



## CONTENIDO

<b>Modulo III. Áreas de investigación en Inteligencia Artificial .....</b>	<b>2</b>
<b>Unidad I. Agentes Inteligentes .....</b>	<b>2</b>
1.1 Definiciones .....	3
1.2 Proceder de un Agente Inteligente.....	5
1.3 Estructura de un Agente Inteligente.....	6
1.4 Tipos de Agentes Inteligentes.....	7
1.4.1 Agentes reactivos .....	7
1.4.2 Agentes reactivos basados en modelos.....	7
1.4.3 Agentes basados en objetivos .....	8
1.4.4 Agentes basados en utilidad.....	8
1.5 Acoplar un Agente a un ambiente.....	9
1.5.1 Completamente observable o parcialmente observable.....	9
1.5.2 De un solo agente o multiagente .....	10
1.5.3 Determinístico o estocástico .....	10
1.6 Lenguajes para la construcción de agentes.....	11



## Modulo III. Áreas de investigación en Inteligencia Artificial

### Unidad I. Agentes Inteligentes

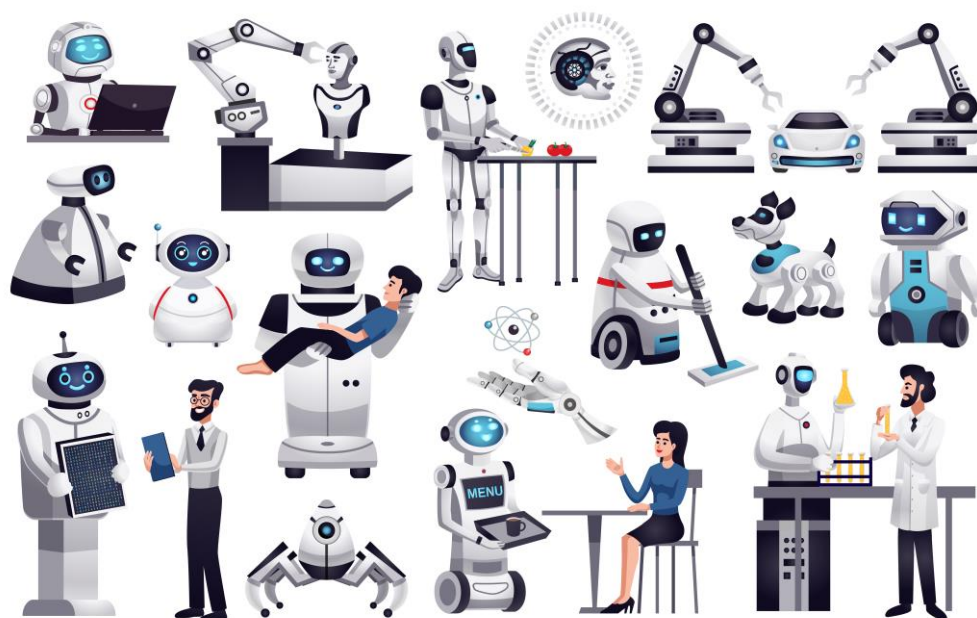


Ilustración 1. Agentes Inteligentes. [Freepik.com](https://www.freepik.com). CCBY

En la siguiente Unidad I del Módulo III se tratará sobre una de las áreas de investigación dentro de la Inteligencia Artificial: los agentes inteligentes. Se describirán conceptos importantes relacionados a estos, su comportamiento y su estructura.

Posteriormente, se describirán los distintos tipos de agentes inteligentes, así como los diversos tipos de ambientes en los que puede estar un agente inteligente. Por último, se tratará el tema de los lenguajes que se utilizan para la construcción de agentes y se mencionarán algunos de ellos.



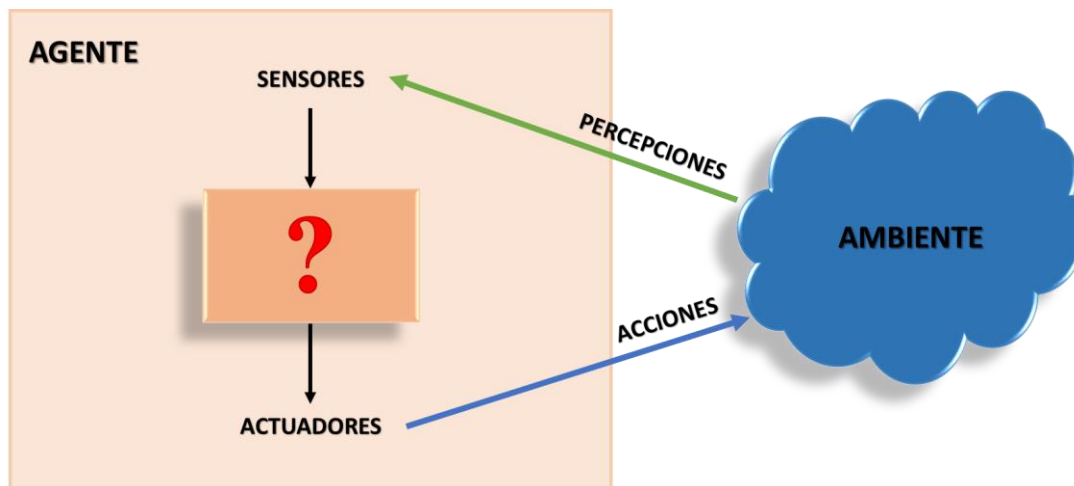
### 1.1 Definiciones

Un **agente** puede definirse como una entidad que percibe su ambiente a través de sensores y actúa sobre este a través de actuadores. A continuación, se definen cada uno de estos términos.

- **Sensores:** Dispositivos que le permiten al agente recibir estímulos de su ambiente y convertirlos en percepciones. Reciben información del ambiente y pueden o no reflejar cómo es el mundo realmente. Algunos ejemplos de sensores pueden ser de temperatura, de presión, infrarrojo o de señales GPS.
- **Actuadores:** Dispositivos que le permiten al agente convertir comandos en acciones. El agente controla los comandos o mensajes que envía hacia los actuadores, así como también pueden ser utilizados para ejecutar acciones que permitan proveer al agente de más información sobre el mundo. Algunos ejemplos de actuadores pueden ser brazos, ruedas y luces.

Tanto los sensores como los actuadores pueden producir ruido, pueden estar rotos, pueden ser lentos o ser poco fiables.

En la **Ilustración 2** se muestra la forma en que un agente interactúa con su ambiente a través de sensores y actuadores.



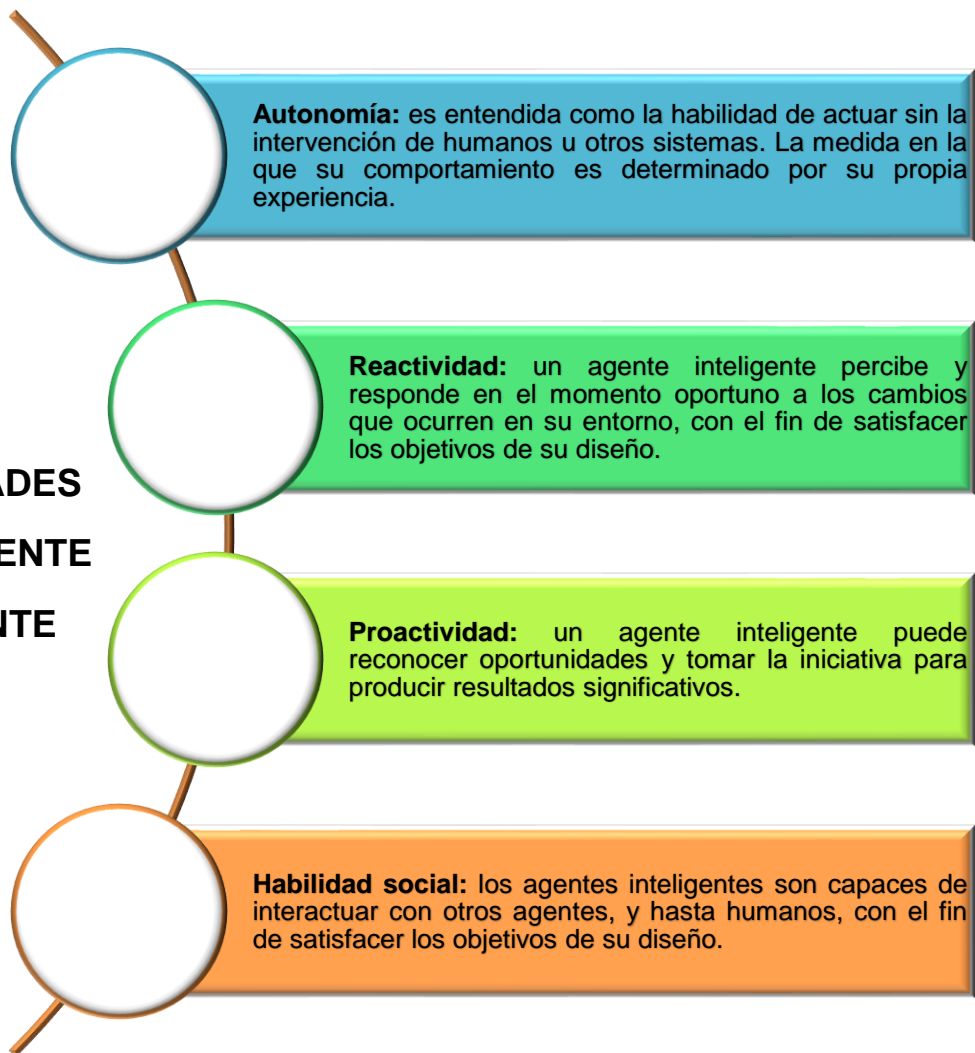
**Ilustración 2.** Partes de un agente y su interacción con el ambiente. Elaboración propia. Adaptado de (Russell & Norvig, 2010).



Un agente actúa de forma inteligente cuando:

- Realiza acciones apropiadas a sus circunstancias y a sus objetivos
- Es flexible en ambientes y objetivos cambiantes
- Aprende de la experiencia
- Toma decisiones apropiadas dadas sus limitaciones perceptuales y computacionales.

## PROPIEDADES DE UN AGENTE INTELIGENTE





Un agente percibe entradas a lo largo del tiempo y esas entradas se almacenan en una **secuencia de percepción**, que es un historial completo de todo lo que el agente ha percibido.

La secuencia de percepción le da al agente la base para que este escoja una acción en un momento dado, por lo que se puede decir que las acciones del agente dependen de todo aquello que ha percibido y no de aquello que no ha percibido. En este sentido, el comportamiento de un agente es descrito matemáticamente por una función que mapea cada secuencia de percepción con una acción.

## 1.2 Proceder de un Agente Inteligente

El agente inteligente genera una secuencia de acciones de acuerdo con las percepciones que recibe y a su vez, esa secuencia de acciones causa que el ambiente pase por una secuencia de estados. Si la secuencia es deseable, el agente actúa bien. Esto es lo que se denomina racionalidad y es la característica que mide el éxito a través del rendimiento del agente. La medida del rendimiento evalúa cualquier secuencia dada de estados del ambiente.

El diseño de la medida del rendimiento de un agente inteligente debe hacerse de acuerdo con los que se quiere en el ambiente y no como se piensa que debe comportarse el agente. Esto se debe a que no existe una medida de rendimiento fija para todas las tareas y todos los agentes.

El proceder de un agente inteligente consiste en seleccionar una acción para cada posible secuencia de percepción. Se espera que la acción escogida maximice su rendimiento, dada la evidencia provista por la secuencia de percepción y cualquier conocimiento incorporado. Sin embargo, la secuencia de percepción no siempre provee toda la información relevante.

El agente inteligente debe recopilar información con el fin de modificar percepciones futuras, así como aprender lo más posible de todo lo que percibe de su ambiente. En algunos casos, el agente puede estar configurado inicialmente de manera que tiene un conocimiento previo del entorno, pero a medida que gana experiencia, ese conocimiento puede modificarse y aumentar.



Este es un aspecto importante en todo agente inteligente, dado que es lo que asegura que este sea autónomo y que sea capaz de aprender para compensar todo conocimiento previo que sea incorrecto o que esté incompleto.

### 1.3 Estructura de un Agente Inteligente

La Inteligencia Artificial permite diseñar el programa que implementa la función del agente, es decir, la función que permite mapear las percepciones con las acciones. El programa se ejecuta en algún tipo de arquitectura física, que no es más que un dispositivo computacional con actuadores y sensores.

En este sentido, la estructura de un agente inteligente se compone de una arquitectura y un programa, como se indica en la **Ilustración 3**.



**AGENTE = ARQUITECTURA + PROGRAMA**

**Ilustración 3.** Estructura de un agente. Elaboración propia.

El programa debe ser adecuado para la arquitectura del agente inteligente, ya que la arquitectura pone a disposición del programa las percepciones a través de los sensores. Además, la arquitectura ejecuta el programa y a medida que las elecciones de acciones se van generando, la arquitectura las suministra a los actuadores.

El programa del agente toma como entrada a las percepciones actuales por medio de los sensores y retorna una acción que se ejecuta a través de los actuadores. Las percepciones actuales son las únicas entradas que puede tomar el programa, ya que es lo que está disponible en el ambiente o entorno del agente.





Cada programa combina componentes particulares de diferentes maneras para generar acciones que van de acuerdo con el tipo de agente.

## 1.4 Tipos de Agentes Inteligentes

Los agentes inteligentes pueden clasificarse en cuatro tipos básicos:

### 1.4.1 Agentes reactivos

Los agentes reactivos son los tipos de agentes más simples. Su función se basa en seleccionar acciones basadas en la percepción actual de su entorno e ignorar el resto de la historia de percepciones. Utilizan reglas de producción (SI-ENTONCES).

Los agentes reactivos tienen una inteligencia limitada, ya que las decisiones que toma el agente sólo serán correctas si el ambiente es completamente observable. De otro modo, puede haber consecuencias serias; el agente puede entrar en un bucle infinito, el cual generalmente es inevitable en los casos en los que estos tipos de agentes están en un ambiente parcialmente observable.

Sin embargo, el agente puede escapar de un bucle infinito si realiza acciones al azar. Este comportamiento es propio de algunos entornos multiagente, pero no es común en entornos de un solo agente aunque puede ayudarlo en algunas situaciones.

### 1.4.2 Agentes reactivos basados en modelos

Los agentes reactivos basados en modelos utilizan conocimiento sobre el funcionamiento de su entorno, es decir, utilizan un modelo para hacer un seguimiento de las partes del mundo que no pueden ser observadas en ese instante.

Este tipo de agente mantiene un tipo de estado interno que depende de la historia de percepciones, las cuales son reflejadas en algunos de los aspectos observables del estado actual. Por lo tanto, el estado interno del agente se actualiza constantemente y para ello requiere dos tipos de conocimientos que deben estar codificados en el programa que utiliza el agente.

Estos dos tipos de conocimientos utiliza información sobre cómo:

- evoluciona el mundo independientemente del agente.
- las acciones del agente afectan el mundo.





A pesar de ello, pocas veces el agente determina de manera exacta el estado actual del ambiente parcialmente observable. Aunque esta incertidumbre es inevitable, el agente de igual forma tiene que tomar una decisión.

### 1.4.3 Agentes basados en objetivos

Los agentes basados en objetivos son aquellos que utilizan como información un objetivo o meta que describe las situaciones deseables. Estos agentes son útiles en casos en los que el conocimiento sobre el estado actual del ambiente no es suficiente para la toma de decisiones.

El programa de este tipo de agente puede combinar la información sobre el objetivo con un modelo, como el utilizado en los agentes reactivos basados en modelos. De este modo, el agente puede utilizar este modelo para escoger acciones que lo lleven a alcanzar la meta.

La selección de acciones puede ser simple o complicada, y para el último caso, el agente debe hacer uso de subáreas de la Inteligencia Artificial como la búsqueda y la planeación, ya que estas se dedican a encontrar las secuencias de acciones que le permiten al agente llegar al objetivo.

Los agentes basados en objetivos son flexibles porque el conocimiento que sirve como base para la toma de decisiones, está representado de forma explícita y puede ser modificado. De este modo, el comportamiento del agente puede ser modificado al cambiar el objetivo de este.

### 1.4.4 Agentes basados en utilidad

Los agentes basados en utilidad hacen uso de una función de utilidad para medir el rendimiento. La medida de rendimiento le asigna un puntaje a cualquier secuencia dada de los estados del ambiente, de modo que para el agente sea más fácil distinguir las acciones más deseables de las que no lo son.

Estos tipos de agentes implican muchas ventajas en cuanto a su flexibilidad y aprendizaje. Dado que en el mundo real la mayoría de los entornos son parcialmente observables y tienen un comportamiento estocástico, la toma de decisiones se hace con base en la incertidumbre. Los agentes basados en utilidad maximizan la utilidad esperada de los resultados de las acciones.





### 1.5 Acoplar un Agente a un ambiente

El ambiente o entorno es el problema para el cual el agente inteligente será la solución. Se debe especificar el entorno de tareas que incluye la medida de rendimiento, ambiente y los sensores y actuadores del agente. Esto se conoce como PEAS, por sus siglas en inglés, y corresponde a Rendimiento, Ambiente, Actuadores, Sensores. Especificar el PEAS es el primer paso en el diseño de un agente inteligente, ya que de esta manera se especifica el entorno de tareas de la forma más completa posible. A continuación, se muestran unos ejemplos de agentes y su descripción PEAS según Russell y Norvig.

*Tabla 1. Ejemplos de agentes y su descripción PEAS según Russell y Norvig.*

Agente	Desempeño	Ambiente	Actuadores	Sensores
<b>Diagnóstico médico</b>	salud paciente, minimizar costos y demandas	paciente, hospital, persona, tratamientos	preguntas, pruebas, diagnósticos,	lecturas, reportes, respuestas
<b>Análisis imágenes de satélite</b>	Clasificación correcta	satélite, control	despliegue imagen	color, intensidad
<b>Brazo robótico</b>	Porcentaje de piezas colocadas	línea de producción	codo, mano	cámara, ángulo de articulación

En este sentido, la especificación del PEAS depende del tipo de ambiente en el que estará el agente. Los ambientes pueden clasificarse de acuerdo con diferentes propiedades que pueden afectar la complejidad del proceso de la toma de decisiones del agente.

Se pueden distinguir los siguientes tipos de ambientes para agentes inteligentes:

#### 1.5.1 Completamente observable o parcialmente observable

El ambiente es completamente observable cuando los sensores del agente le dan a esta información sobre el estado completo del entorno en cada instante, de modo que pueda detectar todos los aspectos relevantes para la toma de decisiones. En



cambio, si los sensores del agente son inexactos, faltan partes del estado del entorno en los datos de los sensores o hay ruido, se dice que el ambiente es parcialmente observable.

## 1.5.2 De un solo agente o multiagente

Un ambiente de un solo agente es aquel en el que un agente opera por sí mismo, mientras que en un ambiente multiagente, varios agentes trabajan en conjunto. Los ambientes multiagentes pueden ser competitivos o cooperativos.

## 1.5.3 Determinístico o estocástico

Un ambiente determinístico es aquel en el que el siguiente estado es determinado completamente por el estado actual. Un ambiente estocástico tiene aspectos que van más allá del control del agente y las acciones son determinadas por resultados posibles.

- **Discreto o continuo**

Esta distinción aplica para el estado del ambiente, la manera en que se maneja el tiempo y las percepciones y las acciones del agente. Si hay un número fijo y finito de acciones y percepciones, entonces el ambiente es discreto. De lo contrario, el ambiente es continuo.

- **Episódico o secuencial**

En un ambiente episódico, la experiencia del agente se divide en episodios atómicos y para cada episodio, el agente percibe y realiza una sola acción. El episodio siguiente no depende de la acción del episodio anterior. En cambio, en un ambiente secuencial la decisión actual del agente puede afectar las decisiones futuras.

- **Estático o dinámico**

Un ambiente estático no cambia mientras el agente toma la decisión sobre lo que tiene que hacer, mientras que un ambiente dinámico cambia y por lo tanto, el agente debe o puede consultar el mundo para decidir sus acciones.



- **Conocido o desconocido**

En un ambiente conocido se dan todos los resultados de las acciones, mientras que en un ambiente desconocido, el agente tiene que aprender cómo funciona su entorno con el fin de tomar buenas decisiones.

A continuación, se dan algunos ejemplos de ambientes estudiados en IA y sus propiedades según Russell y Norvig.

*Tabla 2. ejemplos de ambientes estudiados en IA y sus propiedades según Russell y Norvig.*

Ambiente	Observ.	Determ.	Episódico	Estático	Discreto	SMA
Crucigrama	Si	Si	No	Si	Si	Mono
Backgammon	Si	Estocástico	No	Si	Si	Multi
Poker	Parcial	Estocástico	No	Si	Si	Multi
Tutor inglés	Parcial	Estocástico	No	No	Si	Multi
Robot navegador	Parcial	Estocástico	No	No	No	Mono
Diagnóstico	Parcial	Estocástico	No	No	No	Mono
Análisis imágenes	Si	Si	Si	Semi	No	Mono

## 1.6 Lenguajes para la construcción de agentes

Los lenguajes de programación orientados a agentes, (AOP por sus siglas en inglés), permiten desarrollar tecnología basada en agentes y la implementación de sistemas de este tipo. Estos lenguajes proporcionan abstracciones y construcciones de alto nivel que permiten la implementación directa y el uso de conceptos relacionados con agentes, así como la estructuración de la toma de decisiones. Por





lo general, estos tipos de lenguajes proveen un framework de programación intuitivo, basado en el razonamiento simbólico o práctico.

Sin embargo, los lenguajes orientados a objetos también pueden utilizarse para implementar sistemas de agentes, ya que comparten ciertas características con los agentes, tales como encapsulación y la herencia.

Algunos de los lenguajes de programación orientados a agentes son:

- 3APL
- AgentSpeak
- ASPECS
- GOAL
- Golog
- MetateM
- PLACA
- JADE
- Concordia
- FIPA-OS
- Zeus
- Gossip
- JATLite
- Odyssey
- Aglets
- Voyager