

## Tarea 2.2

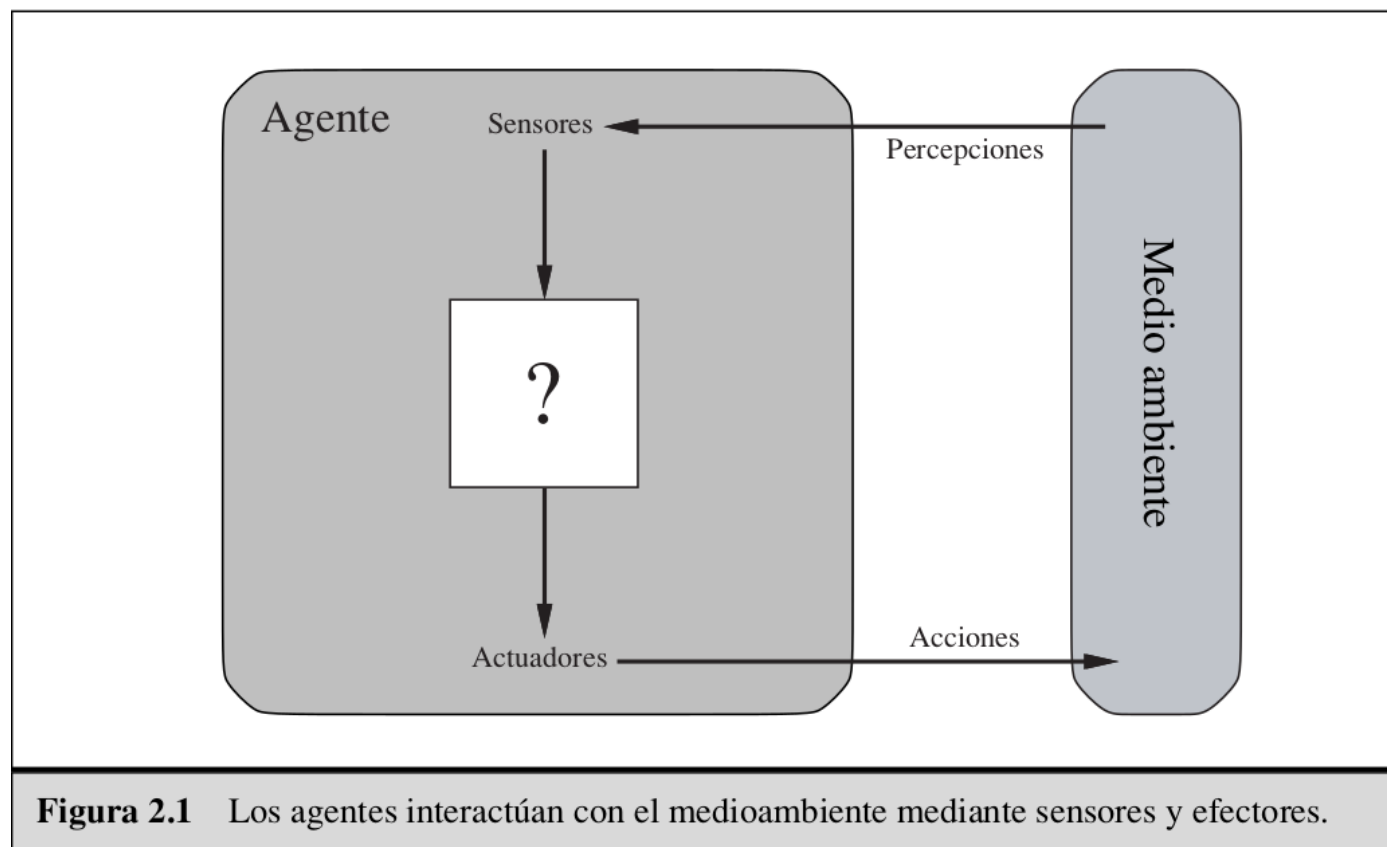
Leer los capítulos 1 y 2 del libro:

Russell, Stuart J. (Stuart Jonathan), Inteligencia artificial : un enfoque moderno, 2a ed., Madrid : Pearson Educación ; Prentice Hall, , 2004,.

- Realizar un cuadro sinóptico o mapa conceptual sobre la historia de la inteligencia artificial.
- Realizar un mapa conceptual sobre los distintos tipos de agentes y ambientes.

### Agentes y su entorno

Un agente es cualquier cosa capaz de percibir su medioambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores.



**Figura 2.1** Los agentes interactúan con el medioambiente mediante sensores y efectores.

El término percepción se utiliza en este contexto para indicar que el agente puede recibir entradas en cualquier instante. La secuencia de percepciones de un agente refleja el historial completo de lo que el agente ha recibido.

En general, un agente tomará una decisión en un momento dado dependiendo de la secuencia completa de percepciones hasta ese instante.

El comportamiento del agente viene dado por la función del agente que proyecta una percepción dada en una acción.

La función del agente es una descripción matemática abstracta; el programa del agente es una implementación completa, que se ejecuta sobre la arquitectura del agente.

## **concepto de racionalidad**

Un agente racional es aquel que hace lo correcto; en términos conceptuales, cada elemento de la tabla que define la función del agente se tendría que rellenar correctamente. Se necesita determinar una forma de medir el éxito. Ello, junto a la descripción del entorno y de los sensores y actuadores del agente, proporcionará una especificación completa de la tarea que desempeña el agente.

### **Medidas de rendimiento**

Las medidas de rendimiento incluyen los criterios que determinan el éxito en el comportamiento del agente. Cuando se sitúa un agente en un medio, éste genera una secuencia de acciones de acuerdo con las percepciones que recibe. Esta secuencia de acciones hace que su hábitat pase por una secuencia de estados. Si la secuencia es la deseada, entonces el agente habrá actuado correctamente.

hay que insistir en la importancia de utilizar medidas de rendimiento objetivas, que normalmente determinará el diseñador encargado de la construcción del agente.

## **Racionalidad**

depende de cuatro factores:

- La medida de rendimiento que define el criterio de éxito.
- El conocimiento del medio en el que habita acumulado por el agente.
- Las acciones que el agente puede llevar a cabo.
- La secuencia de percepciones del agente hasta este momento.

## **Omnisciencia, aprendizaje y autonomía**

Un agente omnisciente conoce el resultado de su acción y actúa de acuerdo con él; sin embargo, en realidad la omnisciencia no es posible. La racionalidad maximiza el rendimiento esperado, mientras la perfección maximiza el resultado real. La definición propuesta de racionalidad no requiere omnisciencia, ya que la elección racional depende sólo de la secuencia de percepción hasta la fecha.

Llevar a cabo acciones con la intención de modificar percepciones futuras, en ocasiones proceso denominado recopilación de información, es una parte importante de la racionalidad.

Implica que el agente racional no sólo recopile información, sino que aprenda lo máximo posible de lo que está percibiendo. La configuración inicial del agente puede reflejar un conocimiento preliminar del

entorno, pero a medida que el agente adquiere experiencia éste puede modificarse y aumentar.

Los agentes con éxito dividen las tareas de calcular la función del agente en tres períodos diferentes: cuando se está diseñando el agente, y están los diseñadores encargados de realizar algunos de estos cálculos; cuando está pensando en la siguiente operación, el agente realiza más cálculos; y cuando está aprendiendo de la experiencia, el agente lleva a cabo más cálculos para decidir cómo modificar su forma de comportarse.

Se dice que un agente carece de autonomía cuando se apoya más en el conocimiento inicial que le proporciona su diseñador que en sus propias percepciones. Un agente racional debe ser autónomo, debe saber aprender a determinar cómo tiene que compensar el conocimiento incompleto o parcial inicial.

En la práctica, pocas veces se necesita autonomía completa desde el comienzo: cuando el agente haya tenido poca o ninguna experiencia, tendrá que actuar de forma aleatoria a menos que el diseñador le haya proporcionado ayuda. Después de las suficientes experiencias interaccionando con el entorno, el comportamiento del agente racional será efectivamente independiente del conocimiento que poseía inicialmente.

## La naturaleza del entorno

---

### Especificación del entorno de trabajo

Los entornos de trabajo, son los «problemas» para los que los agentes racionales son las «soluciones». En el diseño de un agente, el primer paso debe ser siempre especificar el entorno de trabajo de la forma más completa posible.

Lo que importa no es la distinción entre un medio «real» y «artificial», sino la complejidad de la relación entre el comportamiento del agente, la secuencia de percepción generada por el medio y la medida de rendimiento.

### Propiedades de los entornos de trabajo

Estas dimensiones determinan, hasta cierto punto, el diseño más adecuado para el agente y la utilización de cada una de las familias principales de técnicas en la implementación del agente.

- Totalmente observable vs. parcialmente observable:

Si los sensores del agente le proporcionan acceso al estado completo del medio en cada momento, entonces es un entorno de trabajo totalmente observable. Un entorno puede ser parcialmente observable debido al ruido y a la existencia de sensores poco exactos o porque los sensores no reciben información de parte del sistema.

- Determinista vs. estocástico:

Si el siguiente estado del medio está totalmente determinado por el estado actual y la acción ejecutada por el agente, entonces se dice que el entorno es determinista.

Si el medio es parcialmente observable entonces puede parecer estocástico cuando se trata de un medio complejo, haciendo difícil el mantener constancia de todos los aspectos observados.

- Episódico vs. secuencial:

En un entorno de trabajo episódico, la experiencia del agente se divide en episodios atómicos. Cada episodio consiste en la percepción del agente y la realización de una única acción posterior, no depende de las acciones que se realizaron en episodios previos. En entornos secuenciales, por otro lado, la decisión presente puede afectar a decisiones futuras.

- Estático vs. dinámico

Si el entorno puede cambiar cuando el agente está deliberando, entonces se dice que el entorno es dinámico para el agente; de otra forma se dice que es estático.

Los medios estáticos el agente no necesita estar pendiente del mundo mientras está tomando una decisión sobre una acción, ni necesita preocuparse sobre el paso del tiempo.

Los medios dinámicos están preguntando continuamente al agente qué quiere hacer; si no se ha decidido aún, entonces se entiende que ha tomado la decisión de no hacer nada.

- Discreto vs. continuo

a distinción entre discreto y continuo se puede aplicar al estado del medio, a la forma en la que se maneja el tiempo y a las percepciones y acciones del agente.

- Agente individual vs. multiagente

Los problemas en el diseño de agentes que aparecen en los entornos multiagente son diferentes de los que aparecen en entornos con un único agente; por ejemplo, la comunicación a menudo emerge como un comportamiento racional en entornos multiagente.

## Estructura de los agentes

---

El trabajo de la IA es diseñar el programa del agente que implemente la función del agente que proyecta las percepciones en las acciones. Se asume que este programa se ejecutará en algún tipo de computador con sensores físicos y actuadores, lo cual se conoce como arquitectura:

Agente = arquitectura + programa

## Programas de los agentes

Los programas de los agentes reciben sólo la percepción actual como entrada porque no hay nada más disponible en el entorno; si las acciones del agente dependen de la secuencia completa de

percepciones, el agente tendría que recordar las percepciones.

**función** AGENTE-DIRIGIDO-MEDIANTE TABLA(*percepción*) **devuelve** una acción  
**variables estáticas:** *percepciones*, una secuencia, vacía inicialmente  
*tabla*, una tabla de acciones, indexada por las secuencias de percepciones, totalmente definida inicialmente

añadir la *percepción* al final de las *percepciones*  
*acción*  $\leftarrow$  CONSULTA(*percepciones*, *tabla*)  
**devolver** *acción*

**Figura 2.7** El programa AGENTE-DIRIGIDO-MEDIANTE TABLA se invoca con cada nueva percepción y devuelve una acción en cada momento. Almacena la secuencia de percepciones utilizando su propia estructura de datos privada.

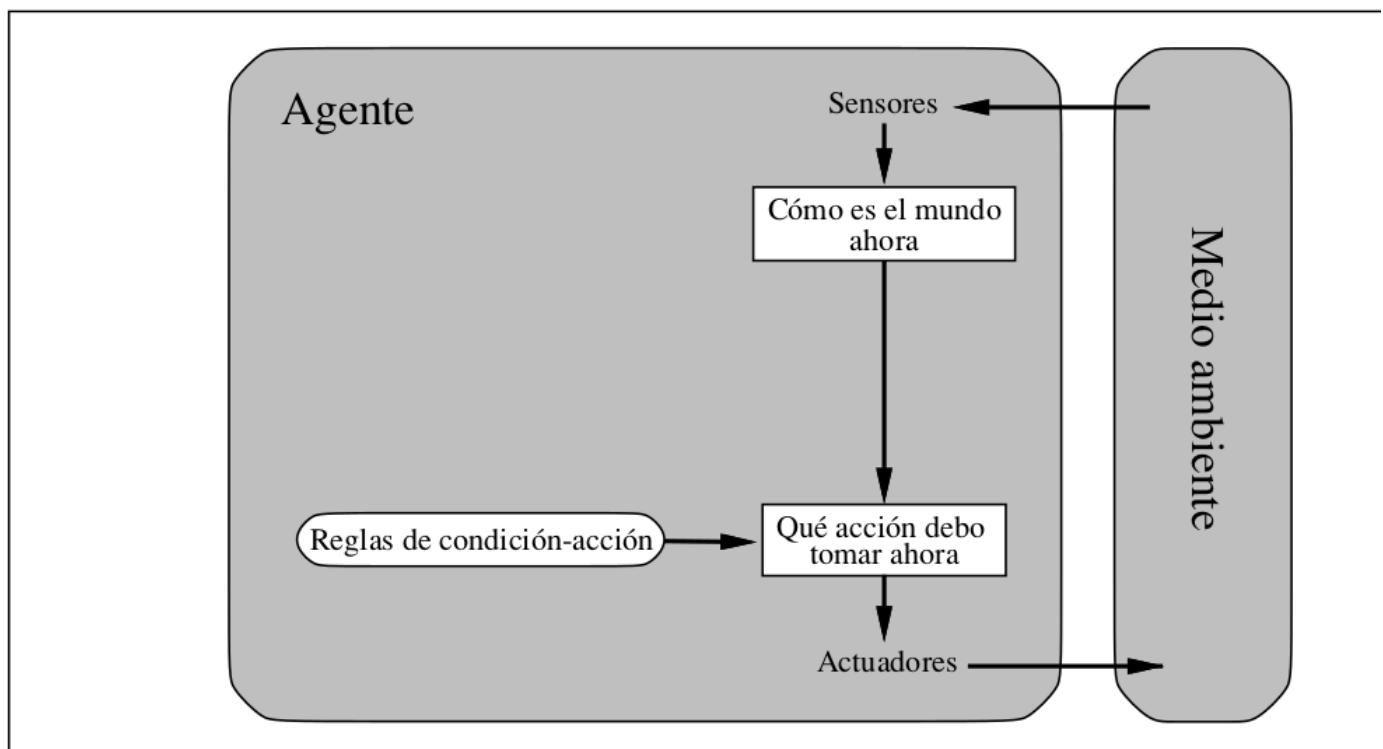
Para construir un agente racional de esta forma, los diseñadores deben realizar una tabla que contenga las acciones apropiadas para cada secuencia posible de percepciones.

- Agentes reactivos simples:

Estos agentes seleccionan las acciones sobre la base de las percepciones actuales, ignorando el resto de las percepciones históricas. La regla de condición-acción hace que dispare conexiones establecidas en el programa del agente para que se ejecute la acción.

La función INTERPRETAR-ENTRADA genera una descripción abstracta del estado actual a partir de la percepción, y la función REGLA-COINCIDENCIA devuelve la primera regla del conjunto de reglas que coincide con la descripción del estado dada.

Este tipo de agente funcionará sólo si se puede tomar la decisión correcta sobre la base de la percepción actual, lo cual es posible sólo si el entorno es totalmente observable.



**Figura 2.9** Diagrama esquemático de un agente reactivo simple.

Los rectángulos para denotar el estado interno actual del proceso de toma de decisiones del agente y óvalos para representar la información base utilizada en el proceso.

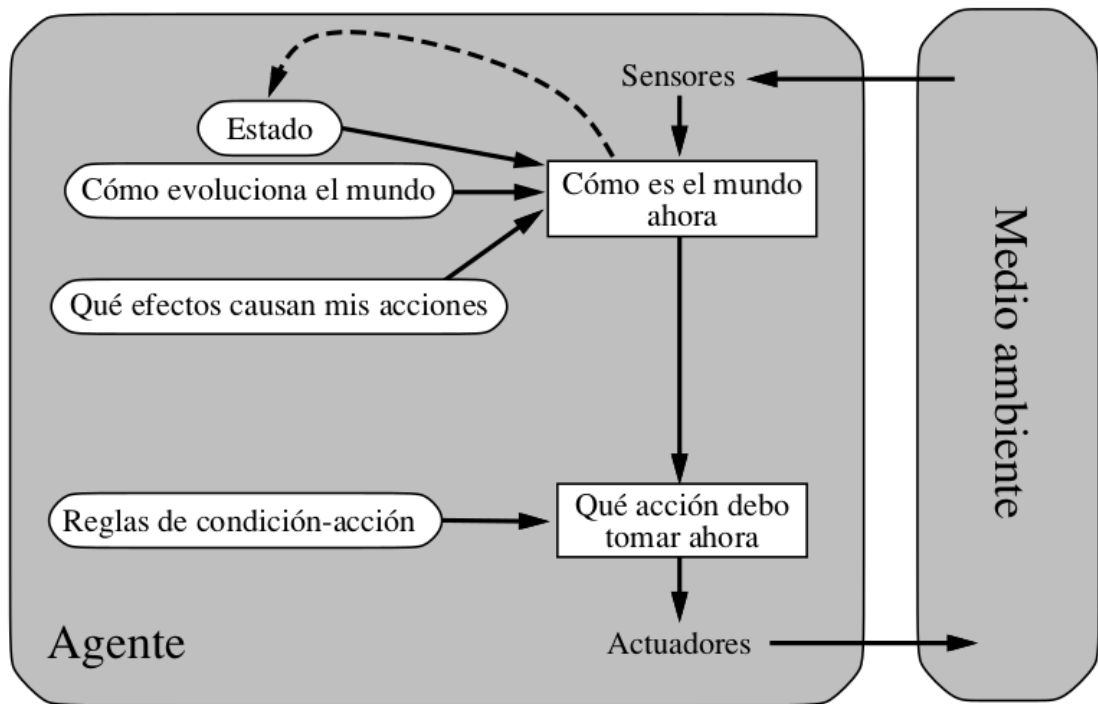
## Agentes reactivos basados en modelos

Los agentes con capacidad de manejar la visibilidad parcial es almacenar información de las partes del mundo que no pueden ver.

El agente debe mantener algún tipo de estado interno que dependa de la historia percibida y que de ese modo refleje por lo menos alguno de los aspectos no observables del estado actual.

La actualización de la información de estado interno según pasa el tiempo requiere codificar dos tipos de conocimiento en el programa del agente. Primero, se necesita alguna información acerca de cómo evoluciona el mundo independientemente del agente, segundo, se necesita más información sobre cómo afectan al mundo las acciones del agente.

Este conocimiento acerca de «cómo funciona el mundo», tanto si está implementado con un circuito booleano simple o con teorías científicas completas, se denomina modelo del mundo. Un agente que utilice este modelo es un agente basado en modelos.



**Figura 2.11** Un agente reactivo basado en modelos.

**función** AGENTE-REACTIVO-CON-ESTADO(percepción) **devuelve** una acción

**estático:** *estado*, una descripción actual del estado del mundo  
*reglas*, un conjunto de reglas condición-acción  
*acción*, la acción más reciente, inicialmente ninguna

*estado* ← ACTUALIZAR-ESTADO(*estado*, *acción*, *percepción*)

*regla* ← REGLA-COINCIDENCIA(*estado*, *reglas*)

*acción* ← REGLA-ACCIÓN[*regla*]

**devolver** *acción*

**Figura 2.12** Un agente reactivo basado en modelos, que almacena información sobre el estado actual del mundo utilizando un modelo interno. Después selecciona una acción de la misma forma que el agente reactivo.

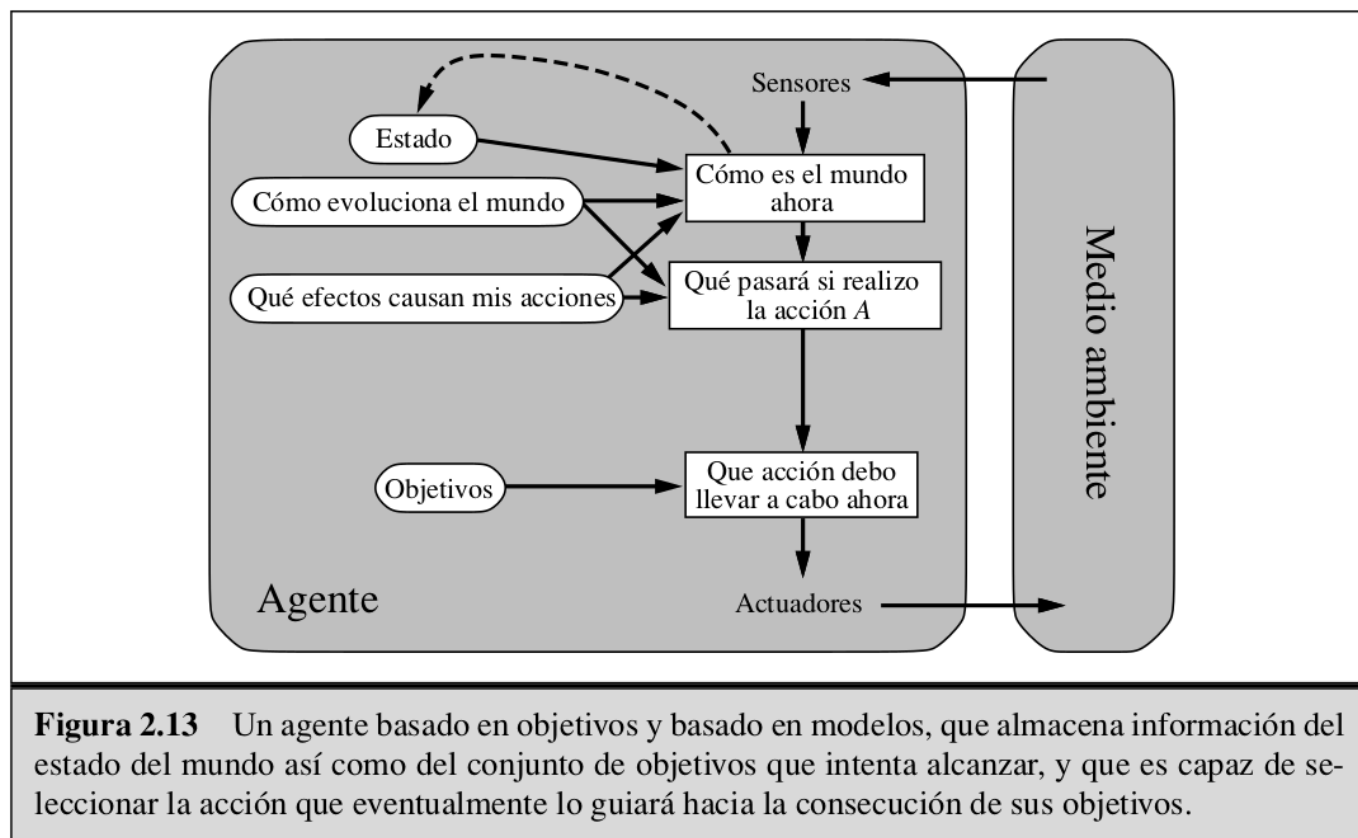
La función Actualizar-Estado, que es la responsable de la creación de la nueva descripción del estado interno. Además de interpretar la nueva percepción a partir del conocimiento existente sobre el estado, utiliza información relativa a la forma en la que evoluciona el mundo para conocer más sobre las partes del mundo que no están visibles; para ello debe conocer cuál es el efecto de las acciones del agente sobre el estado del mundo.

## Agentes basados en objetivos

Además de la descripción del estado actual, el agente necesita algún tipo de información sobre su meta que describa las situaciones que son deseables.

El programa del agente se puede combinar con información sobre los resultados de las acciones posibles (la misma información que se utilizó para actualizar el estado interno en el caso del agente reflexivo) para elegir las acciones que permitan alcanzar el objetivo.

En algunas ocasiones, la selección de acciones basadas en objetivos es directa, cuando alcanzar los objetivos es el resultado inmediato de una acción individual. En otras ocasiones, puede ser más complicado, cuando el agente tiene que considerar secuencias complejas para encontrar el camino que le permita alcanzar el objetivo.



En los diseños de agentes reactivos, esta información no está representada explícitamente, porque las reglas que maneja el agente proyectan directamente las percepciones en las acciones.

Aunque el agente basado en objetivos pueda parecer menos eficiente, es más flexible ya que el conocimiento que soporta su decisión está representado explícitamente y puede modificarse.

El comportamiento del agente basado en objetivos puede cambiarse fácilmente para que se dirija a una localización diferente. Las reglas de los agentes reactivos relacionadas con cuándo girar y cuándo seguir recto son válidas sólo para un destino concreto y tienen que modificarse cada vez que el agente se dirija a cualquier otro lugar distinto.

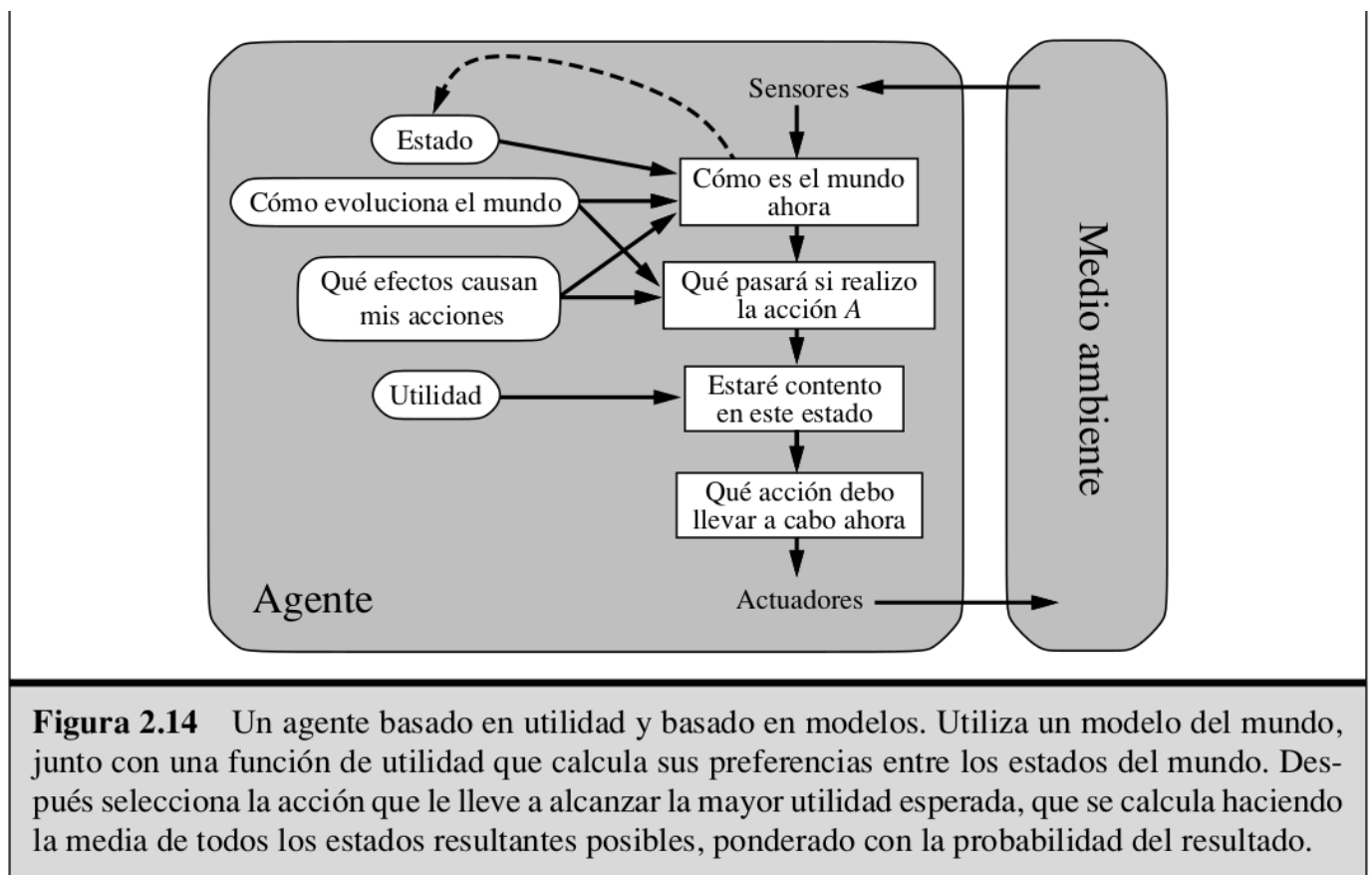
## Agentes basados en utilidad

Las metas por sí solas no son realmente suficientes para generar comportamiento de gran calidad en la mayoría de los entornos.



Las metas sólo proporcionan una cruda distinción binaria entre los estados de «felicidad» y «tristeza», mientras que una medida de eficiencia más general debería permitir una comparación entre estados del mundo diferentes de acuerdo al nivel exacto de felicidad que el agente alcance cuando se llegue a un estado u otro.

Una función de utilidad proyecta un estado (o una secuencia de estados) en un número real, que representa un nivel de felicidad. La definición completa de una función de utilidad permite tomar decisiones racionales en dos tipos de casos en los que las metas son inadecuadas. Primero, cuando haya objetivos conflictivos, y sólo se puedan alcanzar algunos de ellos (por ejemplo, velocidad y seguridad), la función de utilidad determina el equilibrio adecuado. Segundo, cuando haya varios objetivos por los que se pueda guiar el agente, y ninguno de ellos se pueda alcanzar con certeza, la utilidad proporciona un mecanismo para ponderar la probabilidad de éxito en función de la importancia de los objetivos.



## Agentes que aprenden

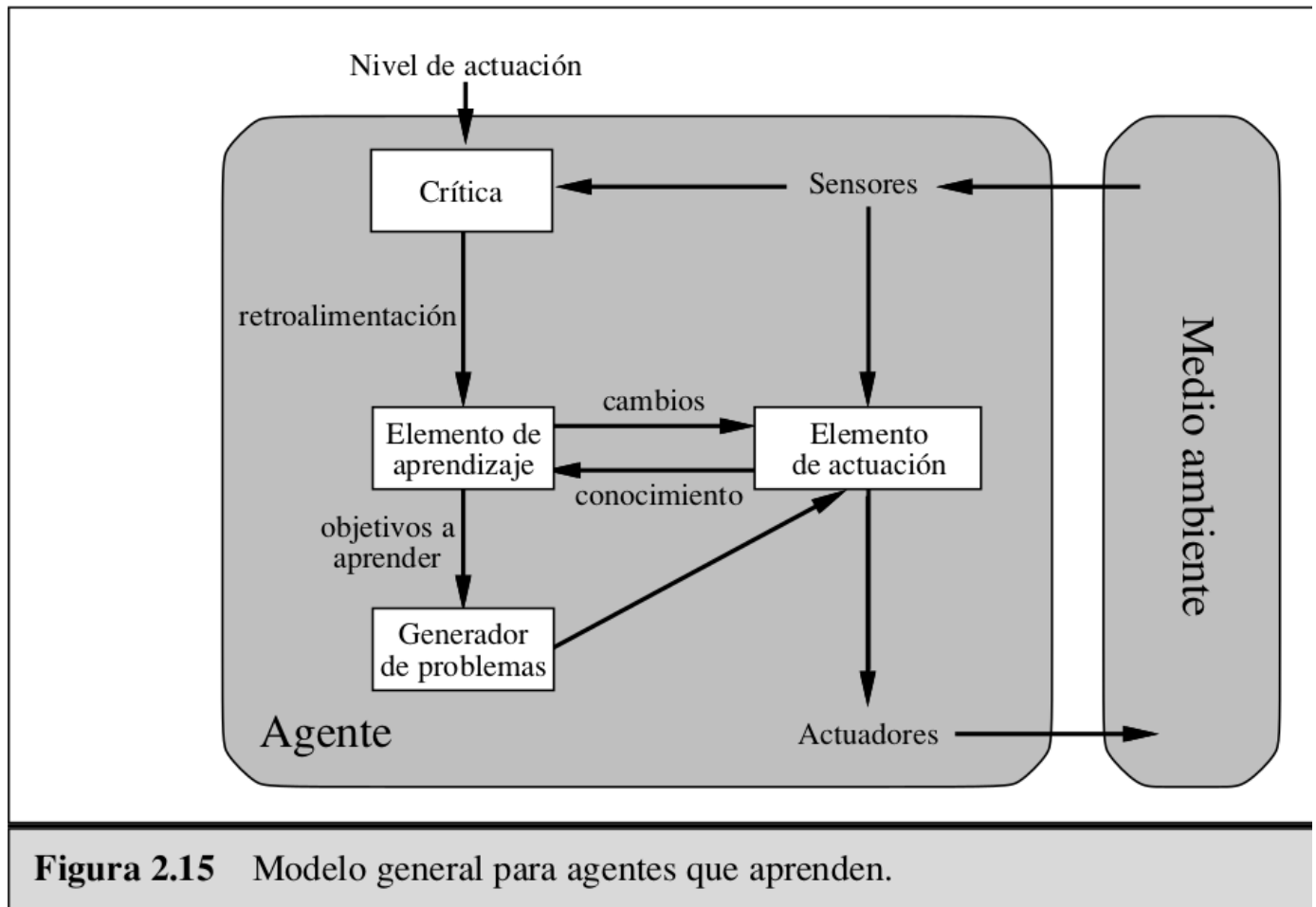
La distinción más importante entre el elemento de aprendizaje y el elemento de actuación es que el primero está responsabilizado de hacer mejoras y el segundo se responsabiliza de la selección de acciones externas. El elemento de actuación es lo que anteriormente se había considerado como el agente completo:

- recibe estímulos y determina las acciones a realizar.
- El elemento de aprendizaje se realimenta con las críticas sobre la actuación del agente y determina cómo se debe modificar el elemento de actuación para proporcionar mejores resultados

en el futuro.

El diseño del elemento de aprendizaje depende mucho del diseño del elemento de actuación. Dado un diseño para un agente, se pueden construir los mecanismos de aprendizaje necesarios para mejorar cada una de las partes del agente.

La crítica indica al elemento de aprendizaje qué tal lo está haciendo el agente con respecto a un nivel de actuación fijo. La crítica es necesaria porque las percepciones por sí mismas no prevén una indicación del éxito del agente.



El generador de problemas es responsable de sugerir acciones que lo guiarán hacia experiencias nuevas e informativas. Lo interesante es que si el elemento de actuación sigue su camino, puede continuar llevando a cabo las acciones que sean mejores, dado su conocimiento.

Pero si el agente está dispuesto a explorar un poco, y llevar a cabo algunas acciones que no sean totalmente óptimas a corto plazo, puede descubrir acciones mejores a largo plazo. El trabajo del generador de problemas es sugerir estas acciones exploratorias. Esto es lo que los científicos hacen cuando llevan a cabo experimentos.

El nivel de actuación externo debe informar al agente de que la pérdida de propinas tiene una contribución negativa en su nivel de actuación medio; entonces el agente puede aprender que «maniobras violentas no contribuyen a su propia utilidad». De alguna manera, el nivel de actuación

identifica parte de las percepciones entrantes como recompensas (o penalizaciones) que generan una respuesta directa en la calidad del comportamiento del agente.

El aprendizaje en el campo de los agentes inteligentes puede definirse como el proceso de modificación de cada componente del agente, lo cual permite a cada componente comportarse más en consonancia con la información que se recibe, lo que por tanto permite mejorar el nivel medio de actuación del agente.

## Resumen

---

- Un agente es algo que percibe y actúa en un medio. La función del agente para un agente especifica la acción que debe realizar un agente como respuesta a cualquier secuencia percibida.
- La medida de rendimiento evalúa el comportamiento del agente en un medio. Un agente racional actúa con la intención de maximizar el valor esperado de la medida de rendimiento, dada la secuencia de percepciones que ha observado hasta el momento.
- Las especificaciones del entorno de trabajo incluyen la medida de rendimiento, el medio externo, los actuadores y los sensores. El primer paso en el diseño de un agente debe ser siempre la especificación, tan completa como sea posible, del entorno de trabajo.
- El entorno de trabajo varía según distintos parámetros. Pueden ser total o parcialmente visibles, deterministas o estocásticos, episódicos o secuenciales, estáticos o dinámicos, discretos o continuos, y formados por un único agente o por varios agentes.
- El programa del agente implementa la función del agente. Existe una gran variedad de diseños de programas de agentes, y reflejan el tipo de información que se hace explícita y se utiliza en el proceso de decisión. Los diseños varían en efi-

ciencia, solidez y flexibilidad. El diseño apropiado del programa del agente depende en gran medida de la naturaleza del medio.

- Los agentes reactivos simples responden directamente a las percepciones, mientras que los agentes reactivos basados en modelos mantienen un estado interno que les permite seguir el rastro de aspectos del mundo que no son evidentes según las percepciones actuales. Los agentes basados en objetivos actúan con la intención de alcanzar sus metas, y los agentes basados en utilidad intentan maximizar su «felicidad» deseada.

- Todos los agentes pueden mejorar su eficacia con la ayuda de mecanismos de aprendizaje