

Breve historia de la Inteligencia artificial.

Juan Casado Ballesteros

UAH

Resumen de los artículos proporcionados y digresión sobre el pasado, presente y futuro de la Inteligencia artificial.

## Table of Contents

Resumen.....	3
Breve historia de la Inteligencia artificial.....	4
Conclusiones.....	8
Aplicaciones destacadas de la Inteligencia Artificial.....	9
Comentarios.....	10
Bibliografía .....	11

### Resumen.

En base a los artículos proporcionados y al criterio personal se procede a realizar una breve exposición sobre el pasado, presente y futuro de la inteligencia Artificial.

Esta disciplina no que nos siempre ha tenido nombre, tiene sus orígenes en el inicio de la lógica y las matemáticas. Primero fue concebida como un nuevo lenguaje a partir del cual mediante unas reglas formales se podría determinar si cualquier predicado en ese lenguaje formulado era válido o no. Por tanto, dicho lenguaje debía ser universal y abstracto para en él poder expresarlo todo, incluido el pensamiento humano.

Posteriormente con el *teorema de incompletitud* de Goëdel se demostró que algo como lo mencionado no era posible, programa que entre otras cosas hizo retumbar los cimientos de la lógica y las matemáticas hasta lograr moldearlas hasta como hoy las conocemos.

Finalmente, con el auge de las ciencias de la computación ese sueño de la Inteligencia Artificial volvió a cobrar vida. No obstante, su popularidad ha sido intermitente y ha venido ligada de aumentos con los nuevos avances en la capacidad del cálculo computacional seguidos de inviernos en los que caía en el olvido. En la actualidad nos encontramos un una de sus primaveras debido a que la capacidad de cálculo y la gran cantidad de datos con la que contamos son propicios para ello. Las aplicaciones de la Inteligencia Artificial son innumerables y se manifiestan de forma activa y pasiva en nuestro día a día en productos de uso común como internet, así como en tecnologías todavía en desarrollo como los vehículos autónomos.

Hoy en día hay más esperanzas que nunca de que el uso y las aplicaciones de la Inteligencia Artificial se normalicen siendo una posibilidad realista el fin de los inviernos en este campo. No obstante, el sueño de poder procesar todo y entender todo, incluido el pensamiento humano ha quedado permanentemente trucado y solo queda la esperanza de que este tan viejo y a la vez tan joven campo de más sorpresas de las que de él ahora se esperan.

### Breve historia de la Inteligencia artificial.

La Inteligencia Artificial tiene un origen muy ligado a las matemáticas y la lógica. Su primera concepción fue la de ser un nuevo lenguaje a partir del que todo podría ser demostrado como cierto o falso. Para poder hacer esto se debería traducir nuestros conceptos a este lenguaje y posteriormente operar con ellos mediante las reglas formales definidas sobre dicho lenguaje tal y como se haría sobre una idea expresada en el lenguaje de las matemáticas.

Varios han sido los intentos de lograr algo similar a esto ya fuera por Ramón Llull mediante su *Args Magna*, fuertemente orientada a validar sus propias ideas religiosas como varios siglos después por Leibniz con su *Dissertatio de arte combinatoria*. En el caso de Llull el lenguaje elegido fue un conjunto de nueve letras sobre las que se podían aplicar una serie de operaciones para obtener resultados. Por el contrario, en el caso de Leibniz el lenguaje sería el matemático y las operaciones permitidas serían aquellas definidas por la combinatoria y el cálculo.

La búsqueda de este lenguaje universal estaba sustentada en las ideas de que todo concepto podría definirse en una serie finita de elementos fundamentales a partir de los cuales se podría operar formalmente. Entre otras cosas esto permitiría distinguir aquellas ideas que fueran ciertas de una forma mecánica y automatizada, es decir hacerlas computables.

Con estas ideas de trasfondo y otros muchos avances que en un principio no pensaron ser relacionados (como las reglas de probabilidad e inferencia bayesiana, el álgebra de Boole aplicada a la lógica como método sistemático y numerosos avances en la física en el campo del electromagnetismo) surge la computación como ciencia.

La computación en la actualidad se diferencia en tres ramas principales. Se distingue su componente física, la computadora en sí, el conjunto de sus transistores y cables del programa que ejecuta, el conjunto de instrucciones lógicas que definen las acciones que la máquina ha de seguir, del mismo modo se diferencian también los datos sobre los que dichas operaciones serán aplicadas.

Esta distinción ahora tan obvia no siempre lo ha sido. No obstante, nos es de gran utilidad a la hora de diferenciar la parte física de la computación de las otras dos que no lo son para así facilitar el análisis de lo que sucedió durante los inicios de esta disciplina pues es de gran relevancia para la Inteligencia Artificial tal y como hoy la conocemos.

Centrando nuestra atención en la parte física de la computación se ve ahora con perspectiva histórica un patrón que ya antes se había repetido. Del mismo modo que Descartes con el álgebra y Leibniz tiempo después con el cálculo habían reformulado las ideas que Euclides había expresado en sus *Elementos*, Boole había realizado lo mismo con la lógica de Aristóteles. Y ahora era el turno de Shannon se convertir todo ese conocimiento acumulado en máquinas basadas en circuitos eléctricos que pudieran automatizarlo. El álgebra de Boole podía traducirse de forma directa a circuitos que le dieran vida aportando un método sistemático para crearlos.

Llegados a este punto tenemos todos los ingredientes necesarios para que la Inteligencia Artificial pueda despegar como una disciplina propia con un nombre que la defina. Existe un problema al que quiere dar solución, poder automatizar el pensamiento humano y tiene un método para poderlo realizar, la todavía joven ciencia de la computación. No obstante, antes de nacer y a pesar de que sus largas raíces se funden con otras disciplinas establecidas como son la lógica y las matemáticas ya quedó marcada como algo imposible de lograr; no al menos tal y como en un principio fue concebida. Para analizar las limitaciones de esta disciplina hay que determinar antes los límites de lo que es y lo que no es computable.

La determinación de dichos límites tiene también un largo recorrido estando su origen en la lógica de Frege quien produjo el giro lingüístico en la filosofía durante el siglo XIX. Frege creó un lenguaje formal basado en símbolos sin significado y operaciones definidas sobre ellos creando una clara distinción entre la parte semántica y sintáctica del lenguaje. Esta separación en dos componentes de los lenguajes destacó algunas debilidades en los cimientos de las matemáticas

y la lógica como fue el caso de encontrar múltiples errores dentro del marco del rigor lógico en los propios *Elementos* de Euclides.

Utilizando estas nuevas herramientas descubiertas por Frege pudieron ser descubiertos y también resueltos numerosos agujeros en las matemáticas y la lógica. Peano redefinió la aritmética con sus axiomas y Hilbert hizo lo propio con la geometría.

Fruto de este afán de proporcionar un profundo rigor lógico a las matemáticas surgió el *programa Hilbert* cuyo principal propósito era el de asegurar la completitud y decibilidad en las matemáticas. La completitud hace referencia a que todo predicado verdadero formulado en un sistema formal debe de poder ser probado como verdadero en dicho sistema formal. La decibilidad por el contrario hace referencia a que debe existir un método automatizable para determinar la validez o falsedad de todo predicado.

Trágicamente los resultados obtenidos del *programa Hilbert* resultaron ser poco halagüeños para la Inteligencia Artificial. Ocultas dentro de la formalidad lógica se encontraban las paradojas auto referenciantes mediante las cuales un predicado que se describía a si mismo podría producir un ciclo infinito del que nunca se podría determinar si dicho predicado era cierto o falso lo que rompe con el principio de decibilidad. Esto culminó en el *teorema de incompletitud* de Goëdel con el que se estipulaba que ningún sistema formal tan capaz como las matemáticas podría cumplir el principio de decibilidad.

En el momento en el que se demostró que no podría existir un algoritmo tal que pudiera determinar la validez de todos los predicados matemáticos el sueño de la inteligencia artificial quedó truncado irremediablemente. La idea de un conjunto de reglas que pudieran indicar la veracidad de todo predicado, aunque atractiva nunca podría ser lograda.

No obstante, este no es el fin de nuestra historia ya que como bien hemos indicado en el resumen la Inteligencia Artificial es hoy en día una disciplina que, aunque todavía en un activo desarrollo produce constantes beneficios aplicables a multitud de otros campos.

Partiendo de que no todo puede ser computable se procedió a determinar los límites de aquello que puede ser computable y lo que no. Surgieron de estos esfuerzos de formas equivalentes de modelar la computabilidad, la máquina de Turing, el cálculo lambda y el paradigma funcional recursivo. De estos tres modelos el que tuvo más éxito fue el de Turing a partir del cual se creó la arquitectura Von Neumann que combinada con los avances previos en la parte física las ciencias de la computación dio inicio a la era de la información en la que ahora nos encontramos.

La computación ha continuado evolucionando desde entonces y las tecnologías de la información son cada vez algo más y más extendido en nuestro día a día. Las arquitecturas de los computadores se han hecho cada vez más complejas lo que ha abierto las puertas a la Inteligencia Artificial para entrar en nuestros procesadores debido a su cada vez mayor potencia de cálculo.

Pero el camino de la Inteligencia Artificial no siempre ha sido una primavera si no que ha contado con más de un invierno. Una gran potencia de cálculo era suficiente para muchas de las técnicas que esta disciplina emplea, hacemos referencia a las técnicas deductivas mediante las que proporcionamos al computador una serie de reglas generales que este deberá de aplicar para producir un nuevo conocimiento que estaba oculto en los datos de entrada.

Por el contrario, otras técnicas, aquellas que eran inductivas y que por lo tanto necesitaban no solo de una gran potencia de cálculo si no también de enormes cantidades de datos de los que poder inferir nuevos conocimientos tuvieron que esperar hasta que dichos datos estuvieran disponibles cosa que no sucedió hasta finales del siglo XX. Con ello se inaugura una de las más prometedoras ramas de la Inteligencia Artificial basada en el aprendizaje.

### Conclusiones.

La Inteligencia Artificial es una disciplina de muy antigua concepción cuyo alcance está limitado por el *teorema de incompletitud* de Goëdel al igual que lo están otras disciplinas todavía más antiguas como las matemáticas. No obstante, el mayor impedimento que ha tenido no son las conclusiones extraíbles de dicho teorema si no de los requisitos técnicos necesarios para poder aplicarla.

Muchas de las técnicas de Inteligencia Artificial requieren de búsquedas exhaustivas, comparaciones entre grandes cantidades de datos para compararlos o aplicación de un gran número de predicados. A pesar de que se aplican heurísticas, reducciones de dominio y numerosas técnicas para aligerar el peso computacional es característico de todas ellas que requieran de grandes capacidades de cálculo para poder realizarse en tiempo razonable sobre grandes cantidades de datos.

Es por tanto que hasta que dicha capacidad de cálculo no se ha tenido no se haya podido producir suficientes resultados como para que su impacto haya sido notable y que por tanto tengamos la concepción de que la Inteligencia Artificial es más nueva de lo que lo es en realidad.

Adicionalmente otras técnicas más novedosas como las que están basadas en el aprendizaje y la inferencia han tenido que esperar todavía más hasta que las grandes cantidades de datos de las que requieren para poderse aplicar hayan estado disponibles.

Hoy en día todas estas técnicas son aplicadas con frecuencia en gran cantidad de sistemas y aplicaciones. Resulta cada vez más difícil encontrar un sistema que no necesite de algún algoritmo de los pertenecientes al campo de la Inteligencia Artificial para poder dar solución a los problemas que pretende resolver o que no lo use para mejorar en eficiencia aquello que realiza aprendiendo de los errores que comete al hacerlo.



### Aplicaciones destacadas de la Inteligencia Artificial.

Las Aplicaciones de la Inteligencia Artificial son innumerables y en muchos casos están tan incrustadas en nuestro día a día que se vuelven invisibles a ojos de usuario. Se procede a enumerar las que para el autor son más destacadas.

- **Traducción de textos:** tal y como ya se explicó el lenguaje no está formado exclusivamente de símbolos con significado, hay también una gramática que es parte activa en el significado de estos. Para traducir un texto no basta con cambiar palabra a palabra si no que hace falta dotar al resultado de una forma tal que no pierda su significado original. En la actualidad Google utiliza redes neurales recursivas totalmente conectadas y con varias capas de profundidad con memoria selectiva para optimizar sus traducciones reduciendo el número de fallos a mínimos nunca vistos en frases inferiores a las 20 palabras.
- **Reconocimiento de imágenes:** Obtener información de una imagen ha sido uno de los grandes retos a los que se ha enfrentado la Inteligencia Artificial. En la actualidad es tarea de distintos tipos de redes neurales realizar estas inferencias. No obstante, existen otras técnicas igual de válidas para versiones reducidas del problema como es el caso de las máquinas de soporte vectorial para el reconocimiento de texto manuscrito, a pesar de que cuentan con bastantes limitaciones.
- **Coches autónomos:** en cierto modo son una aplicación de un caso bastante general del reconocimiento de imágenes, no obstante, suponen un paso muy grande hacia delante en nuestra capacidad de confiar en los sistemas inteligentes que construimos.

## Comentarios.

Las técnicas de aprendizaje en Inteligencia Artificial han adquirido una enorme popularidad en los últimos años pues han sido capaces de proporcionar muy buenos resultados a grandes problemas como el reconocimiento de imágenes, la traducción de textos, convertirse en sistemas expertos para jugar al ajedrez o al go e incluso ser capaces de realizar tareas artísticas como pintar cuadros imitando a autores de renombre o realizar música a partir de la de otros artistas.

No obstante, es un error obviar las técnicas de Inteligencia Artificial más tradicionales o incluso abandonarlas a favor de las nuevas basadas en el aprendizaje. Decir esto se fundamenta principalmente en que estas técnicas de inferencia están muy fuertemente ligadas a la probabilidad lo que hace que las respuestas que producen vengan acompañadas de un porcentaje de certeza.

Este tipo de algoritmos no deterministas son más que suficientes para resolver gran cantidad de problemas, no obstante, muchos otros problemas los complican en gran medida en aquellos casos en los que se requiere un grado de certeza en lo observado, así como un alto nivel de invariabilidad como son el caso de la robótica o la conducción autónoma donde es necesario aplicar algoritmos de filtrado sobre los datos obtenidos de una red neural.

Adicionalmente, este margen de error hace que dichas técnicas no puedan emplearse en cientos campos donde no se puede correr el riesgo de fallo ya sea debido a que haya vidas en juego o grandes cantidades de dinero. En estos casos y si otras técnicas más fiables no se desarrollaran o las existentes no lograran mejorarse lo suficiente los beneficios de la Inteligencia Artificial nunca se podrían llegar a aplicar.

A pesar de la longevidad de la Inteligencia Artificial en muchas de sus ramas esta es joven todavía. Queda mucho que investigar en este campo y son innumerables las aplicaciones de las técnicas que de el se obtienen. A pesar de que el camino hasta su situación actual ha sido largo y dificultoso todo apunta a que su futuro será más que próspero.

## Bibliografía

\*\* Ramon Lull, el Ars Magna y la Informática, Fernando Cuartero (2012)

<http://blogs.elpais.com/turing/2012/10/ramon-llull-el-ars-magna-y-la-informatica.html>

\*\* How Aristotle created the computer , Chris Dixon ( 2017)

<https://www.theatlantic.com/technology/archive/2017/03/aristotle-computer/518697/>

\*\*”Let us calculate!”: Leibniz, Lull and the computational imagination, Jonathan Gray (2016)

<https://publicdomainreview.org/2016/11/10/let-us-calculate-leibniz-llull-and-computational- imagination/>

\*\* A very short history of Artificial Intelligence, Gil Press (2016)

<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/12/30/a-very-short-history-of-artificial-intelligence-ai/#1bcfebbb6fba>

\*\* MIT Open Course Ware Artificial Intelligence, Patrick Henry Winston.

<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-034-artificial-intelligence-fall-2010/>

\*\* MIT Open Course Ware Machine Learning, Tommi Jaakkola.

<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-867-machine-learning-fall-2006/>

\*\* IBM Watson developer platform.

<https://www.ibm.com/watson/developer/>

\*\* Deep Mind Google projects.

<https://deepmind.com/applied/deepmind-google/>

\*\* Nvidia self-driving car.

<https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars/drive-platform/>