



CONTENIDO

UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	2
1.1. Definiciones.....	3
1.1.1. Inteligencia	3
1.1.2. Inteligencia Artificial	3
1.2. Ciencia Cognoscitiva.....	5
1.3. Introducción a la Inteligencia Artificial	6
1.3.1. Procesamiento Simbólico	6
1.3.2. Heurística	7
1.3.3. Comparación de patrones	7
1.4. Tecnología de Inteligencia Artificial.....	8
1.5. Áreas en Inteligencia Artificial	8
1.5.1. Áreas de investigación.....	9
1.6. Fundamentos de la Inteligencia Artificial	10



UNIDAD I. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Ilustración 1. [Inteligencia Artificial.Freepik.CCBY](https://www.freepik.com/free-vector/Inteligencia-Artificial)

En este Módulo se presentan los conceptos básicos de la Inteligencia Artificial. Estos son muy importantes para poder comprender los distintos enfoques, metodologías y tecnologías, que se realizan utilizando esta área de la informática.

Además, se les explicará la diferencia entre inteligencia e Inteligencia Artificial. Se darán distintas definiciones que se utilizarán en unidades posteriores, como lo son: procesamiento simbólico, heurística y comparación de patrones. Finalmente, veremos de forma sucinta las tecnologías y áreas de investigación de la Inteligencia Artificial, así como también, sus fundamentos.



1.1. Definiciones



Ilustración 2. Inteligencia e inteligencia artificial [Freepik.es](https://www.freepik.es)

Existen muchas definiciones en la literatura del término de inteligencia e Inteligencia Artificial, en esta sección se presentan algunas de ellas ubicando las mismas en categorías que nos permita entender mejor las dimensiones de su clasificación.

En primera instancia se presentan las definiciones básicas de ambos términos y luego se trabajará con las definiciones dadas en el libro de Russell and Norwing.

1.1.1. Inteligencia

Es la capacidad de aprender, comprender y emitir juicios o tener opiniones basadas en la razón.

1.1.2. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial es un área de la informática que tiene como objetivo crear máquinas inteligentes las cuales funcionan y reaccionan como los humanos.





En el cuadro que se presenta en la **ilustración 3**, se puede comparar las cuatro categorías de la definición de Inteligencia Artificial tomada del libro de Russell and Norwing. En la misma se muestran las definiciones según los enfoques que se han venido utilizando a lo largo de la historia.

Se destaca la forma de medir éxito basados en la fidelidad en términos de la inteligencia humana o la racionalidad. También la dimensión de la definición en términos de los procesos mentales y razonamiento o de la conducta.

Esta última forma de clasificación se muestra más claramente en el cuadro de la **ilustración 4**.

Categorías de la definición de Inteligencia Artificial tomada del libro de Russell and Norwing

		Medidas del Éxito	
		En términos de Inteligencia Humana	En términos de Racionalidad
Dimensiones de la Definición	Procesos Mentales y Razonamiento	Sistemas que piensan como humanos <i>"El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los computadores piensen... máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal". (Haugeland, 1985)</i> <i>"La automatización de actividades que vinculamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, resolución de problemas, aprendizaje..." (Bellman, 1978)</i>	Sistemas que piensan racionalmente <i>"El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales". (Charniak y McDermott, 1985)</i> <i>"El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar". (Winston, 1992)</i>
	Conducta	Sistemas que actúan como humanos <i>"El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia". (Kurzweil, 1990)</i> <i>"El estudio de cómo lograr que los computadores realizan tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor". (Rich y Knight, 1991)</i>	Sistemas que actúan racionalmente <i>"La inteligencia Computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes". (Poole et al., 1998)</i> <i>"IA..... Está relacionada con conductas inteligentes en artefactos". (Nilson, 1998)</i>

Ilustración 3. Definiciones de la Inteligencia Artificial organizadas en cuatro categorías



Ilustración 4. Dimensiones de la definición de Inteligencia Artificial. Autoría de Dra. Elia Cano

1.2. Ciencia Cognoscitiva



Ilustración 5. Estudio de la mente e inteligencia [Freepik.es](https://www.freepik.es)

Es el estudio interdisciplinario de la mente y la inteligencia. Esta abarca distintas áreas como la filosofía, la psicología, la inteligencia artificial, la neurociencia, la lingüística y la antropología. Podemos ubicar los orígenes intelectuales de esta ciencia a mediados de la década de 1950.

Esta ciencia tiene ideas teóricas unificadoras, sin embargo, es importante apreciar la diversidad de perspectivas y métodos que los investigadores de diferentes campos aportan al estudio de la mente y la inteligencia. Es bueno destacar que, aunque los psicólogos cognitivos de hoy en día a menudo se dedican a teorizar y modelar computacionalmente, su método principal es la experimentación con participantes humanos.



La hipótesis central de esta ciencia es que el pensamiento se puede entender mejor en términos de estructuras representativas en la mente y procedimientos computacionales que operan en esas estructuras.

Si bien hay mucho desacuerdo sobre la naturaleza de las representaciones y cálculos que constituyen el pensamiento, la hipótesis central es lo suficientemente general como para abarcar el rango actual de pensamiento en la ciencia cognitiva, incluidas las teorías conexionistas que modelan el pensamiento utilizando redes neuronales artificiales.

1.3. Introducción a la Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial utiliza diferentes enfoques para encontrar soluciones a distintos problemas de la vida real algunos de ellos son:

Procesamiento simbólico, heurísticas, reconocimiento de patrones, entre otros.

En esta sección se presentan las definiciones de estos enfoques.

1.3.1. Procesamiento Simbólico

En el procesamiento simbólico se utilizan los símbolos combinados con reglas generales para procesar información y resolver problemas. Este fue el paradigma dominante de la investigación de la IA desde mediados de la década de 1950 hasta finales de la década de 1980. Se basan en representaciones "simbólicas" (legibles) de alto nivel de problemas, lógica y búsqueda.

Un problema se representa como una colección de símbolos (números o cadenas de caracteres que representan objetos del mundo real o ideas) y se desarrollan algoritmos adecuados para procesar estos símbolos.

El procesamiento simbólico representa un alto nivel de proceso cognitivo: corresponde al pensamiento consciente, donde se representa, manipula y examina el conocimiento.

Ejemplos de procesamiento de simbólico utilizados en la Inteligencia Artificial son: Lógicas proposicionales y de predicados, reglas de producción, marcos, guiones, redes semánticas, redes bayesianas, lógica difusa



1.3.2. Heurística



Ilustración 6. Ciencia cognitiva [Freepik.es](https://www.freepik.es)

La idea de los métodos heurísticos en IA se basa en la ciencia cognitiva o el estudio de cómo piensan los humanos. El objetivo de un algoritmo heurístico es aplicar un enfoque de regla general para producir una solución en un marco de tiempo razonable que sea lo suficientemente bueno para resolver el problema en cuestión. A menudo nos referimos a la solución como "suficientemente buena" en la mayoría de los casos. El método empleado no garantiza que sea óptimo, pero es suficiente para lograr los objetivos inmediatos.

La razón por la que se utilizan métodos heurísticos en la IA es que algunos problemas no se pueden resolver o requieren demasiado tiempo o potencia de procesamiento para ser razonables para resolver el problema en cuestión. En estos casos la heurística puede acortar el tiempo que la computadora tiene que trabajar para resolver ese problema.

Una técnica heurística, a menudo llamada simplemente heurística, es cualquier enfoque para la resolución de problemas, el aprendizaje o el descubrimiento que emplea un método práctico que no se garantiza que sea óptimo o perfecto, pero suficiente para los objetivos inmediatos. Donde encontrar una solución óptima es imposible o poco práctico, se pueden usar métodos heurísticos para acelerar el proceso de encontrar una solución satisfactoria.

1.3.3. Comparación de patrones

La comparación de patrones o reconocimiento de patrones es el reconocimiento automático de patrones y regularidades en los datos mediante el uso de algoritmos informáticos. Estas regularidades se usan para realizar distintas tareas como por ejemplo clasificar los datos en diferentes categorías, predecir tendencias, configuraciones particulares de características en imágenes que identifican objetos, combinaciones frecuentes de palabras y frases para el procesamiento del lenguaje natural (PNL), entre otros.

Entre los enfoques que se utilizan en el reconocimiento de patrones están: el aprendizaje automático y el uso de reglas o heurísticas hechas a mano (no aprendidas).



1.4. Tecnología de Inteligencia Artificial

El estudio de la Inteligencia Artificial se basa en diversas tecnologías o técnicas:

- **Redes neuronales artificiales:** Sistemas que imitan el funcionamiento del cerebro humano, específicamente su estructura, procesamiento y capacidad de aprendizaje. Cuentan con elementos con una gran cantidad de interconexiones, similares a las neuronas, que realizan procesos simples y permiten la adquisición y distribución de conocimiento.
- **Algoritmos genéticos:** Métodos adaptativos, basados en procesos genéticos de organismos biológicos, que permiten la resolución de problemas de búsqueda y optimización.
- **Procesamiento de lenguaje natural:** Análisis de la semántica y la sintaxis del lenguaje humano con el fin de lograr una fácil y eficiente interacción entre un humano y un computador, el cual utiliza una serie de algoritmos para procesar la información (voz o texto) como entrada.
- **Machine learning y Deep learning:** Ambos se basan en el procesamiento de grandes cantidades de datos. Machine learning (aprendizaje automático) implica a aquellos sistemas capaces de utilizar actividades previas para aprender y corregir errores. Deep learning (aprendizaje profundo) va más allá e incorpora la capacidad de tomar decisiones.
- **Computación cognitiva:** Combina la ciencia de la computación y la ciencia cognitiva para el desarrollo de sistemas con aprendizaje a escala. Se resuelven problemas y se optimizan procesos humanos, ya que se utilizan algoritmos que se basan en la extracción de datos, reconocimiento visual y procesamiento de lenguaje natural.

1.5. Áreas en Inteligencia Artificial

En esta sección se presentan las distintas áreas en las que se realizan investigaciones y se aplica la Inteligencia Artificial. Es preciso indicar que en algunos de estos casos se pueden repetir estas áreas en investigación y aplicación dado que están directamente relacionado.





1.5.1. Áreas de investigación

La investigación asociada con la inteligencia artificial es muy especializada y se desarrolla en diferentes áreas entre ellas podemos mencionar las siguientes:

- Ingeniería del conocimiento es una parte central de la investigación de Inteligencia Artificial. Las máquinas a menudo pueden actuar y reaccionar como los humanos solo si tienen abundante información relacionada con el mundo. La inteligencia artificial debe tener acceso a objetos, categorías, propiedades y relaciones entre todos para implementar la ingeniería del conocimiento.
- Aprendizaje automático también es una parte central de la Inteligencia Artificial. El aprendizaje sin ningún tipo de supervisión requiere la capacidad de identificar patrones en flujos de entradas, mientras que el aprendizaje con supervisión adecuada implica la clasificación y las regresiones numéricas.
- La clasificación determina la categoría a la que pertenece un objeto y la regresión se ocupa de obtener un conjunto de ejemplos de entradas o salidas numéricas, descubriendo así funciones que permiten la generación de salidas adecuadas a partir de las entradas respectivas.
- El análisis matemático de los algoritmos de aprendizaje automático y su rendimiento es una rama bien definida de la informática teórica, a menudo denominada teoría del aprendizaje computacional.
- Percepción se ocupa de la capacidad de usar entradas sensoriales para deducir los diferentes aspectos del mundo.
- Visión por computadora analiza las entradas visuales con algunos subproblemas como el reconocimiento facial, de objetos y gestos.
- Robótica: también es un campo importante relacionado con la IA. Los robots requieren inteligencia para manejar tareas como la manipulación y navegación de objetos, junto con subproblemas de localización, planificación de movimiento y mapeo.

• Áreas de aplicación

Algunas de las actividades para las que están diseñadas las computadoras con inteligencia artificial incluyen:

Reconocimiento de voz
Aprendizaje





Planificación
Resolución de problemas
Razonamiento
Percepción
Capacidad para manipular y mover objetos.

Estas áreas de aplicación están muy relacionadas con las de investigación que se explicaron en la sección anterior.

1.6. Fundamentos de la Inteligencia Artificial

Muchas disciplinas han contribuido con el avance de la Inteligencia Artificial como se muestra en la **ilustración 7**.

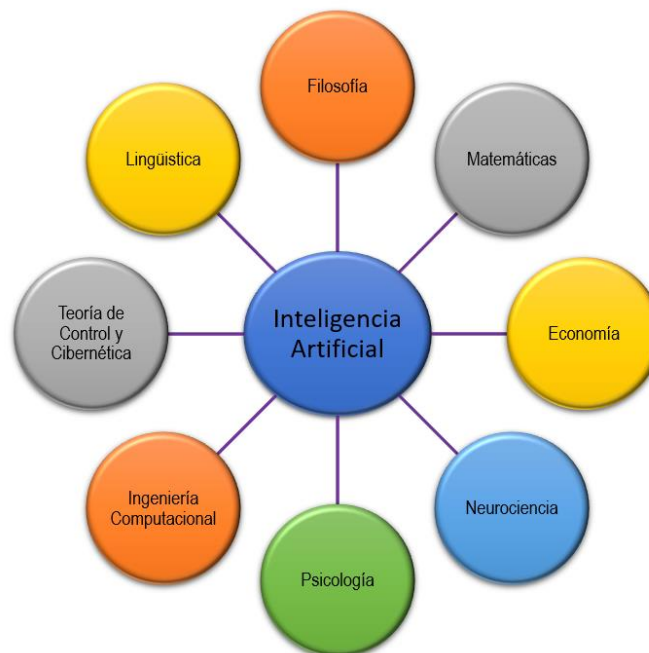


Figura 7. Disciplinas que han contribuido con el avance de la Inteligencia Artificial.
Elaboración propia



A continuación, se describen los aportes de cada una de estas disciplinas que conforman la base de la Inteligencia Artificial:

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

- ✓ **Aristóteles** fue el primero en formular un conjunto preciso de leyes que gobiernan la parte racional de la inteligencia, también desarrolló un sistema informal para razonar adecuadamente con silogismos.
- ✓ **Thomas Hobbes** propuso que el razonamiento era como la computación numérica.
- ✓ **Wilhelm Shickard** construyó la primera máquina calculadora en 1623.
- ✓ **Rene Descartes** proporciona la primera discusión clara sobre la distinción entre la mente, la materia y los problemas que surgen.
- ✓ **David Hume** propuso el principio de inducción.
- ✓ **Rudolf Carnap** desarrolló la doctrina del positivismo lógico, sostiene que todo el conocimiento se puede caracterizar mediante teorías lógicas relacionadas.
- ✓ La teoría de la confirmación de Carnap y Carl Hempel, intenta explicar cómo el conocimiento se obtiene a partir de la experiencia.
- ✓ El algoritmo de Aristóteles se implementa 2300 años después por Newell y Simon con la ayuda de su programa Sistema de Planificación Regresivo (SRGP).
- ✓ El análisis en base a objetivos es útil, pero éste no nos indica cuando varias acciones nos llevan a la consecución del objetivo, o cuando ninguna acción facilita su completa consecución. John Stuart Mill propone la idea de un criterio de decisión racional en todos los ámbitos de la actividad humana.

- **Matemáticas (aproximadamente desde el año 800 al presente)**

Esta disciplina se conforma por áreas fundamentales: lógica, computación y probabilidad. En el siguiente cuadro se muestran los aportes más importantes en cada una de estas áreas.



Lógica	<ul style="list-style-type: none"> • El concepto de Lógica formal comenzó con el trabajo de George Boole, quien define por primera vez la lógica proposicional o Booleana. • Gottlob Frege extendió la lógica de Boole para incluir objetos y relaciones y creó la lógica de primer orden. • El primer algoritmo no trivial es el algoritmo Euclídeo para el cálculo del máximo común divisor. • En 1930 Kurt Gödel demostró que existe un procedimiento eficiente para demostrar cualquier aseveración verdadera en la lógica de primer orden, sin embargo, no era posible capturar el principio de inducción matemática necesario para la caracterización de los números naturales.
Computación	<ul style="list-style-type: none"> • La máquina de Turing es capaz de calcular cualquier función computable. • Turing también demostró que existen algunas funciones que no se pueden calcular mediante la máquina de Turing. • La teoría de la NP-completitud propuesta por primera vez por Steven Cook y Richard Karp demostraron la existencia de grandes clases de problemas de razonamiento y búsqueda combinatoria canónica que son NP completos.
Probabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Gerolamo Cardano fue el primero en proponer la idea de la probabilidad, presentándola en términos de los resultados de juegos de apuesta. • Thomas Bayes propuso la 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.

- **Economía (desde el año 1776 hasta el presente)**

- ✓ La idea comenzó en 1776 gracias a Adam Smith, quien decía que las economías pueden concebirse como un conjunto de agentes individuales que intentan maximizar su propio estado de bienestar económico.
- ✓ La teoría de la decisión combina la teoría de la probabilidad con la teoría de la utilidad, proporciona un marco completo y formal para la toma de decisiones.





- ✓ Teoría de juegos. Las acciones de un jugador pueden afectar significativamente a la utilidad de otro.
- ✓ Investigación operativa. Se obtienen los resultados de las acciones en forma secuencial.

- **Neurociencia (desde el año 1861 hasta el presente)**

- ✓ Es el estudio del sistema neurológico, la forma exacta en que un cerebro genera el pensamiento.
- ✓ Se sabía que el cerebro estaba formado por neuronas, pero no fue hasta 1873 que se pudo observar las neuronas individuales en el cerebro.
- ✓ Se ha logrado conocer que partes del cerebro están relacionadas con que partes del cuerpo.
- ✓ La conclusión verdaderamente increíble es que una colección de simples células puede llegar a generar razonamientos, acción y conciencia, o dicho en otras palabras, los cerebros generan la inteligencia.

- **Psicología (desde el año 1879 hasta el presente)**

- ✓ La psicología científica se inició con los trabajos del físico alemán Hermann von Helmholtz (1821-1894), y su discípulo Wilhelm Wundt (1823-1894). Helmholtz aplicó el método científico al estudio de la vista humana y su obra «Handbook of Physiological Optics» todavía se considera como el tratado actual más importante sobre la física y la fisiología de la vista humana.
- ✓ El movimiento conductista, liderado por John Watson (1878-1958) rechazó teorías en las que intervinieran procesos mentales, argumentando que la introspección no aportaba una evidencia fiable. Los conductistas insistieron en el estudio exclusivo de mediciones objetivas de percepciones sobre animales y de las acciones resultantes. Construcciones mentales como conocimientos y pasos de un razonamiento quedaron descartadas por ser consideradas psicología popular no científica.

El conductismo hizo muchos descubrimientos utilizando ratas y palomas, pero tuvo menos éxito en la comprensión de los seres humanos. Aun así, su influencia en la psicología fue notable desde 1920 hasta 1960.

- ✓ La conceptualización del cerebro como un dispositivo de procesamiento de información, característica principal de la psicología cognitiva, se remonta por lo menos a las obras de Williams James (1842-1910).





Helmholtz también pone énfasis en que la percepción entraña cierto tipo de interferencia lógica inconsistente. Este punto de vista cognitivo se vio eclipsado por el conductismo en los Estados Unidos.

- ✓ La obra *The Nature of Explanation*, de Kenneth Craik (1943), reestablece energéticamente la legitimidad de términos mentales como creencias y objetivos. Este establece que hay tres elementos claves para diseñar un agente basado en conocimiento:
 1. El estímulo deberá ser traducido a una representación interna. 2. En esta representación se debe manipular mediante procesos cognitivos para así generar nuevas representaciones internas y 3. estas a su vez, se traducirán de nuevo en acciones.
- ✓ Donald Broadbent y su libro «*Perception and Communication*» (1958) incluyó algunos de los primeros modelos de procesamiento de información del fenómeno psicológico. En Estados Unidos el desarrollo del modelo computacional llevó a la creación del campo de la **ciencia cognitiva**. Se puede decir que este campo comenzó en un simposio de celebrado en el MIT, en septiembre de 1956, este evento tuvo lugar solo dos meses después de la conferencia en la que nació la IA. En este simposio 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 como se podían utilizar los modelos informáticos para modelar la psicología de la memoria, el lenguaje y el pensamiento lógico.
- ✓ La Psicología científica se aplicó inicialmente al estudio de la vista humana.
- ✓ A principios del siglo XX se dio el movimiento conductista: insistían en el uso exclusivo de mediciones de estímulos y respuestas.
- ✓ Psicología cognitiva: elementos a tener en cuenta para diseñar un agente basado en conocimiento:
 1. El estímulo debe ser traducido a una representación interna.
 2. Esta se debe manipular mediante procesos cognitivos y generar nuevas representaciones...
 3. ...Que, a su vez, se traducen en acciones.
- ✓ Ciencia cognitiva: modelo computacional. Nacimiento del término Inteligencia Artificial (1956).

- **Ingeniería Computacional (desde el año 1940)**





- ✓ Para que la IA sea una realidad es necesario: (1) Inteligencia y (2) Un artefacto: ⇒ Computador/Ordenador.
- ✓ El computador electrónico digital moderno se inventó casi simultáneamente por científicos en tres países (II G.M.)
- ✓ Desde 1940 gran evolución en computación: máquinas, lenguajes de programación, hardware, ...
- ✓ La investigación en IA ha generado numerosas ideas novedosas de las que se han beneficiado la información en general. Ejemplos: tiempo compartido, los intérpretes imperativos, los computadores personales con interfaces gráficas y ratones, entornos de desarrollo rápido, listas enlazadas, administración automática de memoria, ... También conceptos claves de la programación simbólica, funcional, dinámica y orientada a objetos.

- **Teoría de Control y Cibernética (desde el año 1948 hasta el presente)**

Artefactos que operan bajo su propio control:

- ✓ Reloj de agua por Ktesibios de Alejandría (250 a.C.), mostrado en la **ilustración 8**, fue la primera máquina auto controlada. Tenía un regulador que mantenía un flujo constante y predecible.

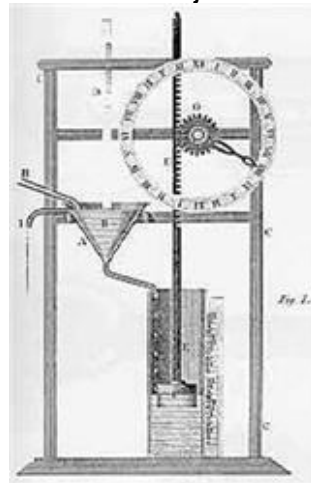


Ilustración 8. Reloj de agua por Ktesibios de Alejandría

- ✓ Motor de vapor por James Watt (1736-1819), mostrado en la **ilustración 9**.

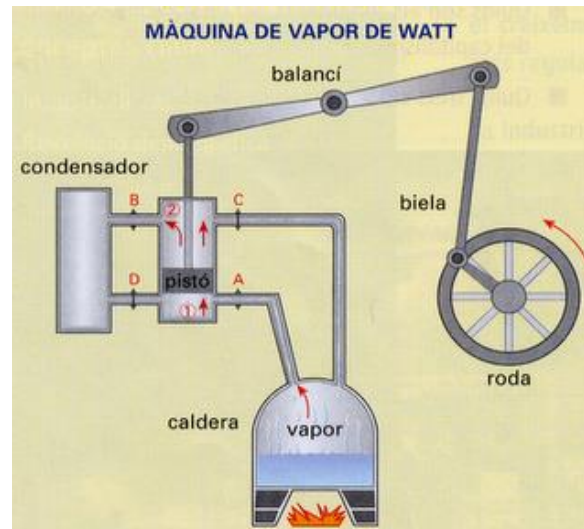


Ilustración 9. Motor de vapor por James Watt

- ✓ La teoría matemática de los sistemas con retroalimentación se desarrolla en el siglo XIX. Su objetivo es el diseño de sistemas que maximizan una función objetivo.
 - ✓ La teoría de control fue desarrollada centralmente por Norbert Wiener (1894-1964). La teoría de control moderna es la rama conocida como **control óptimo estocástico**.
 - ✓ Wiener trabajó en sistemas de control biológicos y mecánicos y en sus vínculos con la cognición.
- **Lingüística (desde el año 1957 hasta el presente)**

B. F. Skinner en 1957 publica *Verbal Behavior*.

- ✓ Una obra con visión extensa y detallada desde el enfoque conductista al aprendizaje del lenguaje.
- ✓ La Teoría de Chomsky basada en modelos sintácticos de la lingüística de Panini (350 a.C.) suficientemente formal para permitir programación.

La lingüística moderna y la IA nacen al mismo tiempo en un campo llamado **lingüística computacional**.

