

# Bases de la Inteligencia Artificial

---

SEMINARIO DE SOLUCION DE PROBLEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL I

Vázquez Pérez Ignacio David

218292866

Ingeniería en computación

## Historia de la IA

---

La IA comenzó poco después de la Segunda Guerra Mundial, y el nombre se acuñó en 1956. La IA sintetiza y automatiza tareas intelectuales y es, por lo tanto, potencialmente relevante para cualquier ámbito de la actividad intelectual humana.

Existe un enfrentamiento entre los enfoques centrados en los humanos y los centrados en torno a la racionalidad. El enfoque centrado en el comportamiento humano debe ser una ciencia empírica, que incluya hipótesis y confirmaciones mediante experimentos. El enfoque racional implica una combinación de matemáticas e ingeniería. Cada grupo al mismo tiempo ha ignorado y ha ayudado al otro.

- Sistemas que piensan como humanos:  
«[La automatización de] actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje...» (Bellman, 1978)
- Sistemas que piensan racionalmente:  
«El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar». (Winston, 1992)
- Sistemas que actúan como humanos:  
«El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia». (Kurzweil, 1990)
- Sistemas que actúan racionalmente:  
«La Inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes». (Poole et al., 1998)

# Comportamiento humano

---

## El enfoque de la Prueba de Turing

Se diseñó para proporcionar una definición operacional y satisfactoria de inteligencia. Alan Turing (1950) sugirió una prueba basada en la incapacidad de diferenciar entre entidades inteligentes indiscutibles y seres humanos. El computador supera la prueba si un evaluador humano no es capaz de distinguir si las respuestas, a una serie de preguntas planteadas. Evitó deliberadamente la interacción física directa entre el evaluador y el computador. El computador debería poseer las siguientes capacidades:

- Procesamiento de lenguaje natural que le permita comunicarse satisfactoriamente en inglés.
- Representación del conocimiento para almacenar lo que se conoce o siente.
- Razonamiento automático para utilizar la información almacenada para responder a preguntas y extraer nuevas conclusiones.
- Aprendizaje automático para adaptarse a nuevas circunstancias y para detectar y extrapolar patrones.

## Pensar como un humano

---

### El enfoque del modelo cognitivo

Para poder decir que un programa dado piensa como un humano, es necesario penetrar en el funcionamiento de las mentes humanas, para poder expresar esa teoría en la forma de un programa de computador.

1. mediante introspección (intentando atrapar nuestros propios pensamientos conforme éstos van apareciendo)
  2. mediante experimentos psicológicos
- Allen Newell y Herbert Simon, que desarrollaron el «Sistema de Resolución General de Problemas» (SRGP) (Newell y Simon, 1961). Lo que les interesaba era seguir la pista de las etapas del proceso de razonamiento y compararlas con las seguidas por humanos a los que se les enfrentó a los mismos problemas.

En la ciencia cognitiva convergen modelos computacionales de IA y técnicas experimentales de psicología intentando elaborar teorías precisas y verificables sobre el funcionamiento de la mente humana. Los dos campos continúan alimentándose entre sí, especialmente en las áreas de la visión y el lenguaje natural. En particular, el campo de la visión ha avanzado recientemente con la ayuda de una propuesta integrada que tiene en cuenta la evidencia neurofisiológica y los modelos computacionales.

## Pensamiento racional

---

### el enfoque de las «leyes del pensamiento»

El filósofo griego Aristóteles fue uno de los primeros en intentar codificar la «manera correcta de pensar». Sus silogismos son esquemas de estructuras de argumentación mediante las que siempre se llega a conclusiones correctas si se parte de premisas correctas. Su estudio fue el inicio de un campo llamado lógica.

En el siglo XIX se desarrolló una notación precisa para definir sentencias sobre todo tipo de elementos del mundo y especificar relaciones entre ellos. La llamada tradición logista dentro del campo de la inteligencia artificial trata de construir sistemas inteligentes a partir de estos programas.

No es fácil transformar conocimiento informal y expresarlo en los términos formales que requieren de notación lógica,

## **el enfoque del agente racional**

---

Un agente es algo que razona, con atributos como:

- controles autónomos
- que perciban su entorno
- que persistan durante un período de tiempo prolongado
- que se adapten a los cambios
- sean capaces de alcanzar objetivos diferentes.

Un agente racional es aquel que actúa con la intención de alcanzar el mejor resultado o, cuando hay incertidumbre, el mejor resultado esperado. Todo el énfasis se pone en hacer inferencias correctas. Una manera racional de actuar es llegar a la conclusión lógica de que si una acción dada permite alcanzar un objetivo, hay que llevar a cabo dicha acción.

Es necesario contar con la capacidad para representar el conocimiento y razonar basándonos en él, porque ello permitirá alcanzar decisiones correctas en una amplia gama de situaciones.

La IA desde el enfoque del diseño de un agente racional se considera:

1. «leyes del pensamiento», efectuar inferencias correctas es sólo uno de los mecanismos existentes para garantizar la racionalidad.
2. la forma en la que se ha producido el avance científico que los enfoques basados en la conducta o pensamiento humano.

El aprendizaje no se lleva a cabo por erudición exclusivamente, sino que profundizar en el conocimiento de cómo funciona el mundo facilita la concepción de estrategias mejores para manejarse en él.

## **Historia de la inteligencia artificial**

---

### **Filosofía (desde el año 428 a.C. hasta el presente)**

- Aristóteles (384-322 a.C.) fue el primero en formular un conjunto preciso de leyes que gobernaban la parte racional de la inteligencia. Él desarrolló un sistema informal para razonar adecuadamente con silogismos, que en principio permitía extraer conclusiones mecánicamente, a partir de premisas iniciales.
- Ramón Lull (d. 1315) tuvo la idea de que el razonamiento útil se podría obtener por medios artificiales.
- Thomas Hobbes (1588-1679) propuso que el razonamiento era como la computación numérica
- Leonardo da Vinci (1452-1519) diseñó una calculadora mecánica
- Wilhelm Schickard (1592-1635) construyó la primera máquina calculadora conocida después de la Segunda Guerra Mundial, y el nombre se acuñó en 1956
- Blaise Pascal (1623-1662) construyó la Pascalina
- Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) construyó un dispositivo mecánico con el objetivo de llevar a cabo operaciones sobre conceptos en lugar de sobre números.
- René Descartes (1596-1650) proporciona la primera discusión clara sobre la distinción entre la mente y la materia y los problemas que surgen. Sostenía que existe una parte de la mente (o del alma o del espíritu) que esta al margen de la naturaleza, exenta de la influencia de las leyes físicas (dualismo).
- materialismo: considera que las operaciones del cerebro realizadas de acuerdo a las leyes de la física constituye la mente. El libre albedrío es simplemente la forma en la que la percepción de las opciones disponibles aparecen en el proceso de selección.
- Francis Bacon (1561 - 1626): El movimiento empírico, se caracteriza por el aforismo de John Locke (1632- 1704): «Nada existe en la mente que no haya pasado antes por los sentidos»
- David Hume (1711-1776) propuso en A Treatise of Human Nature (Hume, 1739) lo que actualmente se conoce como principio de inducción: las reglas generales se obtienen mediante la exposición a asociaciones repetidas entre sus elementos.
- Pierre Fermat (1601-1665), Blaise Pascal (1623-1662), James Bernoulli (1654-1705), Pierre Laplace (1749-1827), entre otros, hicieron avanzar esta teoría e introdujeron nuevos métodos estadísticos. La probabilidad se convirtió pronto en parte imprescindible de las ciencias cuantitativas, ayudando en el tratamiento de mediciones con incertidumbre y de teorías incompletas.
- Thomas Bayes (1702-1761) propuso una regla para la actualización de probabilidades subjetivas a la luz de nuevas evidencias. La regla de Bayes y el área resultante llamado análisis Bayesiano conforman la base de las propuestas más modernas que abordan el razonamiento incierto en sistemas de IA.
- Charles Babbage (1792-1871) diseñó dos máquinas, que no llegó a construir. La «Máquina de Diferencias», se concibió con la intención de facilitar los cálculos de tablas matemáticas para proyectos científicos y de ingeniería. Y Ada Lovelace escribió programas para la «Máquina Analítica», que fue el primer artefacto dotado de los elementos necesarios para realizar una computación universal.

- La conceptualización del cerebro como un dispositivo de procesamiento de información, característica principal de la psicología cognitiva, se remonta a las obras de William James (1842-1910). La obra *The Nature of Explanation*, de Kenneth Craik (1943), reestablece la legitimidad de términos «mentales» como creencias y objetivos. Establece tres elementos clave que hay que tener en cuenta para diseñar un agente basado en conocimiento: (1) el estímulo deberá ser traducido a una representación interna, (2) esta representación se debe manipular mediante procesos cognitivos para así generar nuevas representaciones internas, y (3) éstas, a su vez, se traducirán de nuevo en acciones.
- en un simposio celebrado en el MIT, en septiembre de 1956, George Miller presentó *The Magic Number Seven*, Noam Chomsky presentó *Three Models of Language*, y Allen Newell y Herbert Simon presentaron *The Logic Theory Machine*. Estos tres artículos influyentes mostraron cómo se podían utilizar los modelos informáticos para modelar la psicología de la memoria, el lenguaje y el pensamiento lógico. «la teoría cognitiva debe ser como un programa de computador» (Anderson, 1980).
- El concepto de lógica formal se remonta a los filósofos de la antigua Grecia, pero su desarrollo matemático comenzó realmente con el trabajo de George Boole (1815-1864) que definió la lógica proposicional o Booleana (Boole, 1847).
- se sabía que el cerebro estaba formado por células nerviosas o neuronas, pero no fue hasta 1873 cuando Camillo Golgi (1843-1926) desarrolló una técnica de coloración que permitió la observación de neuronas individuales en el cerebro. Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) utilizó esta técnica en sus estudios pioneros sobre la estructura neuronal del cerebro.
- el famoso Círculo de Viena, liderado por Rudolf Carnap (1891-1970), desarrolló la doctrina del positivismo lógico. Esa doctrina sostiene que todo el conocimiento se puede caracterizar mediante teorías lógicas relacionadas, en última instancia, con sentencias de observación que corresponden a estímulos sensoriales.
- La teoría de la confirmación de Carnap y Carl Hempel (1905-1997) intenta explicar cómo el conocimiento se obtiene a partir de la experiencia.
- En 1879, Gottlob Frege (1848-1925) extendió la lógica de Boole para incluir objetos y relaciones, y creó la lógica de primer orden que se utiliza hoy como el sistema más básico de representación de conocimiento.
- El libro de Carnap, *The Logical Structure of the World* (1928), define un procedimiento computacional explícito para la extracción de conocimiento a partir de experiencias primarias. Fue posiblemente la primera teoría en mostrar la mente como un proceso computacional.
- Herbert Simon (1916-2001), uno de los primeros en investigar en el campo de la IA, ganó el premio Nobel en Economía en 1978 por que mostró que los modelos basados en satisfacción (que toman decisiones que son «suficientemente buenas», en vez de realizar cálculos laboriosos para alcanzar decisiones óptimas) proporcionaban una descripción mejor del comportamiento humano real (Simon, 1947).
- Los economistas estudian cómo la gente toma decisiones que les llevan a obtener los beneficios esperados. Léon Walras (1834-1910) formalizó el tratamiento matemático del «beneficio deseado»

o utilidad, y fue posteriormente mejorado por Frank Ramsey (1931) y después por John von Neumann y Oskar Morgenstern en su libro *The Theory of Games and Economic Behavior* (1944).

- Alan Turing articuló primero una visión de la IA en su artículo *Computing Machinery and Intelligence*, en 1950. Ahí, introdujo la prueba de Turing, el aprendizaje automático, los algoritmos genéricos y el aprendizaje por refuerzo.
- Dos investigadores del Carnegie Tech, Allen Newell y Herbert Simon en un taller en Darmouth en el verano de 1956, contaban con un programa de razonamiento, el Teórico Lógico (TL). Era capaz de mostrar gran parte de los teoremas del Capítulo 2 de *Principia Matemática* de Russell y Whitehead. «racionalidad computacional»
- Herbert Gelernter (1959) construyó el demostrador de teoremas de geometría (DTG), el cual era capaz de probar teoremas que muchos estudiantes de matemáticas podían encontrar muy complejos de resolver.
- La figura central de la teoría de control fue desarrollada por Norbert Wiener (1894-1964). Wiener fue un matemático brillante que trabajó en sistemas de control biológicos y mecánicos y en sus vínculos con la cognición.
- Norbert Wiener, Arturo Rosenblueth y Julian Bigelow desafiaron la ortodoxia conductista (Rosenblueth et al., 1943). Ellos veían el comportamiento determinista como algo emergente de un mecanismo regulador que intenta minimizar el «error» (la diferencia entre el estado presente y el estado objetivo).
- Warren McCulloch y Walter Pitts (1943) han sido reconocidos como los autores del primer trabajo de IA. Partieron de tres fuentes: conocimientos sobre la fisiología básica y funcionamiento de las neuronas en el cerebro, el análisis formal de la lógica proposicional de Russell y Whitehead y la teoría de la computación de Turing. Propusieron un modelo constituido por neuronas artificiales interconectadas.
- En 1957, B. F. Skinner publicó *Verbal Behavior*. La obra presentaba una visión extensa y detallada desde el enfoque conductista al aprendizaje del lenguaje. El autor de la revisión fue Noam Chomsky, quien acababa de publicar un libro sobre su propia teoría, *Syntactic Structures* (1957). Chomsky mostró cómo la teoría conductista no abordaba el tema de la creatividad en el lenguaje. La teoría de Chomsky explicaba cómo es posible que un niño sea capaz de entender y construir oraciones que nunca antes ha escuchado, y posee el formalismo suficiente como para permitir su programación.
- El trabajo de Richard Bellman (1957) formaliza una clase de problemas de decisión secuencial llamados procesos de decisión de Markov.
- John McCarthy se trasladó de Darmouth en 1958 al laboratorio de IA del MIT, y definió el lenguaje de alto nivel Lisp, que se convertiría en el lenguaje de programación dominante en la IA.
- Los primeros experimentos en el campo de la evolución automática (ahora llamados algoritmos genéticos) (Friedberg, 1958; Friedberg et al., 1959) estaban basados en la premisa de que efectuando una adecuada serie de pequeñas mutaciones a un programa de código máquina se podría generar un programa con buen rendimiento aplicable en cualquier tarea sencilla.

- Frank Rosenblatt (1962) demostró el teorema del perceptrón, con lo que mostró que su algoritmo de aprendizaje podría ajustar las intensidades de las conexiones de un perceptrón para que se adaptaran a los datos de entrada, siempre y cuando existiera una correspondencia.
- En 1969, en el libro de Minsky y Papert, *Perceptrons*, se demostró que si bien era posible lograr que los perceptrones (una red neuronal simple) aprendieran cualquier cosa que pudiesen representar, su capacidad de representación era muy limitada. Si bien los resultados que obtuvieron no eran aplicables a redes más complejas multicapa, los fondos para la investigación de las redes neuronales se redujeron a prácticamente nada.
- los métodos débiles es el uso de conocimiento específico del dominio que facilita el desarrollo de etapas de razonamiento más largas, pudiéndose así resolver casos recurrentes en dominios de conocimiento restringido. Podría afirmarse que para resolver un problema en la práctica, es necesario saber de antemano la correspondiente respuesta.
- El programa DENDRAL (Buchanan et al., 1969) fue diseñado en Stanford, donde Ed Feigenbaum (discípulo de Herbert Simon), Bruce Buchanan (filósofo convertido en informático) y Joshua Lederberg (genetista ganador del Premio Nobel) colaboraron en la solución del problema de inferir una estructura molecular a partir de la información proporcionada por un espectrómetro de masas. La trascendencia de DENDRAL se debió a ser el primer sistema de conocimiento intenso que tuvo éxito: su base de conocimiento estaba formada por grandes cantidades de reglas de propósito particular.
- El algoritmo de aprendizaje de retroalimentación, mencionado por vez primera en 1969 por Bryson y Ho, se aplicó a diversos problemas de aprendizaje en los campos de la informática y la psicología, y los resultados obtenidos fueron publicados en *Parallel Distributed Processing* (Rumelhart y McClelland, 1986)
- La teoría de la NP-completitud, propuesta por primera vez por Steven Cook (1971) y Richard Karp (1972) propone un método. Cook y Karp demostraron la existencia de grandes clases de problemas de razonamiento y búsqueda combinatoria canónica que son NP completos.
- Físicos como John Hopfield (1982) utilizaron técnicas de la mecánica estadística para analizar las propiedades de almacenamiento y optimización de las redes, tratando colecciones de nodos como colecciones de átomos.
- La aparición de *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems* de Judea Pearl (1988) hizo que se aceptara de nuevo la probabilidad y la teoría de la decisión como parte de la IA, gracias al artículo *In Defense of Probability* de Peter Cheeseman (1985).
- Antoine Arnauld (1612-1694) describió correctamente una forma cuantitativa para decidir qué acción llevar a cabo en un caso.
- El libro *Utilitarianism* (Mill, 1863) de John Stuart Mill (1806-1873) propone la idea de un criterio de decisión racional en todos los ámbitos de la actividad humana.

## Resumen

---

- Los filósofos (desde el año 400 a.C.) facilitaron el poder imaginar la IA, al concebir la idea de que la mente es de alguna manera como una máquina que funciona a partir del conocimiento



codificado en un lenguaje interno, y al considerar que el pensamiento servía para seleccionar la acción a llevar a cabo.

- Físicos como John Hopfield (1982) utilizaron técnicas de la mecánica estadística para analizar las propiedades de almacenamiento y optimización de las redes, tratando colecciones de nodos como colecciones de átomos. Desarrollaron las herramientas para manipular tanto las aseveraciones de certeza lógicas, como las inciertas de tipo probabilista. Asimismo, prepararon el terreno para un entendimiento de lo que es el cálculo y el razonamiento con algoritmos.
- Los economistas formalizaron el problema de la toma de decisiones para maximizar los resultados esperados.
- Los psicólogos adoptaron la idea de que los humanos y los animales podían considerarse máquinas de procesamiento de información. Los lingüistas demostraron que el uso del lenguaje se ajusta a ese modelo.
- Los informáticos proporcionaron los artefactos que hicieron posible la aplicación de la IA. Los programas de IA tienden a ser extensos y no podrían funcionar sin los grandes avances en velocidad y memoria aportados por la industria informática.
- La historia de la IA ha pasado por ciclos de éxito, injustificado optimismo y consecuente desaparición de entusiasmo y apoyos financieros. También ha habido ciclos caracterizados por la introducción de enfoques nuevos y creativos y de un perfeccionamiento sistemático de los mejores.
- La IA ha avanzado más rápidamente en la década pasada debido al mayor uso del método científico en la experimentación y comparación de propuestas.
- Los avances recientes logrados en el entendimiento de las bases teóricas de la inteligencia han ido aparejados con las mejoras realizadas en la optimización de los sistemas reales. Los subcampos de la IA se han integrado más y la IA ha encontrado elementos comunes con otras disciplinas.

## **Bibliografía**

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