

1.2. Conceptos de Inteligencia

1.2.1. Áreas que estudian la Inteligencia: Psicología y la Filosofía

Los seres humanos han tratado de entender cómo percibimos, aprendemos, recordamos y razonamos (por más de 2000 años). El estudio de la inteligencia tiene sus raíces en las primeras reflexiones filosóficas sobre la naturaleza humana y la mente, y ha evolucionado a través de los siglos, incorporando enfoques científicos y tecnológicos.

La filosofía y la psicología han sido fundamentales en el desarrollo de la inteligencia artificial, proporcionando tanto un marco teórico como herramientas prácticas para entender y replicar la inteligencia humana. Mientras que la filosofía plantea preguntas fundamentales sobre la naturaleza de la inteligencia y la conciencia, la psicología ofrece un enfoque empírico para entender cómo funcionan los procesos cognitivos en los seres humanos.

- **Filosofía:** La filosofía es una de las disciplinas más antiguas que ha abordado el estudio de la inteligencia. Desde los tiempos de los filósofos griegos como Platón y Aristóteles, se ha buscado comprender la naturaleza del pensamiento, la conciencia y el conocimiento. La filosofía se distingue por su enfoque crítico y sistemático, y por su énfasis en los argumentos racionales. Algunas de las áreas filosóficas más relevantes para el estudio de la inteligencia incluyen:

La filosofía ha influido en la inteligencia artificial al proporcionar un marco conceptual para entender qué es la inteligencia y cómo puede ser replicada o simulada en máquinas. Preguntas fundamentales como "¿Qué es el pensamiento?." "¿Pueden las máquinas ser conscientes?" siguen siendo relevantes en el desarrollo de la IA.

- **Psicología:** La psicología, como ciencia que estudia el comportamiento humano y los procesos mentales, ha contribuido significativamente al estudio de la inteligencia. A diferencia de la filosofía, la psicología adopta un enfoque empírico, basado en la observación y la experimentación. Algunas de las áreas clave de la psicología que han influido en la inteligencia artificial incluyen:

La psicología ha sido crucial en el desarrollo de modelos de IA que intentan emular el comportamiento humano, como las redes neuronales artificiales y los sistemas de aprendizaje automático. Además, la psicología ha ayudado a entender cómo los humanos interactúan con la tecnología, lo que ha llevado al desarrollo de interfaces más intuitivas y sistemas de IA más adaptativos.

En el contexto de la IA, la filosofía ayuda a definir qué es la inteligencia y cómo puede ser medida o replicada, mientras que la psicología proporciona modelos y datos sobre cómo los humanos perciben, aprenden y toman decisiones. Juntas, estas disciplinas han permitido el desarrollo de sistemas de IA que no solo imitan el comportamiento humano, sino que también intentan comprender y replicar los procesos mentales subyacentes.

Por ejemplo, las redes neuronales artificiales están inspiradas en el funcionamiento del cerebro humano, un concepto que surge de la psicología cognitiva. Por otro lado, la lógica formal, derivada de la filosofía, es la base de muchos sistemas de razonamiento automático

en IA. La combinación de estos enfoques ha llevado a avances significativos en áreas como el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora y la toma de decisiones automatizada.

En resumen, la filosofía y la psicología no solo han contribuido al estudio de la inteligencia, sino que también han sentado las bases para el desarrollo de la inteligencia artificial, proporcionando tanto las preguntas fundamentales como las herramientas para responderlas.

1.2.2. Filosofía e Inteligencia Artificial

La tabla 1.1 resume las ramas de la Filosofía. Las ramas y los problemas que componen la filosofía han variado mucho a través de los siglos.

Tabla 1.1: Ramas de la Filosofía

Tópico	Descripción
Metafísica	Estudia la naturaleza, estructura, componentes y principios fundamentales de la realidad.
Gnoseología	Estudia la naturaleza, el origen y los límites del conocimiento. Clasifica al conocimiento (proposicional, práctico y directo) y la forma de adquirirlo (racionalismo, empirismo).
Ética	Abarca el estudio de la moral, la virtud, el deber, la felicidad y el buen vivir.
Filosofía política	Trata del estudio del gobierno y de las relaciones de los individuos y las comunidades en el estado.
Estética	Incluye el estudio de la belleza, el arte, la percepción.
Lógica	Estudia los principios de la demostración y la inferencia válida, las falacias, las paradojas y la noción de verdad. La inferencia es el proceso por el cual se derivan conclusiones a partir de premisas.
Filosofía del lenguaje	El estudio del lenguaje en sus aspectos más generales y fundamentales. Define el concepto de semántica.
Filosofía de la mente	El estudio de la mente y de todo lo mental, incluyendo las percepciones, sensaciones, emociones, recuerdos, sueños, pensamientos y creencias.
Filosofía de la religión	Trata de responder preguntas acerca de la religión.

Las dos áreas de la filosofía que tienen mucha relación con la Inteligencia Artificial son la Gnoseología y la Lógica. Mientras que la Gnoseología se enfoca en cómo adquirimos y clasificamos el conocimiento, la Lógica proporciona las herramientas formales para el razonamiento y la inferencia, fundamentales para el desarrollo de sistemas de IA.

Lógica

La Lógica es una de las disciplinas más importantes en la filosofía y ha sido una fuente de inspiración clave para la Inteligencia Artificial. Proporciona un marco formal para el razonamiento, permitiendo la derivación de conclusiones a partir de premisas de manera sistemática y válida. Esto es esencial para el diseño de algoritmos y sistemas que deben tomar decisiones basadas en reglas claras y precisas. Dos conceptos fundamentales en la Lógica que han tenido un impacto significativo en la IA son la **inferencia** y los **sistemas formales**. La inferencia es el proceso mediante el cual se derivan conclusiones a partir de premisas, mientras que un sistema formal proporciona la estructura necesaria para garantizar que este proceso sea riguroso y consistente. Ambos conceptos son pilares en el desarrollo de sistemas de IA que requieren razonamiento automático y toma de decisiones.

- **Inferencia:** Es un proceso de razonamiento lógico que consiste en derivar la verdad de una conclusión a partir de la verdad de una o más premisas, de acuerdo a un conjunto de reglas de deducción. Estas reglas garantizan el paso lógico de las premisas a la conclusión, es decir, que nuestro razonamiento sea correcto. En el contexto de la IA, la inferencia es fundamental para sistemas como los motores de reglas y los sistemas expertos, que utilizan reglas lógicas para tomar decisiones.
- **Sistema formal:** Un sistema formal es un conjunto de elementos que nos ayudan en la toma de decisiones de manera estructurada y precisa. Siempre se define por una sintaxis y una semántica. La sintaxis establece las reglas para construir expresiones válidas, mientras que la semántica asigna significado a esas expresiones. En la IA, los sistemas formales son la base de lenguajes de programación, sistemas de representación del conocimiento y algoritmos de razonamiento automático.

La sintaxis define los siguientes elementos:

- Un conjunto de símbolos primitivos (el alfabeto, o vocabulario).
- Un conjunto de reglas de formación (la gramática) que nos dice cómo construir fórmulas bien formadas a partir de los símbolos primitivos.
- Un conjunto de axiomas o esquemas de axiomas. Un axioma es una "verdad evidente" que no requiere demostración. Cada axioma debe ser una fórmula bien formada (generada por la gramática que define al sistema formal).
- Un conjunto de reglas de inferencia. Estas reglas determinan cómo se pueden construir nuevas fórmulas a partir de lo conocido.

La semántica establece una interpretación formal. Asignan significados inequívocos a los símbolos y valores de verdad a las fórmulas.

Tipos de Lógicas

La Lógica no es un campo estático; ha evolucionado con el tiempo, y la Inteligencia Artificial ha contribuido significativamente a este desarrollo. Además de las lógicas clásicas, la IA ha impulsado el estudio y la aplicación de lógicas alternativas, que son más adecuadas para modelar situaciones complejas y ambiguas del mundo real.

- Clásicas:

- **Lógica proposicional:** Se centra en la relación entre proposiciones completas, utilizando conectores lógicos como *z*", ".", "no", etc.
- **Lógica de predicados:** Extiende la lógica proposicional al permitir la representación de objetos y sus relaciones, lo que la hace más poderosa para modelar problemas complejos.

- Alternativas:

- **Lógica difusa:** Es una lógica que propone un número infinito de valores de verdad entre lo verdadero y lo falso. Esto es especialmente útil en sistemas de control y toma de decisiones donde la información es imprecisa o incompleta. La IA ha utilizado la lógica difusa en aplicaciones como sistemas de control de tráfico, electrodomésticos inteligentes y diagnóstico médico.
- **Lógica modal:** Trata con las nociones de necesidad, posibilidad, imposibilidad y contingencia. Es útil en sistemas de IA que deben razonar sobre situaciones hipotéticas o futuras, como en la planificación automatizada o la verificación de software.
- **Lógica temporal:** Abarca operadores temporales como "siempre", "nunca", ..antes", "después", etc. Esta lógica es fundamental en sistemas que deben manejar el tiempo, como los sistemas de planificación, la verificación de protocolos de comunicación y la inteligencia artificial en videojuegos.
- **Lógica no monotónica:** Permite que las conclusiones puedan ser revisadas cuando se añade nueva información. Esto es crucial en sistemas de IA que operan en entornos dinámicos y cambiantes, como los sistemas de recomendación o los asistentes virtuales.

Contribuciones de la IA a la Lógica

La Inteligencia Artificial no solo ha utilizado la lógica como herramienta, sino que también ha contribuido a su evolución. La necesidad de resolver problemas complejos en entornos reales ha llevado al desarrollo de nuevas formas de lógica, como la lógica difusa y la lógica no monotónica. Estas lógicas alternativas han permitido a los sistemas de IA manejar la incertidumbre, la ambigüedad y la falta de información, lo que ha ampliado significativamente su aplicabilidad en el mundo real.

Además, la IA ha impulsado el estudio de la lógica en contextos prácticos, como la representación del conocimiento, la planificación automatizada y la toma de decisiones en tiempo real. Esto ha llevado a una mayor integración entre la teoría lógica y las aplicaciones prácticas, demostrando que la lógica no es solo un campo abstracto, sino una herramienta poderosa para resolver problemas del mundo real.

En resumen, la Lógica ha sido una fuente de inspiración fundamental para la Inteligencia Artificial, y a su vez, la IA ha enriquecido el campo de la Lógica con nuevas formas de razonamiento y aplicaciones prácticas. Esta relación simbiótica continúa impulsando avances en ambos campos.

1.2.3. Psicología e Inteligencia Artificial

La psicología, como ciencia que estudia el comportamiento humano y los procesos mentales, ha tenido una influencia profunda en el desarrollo de la Inteligencia Artificial. Al comprender cómo los seres humanos perciben, aprenden, razonan y toman decisiones, la psicología ha proporcionado modelos y teorías que han inspirado muchos de los algoritmos y sistemas utilizados en IA. Desde el estudio de la memoria y la atención hasta las teorías del aprendizaje, la psicología ha contribuido a crear sistemas de IA que no solo imitan el comportamiento humano, sino que también intentan replicar los procesos cognitivos subyacentes. A continuación, se exploran las áreas de la psicología más relevantes para la IA y cómo han influido en su desarrollo.

Áreas de la Psicología relevantes para la IA

- **Psicología cognitiva:** Estudia los procesos mentales como la percepción, la memoria, el aprendizaje y el razonamiento. Estos procesos son fundamentales para el desarrollo de algoritmos y modelos en IA. Por ejemplo, los sistemas de visión por computadora se basan en modelos de percepción visual inspirados en cómo los humanos procesan la información visual.
- **Psicología del desarrollo:** Examina cómo los seres humanos adquieren habilidades cognitivas a lo largo de su vida, lo que ha inspirado enfoques de aprendizaje automático en IA. Los modelos de aprendizaje profundo, por ejemplo, se asemejan a cómo los niños aprenden a través de la experiencia y la repetición.
- **Psicología experimental:** Proporciona métodos para estudiar el comportamiento humano en condiciones controladas, lo que ha permitido entender mejor cómo los humanos toman decisiones y resuelven problemas. Estos estudios han sido cruciales para el desarrollo de sistemas de IA que deben tomar decisiones en entornos complejos, como los sistemas de recomendación o los vehículos autónomos.

Funciones Psicológicas y su relevancia en la IA

La tabla 1.2 describe las funciones psicológicas y su relación con la Inteligencia Artificial.

Teorías del Aprendizaje según la psicología

Las teorías del aprendizaje en psicología han sido fundamentales para el desarrollo de técnicas de aprendizaje automático en IA. A continuación, se describen las dos teorías más influyentes:

- **Conductismo:** El aprendizaje es el resultado de la asociación de estímulos y respuestas.
 - El aprendizaje se manifiesta por un cambio en el comportamiento.
 - El medio ambiente influye en el comportamiento.
 - La temporalidad y el reforzamiento son básicos para el aprendizaje.

Tabla 1.2: Funciones Psicológicas y su relación con la IA

Función Psicológica	Descripción y relevancia en la IA
Atención	Mecanismo mediante el cual el ser humano hace conscientes ciertos contenidos de su mente por encima de otros, que se mantienen a un nivel de conciencia menor. En IA, los mecanismos de atención se utilizan en modelos de procesamiento de lenguaje natural (como Transformers) para enfocarse en partes relevantes de la información.
Percepción	El modo en que el cuerpo y la mente cooperan para establecer la conciencia de un mundo externo. En IA, la percepción se replica en sistemas de visión por computadora y reconocimiento de voz, que intentan emular cómo los humanos interpretan estímulos visuales y auditivos.
Memoria	Proceso mediante el que un individuo retiene y almacena información, para que luego pueda ser utilizada. En IA, la memoria se modela en sistemas como las redes neuronales recurrentes (RNN) y las memorias de largo plazo (LSTM), que permiten a las máquinas recordar información previa para tomar decisiones.
Pensamiento	Conjunto de procesos cognitivos que permiten al organismo elaborar la información percibida o almacenada en la memoria. Este ámbito ha implicado clásicamente el estudio del razonamiento y la resolución de problemas. En IA, el pensamiento se emula en sistemas de razonamiento automático y planificación, como los sistemas expertos.
Lenguaje	Sistema de signos y reglas para su combinación, que constituye una forma simbólica de comunicación específica entre los seres humanos. En IA, el lenguaje es fundamental para el procesamiento de lenguaje natural (NLP), que permite a las máquinas entender y generar lenguaje humano.
Aprendizaje	Es un cambio en el comportamiento, no atribuible al efecto de sustancias o estados temporales internos o contextuales. En IA, el aprendizaje es la base del aprendizaje automático (machine learning), donde los sistemas mejoran su desempeño a través de la experiencia.

El **Aprendizaje por refuerzo** en IA se basa en esta teoría, donde los agentes aprenden a través de la interacción con un entorno y la recepción de recompensas o castigos.

- **Cognitivismo:** Tiene como objeto de estudio los mecanismos básicos y profundos por los que se elabora el conocimiento (percepción, memoria, aprendizaje, formación de conceptos, razonamiento lógico). Utiliza el método científico para investigar los pro-

cesos mentales. Esta teoría es la que más impacto tiene en la Inteligencia Artificial. Las **redes neuronales artificiales** se basan en esta teoría, imitando la forma en que el cerebro humano procesa la información a través de capas interconectadas de neuronas.

Aportaciones de la Psicología a la IA

La psicología ha aportado a la IA no solo modelos teóricos, sino también metodologías para estudiar y replicar el comportamiento humano. Por ejemplo, los estudios sobre la memoria humana han inspirado la creación de arquitecturas de redes neuronales que pueden retener y procesar información a largo plazo. De manera similar, las teorías del aprendizaje han dado lugar a algoritmos de aprendizaje automático que permiten a las máquinas mejorar su desempeño a través de la experiencia.

Además, la psicología ha ayudado a entender cómo los humanos interactúan con la tecnología, lo que ha llevado al desarrollo de interfaces más intuitivas y sistemas de IA más adaptativos. En resumen, la psicología no solo ha proporcionado las bases teóricas para muchos avances en IA, sino que también ha contribuido a hacer que los sistemas de IA sean más eficientes, comprensibles y cercanos al comportamiento humano.

1.2.4. Definición de la Inteligencia Artificial

De acuerdo con Stuart Russell y Peter Norvig en su libro *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, la Inteligencia Artificial (IA) puede definirse desde cuatro enfoques principales, como se muestra en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3: Enfoque de Inteligencia Artificial

	Empírico	Racional
Comportamiento	Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan razonadamente
Razonamiento	Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan razonadamente

- **Pensar como los humanos (Modelado del pensamiento humano)** Se centra en la creación de sistemas que intentan emular el razonamiento humano. Esto implica el estudio de la cognición y el uso de modelos computacionales que imiten el pensamiento humano, como la psicología cognitiva y la simulación de procesos mentales.

Las técnicas más relevantes incluyen las redes neuronales artificiales, modelos cognitivos computacionales, sistemas de producción y aprendizaje basado en casos. También se destaca el procesamiento del lenguaje natural (PLN), especialmente en su dimensión semántica.

Aplicaciones clave de este enfoque incluyen modelos de predicción cognitiva, simulaciones de toma de decisiones humanas y asistentes virtuales con capacidades avanzadas de razonamiento.

- **Actuar como los humanos (Emulación del comportamiento humano)** Se basa en la idea de que una IA debe comportarse de manera similar a un ser humano. Este enfoque incluye la Turing Test de Alan Turing, donde una máquina se considera inteligente si puede interactuar con una persona de manera indistinguible de otro humano.

Se emplean técnicas como los sistemas expertos, la robótica, el procesamiento del lenguaje natural y el aprendizaje por refuerzo.

Las aplicaciones incluyen chatbots avanzados, robots humanoides y simulaciones de comportamiento en videojuegos y entornos virtuales.

- **Pensar razonadamente (Lógica y razonamiento formal)** Define la IA como la construcción de sistemas que razonan de manera lógica y correcta. Se basa en modelos de lógica formal y busca que la máquina tome decisiones óptimas según reglas establecidas, sin necesariamente imitar el pensamiento humano.

Las principales técnicas incluyen la lógica matemática, algoritmos de búsqueda, planificación automática y representación del conocimiento mediante ontologías y redes semánticas.

Ejemplos de aplicación incluyen motores de inferencia en sistemas expertos, planificación de recursos y diagnóstico médico basado en reglas.

- **Actuar razonadamente (Agentes inteligentes y toma de decisiones óptima)** Se enfoca en diseñar agentes inteligentes que tomen decisiones y realicen acciones óptimas en función de sus objetivos y el entorno. En este enfoque, la IA se concibe como un sistema autónomo que busca maximizar su desempeño en diversas tareas, utilizando técnicas como la teoría de la decisión y la optimización.

Entre las técnicas utilizadas se encuentran los agentes inteligentes basados en metas y utilidad, el aprendizaje automático (Machine Learning y Deep Learning), el aprendizaje por refuerzo y los algoritmos evolutivos.

Aplicaciones destacadas incluyen sistemas de recomendación como los de Netflix y Amazon, agentes autónomos en videojuegos y robots de exploración espacial.

Los enfoques de IA propuestos por Russell y Norvig han guiado la evolución de esta disciplina. Aunque todos tienen su importancia, el enfoque de “Actuar razonadamente” es el más utilizado en la actualidad debido a su capacidad para desarrollar sistemas eficientes sin necesidad de replicar exactamente el pensamiento o comportamiento humano. La combinación de distintos enfoques y técnicas permite diseñar soluciones más robustas y adaptadas a diversas necesidades.

Todas las definiciones de Inteligencia Artificial están relacionadas con la siguiente idea: **Desarrollo de métodos y algoritmos que permitan comportarse a las computadoras de modo inteligente.**

1.2.5. Paradigmas de la IA (escuelas de pensamiento)

Existen dos principales enfoques en la investigación y desarrollo de la Inteligencia Artificial:

- **Inteligencia Artificial Simbólica o Convencional:** Basada en la manipulación de símbolos y reglas explícitas, esta aproximación asume que el conocimiento puede ser representado mediante estructuras simbólicas y procesado mediante algoritmos lógicos y sistemas expertos.
- **Inteligencia Computacional o Conexiónista:** Se fundamenta en modelos de aprendizaje automático, donde el conocimiento emerge de la propia estructura del sistema, como en las redes neuronales artificiales. Estos modelos son capaces de aprender y adaptarse mediante la experiencia sin requerir una programación explícita de reglas.

Uno de los desafíos fundamentales de la IA es la representación del conocimiento, es decir, cómo estructurar la información para que las máquinas puedan procesarla, aprender de ella y tomar decisiones de manera eficiente.

1.2.6. La IA aborda tres tipos de tareas

1. **Dominios formales:** Donde se pretende solucionar problemas mediante modelos de búsquedas en un espacio de estados, ya sean modelos de tipo algorítmico o heurístico. Estos problemas pueden ser juegos o demostración de teoremas.
2. **Dominios técnicos:** Donde utilizamos conocimiento científico-técnico, posiblemente deducido de un experto e intentaremos solucionar problemas del tipo de decisión (sistemas Expertos).
3. **Dominios cognitivos:** Donde se intenta comprender el funcionamiento de nuestro cerebro y sus funciones cognitivas (razonar, oír, hablar) emulando dichos procesos con modelos computacionales.

1.2.7. ¿Cuándo tenemos un problema de IA?

1. Cuando no exista una solución analítica o algorítmica conocida.
2. Cuando existan demasiadas posibilidades que hagan difícil el cómputo y podamos usar estrategias heurísticas para reducir ese cálculo.
3. Cuando es difícil el tratamiento de la información y posiblemente sea incompleta o imprecisa.
4. Cuando nos enfrentemos a un problema que necesite del uso de sentido común.

1.2.8. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial

- **Tratamiento de Lenguajes Naturales:** Capacidad de Traducción, órdenes a un Sistema Operativo, conversación Hombre-Máquina, etc.
- **Sistemas Expertos:** Sistemas que se les implementa experiencia para conseguir deducciones cercanas a la realidad.

- **Robótica:** Navegación de robots móviles, control de brazos móviles, ensamblaje de piezas, etc.
- **Problemas de Percepción:** Visión y habla, reconocimiento de voz, obtención de fallos por medio de la visión, diagnósticos médicos, etc.
- **Aprendizaje:** Minería de datos, big data.

Elaborado por Rafael Rivera López
como apuntes de la materia de
Inteligencia Artificial del Ins-
tituto Tecnológico de Veracruz.

Elaborado por Rafael Rivera López
como apuntes de la materia de
Inteligencia Artificial del Ins-
tituto Tecnológico de Veracruz.

Elaborado por Rafael Rivera López
como apuntes de la materia de
Inteligencia Artificial del Ins-
tituto Tecnológico de Veracruz.

Elaborado por Rafael Rivera López
como apuntes de la materia de
Inteligencia Artificial del Ins-
tituto Tecnológico de Veracruz.