**Capítulo 1 – Introducción**

* 1. **– Fundamentos IA**

**Filosofía (428 a.C – presente)**

**Se pueden utilizar reglas formales para extraer conclusiones válidas?**

* Aristóteles (384-322 a.c.)
  + fue el primero en formar un conjunto preciso de leyes que gobernaban la parte racional de la inteligencia
  + Desarrolló un sistema informal para razonar adecuadamente con silogismos, en principio permite 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
  + Diseñó una calculadora mecánica
* Blaise Pascal
  + Se calculadora es la mas famosa, la máquina produce efectos que parecen mas similares a los pensamientos que a las acciones animales
* Gottfried Willhelm Leibniz
  + Construyó un dispositivo mecánico con el objetivo de llevar a cabo operaciones sobre conceptos en vez de números

**Cómo se genera la inteligencia mental a partir de un cerebro físico?**

* Consideremos la mente como un sistema físico:
  + René Descartes
    - Proporciona la primera discusión clara sobre la distinción entre la mente y la materia y los problemas que surgen
      * Uno de los problemas de la concepción puramente física de la mente es dejar poco margen de maniobra al libre albedrío: si el pensamiento está totalmente gobernado por leyes físicas, entonces una piedra podría decidir caer en dirección al centro de la Tierra gracias a su libre albedrío
    - Defensor del **dualismo**
      * Existe una parte en la mente (o alma o espíritu) que está al margen de la naturaleza, exenta de la influencia de las leyes físicas
      * Alternativa a dualismo es **materialismo**
        + Considera que las operaciones del cerebro realizadas de acuerdo a las leyes de la física constituyen la mente

**De dónde viene el conocimiento**

* Dada una mente física que gestiona el conocimiento, el siguiente problema es establecer las fuentes del conocimiento
* El movimiento **empírico**
  + Nada existe en la mente que no haya pasado antes por los sentidos
* David Hume
  + Propuso lo que actualmente se le conoce como principio de **inducción:** reglas generales se obtienen mediante la exposición a asociaciones repetidas entre elementos
  + Sobre esto Ludwig Wittgenstein y Bertrand Russel desarrolló la doctrina de **positivismo lógico**
    - Esta doctrina sostiene que todo el conocimiento se puede caracterizar mediante teorías lógicas relacionadas, en última instancia, con **sentencias de observación**
      * Corresponde a estímulos sensoriales
* Carnap y Carl Hempel
  + **Teoría de la confirmación**
    - Intenta explicar cómo el conocimiento se obtiene a partir de la experiencia
    - Carnap en The Logical Structure of the World define un procedimiento computacional explícito para la extracción de conocimiento a partir de experiencias primarias. Posiblemente es la prima teoría en mostrar la mente como proceso computacional

**Cómo se que pasa del conocimiento a la acción**

* Hay que discutir la relación que existe entre el conocimiento y la acción
* Comprender cómo se justifican determinadas acciones puede llegar a saber cómo construir un agente cuyas acciones sean justificables
* Aristóteles argumenta que las acciones se pueden justificar por la conexión lógica entre los objetivos y el conocimiento de los efectos de las acciones
* El análisis basado en objetivos es útil, pero no indica qué hacer cuando varias acciones nos llevan a la consecución del objetivo, o cuando ninguna acción facilita su completa consecución
* Antoine Arnauld
  + Describió correctamente una forma cuantitativa para decidir qué acción llevar a cabo en un caso como el anterior.
  + Propone la idea de un criterio de decisión racional en todos los ámbitos de actividad humana

**Matemática (800-presente)**

**Qué reglas formales son las adecuadas para obtener conclusiones válidas?**

* Los filósofos delimitaron las ideas más importante de IA, pero para pasar de ahí a una ciencia formal es necesario contar con una formulación matemática en tres áreas: lógica, computación, probabilidad
* Lógica formal
  + Remonta a los filósofos de antigua Grecia
  + Su desarrollo matemático comenzó con George Boole
    - Definió la lógica proposicional o Booleana
  + Gottlob Frege extendió la lógica de Boole para incluir objetos y relaciones, creando la lógica de primer orden que se usa hoy como el sistema más básico de representación de conocimiento
  + Alfred Tarski
    - Introdujo una toería de referencia que enseña cómo relacionar objetos de una lógica con objetos del mundo real

**Qué se puede computar?**

* El paso siguiente era definir los límites de lo que se podía hacer con la lógica y la informática
* El primer algoritmo no trivial fue el Euclideo para calcular el máximo común divisor
* Considerar los algoritmos como objetos en sí mismos remonta a la época de al-Khowarazmi con cuyos escritos también se introdujeron los números arábicos y álgebra
* David Hilbert
  + Presentó una lista de 23 problemas que acertadamente predijo ocuparían los matemáticos durante todo ese siglo
  + El último de ellos preguntaba si existe un algoritmo que permita determinar la validez de cualquier proposición lógica en la que aparezca números naturales (problema de decisión)
  + Lo que preguntaba es si hay límites fundamentales en la capacidad de los procedimientos efectivos de demostración
  + Kurt Gödel demostró que existe un procedimiento eficiente para demostrar cualquier aseveración verdadera en la lógica de primer orden
    - Sin embargo, en lógica de primer orden no era posible capturar el principio de inducción matemática necesario para la caracterización de los números naturales
    - Demostró que existen límites reales mediante **teorema de incompletitud**
      * Demostró que cualquier lenguaje que tuviera la capacidad suficientes para expresar las propiedades de los número naturales, existen aseveraciones verdaderas no decidible en el sentido de que no es posible decidir su validez mediante ningún algoritmo
      * Existen algunas funciones de los números enteros que no se pueden representar mediante un algoritmo, no se pueden calcular
      * Esto llevó a Alan Turing a tratar de caracterizar exactamente aquellas funciones que sí eran susceptibles de ser caracterizadas
      * La máquina de Turing es capaz de calcular cualquier función computable
* **Intratabilidad**
  + Un problema es intratable si el tiempo necesario para resolver casos particulares de dicho problema crece exponencialmente con el tamaño de dichos casos
  + Como se puede reconocer un problema intratable?
    - La teoría NP-Completitud propone un método
    - Los problemas clase NP-completos se puede reducir será seguramente intratable
* **Cómo razonamos con información incierta?**
* **Probabilidad**
  + Gerolamo Cardano
    - Fue el primero en proponer la idea de probabilidad, representándola en términos de los resultados de juegos de apuesta
    - Ayudó en el tratamiento de mediciones con incertidumbre y teorías incompletas
    - Pierre Fermat, Blaise Pascal, James Bernoulli, Pierre Laplace hicieron avanzar esta teoría e introdujeron nuevos métodos estadísticos

**Economía (1776-presente)**

**Cómo se debe llevar a cabo el proceso de toma de decisiones para maximizar el rendimiento?**

* Ciencia de economía comenzó en 1776 cuando el filósofo escocés Adam Smith publicó An inquirí into the Anture and Causes of the Welath of Nations
* Las economías pueden concebirse como un conjunto de agentes individuales que intentan maximizar su propio estado de bienestar económico
* Los economistas dicen que ellos realmente estudian como la gente toma decisiones que les llevan a obtener beneficios esperados
* Utilidad: beneficio deseado
* **Teoría de la decisión:** combina la teoría de la probabilidad y la de utilidad. Proporciona un marco completo y formal para la toma de decisiones realizadas bajo la incertidumbre.
* **Juego:** las acciones de un jugador pueden afectar significativamente a la utilidad de otro
* Los desarrollos a partir de la teoría de juegos mostraban el hecho de que, en algunos juegos, un agente racional debía actuar de forma aleatoria o, al menos, aleatoria en apariencia con respecto a sus contrincantes

**Cómo se deben llevar a cabo acciones cuando otros no colaboren?**

**Cómo se deben llevar a cabo acciones cuando los resultados se obtienen en un futuro lejano?**

* El campo de investigación operativa persigue el objetivo de tomar decisiones racionales cuando los resultados no son inmediatos y se obtienen resultados de las acciones de forma secuencial
* Richar Bellman formaliza una clase de problemas de decisión secuencial llamadas **procesos de decisión de Markov**
* El trabajo en la economía y IO ha contribuido a la noción de agente racional
* Durante muchos años la investigación en el campo de IA se ha desarrollado por sendas separadas
  + Una razón fue la **complejidad** aparente que trae consigo tomar decisiones racionales
  + Herbert Simon, uno de los primeros en investigar IA, con su temprano trabajo mostró modelos basados en **satisfacción** (toman decisiones que son suficientemente buenas, en vez de realizar cálculos laboriosos para alcanzar decisiones óptimas)

**Neurociencia (1861-presente)**

* La neurociencia es el estudio del sistema neurológico y en especial del cerebro
* Uno de los grandes misterios de la neurociencia es la forma exacta en la que un cerebro genera el pensamiento
* Paul Broca convenció a la sociedad médica de la existencia de áreas localizadas en el cerebro responsables de funciones cognitivas específicas. Mostró que la producción del habla se localizaba en una parte del hemisferio izquierdo
* **Neuronas:** células nerviosas que forman el cerebro
* Actualmente se dispone de información sobre la relación existente entre las áreas del cerebro y las partes del cuerpo humano que controlan o de las que perciben impulsos sensoriales
* La conclusión es que una colección de simples células puede llegar a generar razonamiento, acción y conciencia. Los cerebros generan las inteligencias.

**Psicología (1879-presente)**

* **Conductismo:** rechaza cualquier teoría en la que intervinieran procesos mentales, argumentado que la introspección no aportaba una evidencia fiable
  + Insistieron en el estudio exclusivo de mediciones objetivas de percepciones sobre animales y de las acciones resultantes
* **Psicología cognitiva:** conceptualización del cerebro como un dispositivo de procesamiento de información
* Kenneth Craik establece tres elementos clave que hay que tener en cuenta para diseñar un agente basado en conocimiento
  + El estímulo deberá ser traducido a una representación interna
  + Esta representación interna se debe manipular mediante procesos cognitivos para así generar nuevas representaciones internas
  + Las representaciones internas se traducirán de nuevo en acciones
* **Ciencia cognitiva:** desarrollo de modelo computacional de psicología cognitiva
  + Se pueden utilizar modelos informáticos para modelar la psicología de la memoria, el lenguaje y el pensamiento lógico

**Ingeniería computacional (1940-presente)**

* Para que IA puede llegar a se rrealidar se necesitan dos cosas:
  + Una inteligencia
  + Un artefacto
* El computador ha sido el artefacto elegido

**Teoría de control y cibernética(1948-presente)**

* Como pueden los artefactos operar bajo su propio control?
* La teoría matemática de los sistemas con retroalimentación estables se desarrolló en el sigo XIX
  + Norbert Weiner y equipo veía el comportamiento determinista como algo emergente de un mecanismo regulador que intenta minimizar el error
  + La teoría de control moderna tiene como objetivo el diseño de sistemas que maximizan la **función objetivo** en el tiempo.

**Lingüística (1957-presente)**

* Como está relacionado el lenguaje con el pensamiento?
* La teoría de Chomsky podía explicar esto. Poseía el formalismo suficiente como para permitir su programación
* La lingüística moderna y IA nacieron al mismo tiempo y maduraron juntas, volviéndose un campo híbrido llamado **lingüística computacional o procesamiento de lenguaje natural**
* El entendimiento del lenguaje requiere la comprensión de la materia bajo estudio y de su contexto
* **Representación del conocimiento:** estudio de cómo representar el conocimiento de forma que el computador pueda razonar a partir de dicha representación

**PALABRAS CLAVE**

|  |  |
| --- | --- |
| **Dualismo** | Existe una parte en la mente (o alma o espíritu) que está al margen de la naturaleza, exenta de la influencia de las leyes físicas |
| **Materialismo** | La mente opera sobre leyes físicas |
| **Empírico** | Los sentidos son la fuente de conocimiento |
| **Inducción** | Las reglas se aprenden por medio de asociaciones repetidas  reglas generales se obtienen mediante la exposición a asociaciones repetidas entre elementos |
| **Positivismo lógico** | Sostiene que todo el conocimiento se puede caracterizar mediante teorías lógicas relacionadas, en última instancia, con **sentencias de observación**  Todo el conocimiento puede ser representado mediante sentencias lógicas testeables |
| **Sentencia de observación** | Estímulos sensoriales |
| **Teoría de la confirmación** | Intenta explicar cómo el conocimiento se obtiene a partir de la experiencia |
| **Algoritmo** | Una especificación de cómo solucionar un problema |
| **Teorema de incompletitud** | Demostró que cualquier lenguaje que tuviera la capacidad suficientes para expresar las propiedades de los número naturales, existen aseveraciones verdaderas no decidible en el sentido de que no es posible decidir su validez mediante ningún algoritmo  Existen algunas funciones de los números enteros que no se pueden representar mediante un algoritmo, no se pueden calcular |
| **Intratabilidad** | Un problema es intratable si el tiempo necesario para resolver casos particulares de dicho problema crece exponencialmente con el tamaño de dichos casos |
| **NP-Completitud** | Un problema NP completo no tiene un método rápido para encontrar una solución |
| **Probabilidad** | Tiene que ver con teorías incompletas y mediciones inciertas |
| **Teoría de la utilidad** | La acción correcta depende en tus creencias y estimación de probabilidades de diferentes resultados |
| **Teoría de la decisión** | combina la teoría de la probabilidad y la de utilidad. Proporciona un marco completo y formal para la toma de decisiones realizadas bajo la incertidumbre. |
| **Teoría de juegos** | Estudio de modelos matemáticos de conflicto y cooperación entre agentes que toman decisiones inteligentes y racionales |
| **Investigación operativa** | Disciplina que utiliza modelos matemáticos, estadísticos y algoritmos para modelar y resolver problemas complejos, determinando la solución óptima y mejorando la toma de decisiones |
| **Satisfacción** | Tomar decisiones que son suficientemente buenas, en vez de realizar cálculos laboriosos para alcanzar decisiones óptimas |
| **Neurociencia** | El estudio del sistema neurológico y en especial del cerebro |
| **Neuronas** | células nerviosas que forman el cerebro |
| **Conductismo** | Rechaza cualquier teoría en la que intervinieran procesos mentales, argumentado que la introspección no aportaba una evidencia fiable |
| **Psicología cognitiva** | Conceptualización del cerebro como un dispositivo de procesamiento de información |
| **Ciencia cognitiva** | Junta los modelos computacionales de IA y las técnicas experimentales de psicología para construir teoría precises y testeables de la mente humana |
| **Teoría de control** | Teoría de control del comportamiento de sistemas dinámicos |
| **Cibernética** | Estudio de comunicación y control en el sistema |
| **Función objetivo** | Ecuación que será optimizada dadas las limitaciones o restricciones determinadas y con vairables que necesitan ser maximizadas o minimizadas |
| **Lingüística computacional** | La disciplina con objetivo de realizar aplicaciones informáticas que tienen la capacidad humana de hablar y entender |