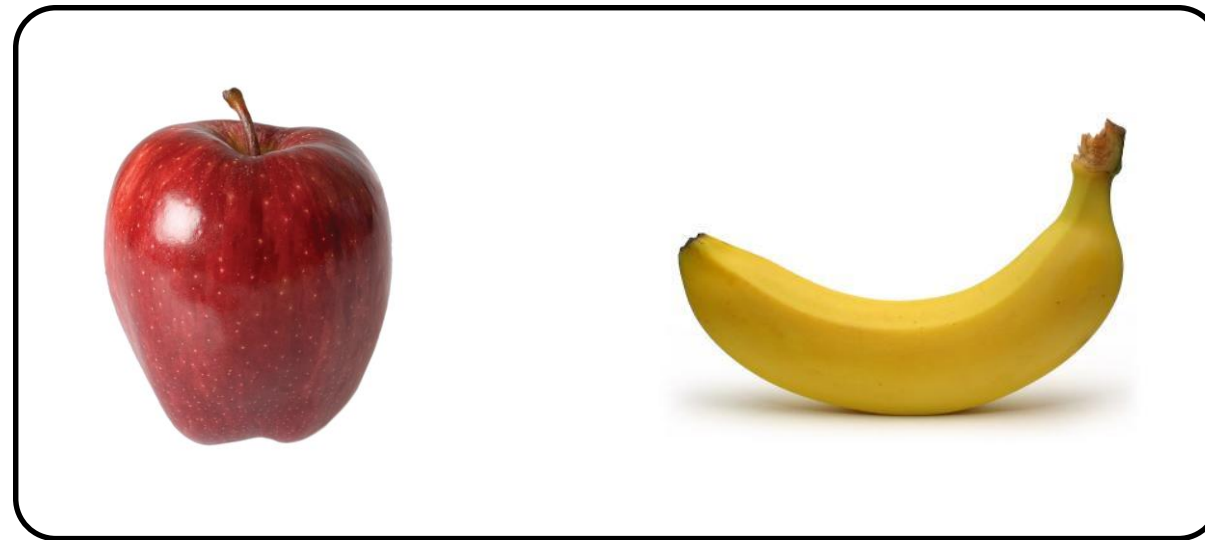
Entre otras características, a veces es importante que los agentes cuenten con una arquitectura deliberativa que pueda mejorar la experiencia de estos, con la finalidad de resolver un problema con mejor detalle.

Un agente se dice que **aprende** de la experiencia E con respecto a alguna clase de tareas T y ciertas medidas de desempeño P , si el desempeño de las tareas en T , medidas bajo P , mejoran con la experiencia E .

El **aprendizaje de un agente** consta de:

- Tareas
- Medidas de desempeño
- Experiencia de entrenamiento

Ejemplo de aprendizaje de un agente:



¿Cómo enseñarle a un niño a distinguir entre dos frutas?

El aprendizaje de un agente consta de:

- **Tareas:** *distinguir entre dos frutas*
- **Medidas de desempeño:** *porcentaje de seleccionar una fruta correctamente*
- **Experiencia de entrenamiento:** *conjunto de varias muestras de las dos clases de frutas*

El **aprendizaje automático** es el área de la inteligencia artificial que se refiere al estudio, diseño y análisis de los sistemas que pueden aprender a partir de información.

El **proceso de diseño del aprendizaje automático** de un agente consta de:

- Determinar el tipo de experiencia de entrenamiento
- Determinar la función de medida (objetivo)
- Determinar la representación de la función de medida
- Determinar el algoritmo de aprendizaje (de entrenamiento)
- Obtener el diseño completo

atributos o categorías

\mathcal{X}

etiquetas, clases o valores

$V(x)$

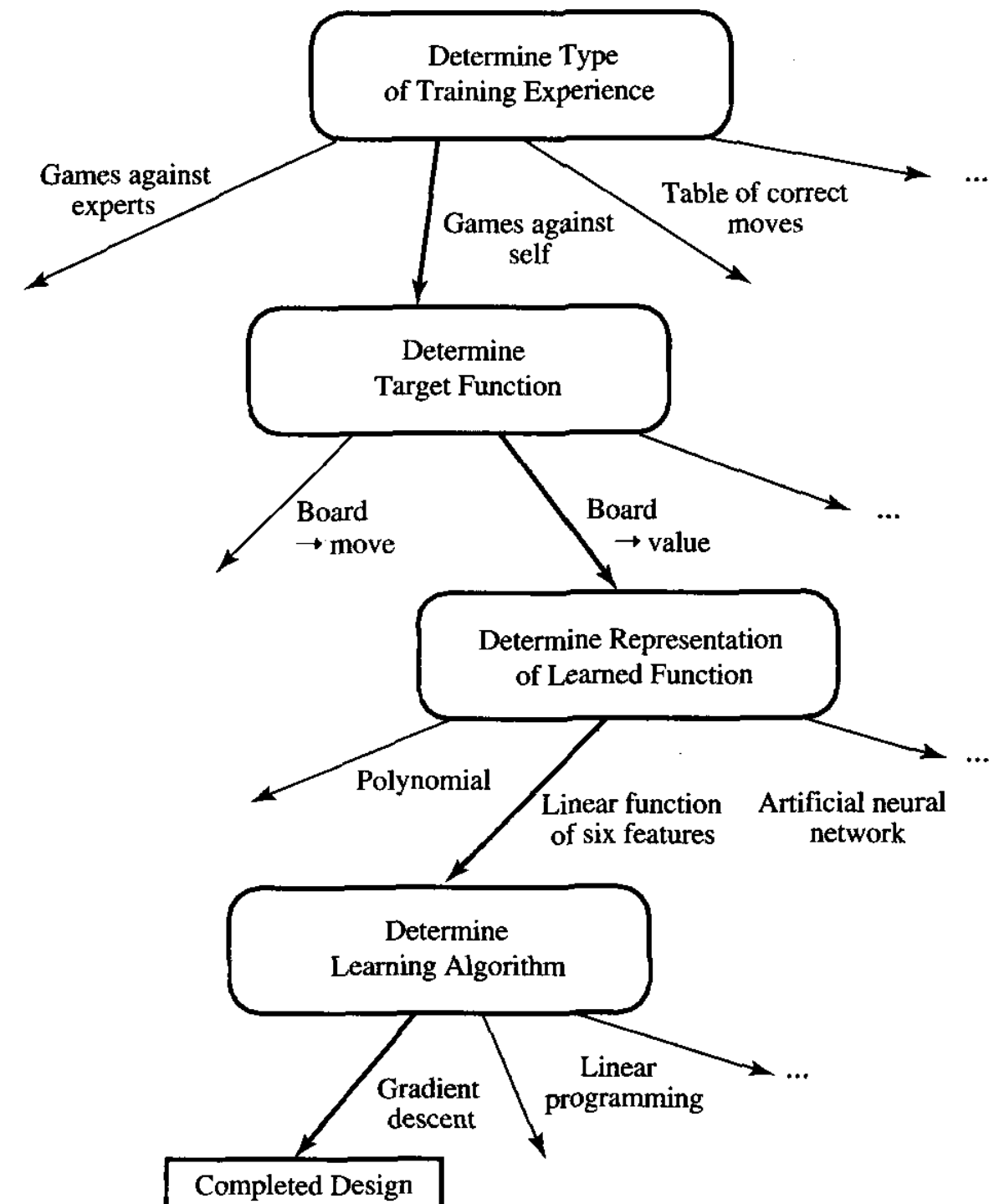
modelo

$\hat{V}(x, w)$

entrenamiento

$w \leftarrow ?$

Proceso de diseño del aprendizaje automático de un agente



Notas sobre el proceso de diseño del aprendizaje automático de un agente:

Tipo de experiencia de entrenamiento

Definir si provee retroalimentación directa o indirecta sobre el desempeño

Grado en el cual el agente controla la secuencia de ejemplos de entrenamiento

Definir qué tan bien se está representando a la distribución de ejemplos

Función de medida o función objetivo

Determinar el conocimiento exacto que se pretende aprender

Define cómo se medirá el desempeño del aprendizaje

En general, no es posible obtenerla (no operacional) por lo que se reduce

Función de aproximación (representación de la función de medida)

Determinar el modelo que representará a la función de medida

Esta etapa consiste en seleccionar alguna técnica de aprendizaje

Algoritmo de aprendizaje

Seleccionar el algoritmo de aprendizaje que obtendrá el modelo de la función de medida

Proceso: estimación de valores de entrenamiento, ajuste de parámetros (optimización)

Tipos de aprendizaje

Aprendizaje supervisado:

Adquisición de conocimiento, por experiencia, datos del pasado y datos actuales, a través de pares de datos del tipo atributos-etiquetas.

Aprendizaje no supervisado:

Adquisición de conocimiento a través de información por atributos, que tiene como finalidad encontrar similitudes entre los datos.

Aprendizaje por refuerzo:

Adquisición de conocimiento basado en utilidades/castigos que a través del tiempo generan un patrón de datos.

Aprendizaje semi-supervisado:

Adquisición de conocimiento mediante técnicas híbridas entre aprendizaje supervisado y no supervisado.

Todo proceso de aprendizaje automático involucra dos procesos:

- *Búsqueda*
- *Optimización*

Por lo cual, se recomienda tener conocimientos previos sobre ambos procesos.

Espacio de hipótesis

El problema de aprendizaje se puede re-escribir como un problema de *búsqueda* y *optimización*, en términos del espacio de hipótesis.

Hipótesis

Una hipótesis se define como una posible solución al problema de aprendizaje.

En general, para aprendizaje supervisado, una hipótesis es un **clasificador**, para aprendizaje no supervisado, una hipótesis es un **modelo**. Para aprendizaje por refuerzo, una hipótesis es una **función de costo**.

Espacio de hipótesis

Un espacio de hipótesis es el conjunto de hipótesis posibles para un problema de aprendizaje.

Formulación del problema

- Conjunto de instancias X
- Función desconocida $f: X \rightarrow Y$
- Conjunto de funciones hipótesis $H = \{ h \mid h: X \rightarrow Y \}$

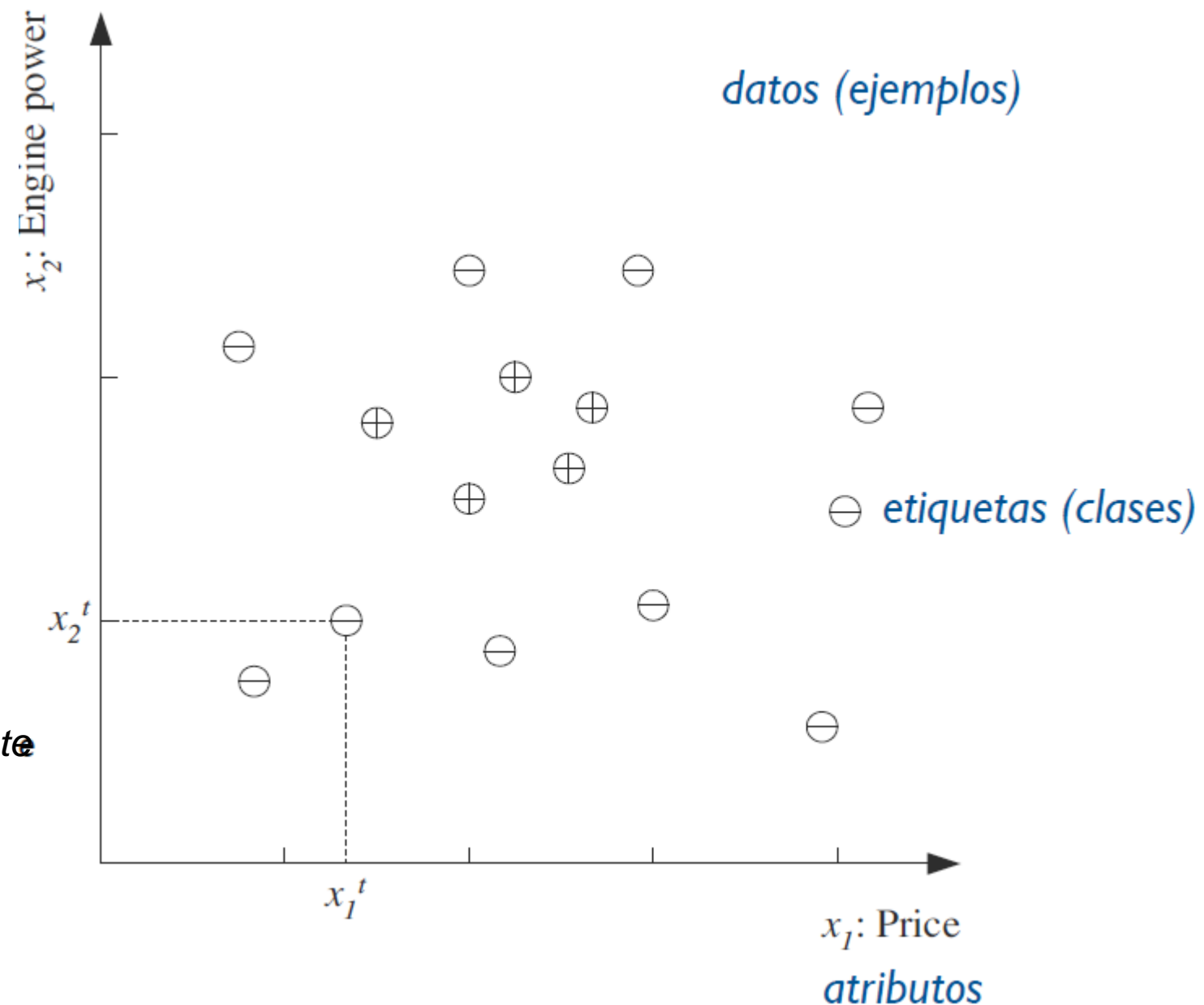
Entrada

- Ejemplos de entrenamiento $\{ \langle x^{(i)}, y^{(i)} \rangle \}$ de función desconocida f

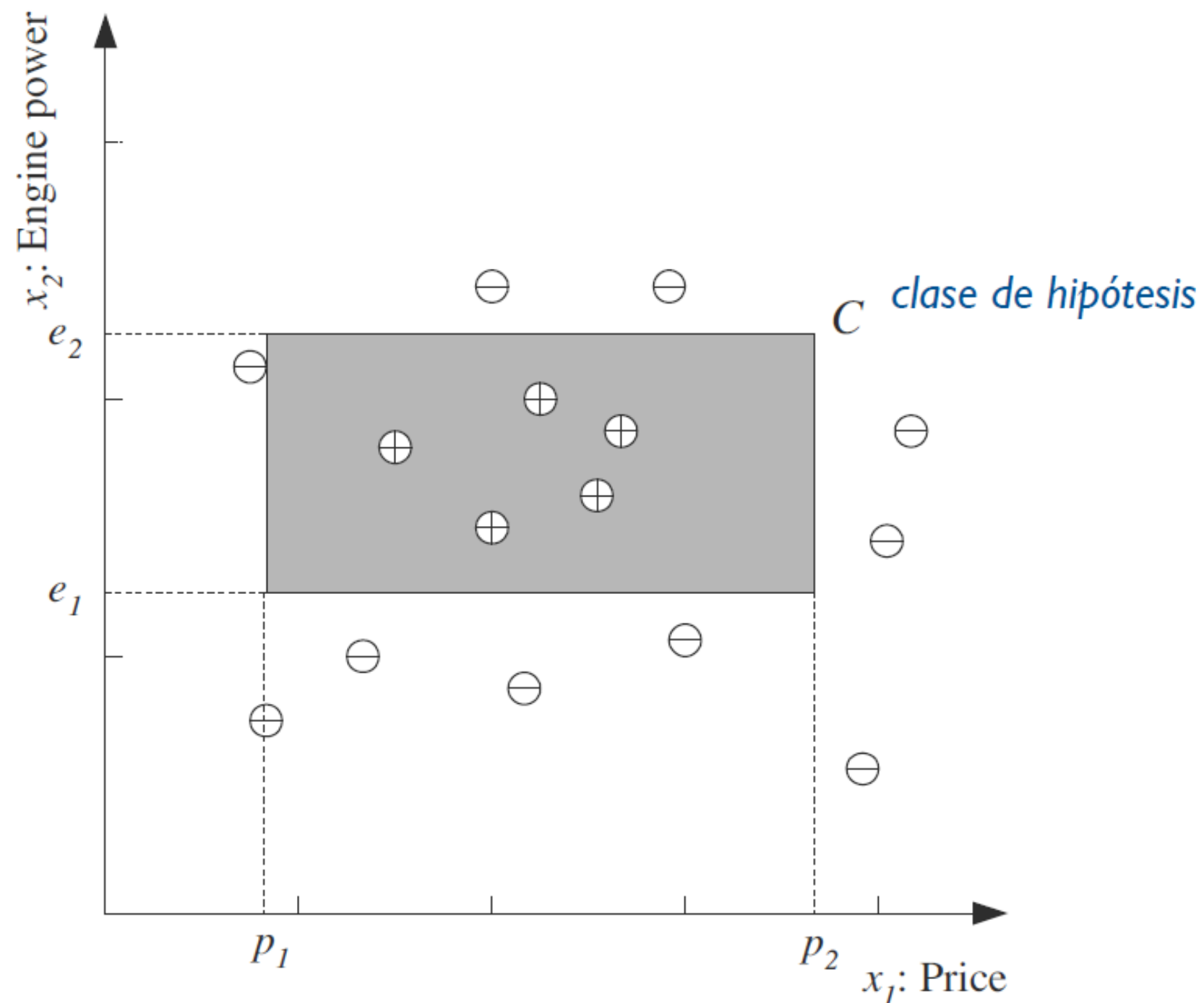
Salida

- Hipótesis $h \in H$ que mejor aproxime la función f

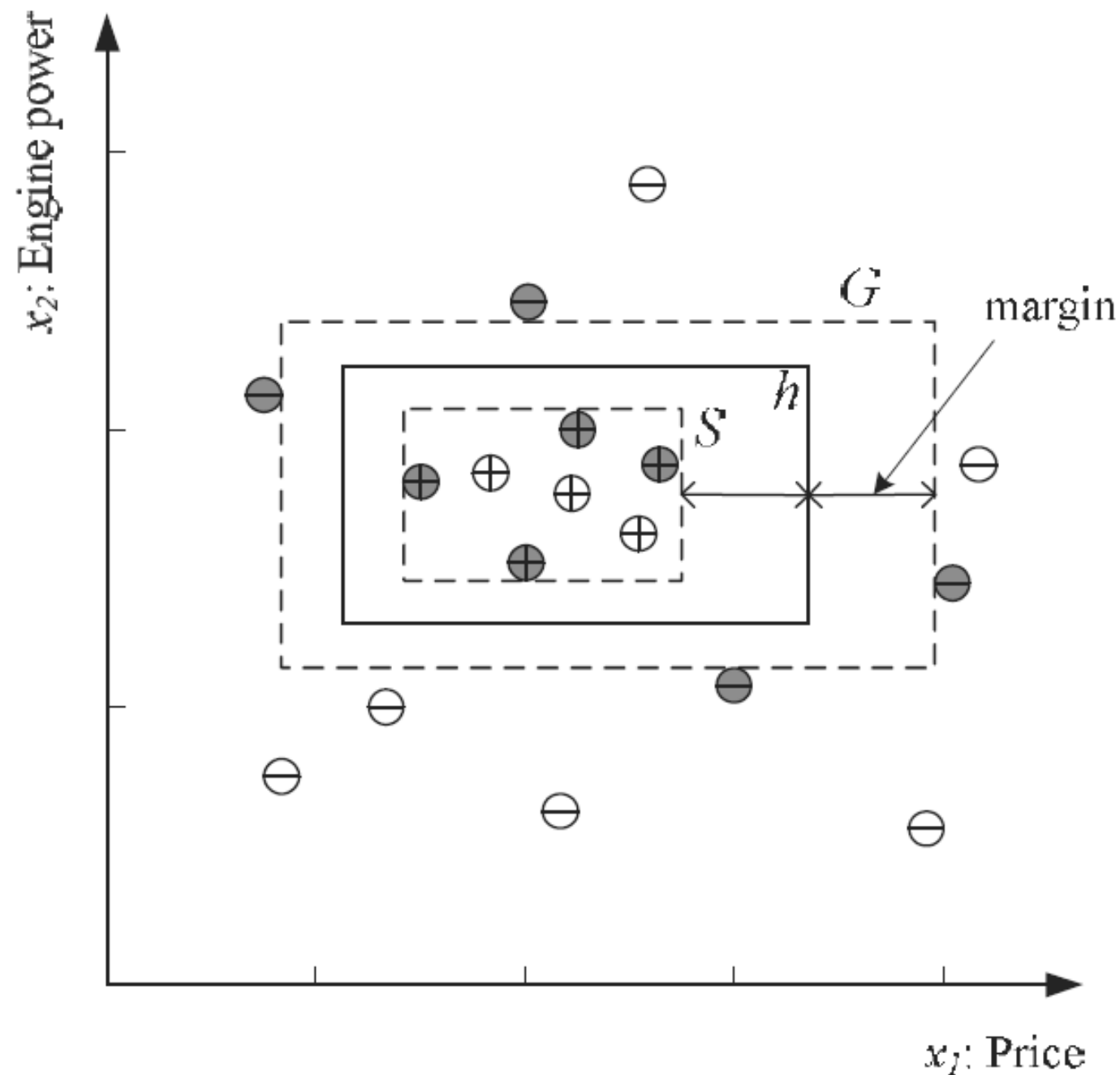
- Tareas:
distinguir entre automóviles y no automóviles
- Medidas de desempeño:
porcentaje de seleccionar un automóvil correctamente
- Experiencia de entrenamiento:
conjunto de entrenamiento (gráfica)



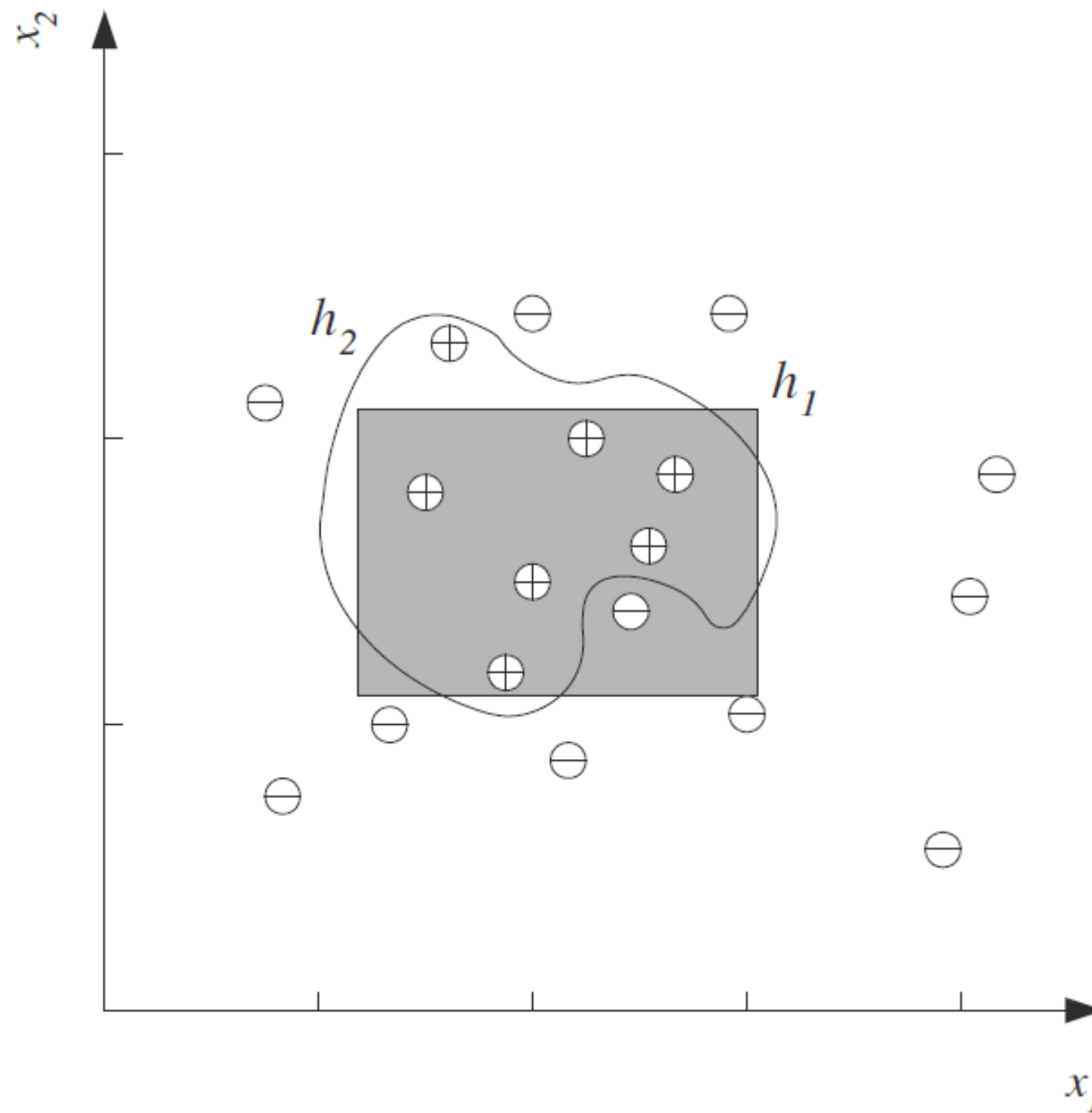
se asume un conjunto de datos donde hay automóviles (+) y transportes terrestres no automóviles (-)



ejemplo de una clase de hipótesis



ejemplo de una hipótesis (h), la hipótesis más específica (S), la hipótesis más general (G) y el margen



ejemplo de un problema común llamado ruido (h_1) y de una hipótesis correcta (h_2)

Espacio de versiones

Satisfacción

Un ejemplo x se dice que satisface la hipótesis h si $h(x) = 1$, sin importar si es un ejemplo positivo o negativo dentro de la clase de hipótesis.

Consistencia

Una hipótesis h se dice que es consistente con un conjunto de ejemplos D si y sólo si se cumple que $h(x) = c(x)$ para todo ejemplo $\langle x, c(x) \rangle$ en D .

Espacio de versiones

Un espacio de versiones VS con respecto a un espacio de hipótesis H y un conjunto de ejemplos de entrenamiento D , es un subconjunto de H donde las hipótesis son consistentes con los ejemplos en D .

Aplicación directa de aprendizaje automático

El aprendizaje automático tiene como aplicación directa la **inferencia o predicción de etiquetas** basado en el conocimiento adquirido anteriormente, representado en la **función aproximada** (*hipótesis correcta*).

Problemas comunes en el proceso de inferencia:

Sesgo inductivo (sobre-ajuste)

Problema debido al entrenamiento basado únicamente en la representación de los datos de entrenamiento; por lo que no puede inferir nuevo conocimiento.

Inducción imparcial (bajo-ajuste)

Problema debido a que se eliminó por completo el sesgo inductivo, tanto que cada nuevo ejemplo no tiene un peso significativo que permita inferir información.

Otras aplicaciones notables de aprendizaje automático:

Clasificación

Proceso de decisión que resuelve el problema de determinar si un ejemplo pertenece a una clase en particular. Por lo tanto, el *resultado es un valor de verdad*.

Se modela a través de una función de discriminación (discriminante).

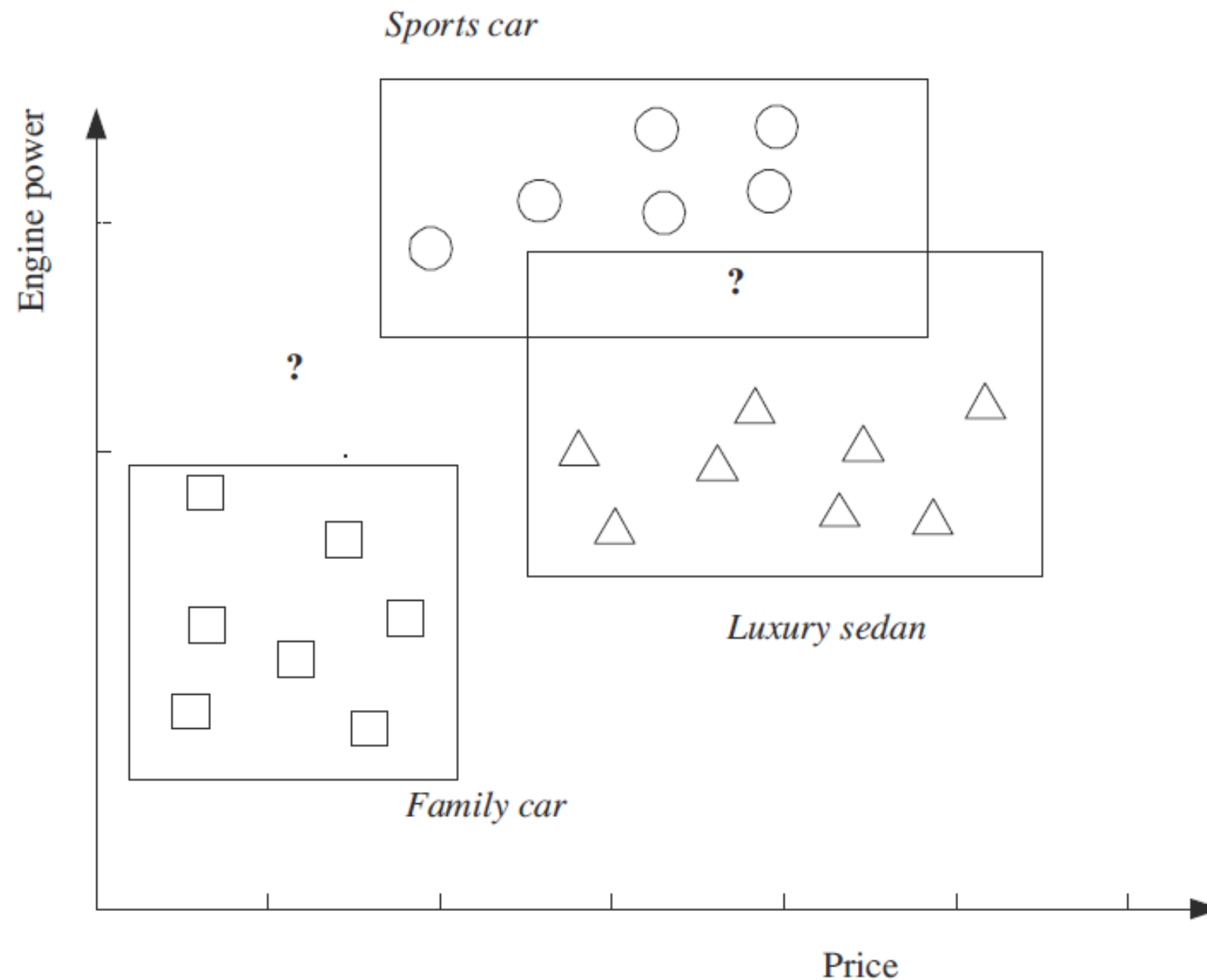
Regresión

Proceso de inferencia que resuelve el problema de predecir el valor apropiado de una característica de un ejemplo dado. Por lo tanto, el *resultado es un valor numérico*.

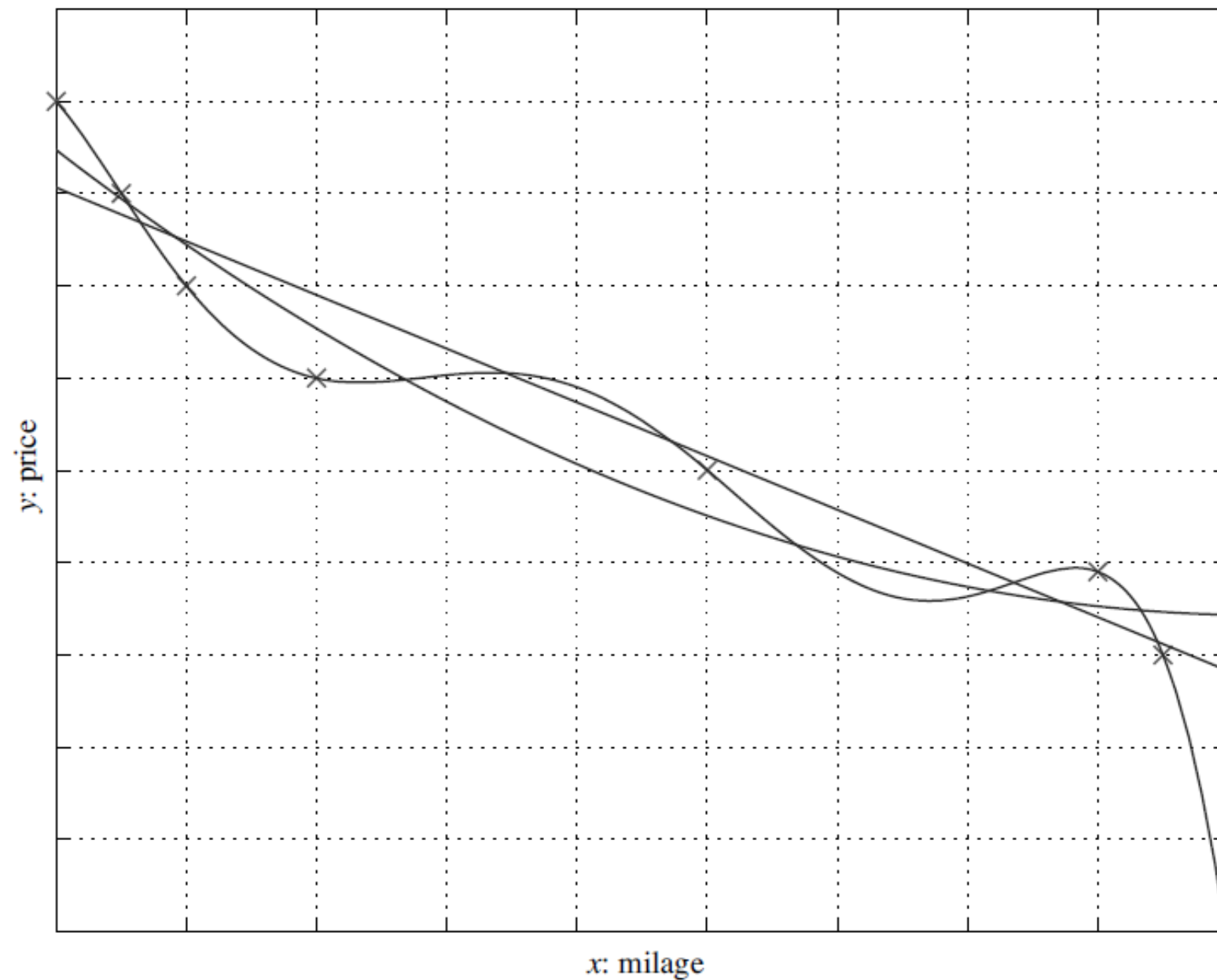
Se modela a través de una función entre los atributos y el valor del ejemplo.

Clasificación y regresión

Agentes inteligentes
Aprendizaje automático
Espacio de hipótesis
Clasificación y regresión



ejemplo de una clasificación



ejemplo de una regresión



(diapositiva en blanco)