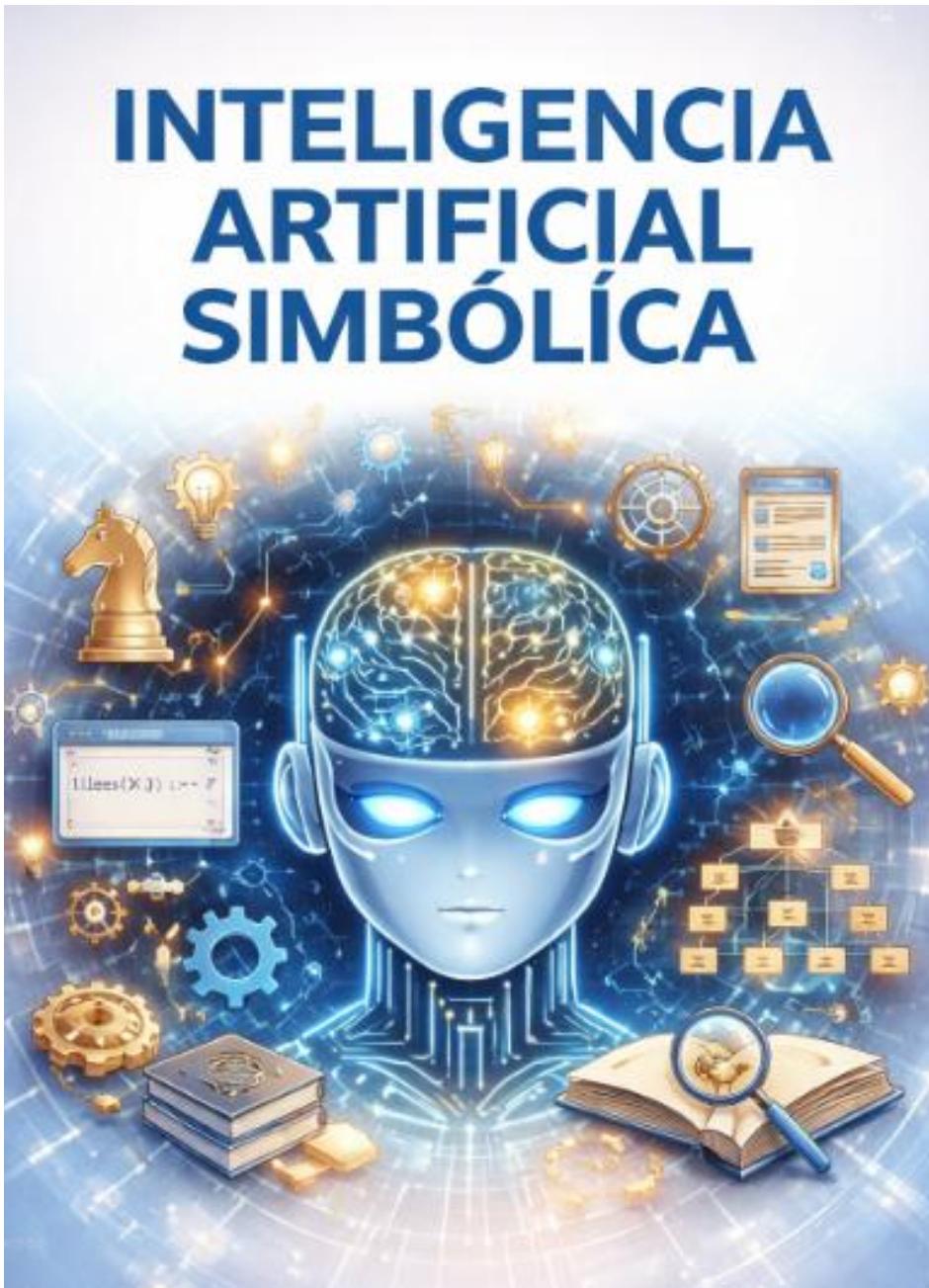


## Investigación sobre la Inteligencia Artificial Simbólica



## Tabla de contenidos

Introducción .....	2
Glosario .....	2
Estado de la cuestión .....	4
Definición y ramas de la Inteligencia Artificial.....	4
Diferencias entre IA simbólica y subsimbólica .....	4
Breve historia de la IA simbólica.....	4
Situación actual.....	5
Representación del conocimiento .....	5
Búsqueda y algoritmos heurísticos.....	5
Razonamiento automático.....	6
Sistemas basados en reglas y programación lógica.....	6
Conclusiones .....	6
Bibliografía .....	7

## Introducción

La inteligencia artificial simbólica se centra en métodos que usan símbolos comprensibles (objetos, reglas, estructuras de datos) para representar conocimiento y razonar. También se conoce como IA clásica o GOFAI, y fue la aproximación principal desde los años 50 hasta finales de los 80. Aunque hoy convive con técnicas más modernas como las redes neuronales, sigue siendo muy útil en problemas bien definidos y con reglas claras.

## Glosario

- **IA (Inteligencia Artificial):** Es un área que desarrolla sistemas capaces de realizar tareas que normalmente necesitan ayuda humana. Incluye tanto la IA simbólica como la basada en aprendizaje automático.
- **IA simbólica:** Es un enfoque que representa el conocimiento mediante símbolos, reglas y estructuras formales, el cual permite razonar de forma lógica y explícita.
- **IA subsimbólica:** Es un enfoque que aprende directamente a partir de datos numéricos (como redes neuronales), sin usar símbolos ni reglas definidas por humanos.
- **Conocimiento:** Es la información organizada sobre el mundo que un sistema inteligente puede usar.
- **Razonamiento:** Proceso mediante el cual un sistema obtiene conclusiones a partir de lo que ya sabe. En IA simbólica incluye deducción, inducción y abducción.
- **Reglas de producción:** Reglas del tipo IF–THEN que permiten representar conocimiento en sistemas expertos.
- **Inferencia:** Aplicación de reglas lógicas o probabilísticas para generar nueva información a partir de datos existentes.
- **Red semántica:** Estructura en forma de grafo donde los nodos representan conceptos y los enlaces sus relaciones. Permite razonar mediante jerarquías.
- **Marco (frame):** Plantilla que agrupa las características y relaciones de un objeto o situación, similar a un registro con atributos.
- **Ontología:** Conjunto organizado de conceptos y relaciones de un dominio, compartido por una comunidad para usar un vocabulario común.
- **Taxonomía:** Clasificación jerárquica de conceptos dentro de una ontología, organizada por niveles (por ejemplo: animal -> mamífero -> perro).
- **Lógica de primer orden:** Lenguaje formal con predicados, variables y cuantificadores que permite expresar hechos y reglas con precisión matemática.

- **Espacio de estados:** Representación de todos los estados posibles de un problema y de las acciones que permiten pasar de uno a otro.
- **Búsqueda no informada:** Algoritmos que exploran el espacio de estados sin información adicional. BFS recorre por niveles y DFS profundiza por un camino.
- **Búsqueda heurística:** Métodos que usan una función de evaluación para guiar la búsqueda hacia la solución. A\* es uno de los más conocidos.
- **Minimax:** Algoritmo usado en juegos de dos jugadores donde uno intenta maximizar su resultado y el otro minimizarlo.
- **Podad alfa-beta:** Es la mejora de minimax que evita explorar ramas innecesarias, reduciendo el número de evaluaciones sin cambiar el resultado final.
- **Sistemas expertos:** Son Programas basados en reglas que imitan el razonamiento de un especialista en un área concreta, como diagnóstico o asesoramiento.
- **Motor de inferencia:** Es parte del sistema que aplica las reglas de la base de conocimiento para obtener conclusiones o decidir acciones.
- **Prolog:** Lenguaje de programación lógico basado en hechos y reglas. Su ejecución se basa en unificación y backtracking para resolver consultas.
- **Unificación:** Proceso de hacer coincidir términos y variables para poder aplicar reglas en Prolog o en lógica.
- **Backtracking:** Estrategia de búsqueda que prueba opciones y retrocede cuando una ruta no funciona.
- **Planificación:** Rama de la IA que genera secuencias de acciones para alcanzar un objetivo a partir de un estado inicial.
- **STRIPS:** Modelo clásico para describir acciones en planificación, definiendo sus precondiciones y efectos.
- **PDDL:** Lenguaje estándar para describir dominios y problemas de planificación, basado en una versión simplificada de lógica de primer orden.
- **Lógica difusa (fuzzy logic):** Lógica donde los valores de verdad no son solo 0 o 1, sino cualquier valor intermedio, útil para manejar incertidumbre.
- **Red bayesiana:** Modelo probabilístico en forma de grafo que representa dependencias entre variables y permite calcular probabilidades condicionales.
- **BDI (Belief-Desire-Intention):** Modelo de agentes donde las creencias representan lo que el agente sabe, los deseos sus objetivos y las intenciones las acciones que decide llevar a cabo.

## Estado de la cuestión

### Definición y ramas de la Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial engloba distintas técnicas cuyo objetivo es simular comportamientos inteligentes en las máquinas. Una de las clasificaciones más habituales distingue entre la IA simbólica y la IA subsimbólica.

La IA simbólica se basa en representar el conocimiento de forma explícita mediante símbolos, reglas lógicas y modelos declarativos. Este enfoque, conocido también como IA clásica o GOFAI, utiliza estructuras como reglas “si–entonces” para razonar y llegar a conclusiones de forma comprensible. En cambio, la IA subsimbólica, que incluye el aprendizaje automático y las redes neuronales, trabaja principalmente con datos numéricos y aprende patrones ajustando parámetros internos, sin usar reglas explícitas.

Actualmente, ambos enfoques coexisten y, en muchos casos, se combinan para aprovechar las ventajas de cada uno, dando lugar a sistemas híbridos o neuro-simbólicos.

### Diferencias entre IA simbólica y subsimbólica

La IA simbólica se apoya en conocimiento estructurado y razonamiento lógico. Una de sus principales ventajas es que permite entender fácilmente cómo se ha llegado a una decisión, ya que las reglas utilizadas son explícitas. Además, puede funcionar con pocos datos si el conocimiento está bien definido. Sin embargo, presenta dificultades para manejar grandes volúmenes de datos y situaciones con incertidumbre.

Por otro lado, la IA subsimbólica aprende directamente a partir de datos. Necesita grandes cantidades de información para entrenarse, pero se adapta mejor a entornos cambiantes y a tareas como el reconocimiento de imágenes o el procesamiento del lenguaje natural. Su principal inconveniente es que sus resultados suelen ser menos interpretables.

En resumen, la IA simbólica prioriza la claridad y el razonamiento lógico, mientras que la subsimbólica destaca por su capacidad de aprendizaje y generalización.

### Breve historia de la IA simbólica

La IA simbólica surgió en los años cincuenta, en los inicios de la inteligencia artificial, con la idea de que la manipulación de símbolos podía reproducir el razonamiento humano. Durante varias décadas fue el enfoque dominante y permitió el desarrollo de los primeros sistemas expertos y lenguajes como Prolog.

A partir de los años ochenta, este enfoque empezó a perder relevancia frente a métodos basados en datos, como las redes neuronales. No obstante, la IA simbólica nunca desapareció

por completo y en los últimos años ha recuperado interés al integrarse con técnicas de aprendizaje automático.

## Situación actual

En la actualidad, la IA simbólica convive con la IA subsimbólica. Aunque muchas aplicaciones modernas se basan en aprendizaje profundo, la IA simbólica sigue utilizándose en ámbitos donde la explicabilidad es importante, como los sistemas expertos, la representación del conocimiento o la verificación de software.

La tendencia actual es combinar ambos enfoques mediante sistemas neuro-simbólicos, que buscan unir la capacidad de aprendizaje de los modelos estadísticos con la claridad del razonamiento lógico.

## Representación del conocimiento

La representación del conocimiento es un elemento clave en la IA simbólica, ya que permite al sistema razonar sobre un dominio concreto sin interactuar directamente con el mundo real. El conocimiento se modela mediante estructuras que la máquina puede manipular.

Los elementos básicos son los hechos y las reglas, que describen información y relaciones entre conceptos. A partir de ellos, el sistema puede inferir nuevos conocimientos. También se utilizan estructuras más complejas como redes semánticas, que representan conceptos y sus relaciones, y marcos, que agrupan las características típicas de objetos o situaciones.

Otro recurso importante son las ontologías, que definen de forma formal los conceptos y relaciones de un dominio, facilitando la interoperabilidad entre sistemas. A nivel más formal, la lógica de primer orden permite expresar reglas y hechos con gran precisión y es la base de lenguajes como Prolog, aunque en la práctica se suelen usar versiones simplificadas.

## Búsqueda y algoritmos heurísticos

Muchos problemas de la IA simbólica se plantean como búsquedas en un espacio de estados, donde cada estado representa una situación posible y las acciones permiten pasar de uno a otro.

Los algoritmos más sencillos son la búsqueda en anchura y la búsqueda en profundidad, que exploran el espacio sin información adicional. Para mejorar la eficiencia, se emplean algoritmos heurísticos como A\*, que utilizan estimaciones para guiar la búsqueda hacia la solución.

En el ámbito de los juegos, se utilizan algoritmos como minimax, que simula la toma de decisiones entre dos jugadores, y la poda alfa-beta, que mejora su rendimiento al evitar explorar ramas innecesarias del árbol de juego.

## Razonamiento automático

El razonamiento automático permite a un sistema obtener nuevas conclusiones a partir del conocimiento almacenado. Las principales formas de razonamiento son la deducción, la inducción y la abducción.

En los sistemas simbólicos se utilizan técnicas de encadenamiento hacia adelante, que parten de los hechos conocidos, y encadenamiento hacia atrás, que parten de un objetivo y buscan cómo alcanzarlo. Estos procesos son gestionados por los motores de inferencia, que aplican las reglas de forma sistemática.

Cuando el conocimiento es incompleto o incierto, se incorporan técnicas como la lógica difusa, los factores de certeza o las redes bayesianas, que permiten razonar de manera aproximada.

## Sistemas basados en reglas y programación lógica

Los sistemas basados en reglas, también conocidos como sistemas expertos, imitan el razonamiento de un experto humano en un dominio concreto. Están formados por una base de conocimiento con hechos y reglas, y un motor de inferencia que aplica dichas reglas para obtener conclusiones.

Entre las herramientas más conocidas para desarrollar estos sistemas se encuentran CLIPS, Prolog y Drools. En especial, Prolog es un lenguaje de programación lógica muy utilizado en IA simbólica, ya que permite definir conocimiento de forma declarativa y resolver consultas mediante unificación y retroceso.

## Conclusiones

La inteligencia artificial simbólica permite representar y trabajar con conocimiento de forma estructurada, utilizando símbolos y reglas lógicas. A lo largo de este trabajo se ha explicado en qué consiste este enfoque y cómo se diferencia de otros métodos basados en datos, como el aprendizaje automático.

También se ha visto su evolución histórica, desde los primeros sistemas expertos hasta su situación actual, donde convive con la IA subsimbólica. Se han tratado conceptos importantes como la representación del conocimiento, los algoritmos de búsqueda y el razonamiento automático, que son la base del funcionamiento de la IA simbólica. Además, se han analizado los sistemas basados en reglas y la programación lógica con Prolog, así como su aplicación en planificación y agentes inteligentes.

Por último, se ha comprobado que la IA simbólica no está obsoleta, sino que sigue teniendo utilidad en determinados ámbitos y se combina cada vez más con técnicas modernas en sistemas híbridos. Como conclusión final, conocer tanto la IA simbólica como la subsimbólica

ayuda a tener una visión más completa de la inteligencia artificial y a elegir la solución más adecuada según el tipo de problema.

## Bibliografía

- DataCamp.
- Wikipedia. “Inteligencia artificial simbólica”.
- Wikipedia. “Poda alfa-beta”.
- Wikipedia. “Minimax”.
- Wikipedia. “Algoritmo de búsqueda A\*”.
- Universidad de Sevilla.
- Wikipedia. “Lógica difusa”.
- Wikipedia. “Red bayesiana”.