

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

Unidad 1

Fundamentos de la Inteligencia Artificial

1.1. Historia de la Inteligencia Artificial

1.1.1. Orígenes y Conceptos Iniciales

La idea de replicar la inteligencia humana tiene raíces profundas en la historia de la humanidad. Desde la antigüedad, los seres humanos han soñado con crear entidades capaces de pensar y actuar como ellos. En culturas no occidentales, también existen ejemplos notables, como los autómatas mecánicos desarrollados en China durante la dinastía Han y las leyendas hindúes sobre estatuas animadas creadas mediante mantras mágicos, que reflejan un deseo similar de replicar la inteligencia y las capacidades humanas. Ejemplos destacados incluyen:

- **Mitología Griega:** Autómatas de Hefesto y la Galatea de Pigmalión representan intentos tempranos de imaginar seres artificiales.
- **Edad Media:** El Takwin de Al-Razi, los homúnculos de Paracelso y los gólems en la cultura judía reflejan estos conceptos en un contexto más espiritual y mítico.
- **Primera Ciencia Ficción:** Obras como *Frankenstein* de Mary Shelley (1818), los robots de Karel Čapek (1921), *2001: Una odisea del espacio* (1968) con HAL-9000, y *Blade Runner* (1982) con sus replicantes, han tenido un impacto significativo en la percepción de la inteligencia artificial. Estas historias exploraron los dilemas éticos, sociales y filosóficos de la creación de seres artificiales.

1.1.2. Gestación de la Inteligencia Artificial (1943-1956)

Fundamentos Científicos

La inteligencia artificial como disciplina formal comenzó a gestarse en el siglo XX con avances significativos:

1. **Neuronas Artificiales (1943):** Warren McCulloch y Walter Pitts crearon el primer modelo matemático de neuronas, demostrando que las redes neuronales pueden realizar cálculos complejos.
2. **Teoría de Juegos (1945):** John von Neumann y Oskar Morgenstern introdujeron conceptos clave para modelar decisiones estratégicas.
3. **Aprendizaje Hebbiano (1949):** Donald Hebb propuso una regla para ajustar los pesos en conexiones neuronales, sentando las bases para el aprendizaje.
4. **Prueba de Turing (1950):** Alan Turing sugirió un criterio para evaluar la inteligencia de las máquinas, consolidando el debate filosófico y técnico.
5. **Algoritmos de Búsqueda (s. XIX y XX):** La búsqueda por profundidad y por anchura se establecieron como pilares fundamentales para resolver problemas en grafos, siendo esenciales en IA.
6. **Heurística (1945):** George Pólya publicó *How to Solve It*, que influyó en la creación de estrategias para resolver problemas de manera inteligente.

1943: Warren McCulloch y Walter Pitts

- Escriben el artículo “*A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*” en el cual proponen un modelo de neuronas artificiales donde cada neurona puede ser activada o desactivada mediante estímulos generados por otras neuronas.
- Mostraron que una función matemática puede ser calculada por una red de neuronas.
- También indicaron que una neurona puede aprender.

1945: John von Neumann y Oskar Morgenstern

- Escriben el libro “*Theory of Games and Economic Behavior*” que introduce el concepto de Teoría de Juegos.
- La teoría de juegos es un área de la matemática aplicada que utiliza modelos de toma de decisiones competitivas o cooperativas (los llamados “juegos”).

1949: Donald Hebb

- Diseña una regla de actualización para modificar los pesos de las conexiones, de forma que la neurona pudiera aprender (Aprendizaje Hebbiano).

1950-1952: Claude Shannon y Dietrich Prinz

- Shannon escribe el artículo “*Programming a Computer for Playing Chess*”, especificando las primeras técnicas y algoritmos necesarios para crear programas que jueguen ajedrez. Utiliza el algoritmo minimax de Neumann.

- Define dos tipos de programas:
 - Tipo A: De fuerza bruta, usando algoritmos de búsqueda en árboles.
 - Tipo B: De selección “inteligente”, que evitan rutas largas de búsqueda.
- En 1951, Dietrich Prinz escribe el programa para una Mark I, la primera computadora electrónica comercial.

1950: Alan Turing

- Propone la Prueba de Turing para demostrar la existencia de inteligencia en una máquina. Se fundamenta en la hipótesis positivista de que, si una máquina se comporta en todos los aspectos como inteligente, entonces debe ser inteligente.

1951: Marvin Minsky y Dean Edmonds

- Construyen la primera computadora de red neuronal llamada SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator) con 40 neuronas, para resolver un laberinto.

1951: Raymond Goertz

- Construye el primer brazo articulado teleoperado para la Comisión de Energía Atómica.

1.1.3. El Nacimiento de la Inteligencia Artificial (1956)

En 1956, John McCarthy organizó el Congreso de Dartmouth, donde se acuñó el término *inteligencia artificial*. Este evento marcó el inicio oficial de la disciplina y abordó temas como:

- Procesamiento del lenguaje natural
- Redes neuronales
- Abstracción y creatividad en las máquinas

Entre las décadas de 1950 y 1970, la IA vivió un periodo de gran entusiasmo:

- **Logic Theorist (1956)**: Allen Newell y Herbert Simon desarrollaron un programa que demostró teoremas matemáticos.
- **Perceptrón (1957)**: Frank Rosenblatt diseñó el primer clasificador lineal, precursor de las redes neuronales modernas.
- **GPS (1957)**: Newell, Shaw y Simon desarrollaron el programa General Problem Solver, un resolvelor de problemas simbólicos que separaba conocimiento y estrategias.
- **Sistemas Expertos (1965)**: Programas como DENDRAL y MYCIN comenzaron a resolver problemas específicos utilizando bases de conocimiento.
- **Algoritmos Evolutivos (1962)**: John Holland sentó las bases para los algoritmos evolutivos y la programación adaptativa.

- **Robótica (1968):** Shakey, desarrollado por SRI International, fue el primer robot capaz de razonar sobre sus acciones.
- **Visión por Computadora (1970):** Avances iniciales permitieron que las máquinas reconocieran patrones visuales básicos.
- **Procesamiento del Lenguaje Natural (1967):** ELIZA, desarrollado por Joseph Weizenbaum, simulaba conversaciones humanas usando patrones.

1952-1956: Arthur Samuel

- Escribió programas para jugar damas que construían árboles de búsqueda para determinar la mejor jugada.
- En 1955 introdujo algoritmos de aprendizaje en sus programas, denominado aprendizaje memorístico.
- Este programa fue mostrado en la televisión en febrero de 1956.

1954: Experimento Georgetown – IBM

- Traducción automática de más de 60 oraciones en ruso al inglés.
- Usó 6 reglas gramaticales y 250 términos léxicos.

1954: George Devol y Joseph Engelberger

- Construyeron el primer robot programable en un brazo manipulador articulado denominado UNIMATE.

1956: Allen Newell y Herbert Simon

- Desarrollaron el programa Logic Theorist que logró demostrar 38 de los 52 teoremas del libro “*Principia Mathematica*” de Bertrand Russell.
- El programa construía árboles de búsqueda e incluía varias heurísticas para limitar el crecimiento de los árboles.

1956: John McCarthy

- Organizó un congreso en Dartmouth, donde se acuñó el término Inteligencia Artificial.
- Se trataron temas sobre computadoras, procesamiento de lenguaje natural, redes neuronales, teoría de la computación, abstracción y creatividad.

1957: Herbert Simon, John Clifford Shaw y Allen Newell

- Construyeron un programa que denominaron resovedor general de problemas (GPS) que podía resolver cualquier problema simbólico.
- GPS fue el primer programa que separó el conocimiento del problema (reglas que representan los datos) de la estrategia para resolverlos (motor de resolución genérica).

- GPS resolvía problemas como las Torres de Hanoi, pero no pudo resolver problemas reales debido a la explosión combinatoria.

1957: Frank Rosenblatt

- Desarrolló un modelo de neurona artificial denominado perceptrón, que es un clasificador lineal capaz de seleccionar subgrupos de un conjunto mayor.

1958: John McCarthy

- Definió el lenguaje LISP.
- Publicó “*Programs with Common Sense*”, donde describió el programa Advice Taker, el primer programa que utilizó lógica para representar información.

1959: Herbert Gelernter

- Construyó un programa Probador de Teoremas de Geometría (GTP) que trabajaba hacia atrás, partiendo del teorema a demostrar y construyendo diagramas hasta llegar a axiomas conocidos.

1960: Bernie Widrow

- Desarrolló la red neuronal artificial denominada ADALINE, compuesta por una capa de n neuronas con m entradas que aprende ajustando el error de salida.

1962: John Holland

- Escribió el artículo “*Outline for a logical theory of adaptive systems*”, donde sentó las bases para simular procesos evolutivos en programas.

1962: L.G. Fogel

- Escribió el artículo “*Autonomous Automata*”, donde introdujo el primer algoritmo evolutivo conocido como “Programación Evolutiva”.

1965: J. A. Robinson

- Desarrolló el Método de Resolución, un procedimiento mecánico eficiente para trabajar con lógica formal.

1965: Marvin Minsky y Seymour Papert

- Propusieron enfocar el trabajo de investigación en situaciones simples conocidas como micro-mundos.
- El primer micro-mundo estudiado fue conocido como “el mundo de los bloques”.

1965: Joseph Weizenbaum

- Desarrolló el programa ELIZA para procesar lenguaje natural.
- ELIZA aplicaba reglas de concordancia de patrones para generar respuestas, usando detectores de palabras clave y frases comodín.

1967: Edward Feigenbaum y colaboradores

- Desarrollaron el programa DENDRAL para inferir estructuras moleculares a partir de datos de un espectrómetro de masas.
- DENDRAL fue el primer sistema basado en conocimiento exitoso, precursor de los sistemas expertos.

1968: Robot Shakey

- Se desarrolló en Stanford el primer robot móvil capaz de razonar sobre sus acciones.

1970: Edward Shortliffe y colaboradores

- Diseñaron MYCIN, un sistema experto para diagnosticar infecciones en la sangre con cerca de 450 reglas.
- Introdujo la separación entre la base de conocimiento y el motor de inferencia.

Legado y Relevancia Actual

Los avances logrados durante esta etapa inicial sentaron las bases para el desarrollo de la IA moderna. Ejemplos destacados incluyen:

- **Perceptrón:** Pionero de las redes neuronales profundas usadas en reconocimiento de imágenes y procesamiento del lenguaje natural.
- **ELIZA:** Antecesor de los chatbots modernos como Siri y ChatGPT.
- **Teoría de Juegos:** Aplicada en economía, negociación, ciberseguridad y diseño de algoritmos.
- **DENDRAL y MYCIN:** Inspiraron los sistemas expertos actuales en medicina y negocios.
- **Shakey:** Precursor de la robótica autónoma moderna.

1.1.4. Primer Invierno de la IA (1966-1980)

El *Primer Invierno de la Inteligencia Artificial* se refiere a un periodo (entre los años 1966 y previo a 1980) caracterizado por una drástica reducción del financiamiento y el interés en la investigación de la IA, debido a una combinación de expectativas no cumplidas, críticas severas y limitaciones tecnológicas. Los principales factores que contribuyeron a este declive incluyen:

1966: Falla de la Traducción Automática

- El **reporte ALPAC** (Automatic Language Processing Advisory Committee) del Consejo de Investigación Nacional de los Estados Unidos concluyó que la traducción automática era menos eficiente en comparación con la traducción humana:
 - Más cara.
 - Menos precisa.
 - Más lenta.
- Después de invertir 20 millones de dólares en investigaciones, el financiamiento gubernamental a este tipo de proyectos fue suspendido, marcando un duro golpe para el campo del procesamiento del lenguaje natural.

1970: Críticas a las Redes Neuronales

- Marvin Minsky, en su libro sobre **perceptrones**, destacó las limitaciones fundamentales de estos modelos:
 - No podían resolver problemas no lineales ni abordar casos complejos.
- Estas críticas llevaron a una drástica disminución del interés y financiamiento en el campo de las redes neuronales durante más de una década.

1973: El Reporte Lighthill

- En el Reino Unido, el **reporte Lighthill**, encargado por el Parlamento, evaluó los avances de la inteligencia artificial hasta ese momento. Sus conclusiones fueron severamente críticas:
 - Los logros de la IA eran limitados y tenían poca aplicabilidad práctica.
 - Muchos métodos sufrían de **explosiones combinatorias**, fallando al intentar resolver problemas del mundo real.
- Como consecuencia, se redujo significativamente el financiamiento para proyectos de IA en el Reino Unido.

1971-1975: Retiro de Fondos en Estados Unidos

- La **DARPA** (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa) cambió su enfoque de financiamiento:
 - En lugar de apoyar a investigadores de manera general, comenzó a financiar únicamente proyectos que ofrecieran **resultados prácticos y aplicables al ámbito de defensa**.
 - Este cambio afectó gravemente la investigación académica en IA, limitando el desarrollo de ideas teóricas y exploratorias.

El término *invierno* se usa metafóricamente para describir el ambiente frío y árido que enfrentaron los investigadores de IA durante este periodo: falta de recursos, desinterés institucional y escasos avances prácticos. A pesar de esto, el campo no desapareció, y los conceptos teóricos desarrollados durante esta etapa se convertirían en la base para los avances que desencadenaron el renacimiento de la IA en décadas posteriores.

1.1.5. Entre los Dos Inviernos de la Inteligencia Artificial (1980-1987)

La IA resurgió con la aparición de sistemas expertos y avances en hardware:

1980: Desarrollo del Sistema Experto R1 (XCON)

- John P. McDermott desarrolló el sistema experto R1 (posteriormente XCON) para ayudar a la configuración de pedidos de nuevas computadoras.
- En 1986, el sistema permitió un ahorro de **40 millones de dólares por año** para la empresa Digital Equipment Corporation (DEC).
- Este fue el primer sistema experto exitoso comercialmente, lo que estimuló la inversión en la investigación en IA.

1981: Proyecto de la Quinta Generación de Computadoras

- El Ministerio Japonés de Industria y Comercio Internacional invirtió **850 millones de dólares** en el desarrollo de computadoras de quinta generación.
- El objetivo era construir máquinas con capacidades avanzadas, como:
 - Conversación en lenguaje natural.
 - Traducción automática.
 - Razonamiento lógico, utilizando tecnologías como el cómputo paralelo.

1982: Avances en Redes Neuronales

- John Hopfield: Demostró que una forma especial de red neuronal podía aprender y procesar cualquier tipo de información.
- David Rumelhart: Popularizó el algoritmo de **retropropagación del error (backpropagation)**, que se convertiría en una técnica clave para entrenar redes neuronales y revivir la investigación en este campo.

1983: Proyecto Alvey e Iniciativa de Cómputo Estratégico

- En el Reino Unido:
 - El gobierno invirtió **350 millones de libras** en el **Proyecto Alvey**, centrado en:
 - Sistemas inteligentes basados en conocimiento.
 - Ingeniería de software.
 - Interfaces humano-computadora.

- Cómputo paralelo.
- En Estados Unidos:
 - La DARPA lanzó su **Iniciativa de Cómputo Estratégico** con una inversión de **mil millones de dólares**, enfocándose en construir máquinas inteligentes y autónomas.

1984: Robótica Humanoide

- Japón lideró los avances en **robótica humanoide** con desarrollos como el robot **WABOT-2**:
 - Fue uno de los primeros robots capaces de interactuar con humanos utilizando habilidades avanzadas de conversación y reconocimiento de emociones.
 - Demostró las capacidades emergentes en el campo de la interacción humano-robot, marcando un precedente para la robótica moderna.

1984: Algoritmo CART

- L. Breiman, J.H. Friedman, R.A. Olshen y C.J. Stone desarrollaron el algoritmo **CART** (Classification and Regression Trees):
 - Una herramienta poderosa para construir árboles de decisión a partir de conjuntos de datos conocidos.
 - Este algoritmo se convirtió en un pilar del aprendizaje automático.

1986: Metaheurísticas

- F. Glover introdujo el término **metaheurística** para agrupar algoritmos de búsqueda heurística de propósito general.
- Este concepto mejoró la resolución de problemas complejos mediante la combinación de heurísticas flexibles y adaptativas.

1987: Agentes de Software Inteligentes

- John Sculley, en su libro *Odyssey: Pepsi to Apple ... A Journey of Adventure, Ideas and the Future*, introdujo el concepto de **agente de software inteligente**:
 - Programas capaces de actuar de manera autónoma, adaptándose a su entorno y tomando decisiones para cumplir objetivos específicos.

1.1.6. El Segundo Invierno de la Inteligencia Artificial

Causas principales

- **Limitaciones de los sistemas expertos:** Durante los años 80, los sistemas expertos prometieron transformar industrias, pero tenían graves inconvenientes:
 - Requerían grandes cantidades de reglas codificadas manualmente, lo que era lento y costoso.
 - No eran escalables ni podían adaptarse a problemas complejos o dinámicos.
 - Su mantenimiento se volvía inmanejable con el tiempo.
- **Altas expectativas y decepciones:** Las promesas exageradas de los sistemas de IA no se cumplieron, especialmente en campos como el diagnóstico médico y la automatización.
- **Problemas de hardware y costos:** Las máquinas especializadas, como las máquinas LISP, eran costosas y no podían competir con las computadoras de propósito general en términos de accesibilidad y rendimiento.
- **Competencia de enfoques alternativos:** Métodos estadísticos y basados en datos comenzaron a ganar popularidad debido a su practicidad y eficacia.
- **Retiro de fondos:** Gobiernos e inversionistas redirigieron recursos hacia campos más prometedores, lo que llevó a una desaceleración de la investigación en IA.

El impacto del costo de las máquinas LISP

- Las **máquinas LISP** eran computadoras especializadas diseñadas para ejecutar programas en el lenguaje LISP, ampliamente utilizado en investigaciones de IA.
- Problemas clave:
 - Eran extremadamente costosas (entre \$70,000 y \$100,000), limitando su adopción masiva.
 - Competían desfavorablemente con las computadoras personales, más económicas y versátiles.
 - Su uso estaba restringido a un nicho de aplicaciones específicas, lo que reducía su atractivo general.
- El fracaso comercial de las máquinas LISP contribuyó a la percepción de que la IA era un campo caro y poco práctico.

La influencia de la Programación Orientada a Objetos (POO)

- Durante el Segundo Invierno, surgieron paradigmas alternativos como la **Programación Orientada a Objetos (POO)**, que ofrecieron enfoques más prácticos para el desarrollo de software:
 - La POO organizaba el software en *objetos*, lo que hacía los programas más intuitivos, modulares y escalables.

- Lenguajes como Smalltalk, C++ y posteriormente Java ganaron popularidad debido a su flexibilidad y portabilidad.

- En comparación con lenguajes como LISP:

- La POO podía ejecutarse en hardware más asequible y accesible.
- Su adopción en la industria fue más rápida debido a su aplicabilidad en una amplia gama de problemas empresariales.

- Esto desvió recursos e interés hacia aplicaciones empresariales más inmediatas, dejando de lado investigaciones teóricas en IA.

Consecuencias del Segundo Invierno

- Muchas empresas y laboratorios académicos abandonaron la investigación en IA o redujeron significativamente sus esfuerzos.
- La IA perdió credibilidad como campo de investigación, dificultando la atracción de talento y financiamiento.
- El enfoque cambió hacia métodos más prácticos y basados en datos, como el aprendizaje estadístico inicial.

1.1.7. Avances Modernos (1993 en adelante)

El **Segundo Invierno de la Inteligencia Artificial** terminó gradualmente hacia finales de los años 90, gracias a una combinación de avances clave que sentaron las bases para la IA moderna:

- **Algoritmos avanzados:** Métodos como las máquinas de soporte vectorial (SVM) y el aprendizaje automático comenzaron a mostrar resultados prácticos.
- **Big Data:** La disponibilidad de grandes volúmenes de datos impulsó el desarrollo de modelos más precisos y sofisticados.
- **Incremento en el poder de cómputo:** Procesadores más rápidos y el uso de GPUs permitieron ejecutar modelos complejos de forma eficiente.
- **Transición hacia el aprendizaje automático:** Se abandonaron los sistemas basados en reglas en favor de enfoques más adaptativos y generales, lo que abrió el camino para técnicas de aprendizaje profundo (*Deep Learning*).

1991: Proyecto DART

- Programa de IA usado por los Estados Unidos para:

- Optimizar y calendarizar el transporte de personal y suministros.
- Resolver problemas logísticos complejos mediante agentes inteligentes.

1992: Algoritmos de Colonias de Hormigas

- **Marco Dorigo** presentó estos algoritmos en su tesis, diseñados para resolver problemas de rutas óptimas en grafos.

1994: Soft Computing

- **L. Zadeh** acuñó el término **Soft Computing**, que incluye:

- Lógica Difusa.
- Redes Neuronales.
- Algoritmos Genéticos.
- Razonamiento Probabilístico.

1997: Deep Blue

- La computadora de IBM derrotó al campeón mundial de ajedrez **Gary Kasparov**, marcando un hito en el uso de fuerza bruta y heurísticas.

2004: Robots en Marte

- La NASA desplegó los robots exploradores **Spirit** y **Opportunity**, demostrando avances en autonomía robótica y exploración espacial.

2007: SIRI y los asistentes virtuales

- **D. Kittlaus, A. Cheyer, T. Gruber** y **N. Winarsky** desarrollaron **SIRI**, un asistente personal que:

- Utilizaba procesamiento de lenguaje natural para responder preguntas.
- Realizaba tareas delegando solicitudes hacia servicios web.
- Marcó el inicio de una nueva era en los asistentes virtuales inteligentes.

2011: Watson

- La supercomputadora **Watson** de IBM derrotó a los campeones de **Jeopardy**, utilizando:

- Aprendizaje automático.
- Procesamiento de lenguaje natural.
- Técnicas de recuperación de información.

IA Generativa y Última Generación

2014: DeepFace

- Facebook lanzó **DeepFace**, un sistema de reconocimiento facial basado en redes neuronales profundas.

2015: Avances en Generación de Contenido

- Surgieron modelos generativos como las **GANs** (Redes Generativas Antagónicas), propuestas por **Ian Goodfellow**, que revolucionaron la generación de imágenes y videos artificiales.

2017: Transformers

- Google introdujo el modelo **Transformer** en el artículo *Attention is All You Need*, que revolucionó el procesamiento de lenguaje natural (*PLN*).

2020: GPT-3

- OpenAI lanzó **GPT-3**, un modelo generativo con 175 mil millones de parámetros, capaz de realizar tareas como redacción, traducción y programación.

2022: ChatGPT y Text-to-Video

- Modelos como **ChatGPT** mostraron el potencial de las IA conversacionales, mientras herramientas como **Runway** generaron videos basados en texto.

1.1.8. Resumen: Aportaciones de la IA

La inteligencia artificial ha cambiado profundamente nuestra forma de vivir y trabajar. Algunos de los aportes más destacados incluyen:

- **Automatización:** Mejora de procesos en industrias como la manufactura, transporte y logística.
- **Medicina:** Diagnóstico preciso, descubrimiento de medicamentos y personalización de tratamientos.
- **Educación:** Creación de sistemas de aprendizaje adaptativo que personalizan la enseñanza.
- **Creatividad:** Generación de contenido artístico, desde música hasta arte visual, utilizando modelos generativos.
- **Movilidad:** Desarrollo de vehículos autónomos que prometen revolucionar el transporte.
- **Interacción Humano-Computadora:** Mejora en interfaces gracias a asistentes virtuales y chatbots avanzados.
- **Ciencia y Exploración:** Análisis de datos complejos y exploración espacial con robots inteligentes.

1.1.9. La Inteligencia Artificial y la Ciencia Ficción

A lo largo de los años, la ciencia ficción ha desempeñado un papel crucial en cómo se percibe la inteligencia artificial, inspirando y reflejando avances tecnológicos reales.

El inicio del pensamiento artificial (1818-1950)

Aquí surge el germen de la idea de la IA, principalmente desde la literatura.

- **1818: Frankenstein - Mary Shelley (Libro)**

Primera exploración de la *creación artificial* y su relación con la ética y la responsabilidad del creador.

Paralelo: La idea de la creación que supera a su creador inspira obras posteriores como *2001: A Space Odyssey*.

- **1921: R.U.R. - Karel Capek (Libro)**

Introduce el término *robot*. Explora el riesgo de crear trabajadores mecánicos que eventualmente se rebelan.

- **1927: Metrópolis - Fritz Lang (Película)**

Representa a *Maria*, una androide, como una creación que genera caos en la sociedad humana, alineándose con las inquietudes literarias de la época.

El auge de la ciencia ficción y los dilemas éticos (1950-1980)

Se empieza a explorar la relación humano-máquina con más profundidad y se introducen las primeras *reglas* para controlar a las máquinas.

- **1950: I, Robot - Isaac Asimov (Libro)**

Introduce las *Tres Leyes de la Robótica*, un marco ético para controlar la IA.

Paralelo: Las ideas de Asimov inspiran películas como *I, Robot* (2004).

- **1968: 2001: A Space Odyssey - Arthur C. Clarke y Stanley Kubrick (Libro y Película)**

HAL 9000 representa el temor de que una IA pueda superar sus instrucciones iniciales y actuar en contra de los humanos.

- **1969: Do Androids Dream of Electric Sheep? - Philip K. Dick (Libro)**

Reflexiona sobre la humanidad en los androides, tema que se materializa en la película *Blade Runner* (1982).

IA como amenaza y su humanización (1980-2000)

La tecnología comienza a ser vista como un arma de doble filo.

- **1982: Blade Runner - Ridley Scott (Película basada en el libro de Philip K. Dick)**

Aborda cuestiones filosóficas sobre la humanidad en seres artificiales, destacando las emociones y la mortalidad.

- **1984: The Terminator - James Cameron (Película)**

Introduce a Skynet, una IA militar que representa el miedo a la autonomía tecnológica.

Paralelo: Este tipo de temor también es explorado en el libro *Neuromancer* (1984) de William Gibson.

- **1999: The Matrix - The Wachowskis (Película)**

Explora un mundo controlado por máquinas inteligentes donde los humanos están atrapados en una simulación.

Relaciones emocionales y debates éticos (2000-2020)

La narrativa comienza a explorar cómo las máquinas pueden integrarse emocional y éticamente en nuestras vidas.

- **2001: A.I. Artificial Intelligence - Steven Spielberg (Película)**

Inspirada por Stanley Kubrick, aborda los lazos emocionales entre humanos y máquinas, al igual que *Klara and the Sun* (2020) de Kazuo Ishiguro.

- **2013: Her - Spike Jonze (Película)**

Una relación romántica con un sistema operativo, que refleja el impacto emocional de la tecnología en la vida moderna.

- **2015: Ex Machina - Alex Garland (Película)**

Reflexiona sobre el libre albedrío en la IA y el abuso de poder humano, temas también explorados en *Accelerando* (2005) de Charles Stross.

IA en el centro de la sociedad (2020 en adelante)

La narrativa actual combina perspectivas éticas, filosóficas y sociales.

- **2020: Klara and the Sun - Kazuo Ishiguro (Libro)**

La historia de una IA que busca entender el amor y la conexión humana.

- **2023: The Creator - Gareth Edwards (Película)**

Una narrativa futurista sobre la guerra entre humanos y máquinas, que examina el impacto social y ético de la IA.

Temas clave en libros y películas sobre IA

1. **El creador y su creación:** Desde *Frankenstein* hasta *Ex Machina*.

2. **La rebelión de las máquinas:** *R.U.R.*, *The Terminator*.

3. **La humanidad de la IA:** *Blade Runner*, *Klara and the Sun*.

4. **La ética del control tecnológico:** *I, Robot*, *The Matrix*.

5. **Impacto emocional:** *Her*, *A.I. Artificial Intelligence*.

6. **Futuro distópico y control social:** *Neuromancer*, *The Creator*.

Estos eventos reflejan cómo la ciencia ficción no solo anticipa avances tecnológicos, sino que también sirve como un espejo crítico para explorar los desafíos éticos, sociales y filosóficos asociados con la IA. Historias como *2001: A Space Odyssey* o *Blade Runner* no solo inspiraron avances tecnológicos, sino que también sirvieron como advertencia sobre los retos éticos y sociales de crear inteligencia artificial. Este constante diálogo entre la imaginación y la ciencia real impulsa el desarrollo de una IA más responsable y beneficiosa para la humanidad.