

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA



AUTORES:

WASHINGTON ALOSILLA ROBLES
MARCO AITARA MENDOZA
HORACIO MUÑOZ DURÁN
CARLOS ACEITUNO HUACANI

MERCEDES ANGELA CHOQUE FLORES - EDITORA



Washington Alosilla Robles

Es Doctor en Administración por la Universidad Alas Peruanas, Magister en Administración por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Magister en Administración Pública por la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Economista por la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. Actualmente estudiante del MBA en la Saint Leo University.



Horacio Muñoz Duran

Candidato a Doctor en Ciencias de la Educación, Maestro en Procesos Educativos, especialista en Métodos Estadísticos e Ingeniero Industrial. Ha sido catedrático en los niveles medio superior, superior y posgrado impartiendo las asignaturas de probabilidad y estadística, bioestadística, estrategias empresariales, tratamiento de datos cuantitativos, entre otras. Su línea de investigación versa sobre evaluación educativa en la temática de evaluación docente por alumnos. Imparte conferencias sobre metodología de la investigación y estadística aplicada.



Marco Aitara Mendoza

Licenciado en Educación por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Maestro en Ciencias de la Educación con mención en Evaluación y Acreditación Educativa de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. Docente estable de Educación Superior No Universitaria. Docente en diversos Institutos Superiores Pedagógicos Públicos, actual Director del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público "Enrique Pablo Mejía Tupayachi" del Distrito de Marangani - Canchis - Cusco.



Carlos Aceituno Huacani

Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y Doctor en Ciencias con mención en Economía y Gestión por la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, tiene un Diplomado en Metodología de la Investigación Científica por la Universidad de Celaya de México. Es autor y editor de libros especializados en investigación científica. Dirige REPALAIN en Tacna

WASHINGTON ALOSILLA ROBLES

MARCO AITARA MENDOZA

HORACIO MUÑOZ DURÁN

CARLOS ACEITUNO HUACANI

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL
E INVESTIGACION CIENTIFICA**

MERCEDES ANGELA CHOQUE FLORES - EDITORA

INTELIGENCIA ARTIFICIAL E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Derechos reservados

Autores:

© Washington Alosilla Robles

© Marco Aitara Mendoza

© Horacio Muñoz Durán

© Carlos Aceituno Huacani

Editado por:

Mercedes Angela Choque Flores

Avenida Capanique UC-28, Pocollay, Tacna, Perú

Teléfono: 00-51-993 656409

angie6_18@hotmail.com

Primera edición virtual, Junio 2023

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-03192

ISBN: 9786 120 085 875

La presente edición se puede compartir digitalmente sin solicitar la autorización de la editora.

Disponible en la página electrónica: www.repalain.com

INTELIGENCIA ARTIFICIAL E INVESTIGACION CIENTIFICA

Primera Edición

Washington Alosilla Robles

Es Doctor en Administración por la Universidad Alas Peruanas, Magister en Administración por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Magister en Administración Pública por la Universidad Católica Sedes Sapientiae, Economista por la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, ha sido Gerente Regional y de Desarrollo Social en el Gobierno Regional del Cusco, Gerente de Desarrollo Social Gobierno Regional de Madre de Dios, Gerente Comercial EPS Seda Cusco S.A., Gerente Comercial de la EPS SEMAPACH S.A. OTASS Chincha , Gerente General de la EPS SEMAPACH S.A. OTASS Chincha. Director Ejecutivo del Programa Mejoramiento Integral de Barrios (PMIB) del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Asimismo, participo en el “Taller sobre Aporte a Políticas Públicas de Proyectos financiados por COSUDE, Habana – Cuba” y en el curso “Community Development through Decentralization in the Andes Region at Japan International Cooperation Agency, Tokio - Japón”. Actualmente estudiante del MBA en la Saint Leo University

Marco Aitara Mendoza

Licenciado en Educación por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Maestro en Ciencias de la Educación con mención en Evaluación y Acreditación Educativa de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. Docente estable de Educación Superior No Universitaria. Docente en diversos Institutos Superiores Pedagógicos Públicos, actual Director del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Enrique Pablo Mejía Tupayachi” del Distrito de Marangani - Canchis - Cusco.

IV

Horacio Muñoz Durán

Candidato a doctor en Ciencias de la Educación, maestro en Procesos Educativos, especialista en Métodos Estadísticos e Ingeniero Industrial. Ha sido catedrático en los niveles medio superior, superior y posgrado impartiendo las asignaturas de probabilidad y estadística, bioestadística, estrategias empresariales, tratamiento de datos cuantitativos, entre otras. Su línea de investigación versa sobre evaluación educativa en la temática de evaluación docente por alumnos. Imparte conferencias sobre metodología de la investigación y estadística aplicada.

Carlos Aceituno Huacani

Es Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y Doctor en Ciencias con mención en Economía y Gestión por la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Es autor y editor de libros vinculados con la metodología de la investigación científica. Ha sido docente de maestrías y doctorados en Universidades de la región Sur Este del Perú. Ha cumplido el rol de asesor y jurado en tesis de pregrado y posgrado. Actualmente dirige Recursos para la Investigación en la ciudad de Tacna.

CONTENIDO

<i>Dedicatorias</i>	VI
<i>Agradecimientos</i>	VII
<i>Declaración de principios éticos</i>	VIII
<i>Equipo de apoyo</i>	IX
<i>Introducción</i>	X
<i>Prologo</i>	XII
<i>Primera parte: Definición y génesis de la Inteligencia Artificial</i>	1
<i>Segunda parte: Evolución de la Inteligencia Artificial</i>	11
<i>Tercera parte: Enfoques de la Inteligencia Artificial</i>	21
<i>Cuarta parte: Métodos y técnicas de la Inteligencia Artificial</i>	36
<i>Quinta parte: Programas más populares</i>	48
<i>Sexta parte: Usos potenciales</i>	54
<i>Setima parte: Software disponible</i>	76
<i>Octava parte: El futuro de la inteligencia artificial</i>	82
<i>Corolario</i>	89
<i>Referencias</i>	94

DEDICATORIAS

Con el eterno sentimiento de gratitud y reconocimiento para mis padres Humberto (+) Felicitas (+), a mi amada esposa Jules Jesenia, a mis adorados hijos Olenka Carmen y Gabriel Humberto a mi suegra Olga Farfán Palacios (+). Con el ánimo de desarrollo y bienestar a mi familia y mis amigos.

Washington Alosilla Robles

Con el infinito amor a mis padres Roberta (+), Salvador (+), mis hermanos Marina y Alipio (+), mis amados hijos(as) y a los estudiantes de Educación Superior No Universitaria.

Marco Aitara Mendoza

Con amor a los dos retoños que el Creador me ha permitido disfrutar al lado de mi esposa. La ternura, cariño, alegría que Elías y Sahily manifiestan son atributos naturales que fungen como fundamento de mi inspiración.

Horacio Muñoz Durán

Con todo cariño para mis padres Mariano Concepción (+) y Juana Julia, mi hermano Ramiro (+), mi esposa María Elena, mi hija María de Jesús Damaris, y mis suegros Severo (+) y Petronila (+)

Carlos Aceituno Huacani

AGRADECIMIENTOS

*Los autores queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a los integrantes del Comité Revisor conformado por: **Dra. Nivia Esther Gutiérrez De Gracia** de la Universidad de Chiriquí de Panamá; **Dra. Haydeé Quispe Berrios** de la Universidad Andina del Cusco, **Dr. Juan Huillca Ochoa** de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, **Dr. Juan Carlos Álvarez Negrón** de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, **Mtra. Roxana Cruz Chuyma** de la Universidad Alas Peruanas del Cusco, **PhD © Stephanie Ricardo Jiménez** de la Universidad de Colombia.*

Agradecer en la persona de Mercedes Angela Choque Flores, la paciencia del equipo de apoyo para lograr el objetivo de presentar este libro, documento que servirá de base para diversos estudios relacionados con el uso de la Inteligencia Artificial en la Investigación Científica. En ese entender agradecer al equipo de Repalain Cusco y Repalain Tacna por el apoyo desinteresado a esta noble causa.

Los autores

DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS ÉTICOS

Teniendo en cuenta que en los últimos tiempos el crecimiento de la producción científica ha sido exponencial debido al auge y uso de la Inteligencia Artificial nos vemos precisados de efectuar la declaración de principios éticos de la siguiente manera:

- 1. Los autores del presente libro en una primera etapa haciendo uso del brainstorming o lluvia de ideas, se ha generado consensos para organizar las ocho partes que tiene este libro.*
- 2. Una vez organizado las partes del libro y declarado los objetivos de cada parte, con la participación del equipo de apoyo se ha reunido la información dispersa en la red de redes y con el uso de la Inteligencia Artificial se ha consolidado la información para ser canalizada en blanco y negro*
- 3. Posteriormente haciendo uso de los métodos de comparación e indagación se ha compatibilizado la información disponible con documentos ya publicados por autores específicos como se detallan en las referencias.*
- 4. Se ha efectuado la citación correspondiente con el uso del Manual de Publicaciones de la American Psychological Association.*
- 5. Hacemos nuestra la recomendación del Comité Revisor en el sentido de informar sobre el uso de la Inteligencia Artificial en la construcción del presente libro.*
- 6. Nos reafirmamos en la frase consignada al final del documento: **“Los investigadores debemos utilizar la inteligencia artificial como una herramienta complementaria, sin renunciar a nuestro papel central en la creación y validación del conocimiento científico”***

Los autores

EQUIPO DE APOYO

Coordinadora Editorial:

Mercedes Ángela Choque Flores

Comité Revisor:

Dra. Nivia Esther Gutiérrez De Gracia

Dra. Haydeé Quispe Berrios

Dr. Juan Huillca Ochoa

Dr. Juan Carlos Álvarez Negrón

Mtra. Roxana Cruz Chuyma

PhD © Stephanie Ricardo Jiménez

Asesor legal:

Abogado y Maestro Raúl Huamani Benites

Asesor contable:

Consultores y Gestores TURMAN ASOCIADOS SAC.

turmanasociados@gmail.com

Diseño de primera cara:

Elvis Luis García Shanki – Design Market Perú – Tacna

designmarketperu@gmail.com

Diagramación:

Br. Karen Yenny Canaza Cruz

Cuidado de la Edición:

Br. Geydie Andreyana Cosi Lima

Compilación:

Br. Beverly Gin Chu Puyo

Coordinador de medios digitales:

Ing. Erick Alcca Zela

INTRODUCCIÓN

*Escribir sobre **Inteligencia Artificial** en tiempos de **Inteligencia Artificial** haciendo uso y abuso de esta ha sido todo un reto. Al empezar a estructurar el libro, supusimos que la Inteligencia Artificial había nacido con el siglo XXI, ¿cuan lejos de la realidad?*

En este contexto, debemos señalar que los primeros pininos de la Inteligencia Artificial se dieron todavía en el Siglo XIX; continuo su ascenso a lo largo del siglo pasado y desde los albores del presente siglo va en franco ascenso. Es durante la pandemia del Covid 19 que su crecimiento y desarrollo ha tenido avances considerables.

Desde luego debemos señalar que este libro se caracteriza por presentar información que otros autores ya han publicado. Sin embargo, consideramos que su ventaja radica en tenerla en un solo documento, que desde luego, es útil para la discusión académico. A veces decimos que quizás estemos haciendo ya la arqueología a la Inteligencia artificial.

*Al titularse **Inteligencia artificial e investigación científica** es deseo primigenio de los autores enfatizar que toda ayuda que permita acrecentar el caudal de conocimientos que significa hacer un buen uso de la metodología de investigación científica será valida en la medida que se reconozca la autoría. Sin embargo, las herramientas digitales que hacen uso de la inteligencia artificial, en muchos casos obvian este detalle que será siempre materia de discusión y debate académicos.*

Al analizar si la Inteligencia Artificial es una herramienta para el investigador o es al revés. Quisiéramos señalar que es el ser humano, quien dirige la investigación, sin embargo, al parecer, las maquinas en el tiempo, van a analizar los problemas, e intentar solucionarlos, esperemos no sea así.

*Antes de concluir con esta introducción, los autores tenemos la responsabilidad ética de informar a nuestros lectores, que para la construcción del presente libro se ha generado utilizando herramientas de **inteligencia artificial**.*

Desde luego, ha merecido el análisis y confrontación con bibliografía especializada sobre los temas consultados, porque a pesar de que es una gran ayuda, la información generada dista todavía de alcanzar al cerebro humano.

Los autores

PRÓLOGO

*Un viaje alucinante hacia el futuro de la tecnología. El libro **Inteligencia artificial e investigación científica** nos sumerge en el fascinante mundo de la Inteligencia Artificial y nos muestra cómo esta revolucionaria tecnología está transformando nuestras vidas. Desde máquinas que aprenden como los humanos hasta aplicaciones innovadoras en campos como la medicina y la seguridad, este libro te lleva de la mano a través de los avances más emocionantes y las tendencias clave de la Inteligencia Artificial.*

Con explicaciones claras y ejemplos prácticos, este libro es un recurso esencial para aquellos que desean comprender el potencial ilimitado de la Inteligencia Artificial y estar preparados para el futuro tecnológico que nos espera. ¿Estás listo para desbloquear las puertas del futuro? ¡No te pierdas esta fascinante lectura!



Isaí Ramírez Campero

Lic. en Ing. en Sistemas Computacionales, con maestría en Dirección de Proyecto.

República de México

PRIMERA PARTE

DEFINICIÓN Y GÉNESIS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Definiciones de la Inteligencia Artificial.

La inteligencia artificial es una rama de la informática que busca desarrollar sistemas y algoritmos capaces de realizar tareas que, de otro modo, requerirían la inteligencia humana. Estas tareas incluyen el aprendizaje, el razonamiento, la percepción, la comprensión del lenguaje natural, la resolución de problemas, la toma de decisiones, y la adaptación a situaciones nuevas.

En una primera aproximación podemos definir la Inteligencia Artificial como una ciencia que tiene como objetivo y construcción de máquinas capaces de imitar el comportamiento inteligente de las personas. Una rama especializada de la informática que investiga y produce razonamiento por medio de máquinas automáticas y que presente fabricar artefactos dotados de la capacidad de pensar. Lo específico de esta nueva ciencia estriba en el uso de la analogía del ordenador no solamente como método de trabajo e investigación sino también de interpretación de la realidad (Álvarez, 1994).

La inteligencia artificial es la rama de las ciencias computacionales que se encarga del diseño y construcción de sistemas capaces de realizar tareas asociadas con la inteligencia humana.

Ciencias computacionales. Son un campo interdisciplinario que se ocupa del estudio de los fundamentos teóricos y prácticos de la información y la computación. Centrándose en el diseño, desarrollo y análisis de algoritmos, estructuras de datos, sistemas de software y hardware, así como en la aplicación de estos conceptos a la solución de problemas en diversas áreas.

Inteligencia humana. Es un concepto complejo y multidimensional que se refiere a la capacidad de un individuo para adquirir conocimientos, aprender de la experiencia, adaptarse a nuevas situaciones, entender y manejar conceptos abstractos, y utilizar el razonamiento para resolver problemas y tomar decisiones.

En este contexto, la inteligencia artificial busca imitar, mejorar y ampliar algunas de las capacidades humanas a través de la creación de sistemas informáticos inteligentes.

La inteligencia artificial es una tecnología con capacidad de hacer pensar por sí sola una máquina. La tecnología que emplea una máquina artificial e inteligente está desarrollada por medio de una serie de algoritmos que le proporcionan la capacidad de interpretación, decisión y resolución de problemas de forma autónoma ante las señales que recibe (Revista de Robots, 2021).

Tipos de Inteligencia Artificial.

Russell y Norvig (2004) consideran cuatro tipos: dos están referidos a los procesos mentales y al razonamiento, mientras que los otros dos aluden a la conducta. Las definiciones de cada una de ellas se detallan a continuación:

- a. **Tecnología que se comporta y piensa como una persona.** Es un sistema capaz de tomar decisiones, de aprender y de resolver problemas. Lo hace imitando el comportamiento del sistema nervioso de un humano gracias a las Redes Neuronales Artificiales. Se les llama sistemas que piensan como humanos.
- b. **Tecnología que actúa como una persona.** Son sistemas artificiales capaces de repetir tareas emulando al hombre, tal y como realizan en la actualidad los robots. Son los denominados Sistemas que actúan como humanos.
- c. **Tecnología capaz de razonar en situaciones como lo haría un ser humano.** Aquí es donde se incluyen los denominados Sistemas Expertos. A ellos se les denomina Sistemas que piensan racionalmente.
- d. **Tecnología artificial que permite actuar como lo haría una persona.** Este sistema integra a los Agentes Inteligentes. Este tipo de Inteligencia Artificial fue identificado como organizaciones de “Agente Racional” o “Sistemas que actúan racionalmente”. Con estos softwares se ven los resultados clínicos o los agentes virtuales que analizan patrones en Internet (Revista de Robots, 2023).

Génesis de la Inteligencia Artificial

El origen de la inteligencia artificial, se remonta a las ideas y conceptos que surgieron durante los siglos XIX y XX. Abeluk y Gutiérrez (2021) sostienen que la matemática y pionera de la informática, Ada Lovelace, quién programó el primer algoritmo destinado a ser procesado por una máquina.

Adelantada a su época, especularon que la máquina podría actuar sobre otras cosas además de los números; el motor (la máquina) podría componer piezas musicales elaboradas y científicas de cualquier grado de complejidad o extensión. Años más tarde, la visión de Ada Lovelace es una realidad gracias a la Inteligencia Artificial (Abeliuk & Claudio, 2021).

En 1921, Karel Capek, un dramaturgo checo, introdujo la palabra Robot en la literatura a través de su obra de ciencia ficción denominado "*Rossum's Universal Robots*", donde exploró el concepto de personas artificiales a las que llamó Robots, Que proviene de la palabra "Robota" es decir esclavo (Abeliuk & Gutiérrez, 2021).

Robot, etimológicamente viene de la palabra checa *robot*, que viene a significar "labor forzada", servicio, o esclavo. Este nombre fue utilizado en el imperio austrohúngaro hasta 1848. La palabra inventada por Josef Capek sirve para designar a las máquinas trabajadoras o serviles. (Viso, 2006).

En 1936 Alan Turing propuso la denominada "máquina de Turing", un modelo teórico para una máquina de cómputo universal que podría resolver cualquier problema que pudiera ser descrito algorítmicamente.

Para diseñar su máquina, Turing sustentó su trabajo en las calculadoras que existían en aquella época, dándole a la computabilidad un significado más concreto y preciso, describiendo lo que hoy se conoce como algoritmo. De manera rápida, se puede visualizarse como una computadora idealizada en la que las operaciones elementales se descomponen hasta el límite. Considerándose el dispositivo teórico precursor de los computadores actuales, con dos salvedades: la cantidad de memoria que dispone es infinita y las operaciones más simples se descomponen lo más posible (García & Ramírez, 2014).

En 1937 Claude Shannon, desarrolló la teoría matemática de la comunicación, conocida como teoría de la información, convirtiéndose en la base fundamental para el desarrollo de la informática y la inteligencia artificial.

Esta teoría trata de un modelo de comunicación o, más exactamente, de una teoría de la información pensada en función de la cibernética, la cual es el estudio del funcionamiento de las máquinas, especialmente las máquinas electrónicas. Cuando Shannon habla de información, se trata de una unidad cuantificable que no tiene en cuenta el contenido del mensaje. El modelo de Shannon se aplica entonces a cualquier mensaje, independientemente de su significación. Esta teoría permite sobre todo estudiar la cantidad de información de un mensaje en función de la capacidad del medio (Galeano, 1997).

En 1943 Warren McCulloch y Walter Pitts, nos ofrecen el primer modelo matemático de la neurona, denominándolo *Threshold Logic Unit* sirviendo de inspiración para el desarrollo de otros modelos neuronales.

Walter Pitts, un genio atormentado, huyó de su hogar cuando era adolescente para cumplir su sueño: aprender lógica. En los años 40, el neurocientífico Warren McCulloch, al que Turing consideraba un charlatán, le acogió en su casa y juntos desarrollaron la primera teoría matemática del cerebro. La historia de estos dos científicos revolucionarios no tuvo un final feliz y su investigación siempre se asoció con la inteligencia artificial pese a que sus ideas iban mucho más allá (Sánchez, 2015).

En 1948 Norbert Wiener acuñó el término ***cibernética*** refiriéndose al estudio del control y la comunicación en máquinas y seres vivos. Años más adelante la cibernética se convirtió en una disciplina influyente en la evolución de la Inteligencia Artificial.

La cibernética es una disciplina interdisciplinaria que se ocupa del estudio de los sistemas de control y comunicación en organismos vivos, máquinas y organizaciones. Busca entender cómo los sistemas autorregulados, ya sean biológicos, mecánicos o sociales, procesan y transmiten información para lograr sus objetivos y mantener la estabilidad. Se basa en conceptos y principios de diversas disciplinas, como la matemática, la ingeniería, la física, la biología, la psicología y la sociología.

En 1956 a iniciativa de John McCarthy y contando con la participación de Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon, Julian Bigelow, D.M. Mackay, Ray Solomonoff, John Holland, Nathaniel Rochester, Oliver Selfridge, Allen Newell, Herbert Simon, celebraron una conferencia denominada *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* o simplemente **Dartmouth Conference**, con la siguiente declaración:

Proponemos que durante el verano de 1956 tenga lugar en el Dartmouth College en Hanover, Nuevo Hampshire un estudio que dure dos meses, para 10 personas. El estudio es para proceder sobre la base de la conjetura de que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, ser descrito con tanta precisión que puede fabricarse una máquina para simularlo. Se intentará averiguar cómo fabricar máquinas que utilicen el lenguaje, formen abstracciones y conceptos, resuelvan las clases de problemas ahora reservados para los seres humanos, y mejoren por sí mismas. Creemos que puede llevarse a cabo un avance significativo en uno o más de estos problemas si un grupo de científicos cuidadosamente seleccionados trabajan en ello conjuntamente durante un verano (McCarthy, Minsky, Rochester, & Shannon, 1955).

Como se aprecia, el mensaje principal de la Conferencia de Dartmouth fue la propuesta de que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede ser descrito con precisión que una máquina puede ser creada para simularlo (IDOC PUB, 2021).

En otras palabras, los organizadores creían que la inteligencia humana podía ser emulada por máquinas a través de la manipulación de símbolos y procesos computacionales.

Se puede considerar a este evento como fundacional de la Inteligencia Artificial, puesto que reunió a un grupo de científicos e investigadores interesados en el estudio de la Inteligencia Artificial, sentando las bases para el desarrollo y crecimiento de este campo de estudio.

Este enfoque optimista y ambicioso condujo a la investigación y el desarrollo en áreas clave de la Inteligencia Artificial, como el razonamiento simbólico, la representación del conocimiento, la planificación, la percepción y el aprendizaje automático, entre otros. Aunque la Inteligencia Artificial ha avanzado significativamente desde la Conferencia de Dartmouth, aún no se ha alcanzado la visión original de crear máquinas con una inteligencia similar a la humana en todos los aspectos. No obstante, la conferencia de Dartmouth fue un punto de partida crucial y un catalizador para el establecimiento de la Inteligencia Artificial como un campo de investigación científica y tecnológica.

En 1958 **Frank Rosenblatt**, desarrollo el perceptrón, un algoritmo de aprendizaje simple basado en una red neuronal artificial. Un perceptrón es una neurona artificial, y, por lo tanto, es una unidad de red neuronal; efectúa cálculos para detectar características o tendencias en los datos de entrada. Se trata de un algoritmo para el aprendizaje supervisado de clasificadores binarios. Este algoritmo fue uno de los primeros en demostrar la capacidad de las máquinas para aprender de los datos.

Entre 1960 a 1980 se desarrollaron sistemas expertos, los que se basaban en el conocimiento y la lógica para resolver problemas en dominios específicos, como el diagnóstico médico, la interpretación geológica y la planificación de rutas. Entre los notables sistemas expertos se tienen los siguientes:

- a. **Dendral.** Es un sistema experto basado en conocimientos que fue desarrollado en los años sesenta por el equipo dirigido por Edward Feigenbaum, Bruce Buchanan y Joshua Lederberg de la Universidad de Stanford. Fue uno de los primeros sistemas expertos en Inteligencia Artificial y se creó para abordar problemas en el campo de la química analítica, en particular, la determinación de la estructura molecular de compuestos orgánicos a partir de datos de espectrometría de masas.
- b. **MYCIN.** Es un sistema experto basado en conocimientos desarrollado en la década de 1970 en la Universidad de Stanford por Edward Shortliffe y sus colaboradores. Fue diseñado para diagnosticar y recomendar tratamientos para infecciones bacterianas, en particular, infecciones del sistema sanguíneo y del tracto urinario. Es uno de los primeros sistemas expertos en el campo de la medicina.
- c. **Prospector.** Es un sistema experto desarrollado en la década de 1970 en la Universidad de Stanford por un equipo liderado por Bruce Buchanan y Joshua Lederberg, en colaboración con científicos de la *United States Geological Survey*. El objetivo de Prospector era ayudar a los geólogos en la exploración de minerales y la evaluación de yacimientos minerales, particularmente en la búsqueda de depósitos de molibdeno en áreas montañosas de los Estados Unidos.

En 1986 Geoffrey Hinton, David Rumelhart y Ronald Williams desarrollaron el algoritmo de retropropagación, un método de aprendizaje supervisado para redes neuronales artificiales. Este avance permitió a las redes neuronales aprender de manera más efectiva y allanó el camino para el desarrollo de redes neuronales profundas.

La retropropagación, también conocida como *backpropagation* o propagación hacia atrás, es un algoritmo utilizado para entrenar redes neuronales artificiales, en particular las redes de alimentación hacia adelante, también conocido como *feedforward*. Es un método de aprendizaje supervisado que se basa en la minimización del error entre las salidas de la red y los valores objetivo o deseados. La retropropagación es una aplicación de la regla de la cadena del cálculo diferencial para ajustar los pesos de la red de manera eficiente.

En el presente siglo, desde el 2006 en adelante podemos mencionar el aprendizaje profundo como la última etapa en la evolución de la Inteligencia Artificial, se caracteriza por el auge del aprendizaje profundo. Las redes neuronales profundas, que son capaces de procesar grandes cantidades de datos y aprender automáticamente características de alto nivel, han impulsado avances significativos en áreas como la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de voz.

SEGUNDA PARTE

EVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La evolución de la Inteligencia Artificial se puede dividir en varias etapas, aunque es importante tener en cuenta que estas etapas no son estrictamente lineales y pueden solaparse en ciertos aspectos. A continuación, se describen algunas de las etapas clave en la evolución de la Inteligencia Artificial:

Primeros conceptos y fundamentos teóricos.

En este periodo se desarrollaron conceptos fundamentales y teorías que sentaron las bases de la inteligencia artificial, como la máquina de Turing, el Test de Turing y la teoría de la información.

- a. Máquina de Turing.** Es un modelo matemático y conceptual de computación propuesto por el matemático y lógico británico Alan Turing en 1936. La máquina de Turing se considera un modelo abstracto de una computadora y sirve como base para la teoría de la computabilidad y la complejidad computacional.

El concepto de la máquina de Turing es importante en la teoría de la computación porque proporciona una forma de describir algoritmos y procesos computacionales de manera rigurosa y abstracta. La tesis de Church-Turing, una afirmación fundamental en la teoría de la computación, sostiene que cualquier función computable puede ser calculada por una máquina de Turing. Aunque las máquinas de Turing son un modelo teórico y no una implementación práctica de una computadora, han sido fundamentales en el desarrollo de la informática y la comprensión de los límites y posibilidades de la computación.

La máquina de Turing, es el modelo de cómputo más prominente, entre otras razones por ser el primer modelo matemático de cómputo, claro, intuitivo y bien definido antes de la existencia de las computadoras; además, es la base de las teorías de computabilidad y complejidad computacional, proporcionando una herramienta de razonamiento conceptualmente simple y elegante. Sin embargo, este modelo resulta difícil de asimilar como un sistema de programación ya que, en nuestra opinión, se apega más al hardware o al lenguaje de máquina que a un lenguaje de alto nivel. El propósito principal de este artículo es acercar a la Máquina de Turing al ámbito de la teoría y práctica de la programación, para lo cual nos planteamos dos objetivos: el primero es presentarla como un lenguaje de programación; el segundo es responder a la cuestión de si un lenguaje particular es o no Turing-completo dentro del ámbito de los lenguajes de programación, es decir, sin apelar a la implementación directa de un simulador de la máquina de Turing en el lenguaje en consideración (Miranda Perea, Reyes Cabello, Reyes Sánchez, & González Huesca, 2013).

- b. Test de Turing.** Es un método de indagación en inteligencia artificial para determinar si un ordenador es capaz o no de pensar como un ser humano. Este test se llama así en honor a su autor, Alan Turing (1912-1954), uno de los más famosos expertos en informática teórica, criptoanálisis, biología teórica y matemáticas. Turing propuso que para decir que un ordenador posee verdadera inteligencia, este debe ser capaz de imitar las respuestas que daría un humano ante condiciones específicas (Rodríguez, 1996).

- c. Teoría de la información.** Es un campo interdisciplinario que estudia la cuantificación, almacenamiento, comunicación y manipulación de la información. Esta teoría se desarrolló en gran medida en la década de 1940 y 1950, con contribuciones clave de Claude Shannon, quien es considerado el Padre de la teoría de la información. Esta teoría ha sido fundamental para muchas disciplinas, como las matemáticas, la informática, la electrónica, la ingeniería de comunicaciones y la física; así como en el desarrollo de la era digital, influyendo en tecnologías como la compresión de datos, la criptografía, la comunicación inalámbrica, y la detección y corrección de errores.

Partida de nacimiento.

Esta etapa se caracterizó por el entusiasmo inicial y el optimismo en torno a la **Inteligencia Artificial**. Se llevaron a cabo investigaciones sobre cómo imitar aspectos de la inteligencia humana, como el razonamiento y el aprendizaje. Durante este período, se celebró la Conferencia de Dartmouth, que marcó el comienzo de la **Inteligencia Artificial** como un campo de investigación.

La Conferencia de Dartmouth fue un evento histórico en el campo de la inteligencia artificial. Tuvo lugar en 1956 en la Universidad de Dartmouth en Hanover, New Hampshire, Estados Unidos. La conferencia fue organizada por John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon, quienes fueron pioneros en el campo de la inteligencia artificial.

Figura 1

Los padres de la inteligencia artificial.



Fuente: disponible en <https://blogthinkbig.com>

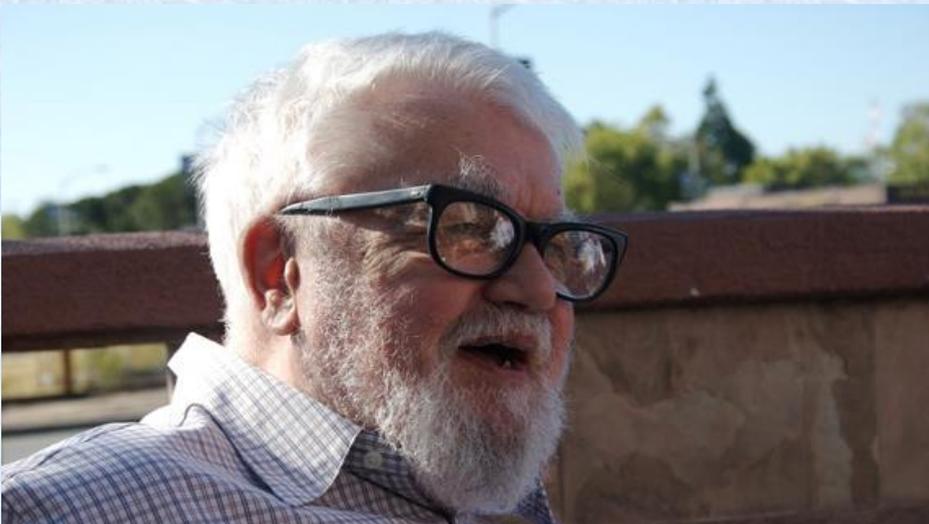
La conferencia, nació porque los jóvenes matemáticos John McCarthy y Marvin Minsky empezaron a desarrollar una teoría sobre máquinas inteligentes. Ambos expusieron su visión a Rochester y Claude Shannon con la idea de organizar una conferencia de forma conjunta. Con su apoyo, consiguieron los fondos para este evento que hoy se considera la cuna de la inteligencia artificial. La pregunta que se planteó en esta conferencia era sobre si los expertos eran capaces de describir el aprendizaje y la inteligencia humana con suficiente detalle como para después poder ser reproducidos por un ordenador (THINKBIG, 2021).

La propuesta original para la conferencia declaró que "todos los aspectos del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia pueden, en principio, describirse con tanta precisión que una máquina puede ser construida para simularla".

La Conferencia de Dartmouth es considerada como el nacimiento de la inteligencia artificial como un campo de investigación independiente. Aunque la conferencia en sí misma no produjo avances técnicos significativos, sí logró reunir a un grupo de investigadores apasionados que se convirtieron en líderes en el campo de la inteligencia artificial. La conferencia también estableció un enfoque interdisciplinario para el estudio de la inteligencia artificial, combinando conocimientos de matemáticas, psicología, lingüística, filosofía, neurociencia y ciencias de la computación.

Figura 2

John McCarthy, padre de la inteligencia artificial



Fuente: Wikimedia Commons

Inicio de la inteligencia artificial como campo de investigación.

La conferencia de Dartmouth en 1956 marcó el inicio de la inteligencia artificial como campo académico y de investigación. Los primeros enfoques se centraron en la construcción de máquinas que pudieran imitar la inteligencia humana mediante la manipulación de símbolos y la lógica.

Mientras Turing es considerado como el creador de la inteligencia artificial, Marvin Minsky es considerado como uno de los grandes impulsores de ésta. Tenía un sueño visionario que era dotar las máquinas con inteligencia humana. Partía del hecho de que la inteligencia humana era el resultado de una interacción de muchas partes no inteligentes, que se podría recrear en las máquinas. A parte de sus contribuciones en la explicación de fenómenos de la cognición, de la comprensión del lenguaje, de la percepción visual, y de la robótica, Minsky creó en 1951 la primera red neuronal artificial capaz de aprender, llamada SNARC. Utilizando componentes analógicos y electromecánicos, se fabricaron 40 neuronas y se conectaron a una red, en la que cada neurona se diseñó utilizando un condensador para la memoria a corto plazo y un potenciómetro para la memoria a largo plazo. Mediante este mecanismo, lograron darle recompensas positivas a la máquina para que aprendiera cómo salir de un laberinto ficticio. El científico lo llevó a cabo para experimentar con la noción de aprendizaje automático o, como lo conocemos ahora, con el *Machine Learning*. (Block, 2023).

Sistemas expertos y enfoque en el conocimiento.

Entre los años de 1960 a 1980, se desarrollaron sistemas expertos que utilizaban bases de conocimientos y reglas de inferencia para resolver problemas en dominios específicos. Estos sistemas, como DENDRAL y MYCIN, demostraron la capacidad de las máquinas para razonar y tomar decisiones basadas en el conocimiento humano codificado en forma de reglas y heurísticas. Dendral fue uno de los primeros sistemas expertos en inteligencia artificial y se desarrolló en la Universidad de Stanford. Fue diseñado principalmente por el científico informático Edward Feigenbaum, el químico Carl Djerassi y el químico computacional Joshua Lederberg. Su propósito principal fue ayudar a los químicos en la identificación de compuestos orgánicos desconocidos, a partir de sus datos de espectrometría de masas y otras pruebas espectrales.

El DENDRAL es el primer Sistema Experto en ser utilizado para propósitos reales, al margen de la investigación computacional, y durante aproximadamente 10 años, el sistema tuvo cierto éxito entre químicos y biólogos, ya que facilitaba enormemente la inferencia de estructuras moleculares, dominio en el que Dendral estaba especializado. (Turban, 1995)

Este sistema experto ayudó a los químicos a inferir la estructura de los componentes químicos tomando como fuente los datos del espectro de masa. Partiendo de la técnica de generar y probar la cual depende de la forma en la que se desarrolla el espacio de estados y de predecir que ramas conducirán a la solución, hasta que profundidad se debe explorar una rama sin que se pierda una posible solución.

Auge de las redes neuronales y el aprendizaje de máquina.

En esta etapa, el enfoque cambió hacia el aprendizaje a partir de datos y la adaptación. Con la introducción del algoritmo de retropropagación en 1986, las redes neuronales artificiales comenzaron a ganar popularidad y mostraron un potencial significativo para aprender a partir de datos.

La retropropagación es una herramienta o algoritmo necesario para hacer mejoras cuando se experimentan malos resultados en el aprendizaje de la máquina y la minería de datos. Cuando se proporcionan muchos datos al sistema y las soluciones correctas por un modelo como las redes neuronales artificiales, el sistema generalizará los datos y comenzará a encontrar los datos. Por ejemplo, en la obtención de imágenes, se hace una máquina que aprende de sus errores y mejora su funcionalidad después de haber fallado en sus funciones. El sistema elaborará la solución y, tras el fallo, adivinará otra solución al problema por sí mismo (Data Science, 2023).

Como se aprecia, la inteligencia artificial al cambiar hacia modelos conexionistas como las redes neuronales artificiales, permitió un mejor entrenamiento de las mismas y condujo a avances significativos en el aprendizaje automático.

“El uso más común de la retropropagación se da en el aprendizaje automático, para Entrenar Redes Neuronales Artificiales. Este algoritmo utiliza el descenso de gradiente para el proceso de aprendizaje cambiando el peso de cada error” (DATA SCIENCE, 2020).

Auge de la robótica y agentes inteligentes.

Durante este período, la robótica y los agentes inteligentes ganaron prominencia en la investigación de la inteligencia artificial. Los investigadores trabajaron en sistemas autónomos que podían interactuar con su entorno y tomar decisiones basadas en la información recopilada.

Un agente inteligente, es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno de manera racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. Es capaz de percibir su medio ambiente con la ayuda de sensores y actuar en ese medio utilizando actuadores (elementos que reaccionan a un estímulo realizando una acción). Un agente inteligente puede ser una entidad física o virtual. (Universidad EIA, 2023)

Aprendizaje automático.

La creciente disponibilidad de datos digitales impulsó avances en el aprendizaje automático y la minería de datos. Los algoritmos de aprendizaje automático, como las máquinas de vectores de soporte y los bosques aleatorios, se volvieron populares en esta etapa.

“El aprendizaje automático o Machine Learning en inglés, es una rama de la inteligencia artificial. Se utilizan algoritmos con reglas matemáticas, estos permiten a las computadoras aprender imitando en cierta manera la forma de aprendizaje de los humanos” (Vorobioff, Cerrotta, Morel, & Amadio, 2022).

Existen muchas técnicas del aprendizaje automático tales como los árboles de decisión o diferentes clasificadores. Mediante el aprendizaje automático una máquina aprende automáticamente de datos pasados y ajusta sus parámetros sin programar explícitamente. El objetivo del aprendizaje automático es permitir que las máquinas adquieran conocimientos y aprendan de los datos para brindar resultados precisos (Vorobioff, Cerrotta, Eneas Morel, & Amadio, 2022).

La minería de datos es el proceso de hallar anomalías, patrones y correlaciones en grandes conjuntos de datos para predecir resultados. Empleando una amplia variedad de técnicas, puede utilizar esta información para incrementar sus ingresos, recortar costos, mejorar sus relaciones con clientes, reducir riesgos y más (SAS, 2023).

Aprendizaje profundo

La última etapa en la evolución de la inteligencia artificial ha sido impulsada por el auge del aprendizaje profundo y la disponibilidad de grandes cantidades de datos. Las redes neuronales profundas han demostrado ser muy efectivas en tareas como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento del lenguaje natural y la traducción automática. Esta etapa ha sido testigo de una rápida adopción y aplicación de la inteligencia artificial en una amplia gama de industrias. Las redes neuronales convolucionales y las redes neuronales recurrentes, han permitido avances significativos en la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de voz.

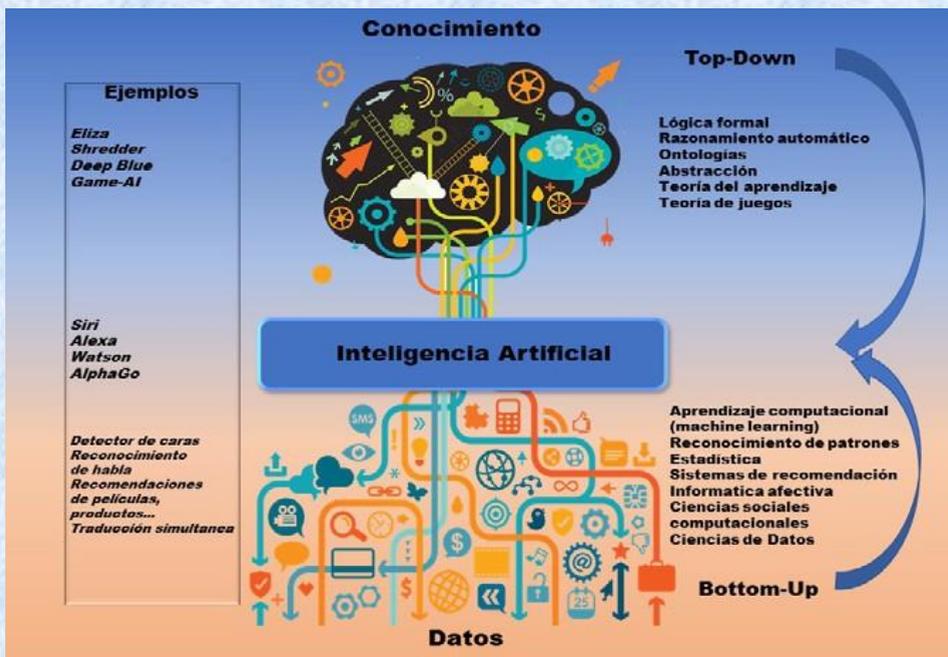
TERCERA PARTE

ENFOQUES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial se ha abordado a lo largo de la historia mediante varios enfoques que buscan imitar y mejorar la inteligencia humana.

Figura 3

Ejemplos de sistemas top-down y sistemas bottom-up



Fuente: Disponible en: <https://ellisalicante.org/book/historia-de-la-inteligencia-artificial>

Desde las dos aproximaciones distintas a la Inteligencia Artificial por parte de Wiener (basada en datos) y Mc Carthy (basada en la lógica), ha existido cierto enfrentamiento entre dos escuelas de pensamiento en la Inteligencia Artificial: el enfoque **simbólico-lógico** o top-down originalmente llamado *neat*; y el enfoque basado en datos, **conexionista** o bottom-up -originalmente conocido como *scruffy*. Son abordajes muy distintos conceptualmente (Oliver, 2023).

Enfoque simbólico.

El simbólico, top-down, de arriba a abajo, postulaba que las máquinas, para razonar, debían seguir un conjunto de reglas predefinidas y unos principios de la lógica. La idea es programar en la máquina el conocimiento que poseemos los humanos, de forma que después, aplicando las reglas que también han sido enseñadas previamente, el ordenador pueda derivar conocimiento nuevo (Oliver, 2023).

También conocido como inteligencia artificial simbólica o basada en reglas, Este enfoque se centra en la representación y manipulación del conocimiento utilizando símbolos y reglas. Los sistemas expertos, que utilizan bases de conocimientos y motores de inferencia para resolver problemas en dominios específicos, son ejemplos de este enfoque.

“El paradigma simbólico es el enfoque bajo el que se comenzó a desarrollar la inteligencia artificial, en el que la inteligencia se considera la resultante de agrupar conceptos para formar estructuras, las cuales se manipulan para producir enunciados” (UTECH, 2023).

La investigación, entonces, se centraba en la sistematización formal de ese proceso. Allen Newell y Herbert Simon, referentes de este paradigma, consideraban que un sistema formal de símbolos posee los medios necesarios y suficientes para producir acciones inteligentes. Este paradigma primó hasta fines de la década de los '80, cuando quedó claro que se trataba de un enfoque demasiado general, y que ni la investigación ni los avances tecnológicos serían suficientes para superar sus limitaciones (UTECONOTICIAS, 2024).

Los principales componentes y conceptos del enfoque simbólico son:

- a. **Representación del conocimiento:** El conocimiento en el enfoque simbólico se representa mediante estructuras de datos y relaciones entre ellas, como grafos, árboles y marcos. Estas representaciones pueden incluir hechos, reglas, conceptos y relaciones que describen el mundo o el dominio del problema.
- b. **Razonamiento lógico:** El enfoque simbólico utiliza sistemas lógicos formales, como la lógica proposicional y la lógica de predicados, para deducir nuevos hechos a partir del conocimiento existente. Esto implica aplicar reglas de inferencia y algoritmos de búsqueda para encontrar soluciones a los problemas.
- c. **Planificación:** Es otro aspecto del enfoque simbólico, donde el sistema debe generar planes o secuencias de acciones para alcanzar un objetivo específico, dados los hechos y restricciones del mundo.

- d. **Sistemas basados en reglas:** Un sistema basado en reglas es un conjunto de reglas de producción que especifican cómo se debe inferir nuevo conocimiento a partir del conocimiento existente. Estas reglas suelen tener una forma condicional, donde si se cumplen ciertas condiciones, se pueden inferir ciertas conclusiones. Los sistemas expertos son ejemplos típicos de sistemas basados en reglas en la inteligencia artificial simbólica.

- e. **Lenguajes de programación simbólica:** Los lenguajes de programación como *Lisp* y *Prolog* fueron diseñados específicamente para la manipulación de símbolos y la programación en el enfoque simbólico de la inteligencia artificial.

El enfoque simbólico ha sido exitoso en varias aplicaciones de inteligencia artificial, como sistemas expertos, solución de problemas algebraicos y geométricos, demostración de teoremas y razonamiento basado en casos. Sin embargo, también enfrenta desafíos como la dificultad de adquirir y representar el conocimiento del mundo de manera completa y precisa, y la necesidad de lidiar con la ambigüedad y la incertidumbre en el razonamiento.

A pesar de que en las últimas décadas ha existido un cambio hacia enfoques de inteligencia artificial basados en aprendizaje automático y conexionismo, el enfoque simbólico sigue siendo relevante y se utiliza en combinación con otros enfoques en sistemas híbridos de inteligencia artificial y en áreas como el razonamiento común y la representación del conocimiento.

Enfoque conexionista.

Este enfoque se basa en la idea de que la inteligencia surge de la interacción de muchas unidades simples de procesamiento, inspiradas en las neuronas biológicas. Las redes neuronales artificiales y el aprendizaje profundo son ejemplos de técnicas conexionistas.

La escuela *bottom-up* –de abajo a arriba– proponía que la Inteligencia Artificial debía inspirarse en la biología, aprendiendo a partir de la observación y de la interacción con el mundo físico, esto es, de la experiencia. Según este enfoque, para aspirar a crear inteligencia artificial, se debe proporcionar a los ordenadores observaciones de las que aprender. Esto conlleva entrenar algoritmos a partir de miles de ejemplos de lo que se quiere que aprendan. En la escuela *bottom-up* destacarían la percepción computacional; el aprendizaje automático estadístico *machine learning*; el aprendizaje con refuerzo; los métodos de búsqueda; los sistemas de agentes; la robótica; el razonamiento con incertidumbre, entre otros. (Oliver, 2023)

El enfoque conexionista se basa en la idea de que el procesamiento y almacenamiento de información ocurre en redes de unidades interconectadas, de manera similar a cómo se cree que funciona el cerebro humano. Este enfoque se centra en el uso de redes neuronales artificiales como modelo de computación para resolver problemas y aprender patrones en los datos.

Las redes neuronales artificiales son sistemas de procesamiento paralelo y distribuido, compuestos por unidades de procesamiento llamadas neuronas artificiales.

Estas neuronas están organizadas en capas y se conectan entre sí mediante enlaces ponderados que representan la fuerza de las conexiones. La información se procesa a través de la propagación de señales de activación en la red.

El enfoque conexionista se basa en los siguientes conceptos clave:

- a. **Aprendizaje automático:** El aprendizaje en las redes neuronales se logra ajustando los pesos de las conexiones entre las neuronas durante el entrenamiento. Uno de los algoritmos más populares para el aprendizaje supervisado en redes neuronales es el algoritmo de retropropagación del error, que ajusta los pesos utilizando gradientes descendentes.
- b. **Generalización:** Las redes neuronales tienen la capacidad de generalizar a partir de ejemplos de entrenamiento, lo que significa que pueden aprender a reconocer patrones en los datos y aplicar ese conocimiento a nuevos datos nunca vistos.
- c. **Tolerancia a fallos:** Dado que la información se procesa y almacena de manera distribuida en la red, las redes neuronales pueden ser tolerantes a fallos. Esto significa que pueden seguir funcionando correctamente incluso cuando algunas de sus neuronas o conexiones fallan.

- d. **Procesamiento paralelo:** Las redes neuronales artificiales están diseñadas para funcionar de manera paralela, lo que permite un procesamiento rápido y eficiente de la información.

El enfoque conexionista ha sido ampliamente utilizado en una variedad de aplicaciones de inteligencia artificial, incluyendo reconocimiento de patrones, clasificación, predicción y control.

El auge del aprendizaje profundo, que utiliza redes neuronales con muchas capas ocultas (*deep neural networks*) para resolver problemas más complejos, ha llevado a avances significativos en áreas como el procesamiento del lenguaje natural, la visión por computadora y la generación de texto.

Enfoque evolutivo.

El enfoque evolutivo de la inteligencia artificial se inspira en la teoría de la evolución biológica de Darwin y se basa en el concepto de selección natural y evolución de las especies. Este enfoque busca optimizar y mejorar las soluciones a problemas complejos a través de procesos similares a los que ocurren en la naturaleza, como la reproducción, la mutación y la selección.

En este enfoque, las técnicas más comunes son los algoritmos evolutivos y la programación genética. Estos métodos permiten explorar el espacio de posibles soluciones mediante el uso de poblaciones de candidatos y la aplicación de operadores evolutivos como la selección, la mutación y la recombinación.

Los algoritmos evolutivos son métodos de optimización y búsqueda de soluciones basados en los postulados de la evolución biológica. En ellos se mantiene un conjunto de entidades que representan posibles soluciones, las cuales se mezclan, y compiten entre sí, de tal manera que las más aptas son capaces de prevalecer a lo largo del tiempo, evolucionando hacia mejores soluciones cada vez.

Los algoritmos evolutivos, y la computación evolutiva, son una rama de la inteligencia artificial. Son utilizados principalmente en problemas con espacios de búsqueda extensos y no lineales, en donde otros métodos no son capaces de encontrar soluciones en un tiempo razonable.

“Siguiendo la terminología de la teoría de la evolución, las entidades que representan las soluciones al problema se denominan individuos o cromosomas, y el conjunto de estos, población” (Rivas, 2011).

Los individuos son modificados por operadores genéticos, principalmente el cruce, que consiste en la mezcla de la información de dos o más individuos; la mutación, que es un cambio aleatorio en los individuos; y la selección, consistente en la elección de los individuos que sobrevivirán y conformarán la siguiente generación. Dado que los individuos que representan las soluciones más adecuadas al problema tienen más posibilidades de sobrevivir, la población va mejorando gradualmente (Rivas, 2011).

En este enfoque las técnicas más comunes son:

- a. **Algoritmos evolutivos:** Los algoritmos evolutivos son una familia de métodos de optimización basados en la evolución natural. En estos algoritmos, se crea una población inicial de soluciones candidatas (individuos), que se evalúa y se selecciona según su aptitud (desempeño en la tarea a resolver). Luego, se aplican operadores como la mutación y la recombinación para generar nuevas soluciones a partir de las soluciones existentes. Este proceso se repite a lo largo de varias generaciones hasta que se encuentra una solución satisfactoria o se alcanza un criterio de detención.

- b. **Programación genética:** La programación genética es una técnica de inteligencia artificial que evoluciona programas de computadora en lugar de soluciones numéricas o representaciones de datos. En este enfoque, los programas candidatos (individuos) se representan utilizando estructuras de árbol, y se aplican operadores evolutivos como la mutación y la recombinación (crossover) para generar nuevos programas. La aptitud de cada programa se evalúa ejecutándolo en un conjunto de problemas y midiendo su desempeño.

Enfoque probabilístico.

Este enfoque utiliza técnicas estadísticas y de teoría de probabilidad para modelar y razonar acerca de la incertidumbre en el conocimiento y la toma de decisiones. Los modelos gráficos probabilísticos, como las redes bayesianas y las redes de Markov, son ejemplos de este enfoque.

Los principales conceptos y técnicas asociados con el enfoque probabilístico de la inteligencia artificial incluyen:

- a. **Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad:** En este enfoque las incertidumbres se modelan utilizando variables aleatorias y distribuciones de probabilidad. Una variable aleatoria puede representar un evento o una cantidad incierta, y su distribución de probabilidad describe cómo se distribuyen las posibles realizaciones de esa variable.
- b. **Inferencia bayesiana:** Es un método de razonamiento probabilístico que se basa en el teorema de Bayes para actualizar la probabilidad de una hipótesis a medida que se recopila nueva evidencia. Esta técnica permite combinar la información previa con los datos observados para hacer predicciones y tomar decisiones.
- c. **Modelos gráficos probabilísticos:** Estos modelos como las redes bayesianas y las redes de Markov, son representaciones gráficas de las dependencias entre variables aleatorias. Permiten simplificar y visualizar la estructura de un problema de razonamiento probabilístico y facilitar la inferencia y la toma de decisiones.
- d. **Algoritmos de muestreo y aproximación:** En muchos problemas de Inteligencia Artificial la inferencia exacta puede ser computacionalmente costosa o inviable. Por lo tanto, se utilizan algoritmos de muestreo y aproximación, como el muestreo de Monte Carlo y la propagación de creencias, para estimar las distribuciones de probabilidad y realizar inferencias de manera eficiente.

- e. **Aprendizaje automático probabilístico:** En el aprendizaje automático probabilístico, se utilizan modelos y técnicas probabilísticas para aprender patrones en los datos y hacer predicciones. Ejemplos de estos enfoques incluyen el análisis de componentes principales probabilístico (PPCA), las máquinas de vectores de soporte (SVM) y los modelos de mezclas gaussianas (GMM).

El enfoque probabilístico ha demostrado ser efectivo en una amplia gama de aplicaciones de IA, como el reconocimiento de patrones, la clasificación, la fusión de sensores, la visión por computadora, el procesamiento del lenguaje natural y la robótica.

Al abordar explícitamente la incertidumbre y permitir el razonamiento en presencia de datos incompletos y ruidosos, este enfoque proporciona una base sólida para la toma de decisiones y la modelización en muchos problemas de inteligencia artificial.

Enfoque basado en agentes.

El enfoque multiagente de la inteligencia artificial se centra en el diseño, análisis y desarrollo de sistemas que están compuestos por múltiples agentes autónomos e interactivos.

Un agente es una entidad que puede percibir su entorno, razonar sobre sus percepciones y actuar en base a sus razonamientos para lograr sus objetivos.

En un sistema multiagente, los agentes colaboran, coordinan, negocian y compiten entre sí para lograr objetivos individuales o colectivos.

Los principales conceptos y componentes del enfoque multiagente incluyen:

- a. **Agentes autónomos:** Los agentes en un sistema multiagente tienen autonomía para tomar decisiones y actuar en base a sus objetivos y creencias, sin la intervención directa de un usuario o un controlador central.
- b. **Comunicación entre agentes:** Los agentes en un sistema multiagente deben ser capaces de comunicarse e intercambiar información entre ellos, lo que a menudo implica el uso de lenguajes de comunicación de agentes y protocolos de interacción.
- c. **Coordinación y cooperación:** La coordinación y la cooperación entre agentes son cruciales para lograr objetivos compartidos y resolver problemas que requieren la participación de múltiples agentes. Las técnicas de coordinación incluyen el intercambio de información, la negociación y la toma de decisiones conjunta.
- d. **Negociación y resolución de conflictos:** Los agentes en un sistema multiagente pueden tener objetivos conflictivos o competir por recursos limitados. En estos casos, es necesario utilizar métodos de negociación y resolución de conflictos para llegar a acuerdos y distribuir los recursos de manera eficiente y justa.

- e. **Aprendizaje y adaptación:** Los agentes en un sistema multiagente deben ser capaces de aprender y adaptarse a las acciones de otros agentes y a las condiciones cambiantes del entorno. El aprendizaje en sistemas multiagente puede ser individual o colectivo, y puede involucrar técnicas de aprendizaje supervisado, no supervisado y por refuerzo.

El enfoque multiagente de la inteligencia artificial se ha aplicado en una amplia variedad de áreas y problemas, como la robótica cooperativa, el comercio electrónico, la optimización distribuida, el control de tráfico y la gestión de recursos. Este enfoque es especialmente relevante en situaciones en las que es ventajoso o necesario dividir un problema en subproblemas y distribuir el trabajo entre diferentes agentes, ya sea para mejorar la eficiencia, la escalabilidad o la tolerancia a fallos.

Aprendizaje por refuerzo.

Este enfoque se basa en la idea de que un agente puede aprender a tomar decisiones óptimas a través de la interacción con su entorno y recibiendo retroalimentación en forma de recompensas o castigos. El aprendizaje por refuerzo ha sido aplicado con éxito en áreas como el control de robots, la toma de decisiones en juegos y la optimización de sistemas.

El aprendizaje por refuerzo es un enfoque de la inteligencia artificial que se centra en entrenar a agentes para aprender a tomar decisiones y realizar acciones en un entorno dinámico.

Este enfoque se basa en la idea de que un agente puede aprender a partir de la retroalimentación que recibe en forma de recompensas o castigos, de manera similar a cómo los animales y humanos aprenden a través de la experiencia y la interacción con su entorno. Los componentes principales del aprendizaje por refuerzo son:

- a. **Agente:** El agente es la entidad que toma decisiones y realiza acciones en el entorno. El objetivo del agente es aprender una estrategia que maximice la recompensa acumulada a lo largo del tiempo.
- b. **Entorno:** El entorno es el espacio en el que el agente interactúa y en el que realiza acciones. El entorno puede ser simple o complejo, y puede ser determinista o estocástico, lo que significa que las transiciones de estado pueden ser predecibles o aleatorias.
- c. **Estados:** Un estado es una descripción del entorno en un momento específico. El agente utiliza información del estado actual para decidir qué acción tomar.
- d. **Acciones:** Las acciones son las opciones disponibles para el agente en cada estado. Al elegir una acción, el agente influye en el entorno y en el siguiente estado.
- e. **Recompensas:** Son la retroalimentación que el agente recibe del entorno como resultado de realizar una acción. Las recompensas pueden ser positivas (reforzando la acción) o negativas (castigando la acción). El objetivo del agente es aprender a elegir acciones que maximicen la recompensa acumulada a lo largo del tiempo.

Existen varios algoritmos y enfoques de aprendizaje por refuerzo, que incluyen métodos basados en la programación dinámica (como la iteración de valores y la iteración de políticas), métodos de diferencias temporales (como *Q-learning* y *SARSA*), y métodos basados en la optimización de políticas (como el método de gradiente de política y el aprendizaje profundo por refuerzo).

El aprendizaje por refuerzo ha sido aplicado con éxito en una variedad de problemas y áreas, como el control de robots, juegos (por ejemplo, ajedrez, Go, póker), optimización de recursos, recomendación de contenido y vehículos autónomos.

Enfoque de lógica difusa.

La lógica difusa es una extensión de la lógica clásica que permite trabajar con conceptos vagos o imprecisos. En este enfoque, se utilizan conjuntos difusos y reglas de inferencia para modelar y razonar acerca de problemas con información incierta o ambigua.

Cabe destacar que todos estos enfoques no son mutuamente excluyentes, y a menudo se combinan en aplicaciones de inteligencia artificial para abordar diferentes aspectos de un problema. La elección del enfoque o técnica adecuada depende del problema específico y de las características del dominio en el que se aplica la inteligencia artificial.

CUARTA PARTE

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial emplea una variedad de **métodos** y **técnicas** para abordar problemas y lograr objetivos específicos. Así tenemos:

Redes neuronales artificiales (ANN).

Inspiradas en las neuronas biológicas, las ANN son sistemas de procesamiento paralelo compuestos por nodos interconectados llamados "neuronas artificiales". Estas redes pueden aprender de los datos y adaptarse a través de un proceso de entrenamiento que ajusta los pesos de las conexiones entre neuronas.

Las redes neuronales artificiales inspiradas en modelos biológicos son una nueva forma de computación; representan un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles; estas redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico (Ruiz & Basualdo, 2001).

Figura 4

Representación gráfica de redes neuronales artificiales



Fuente: Disponible en: <https://blog.es.logicalis.com/analytics/redes-neuronales-artificiales-funcionamiento-y-aplicacion-al-negocio>

Aprendizaje profundo.

El aprendizaje profundo (*deep learning* en inglés) es un subcampo del aprendizaje automático (machine learning) que se centra en el desarrollo y uso de modelos de redes neuronales artificiales, especialmente aquellos con múltiples capas. Estas redes neuronales imitan el funcionamiento de las neuronas biológicas y permiten a los algoritmos aprender de manera automática y adaptarse a nuevos datos.

El aprendizaje profundo ha sido particularmente exitoso en tareas como el reconocimiento de imágenes, la comprensión del lenguaje natural, la traducción automática, la síntesis de voz, el análisis de sentimientos, el reconocimiento de voz y el juego de ajedrez y Go, entre otros.

Una de las razones del éxito del aprendizaje profundo es la capacidad de las redes neuronales para aprender automáticamente características jerárquicas y representaciones abstractas de los datos. Esto permite que el modelo aprenda patrones complejos y relaciones no lineales en los datos, lo cual es esencial para resolver tareas difíciles. El aprendizaje profundo ha experimentado un rápido desarrollo en la última década, impulsado por el aumento de la potencia de cálculo, la disponibilidad de grandes conjuntos de datos y los avances en algoritmos y arquitecturas de redes neuronales.

El aprendizaje profundo es una subárea del aprendizaje automático basada en redes neuronales profundas, que constan de múltiples capas de neuronas. Las redes convolucionales (CNN) y las redes recurrentes (RNN) son ejemplos de arquitecturas de aprendizaje profundo utilizadas para tareas como reconocimiento de imágenes y procesamiento del lenguaje natural.

Las redes neuronales convolucionales (*Convolutional Neural Networks*, CNN) son un tipo de arquitectura de red neuronal artificial diseñada específicamente para procesar y analizar datos con una estructura similar a la de una cuadrícula, como imágenes, audio o series temporales. Las CNN han demostrado ser muy eficaces en tareas como el reconocimiento de imágenes, la clasificación de objetos y la detección de características.

Las redes convolucionales han sido un componente clave en el éxito del aprendizaje profundo, ya que han permitido a los modelos aprender características relevantes de manera eficiente y con menor cantidad de parámetros que las redes neuronales densas, lo que reduce el riesgo de sobreajuste y mejora el rendimiento en muchas tareas.

Las redes neuronales recurrentes (*Recurrent Neural Networks*, RNN) son un tipo de arquitectura de red neuronal artificial diseñada para procesar y modelar secuencias de datos y datos temporales. A diferencia de las redes neuronales feedforward (como las redes convolucionales), las redes recurrentes tienen conexiones cíclicas o bucles, lo que les permite mantener un "estado interno" o "memoria" que puede ser útil para procesar secuencias de datos de longitud variable y aprender patrones temporales. Estas redes son especialmente adecuadas para tareas como el análisis de sentimiento o minería de opinión, la traducción automática, la generación de texto, el reconocimiento de voz y la predicción de series temporales, entre otros.

El análisis de sentimiento, también conocido como minería de opinión o clasificación de emociones, es una tarea de procesamiento del lenguaje natural (NLP) que consiste en identificar y extraer la polaridad emocional, la opinión o el sentimiento expresado en un texto. El objetivo principal es determinar si el texto tiene un tono positivo, negativo o neutro.

Las redes neuronales, especialmente las redes neuronales profundas, han demostrado ser muy efectivas en el análisis de sentimiento. Esto se debe a su capacidad para aprender automáticamente representaciones abstractas y características relevantes de los datos de texto.

Aprendizaje automático.

El aprendizaje Automático o Machine Learning (ML), es un término directamente relacionado con el concepto de la Inteligencia Artificial y que se constituye como subcampo de esta, puesto que hace referencia a la capacidad de una máquina o software para aprender automáticamente mediante la generación de algoritmos que responden a ciertos datos de entrada en el sistema. (Quevedo & Escobar, 2022)

El Aprendizaje Automático del inglés, *Machine Learning* es la rama de la Inteligencia Artificial que tiene como objetivo desarrollar técnicas que permitan a los ordenadores aprender. De forma más concreta, se trata de crear algoritmos capaces de generalizar comportamientos y reconocer patrones a partir de una información suministrada en forma de ejemplos. (Centeno, 2019)

El aprendizaje automático o *machine learning* en inglés, es un subcampo de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a las máquinas aprender y mejorar su desempeño en tareas específicas sin ser explícitamente programadas para ello.

Dicho de otro modo, el aprendizaje automático se refiere a la capacidad de una máquina de reconocer patrones, extraer conocimiento y hacer predicciones o tomar decisiones basadas en datos de entrada.

Figura 5

Representación gráfica del aprendizaje automático



Fuente: Disponible en: <https://universoabierto.org/2019/12/10/ciencia-de-datos-aprendizaje-automatico-e-inteligencia-artificial-en-bibliotecas/>

El aprendizaje automático se basa en conceptos y técnicas de diversas disciplinas, como las matemáticas, la estadística, la teoría de la información y la informática. Existen diferentes enfoques y algoritmos de aprendizaje automático, que se pueden clasificar en tres categorías principales:

- a. **Aprendizaje supervisado:** En este enfoque, el modelo se entrena utilizando un conjunto de datos etiquetados, que contiene ejemplos de entradas con sus correspondientes salidas o respuestas correctas. El objetivo del aprendizaje supervisado es generalizar a partir de estos ejemplos para hacer predicciones precisas en datos no vistos.

Ejemplos de algoritmos de aprendizaje supervisado incluyen regresión lineal, árboles de decisión y máquinas de vectores de soporte (SVM).

- b. **Aprendizaje no supervisado:** A diferencia del aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado se basa en datos no etiquetados. El objetivo es encontrar estructuras o patrones subyacentes en los datos, como agrupaciones o relaciones entre variables. Ejemplos de algoritmos de aprendizaje no supervisado incluyen algoritmos de clustering como K-means y técnicas de reducción de dimensionalidad como el análisis de componentes principales (PCA).

- c. **Aprendizaje por refuerzo:** En este enfoque, un agente aprende a tomar decisiones óptimas en un entorno interactuando con él y recibiendo recompensas o penalizaciones en función de sus acciones. El objetivo del aprendizaje por refuerzo es aprender una política que maximice la recompensa acumulada a lo largo del tiempo. Ejemplos de algoritmos de aprendizaje por refuerzo incluyen **Q-learning** y el algoritmo de retroceso de tiempo diferencial (TD-learning).

El aprendizaje automático ha experimentado un rápido desarrollo en las últimas décadas y ha encontrado aplicaciones en una amplia variedad de campos, como la medicina, la ingeniería, las finanzas, el marketing, la robótica y la ciencia de datos, entre otros.

Aprendizaje por refuerzo.

El aprendizaje por refuerzo es un enfoque dentro del aprendizaje automático en el que un agente inteligente aprende a tomar decisiones óptimas interactuando con un entorno. A diferencia del aprendizaje supervisado y no supervisado, el aprendizaje por refuerzo se basa en la idea de que el agente puede aprender a partir de la retroalimentación que recibe en forma de recompensas o penalizaciones después de realizar acciones en el entorno.

El objetivo del aprendizaje por refuerzo es encontrar una política óptima, que es una función que asigna a cada estado del entorno una acción que maximice la recompensa acumulada a lo largo del tiempo. El agente trata de equilibrar la exploración (probar acciones desconocidas para descubrir sus efectos) y la explotación (elegir las acciones que se sabe que generan la mayor recompensa) para aprender de manera eficiente.

El aprendizaje por refuerzo se formaliza a menudo utilizando el marco de los procesos de decisión de Markov (MDP), que consiste en un conjunto de estados, acciones, transiciones y recompensas. Los algoritmos de aprendizaje por refuerzo, como el Q-learning y el algoritmo de retroceso de tiempo diferencial (TD-learning), se utilizan para estimar el valor de cada acción en cada estado y aprender la política óptima.

El aprendizaje por refuerzo ha demostrado ser efectivo en una amplia variedad de aplicaciones, como el control de robots, la optimización de sistemas de recomendación, la gestión de recursos en redes informáticas y la enseñanza de inteligencia artificial a jugar juegos complejos, como *Go* y ajedrez.

Un ejemplo notable de éxito en el aprendizaje por refuerzo es *AlphaGo* de *DeepMind*, que fue el primer programa de inteligencia artificial en derrotar a un campeón mundial de *Go*.

A pesar de su potencial, el aprendizaje por refuerzo también presenta desafíos, como la necesidad de una gran cantidad de interacciones con el entorno para aprender, la dificultad de diseñar funciones de recompensa apropiadas y el problema de la "maldición de la dimensionalidad" en entornos con un gran número de estados y acciones.

Procesamiento del lenguaje natural (NLP).

El procesamiento del Lenguaje Natural es una rama de la inteligencia artificial que se enfoca en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano.

“El procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) en inglés *Natural Language Processing* (NLP) es un campo de las ciencias de la computación, inteligencia artificial y lingüística que estudia las interacciones entre las computadoras y el lenguaje humano” (Bongianino & Sosisky, 2019).

El objetivo del PLN es desarrollar algoritmos y sistemas capaces de comprender, interpretar, generar y comunicarse en lenguaje humano de manera efectiva y natural. El procesamiento del lenguaje natural abarca una amplia variedad de tareas y aplicaciones, que incluyen:

- a. **Análisis de sentimiento:** Determinar si un texto tiene un tono positivo, negativo o neutro.

- b. Traducción automática:** Traducir texto de un idioma a otro.
- c. Resumen automático:** Generar un resumen conciso de un texto largo.
- d. Clasificación de texto:** Asignar categorías o etiquetas a un texto según su contenido.
- e. Extracción de información:** Identificar entidades, relaciones y eventos clave en un texto.
- f. Reconocimiento de entidades nombradas:** Identificar y clasificar entidades específicas, como personas, organizaciones y lugares, en un texto.
- g. Generación de texto:** Crear texto coherente y relevante a partir de información dada o generada automáticamente.
- h. Respuesta a preguntas:** Responder preguntas formuladas en lenguaje natural basándose en una base de conocimientos o en un conjunto de documentos.

El PLN combina técnicas de lingüística, ciencias de la computación y estadísticas para abordar estos desafíos. Con el auge del aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, ha habido un crecimiento significativo en la capacidad de las computadoras para comprender y generar lenguaje humano.

Algunos de los enfoques más exitosos en el PLN moderno incluyen el uso de redes neuronales artificiales, como las redes neuronales convolucionales (CNN), las redes neuronales recurrentes (RNN) y las arquitecturas Transformer (como BERT y GPT).

A pesar de los avances recientes, el PLN todavía enfrenta desafíos significativos, como la ambigüedad del lenguaje, la variabilidad en la estructura gramatical y la necesidad de conocimiento del mundo real para comprender el contexto.

Sin embargo, el PLN sigue siendo un área de investigación activa y prometedora con un gran potencial para impactar en diversas industrias y aplicaciones.

Lógica difusa.

Es una extensión de la lógica clásica que permite trabajar con conceptos vagos o imprecisos utilizando conjuntos difusos y reglas de inferencia. La lógica difusa se utiliza en sistemas de control, toma de decisiones y razonamiento bajo incertidumbre.

Algoritmos genéticos.

Son algoritmos de optimización basados en la teoría de la evolución de Darwin que utilizan selección, mutación y reproducción para encontrar soluciones a problemas. Los algoritmos genéticos se aplican en optimización, búsqueda y aprendizaje automático.

Sistemas expertos.

Son sistemas basados en conocimientos que utilizan reglas y heurísticas para razonar y resolver problemas en dominios específicos. Un sistema experto consta de una base de conocimientos y un motor de inferencia que aplica las reglas para deducir soluciones.

Modelos gráficos probabilísticos.

Son representaciones gráficas de las relaciones probabilísticas entre variables, que permiten modelar y razonar acerca de la incertidumbre en la toma de decisiones. Las redes bayesianas y las redes de Markov son ejemplos de modelos gráficos probabilísticos.

QUINTA PARTE

PROGRAMAS MÁS POPULARES

Hay varios programas y aplicaciones de inteligencia artificial en diferentes campos y dominios. A continuación, se describen algunos ejemplos notables de programas de inteligencia artificial:

AlphaGo.

Desarrollado por DeepMind, AlphaGo es un programa de inteligencia artificial diseñado para jugar al juego de mesa Go. En 2016, AlphaGo hizo historia al derrotar al campeón mundial Lee Sedol en un enfrentamiento histórico, demostrando avances significativos en el aprendizaje profundo y el aprendizaje por refuerzo.

El GO es un juego de estrategia para dos personas creado en china hace más de 2500 años. El objetivo de este es intentar cercar territorios dentro del tablero del juego. El GO es rico en complejas estrategias a pesar de sus simples reglas. El juego se realiza por dos jugadores que alternativamente colocan piedras sobre las intersecciones libres del tablero, este tablero es una cuadrícula de 19 líneas verticales por 19 líneas horizontales, formado 361 intersecciones (Noáin, 2010).

AlphaGo se convirtió en el primer programa en derrotar a un campeón mundial en el juego de Go. *AlphaGo* evaluó posiciones y seleccionó movimientos utilizando redes neuronales profundas. Estas redes neuronales fueron entrenadas mediante el aprendizaje supervisado de movimientos humanos expertos y mediante el aprendizaje de refuerzo del juego por cuenta propia. De esta manera *AlphaGo* se convirtió en su propio maestro (Silver, Schrittwieser, & Simonyan, 2017).

IBM Watson.

Watson es un sistema de inteligencia artificial desarrollado por IBM que utiliza técnicas de procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático para responder preguntas y analizar datos. Watson se hizo famoso al ganar el concurso de televisión Jeopardy! en 2011. Desde entonces, se ha aplicado en diversos campos, como la atención médica, la educación y el análisis de datos.

Figura 6

Motor de inteligencia artificial participa en concurso televisivo



Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/particular-watson-ibm-ganara-jeopardy/>

En febrero de 2011, The IBM Challenge (El Desafío de IBM), un acontecimiento de dos juegos conducidos a lo largo de tres episodios, contó con la competición entre dos antiguos campeones de Jeopardy! (Brad Rutter y Ken Jennings) y el ordenador "Watson" desarrollado por IBM. Fue la primera competición "hombre contra máquina" en la historia de Jeopardy! El desafío acabó con victoria de Watson, que se llevó el premio especial de un millón de dólares (Aqua, 2021).

IBM® *Watson*™ representa un primer paso en sistemas cognitivos, en la nueva era de la computación. *Watson* se basa en la era actual de computación programática. La combinación de las siguientes capacidades lo hacen única: El procesamiento de lenguaje natural, al ayudar a entender las complejidades de datos no estructurados, constituyen en gran parte el 80% de los datos en el mundo de hoy. La generación y evaluación de hipótesis mediante la aplicación de la analítica avanzada para analizar y evaluar un panel de respuestas con base en evidencias relevantes solamente. El aprendizaje dinámico mediante la ayuda para mejorar el aprendizaje con base en los resultados con el fin de ser más inteligente con cada iteración e interacción (IBM, 2013).

Siri.

Siri es un asistente virtual desarrollado por Apple que utiliza técnicas de inteligencia artificial como el procesamiento del lenguaje natural y el aprendizaje automático para comprender y responder a las solicitudes de los usuarios en dispositivos iOS.

Un dispositivo iOS es un dispositivo electrónico que se ejecuta en iOS. Los dispositivos Apple iOS son: iPad, iPod Touch y iPhone. iOS es el segundo SO móvil más popular después de Android. A lo largo de los años, los dispositivos Android e iOS han estado compitiendo muchísimo por una mayor cuota de mercado (Cole & Johnson, 2020).

Figura 7

Apple desarrolla nuevas capacidades para Siri



Disponible en: <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/apple-desarrolla-nuevas-capacidades-para-siri-y-desmienten-que-estén-trabajando-en-algo-similar-a-chatgpt-ios-tv-bobcat-espana-mexico-estados-unidos-noticia/>

Google Assistant.

Es un asistente virtual desarrollado por Google que utiliza tecnologías de inteligencia artificial para proporcionar información, recomendaciones y realizar acciones a través de dispositivos Android y otros productos de Google.

OpenAI GPT-3.

Es un modelo de lenguaje generativo de última generación desarrollado por OpenAI que utiliza redes neuronales profundas para generar texto coherente y relevante en función de las entradas proporcionadas. GPT-3 es capaz de realizar una amplia variedad de tareas, como redacción, traducción y resumen de texto.

Con el paso del tiempo en la actualidad ya existe el GPT-4, siendo este más creativo y colaborativo que nunca. Puede generar, editar e iterar con los usuarios en tareas de escritura creativa y técnica, como componer canciones, escribir guiones o aprender el estilo de escritura de un usuario.

Tesla Autopilot.

Es un conjunto de características de conducción autónoma y asistencia al conductor desarrollado por Tesla, que utiliza inteligencia artificial y aprendizaje profundo para procesar datos de sensores y cámaras con el fin de proporcionar control de cruce adaptativo, mantenimiento de carril y estacionamiento automático.

Recommender Systems.

Muchos servicios en línea, como Netflix, Amazon y Spotify, utilizan sistemas de recomendación basados en inteligencia artificial para sugerir productos, películas o música a sus usuarios en función de sus preferencias e historiales de navegación.

Chatbots.

Los chatbots, como *Microsoft's Tay*, *Cleverbot* y *Mitsuku*, son programas de IA diseñados para interactuar con los usuarios a través del texto o la voz, simulando conversaciones humanas. Estos chatbots utilizan técnicas de procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático para comprender y responder a las preguntas de los usuarios.

Estos son solo algunos ejemplos de programas de inteligencia artificial en uso hoy en día. La inteligencia artificial se está aplicando en una amplia gama de campos y dominios, incluidos diagnósticos médicos, finanzas, transporte, manufactura y educación, por mencionar solo algunos.

SEXTA PARTE

USOS POTENCIALES

La inteligencia artificial tiene un gran potencial para revolucionar la investigación científica en una amplia gama de campos. Algunos de los usos de la inteligencia artificial en la investigación científica incluyen los siguientes escenarios:

Análisis de datos.

La inteligencia artificial puede automatizar el análisis de grandes conjuntos de datos, identificar patrones y tendencias ocultas, y hacer predicciones precisas. Esto es especialmente útil en campos como la genómica, la astrofísica, la climatología y la física de partículas, donde se generan grandes volúmenes de datos.

El análisis de datos con la ayuda de la inteligencia artificial puede mejorar significativamente el proceso de extracción de información útil y conocimientos a partir de grandes conjuntos de datos. La inteligencia artificial puede emplear técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para identificar patrones, establecer relaciones y realizar predicciones precisas. Algunas aplicaciones de análisis de datos utilizando inteligencia artificial incluyen:

- a. **Clasificación y segmentación:** La inteligencia artificial puede clasificar y segmentar datos en diferentes grupos según características similares o patrones compartidos. Por ejemplo, en marketing, la inteligencia artificial puede utilizarse para segmentar clientes en función de su comportamiento de compra y preferencias, lo que permite a las empresas dirigirse a ellos con ofertas personalizadas.

- b. **Detección de anomalías:** La inteligencia artificial puede identificar valores atípicos y eventos inusuales en los datos que pueden indicar problemas o irregularidades. Esto puede ser útil en áreas como la detección de fraude, la ciberseguridad y el monitoreo de sistemas industriales.

- c. **Predicción y pronóstico:** La inteligencia artificial puede utilizar datos históricos y actuales para predecir resultados futuros, como ventas, precios, demanda de productos y condiciones climáticas. Estas predicciones pueden ser valiosas para la toma de decisiones y la planificación en áreas como finanzas, logística y gestión de riesgos.

- d. **Recomendaciones personalizadas:** La inteligencia artificial puede analizar datos de comportamiento del usuario y preferencias para proporcionar recomendaciones personalizadas en tiempo real. Esto se utiliza ampliamente en plataformas de comercio electrónico, servicios de streaming y redes sociales para mejorar la experiencia del usuario y aumentar la participación.

- e. **Análisis de sentimiento:** La inteligencia artificial puede analizar el texto y determinar el sentimiento o la emoción detrás de él, lo que puede ser útil para monitorear la percepción pública de una marca, analizar reseñas de productos o evaluar la respuesta a eventos o campañas.

- f. **Análisis de redes sociales:** La inteligencia artificial puede analizar grandes volúmenes de datos de redes sociales para identificar tendencias, patrones y relaciones entre usuarios. Esto puede ser útil para la investigación de mercados, análisis de influencia y monitoreo de eventos en tiempo real.

- g. **Procesamiento de imágenes y video:** La inteligencia artificial puede analizar imágenes y videos para detectar y reconocer objetos, personas y acciones. Esto puede ser útil en áreas como vigilancia, diagnóstico médico, inspección industrial y análisis de deportes.

- h. **Análisis de series temporales:** La inteligencia artificial puede analizar datos de series temporales para identificar patrones, tendencias y estacionalidad, lo que puede ser útil para pronosticar demanda, optimizar inventario y anticipar cambios en los mercados financieros.

El uso de la inteligencia artificial para el análisis de datos puede llevar a una mayor eficiencia, precisión y capacidad de descubrimiento de conocimientos en comparación con los enfoques de análisis de datos tradicionales.

Descubrimiento y diseño de fármacos.

La inteligencia artificial está revolucionando el descubrimiento y diseño de fármacos. La inteligencia artificial puede acelerar el proceso de descubrimiento y diseño de nuevos fármacos al explorar rápidamente millones de compuestos y predecir su eficacia y toxicidad. Además, la inteligencia artificial puede ayudar a diseñar moléculas y proteínas con propiedades específicas, lo que podría conducir a terapias más efectivas y personalizadas.

La inteligencia artificial está transformando el campo del descubrimiento y diseño de fármacos, acelerando el proceso de identificación de nuevos compuestos y optimizando su diseño para obtener terapias más efectivas y seguras. Algunas formas en que la inteligencia artificial ayuda en el descubrimiento y diseño de fármacos incluyen:

- a. **Screening virtual:** La inteligencia artificial puede realizar un cribado virtual de millones de compuestos químicos en bases de datos de moléculas, identificando rápidamente aquellos con propiedades deseables y potencial terapéutico. Esto ahorra tiempo y recursos en comparación con los enfoques tradicionales de cribado de alto rendimiento.
- b. **Diseño de moléculas:** La inteligencia artificial puede emplear técnicas de aprendizaje profundo y algoritmos de optimización para diseñar moléculas con características específicas, como alta afinidad por un objetivo biológico, baja toxicidad y buena biodisponibilidad. Esto permite a los científicos diseñar fármacos más efectivos y seguros.

- c. Predicción de la actividad biológica:** La inteligencia artificial puede predecir cómo un compuesto interactuará con objetivos biológicos específicos, como proteínas o enzimas, y cuál será su efecto terapéutico. Esto permite a los investigadores identificar compuestos prometedores y evitar aquellos que podrían tener efectos secundarios no deseados.

- d. Optimización del perfil de fármaco:** La inteligencia artificial puede ayudar a optimizar el perfil de un fármaco candidato, mejorando propiedades como solubilidad, estabilidad y permeabilidad. Esto puede aumentar las posibilidades de éxito en las etapas posteriores del desarrollo de fármacos.

- e. Reposicionamiento de fármacos:** La inteligencia artificial puede identificar nuevos usos para fármacos ya aprobados, lo que se conoce como reposicionamiento de fármacos. Esto puede acelerar el proceso de llevar un tratamiento a los pacientes, ya que estos fármacos han pasado previamente por ensayos clínicos y se consideran seguros.

- f. Simulación de ensayos clínicos:** La inteligencia artificial puede simular ensayos clínicos virtuales para evaluar la eficacia y seguridad de un fármaco antes de realizar ensayos clínicos en humanos. Esto puede ayudar a reducir el tiempo y los costos asociados con el desarrollo de fármacos y minimizar los riesgos para los participantes en los ensayos.

- g. Análisis de datos ómicos:** “La inteligencia artificial puede analizar grandes volúmenes de datos ómicos, como datos genómicos, transcriptómicos y proteómicos, para identificar biomarcadores y objetivos terapéuticos relevantes”. (De la Cierva, Sánchez, & Juárez, 2023).

Esto puede llevar al desarrollo de tratamientos personalizados y medicina de precisión.

- h. Integración de múltiples fuentes de datos:** La inteligencia artificial puede integrar y analizar datos de diversas fuentes, como literatura científica, bases de datos de patentes, ensayos clínicos y registros electrónicos de salud, para identificar nuevas relaciones y conocimientos que podrían informar el descubrimiento y diseño de fármacos (Rodríguez, s.f.).

Modelado y simulación.

La inteligencia artificial puede mejorar la precisión y eficiencia de los modelos y simulaciones científicas, lo que permite a los investigadores explorar y comprender fenómenos complejos en áreas como la física, la química, la biología y la ciencia de materiales (Li, Ma, & Lu, 2019).

La inteligencia artificial está desempeñando un papel cada vez más importante en el modelado y la simulación, mejorando la precisión, la eficiencia y la capacidad de explorar y comprender sistemas y fenómenos complejos en diversos campos (Staff, Forbes, 2023).

Algunas formas en que la IA ayuda en el modelado y la simulación incluyen:

- a. **Aprendizaje automático y modelos predictivos:** La inteligencia artificial puede emplear técnicas de aprendizaje automático para desarrollar modelos predictivos basados en datos históricos y actuales. Estos modelos pueden usarse para predecir el comportamiento futuro de sistemas complejos en áreas como finanzas, meteorología, tráfico y logística.
- b. **Optimización de modelos:** La inteligencia artificial puede optimizar los parámetros de un modelo para mejorar su precisión y rendimiento. Erazo, Galarza, Ramos, & Boné, (2023) definen los algoritmos de optimización, como la optimización de enjambre de partículas o el algoritmo genético, pueden usarse para ajustar los parámetros del modelo y minimizar el error en las predicciones.
- c. **Modelado de agentes:** La inteligencia artificial puede emplearse en el modelado basado en agentes, donde se simula el comportamiento de entidades individuales (agentes) y sus interacciones en un entorno. Esto puede ser útil para estudiar sistemas sociales, económicos y ecológicos, así como el comportamiento de multitudes y la propagación de enfermedades.
- d. **Redes neuronales y aprendizaje profundo:** Las redes neuronales y el aprendizaje profundo pueden usarse para modelar sistemas complejos y no lineales, como el reconocimiento de imágenes, el procesamiento del lenguaje natural y la predicción de series temporales.

- e. **Simulaciones basadas en datos:** La inteligencia artificial puede integrar y analizar grandes cantidades de datos para generar simulaciones basadas en datos. Esto puede mejorar la precisión y realismo de las simulaciones, lo que es particularmente útil en campos como la biología, la química y la física de materiales.
- f. **Generación automática de modelos:** La inteligencia artificial puede generar automáticamente modelos a partir de datos mediante técnicas como la programación genética, la síntesis de ecuaciones diferenciales y la búsqueda de estructuras de modelos. Esto puede ayudar a los investigadores a descubrir nuevas relaciones y leyes fundamentales en áreas como la física, la biología y la ingeniería.
- g. **Exploración y optimización de diseño:** La inteligencia artificial puede emplearse en la exploración y optimización de diseños en ingeniería, arquitectura y ciencia de materiales. Los algoritmos de inteligencia artificial pueden explorar rápidamente el espacio de diseño, identificar soluciones óptimas y mejorar el rendimiento y la eficiencia de los sistemas (Erazo, et al., 2023).
- h. **Simulaciones en tiempo real:** La inteligencia artificial puede mejorar las simulaciones en tiempo real al permitir la adaptación y el ajuste de modelos en función de los datos entrantes. Esto puede ser útil en aplicaciones como la simulación de tráfico, el control de sistemas de energía y el entrenamiento en realidad virtual.

Robótica y automatización.

La inteligencia artificial puede impulsar el desarrollo de robots y sistemas automatizados para realizar tareas de investigación que requieren precisión, velocidad y repetibilidad. Esto puede incluir manipulación de muestras, experimentos automatizados y exploración de entornos extremos, como el espacio y las profundidades oceánicas.

La inteligencia artificial desempeña un papel fundamental en la robótica y la automatización, permitiendo el desarrollo de sistemas más sofisticados, flexibles y autónomos. Algunas formas en que la inteligencia artificial ayuda en la robótica y la automatización incluyen:

- a. **Percepción y procesamiento de sensores:** La inteligencia artificial puede procesar datos de sensores (como cámaras, sensores de proximidad y LIDAR) para reconocer objetos, personas y entornos. Esto permite a los robots navegar y evitar obstáculos, manipular objetos con precisión y realizar tareas de inspección y vigilancia.

- b. **Control y planificación:** La inteligencia artificial puede utilizar algoritmos de control y planificación para determinar la mejor manera de realizar una tarea o moverse en un entorno. Esto incluye la generación de trayectorias óptimas, la asignación de recursos y la coordinación entre múltiples robots o sistemas automatizados.

- c. Aprendizaje por refuerzo:** La inteligencia artificial puede emplear técnicas de aprendizaje por refuerzo para que los robots aprendan a realizar tareas mediante la experimentación y la interacción con su entorno. Esto permite a los robots desarrollar habilidades y estrategias eficientes sin la necesidad de programación explícita.
- d. Aprendizaje de imitación:** La inteligencia artificial puede utilizar el aprendizaje de imitación para que los robots aprendan a realizar tareas observando a los humanos u otros robots. Esto puede facilitar la transferencia de habilidades y conocimientos entre humanos y robots y acelerar el proceso de capacitación.
- e. Adaptabilidad y aprendizaje en línea:** La inteligencia artificial permite a los robots adaptarse a entornos cambiantes y aprender de sus experiencias. Esto es especialmente útil en aplicaciones como la robótica de servicio, donde los robots deben ser capaces de manejar situaciones imprevistas y trabajar en entornos no estructurados.
- f. Manipulación y destreza:** La inteligencia artificial puede mejorar la manipulación y la destreza de los robots al permitirles controlar de manera precisa y flexible sus actuadores y manipuladores. Esto puede ser útil en aplicaciones como la robótica de ensamblaje, la cirugía asistida por robots y la atención al cliente.

- g. Interacción humano-robot:** La inteligencia artificial puede facilitar la interacción humano-robot al permitir que los robots comprendan y respondan a las señales verbales y no verbales de los humanos, como el habla, las expresiones faciales y los gestos. Esto puede mejorar la colaboración entre humanos y robots y aumentar la aceptación de la robótica en aplicaciones cotidianas.

- h. Robótica en enjambre:** La inteligencia artificial puede coordinar el comportamiento de múltiples robots que trabajan juntos como un enjambre. Esto puede ser útil en aplicaciones como la búsqueda y rescate, la logística y la vigilancia, donde la cooperación y la coordinación entre robots pueden mejorar la eficiencia y la efectividad de las operaciones.

En resumen, la inteligencia artificial está impulsando avances significativos en la robótica y la automatización, permitiendo el desarrollo de sistemas más inteligentes, autónomos y capaces de interactuar con entornos y usuarios de manera más eficiente y efectiva.

Procesamiento del Lenguaje Natural.

La inteligencia artificial puede ayudar a los investigadores a navegar y analizar rápidamente la creciente cantidad de literatura científica, identificando artículos relevantes, extrayendo conocimientos y resumiendo información clave.

Esto puede mejorar la eficiencia en la revisión de la literatura y la síntesis del conocimiento.

“El procesamiento del lenguaje natural (PLN) es un subcampo de la inteligencia artificial que se centra en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano” (Amberscrip, 2023).

La IA ha sido fundamental para el desarrollo de algoritmos y técnicas avanzadas que permiten a las máquinas entender, interpretar y generar texto y habla en lenguajes humanos. Algunas formas en que la inteligencia artificial ayuda en el procesamiento del lenguaje natural incluyen:

- a. **Traducción automática:** La inteligencia artificial ha mejorado significativamente la calidad y la velocidad de las traducciones automáticas entre diferentes idiomas, utilizando modelos de aprendizaje profundo como las redes neuronales recurrentes y las redes de atención.
- b. **Clasificación de texto y análisis de sentimiento:** La inteligencia artificial puede analizar y clasificar grandes cantidades de texto según temas, opiniones y emociones, lo que es útil en aplicaciones como el análisis de redes sociales, la detección de spam y la organización de documentos.
- c. **Generación de texto:** La inteligencia artificial ha permitido avances en la generación automática de texto, como la creación de resúmenes, redacción de informes y generación de contenido. Modelos de lenguaje avanzados como GPT-3 pueden generar texto coherente y relevante en función de una entrada dada.

- d. Reconocimiento de voz:** La inteligencia artificial ha mejorado la precisión y la velocidad del reconocimiento de voz, permitiendo la transcripción automática del habla y el control por voz de dispositivos electrónicos, asistentes virtuales y sistemas de navegación.
- e. Sistemas de respuesta a preguntas:** La inteligencia artificial ha permitido el desarrollo de sistemas de respuesta a preguntas que pueden buscar y proporcionar información relevante a partir de grandes conjuntos de datos o bases de conocimiento, como motores de búsqueda, sistemas de soporte al cliente y asistentes personales.
- f. Extracción de información:** La inteligencia artificial puede identificar y extraer información relevante de documentos y textos no estructurados, como fechas, nombres, ubicaciones y relaciones entre entidades. Esto es útil en aplicaciones como la minería de datos, la inteligencia empresarial y la vigilancia.
- g. Análisis del discurso y la conversación:** La inteligencia artificial puede analizar y modelar el discurso y las conversaciones humanas para identificar patrones, intenciones y relaciones entre los hablantes. Esto puede ser útil en aplicaciones como la detección de la mentira, la negociación automática y la terapia asistida por computadora.
- h. Sistemas de diálogo y chatbots:** La IA ha permitido el desarrollo de sistemas de diálogo y chatbots más avanzados y naturales que pueden mantener conversaciones con humanos, ofreciendo soporte al cliente, asesoramiento y entretenimiento.

En resumen, la inteligencia artificial ha impulsado avances significativos en el procesamiento del lenguaje natural, permitiendo a las máquinas interactuar con el lenguaje humano de manera más efectiva y enriqueciendo nuestras interacciones con la tecnología.

Generación de hipótesis.

La inteligencia artificial puede utilizar el aprendizaje automático y el razonamiento basado en el conocimiento para generar hipótesis científicas novedosas y prometedoras, guiando a los investigadores en la exploración de nuevas áreas y enfoques (Cornieles, 2019).

Según, IAT (2023) la inteligencia artificial puede ser de gran ayuda en la generación de hipótesis, especialmente en la investigación científica y en la resolución de problemas complejos. La IA puede explorar grandes conjuntos de datos y relaciones de manera eficiente, identificando patrones, correlaciones y anomalías que podrían no ser evidentes para los humanos. Algunas formas en que la inteligencia artificial ayuda en la generación de hipótesis incluyen:

- a. Análisis de datos:** La inteligencia artificial puede analizar grandes cantidades de datos para identificar tendencias, correlaciones y patrones que podrían sugerir hipótesis plausibles (Lazo, 2023). Esto es especialmente útil en campos como la genómica, la física de partículas y la astronomía, donde los conjuntos de datos pueden ser extremadamente grandes y complejos.

- b. Aprendizaje automático y aprendizaje profundo:** Los algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo pueden usarse para modelar relaciones no lineales y complejas en los datos, lo que puede revelar relaciones previamente desconocidas y sugerir nuevas hipótesis.
- c. Descubrimiento de conocimiento:** La inteligencia artificial puede emplear técnicas de minería de datos y descubrimiento de conocimiento para extraer información relevante y conocimientos a partir de bases de datos, textos científicos y literatura. Esto puede ayudar a los investigadores a identificar áreas de interés y generar hipótesis basadas en la evidencia existente.
- d. Síntesis de ecuaciones y modelos:** La inteligencia artificial puede utilizar técnicas como la programación genética y la búsqueda de estructuras de modelos para generar automáticamente ecuaciones y modelos que describan las relaciones en los datos. Esto puede ayudar a los investigadores a descubrir leyes fundamentales y relaciones en áreas como la física, la química y la biología.
- e. Redes de conocimiento y razonamiento:** La inteligencia artificial puede emplear redes de conocimiento y algoritmos de razonamiento para explorar y evaluar hipótesis en función de la evidencia y el conocimiento existente. Esto puede ayudar a los investigadores a priorizar y seleccionar las hipótesis más prometedoras para la investigación adicional.

- f. **Exploración y optimización:** La inteligencia artificial puede utilizar algoritmos de exploración y optimización, como la optimización de enjambre de partículas y el algoritmo genético, para buscar soluciones e hipótesis en espacios de búsqueda complejos y multidimensionales (Blondin, 2009).
- g. **Colaboración humano-máquina:** La inteligencia artificial puede mejorar la colaboración entre humanos y máquinas al proporcionar sugerencias, visualizaciones y análisis en tiempo real que ayuden a los investigadores a generar y evaluar hipótesis.
- h. **Generación automática de hipótesis:** La inteligencia artificial puede generar automáticamente hipótesis plausibles a partir de los datos y el conocimiento existente, lo que puede acelerar el proceso de descubrimiento y reducir la cantidad de tiempo y esfuerzo necesarios para identificar áreas de investigación prometedoras.

“La inteligencia artificial puede ser de gran ayuda en la generación de hipótesis facilitando la identificación de relaciones y patrones en datos complejos y mejorando la eficiencia y la efectividad del proceso de investigación científica”. (IAT, 2023).

Optimización de experimentos.

La inteligencia artificial puede ayudar a los investigadores a optimizar el diseño y la planificación de experimentos, minimizando el tiempo y los recursos necesarios para obtener resultados significativos y reduciendo el número de experimentos fallidos o redundantes (Saari, 2000).

De esta manera es de gran utilidad en la optimización de experimentos al mejorar la eficiencia, reducir costos y acelerar el proceso de descubrimiento en investigación científica y aplicaciones industriales. Contribuye a la optimización de experimentos de varias maneras:

- a. Diseño de experimentos:** La inteligencia artificial puede emplear algoritmos de optimización y técnicas de aprendizaje automático para diseñar experimentos de manera eficiente, seleccionando las condiciones y variables óptimas para maximizar la información obtenida y minimizar el tiempo y los recursos necesarios.

- b. Análisis de datos:** La inteligencia artificial puede procesar y analizar rápidamente grandes conjuntos de datos experimentales para identificar tendencias, correlaciones y patrones significativos. Esto permite a los investigadores interpretar los resultados de los experimentos de manera más eficiente y ajustar sus enfoques según sea necesario (Lazo, 2023).

- c. Optimización de parámetros:** La inteligencia artificial puede utilizar algoritmos de optimización y búsqueda, como algoritmos genéticos, optimización por enjambre de partículas o algoritmos de descenso por gradiente para ajustar y optimizar los parámetros experimentales, como las concentraciones de reactivos, las condiciones de reacción o los ajustes del instrumento (Jiménez, Arango, & Jiménez, 2016).

- d. Simulaciones y modelado:** La inteligencia artificial puede emplear técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para desarrollar modelos predictivos y realizar simulaciones de experimentos. (Henrique & Filipe, 2023). Esto permite a los investigadores explorar virtualmente diferentes escenarios y condiciones antes de realizar experimentos reales, lo que puede ahorrar tiempo y recursos.
- e. Planificación y programación:** La inteligencia artificial puede ayudar en la planificación y programación de experimentos, coordinando múltiples experimentos en paralelo y optimizando el uso de recursos, como tiempo de laboratorio, instrumentos y personal.
- f. Control en tiempo real:** La inteligencia artificial puede monitorear y controlar experimentos en tiempo real, ajustando automáticamente las condiciones y parámetros para optimizar el rendimiento y garantizar la calidad de los resultados.
- g. Automatización y robótica:** La inteligencia artificial puede controlar robots e instrumentos automatizados para realizar experimentos de manera más rápida y precisa, lo que reduce la posibilidad de errores humanos y mejora la reproducibilidad de los resultados.

- h. Aprendizaje activo y adaptativo:** La inteligencia artificial puede emplear técnicas de aprendizaje activo y adaptativo para mejorar la eficiencia y la eficacia de los experimentos, seleccionando y priorizando las condiciones y variables que son más informativas y ajustando los enfoques experimentales a medida que se adquiere nueva información.

En resumen, la inteligencia artificial puede ser de gran utilidad en la optimización de experimentos, mejorando la eficiencia, reduciendo costos y acelerando el proceso de descubrimiento en investigación científica y aplicaciones industriales. La adopción de la inteligencia artificial en el diseño, análisis y control de experimentos puede conducir a una mayor innovación y avances en múltiples campos (Dergarabedian, 2020).

Colaboraciones entre humanos e Inteligencia artificial.

La inteligencia artificial puede actuar como un colaborador en el proceso de investigación científica, proporcionando información, sugerencias y análisis en tiempo real a los investigadores humanos y permitiéndoles centrarse en tareas que requieren habilidades humanas únicas, como la creatividad y la intuición.

La colaboración entre la inteligencia artificial y los humanos en beneficio de la investigación científica se manifiesta en una variedad de aplicaciones y enfoques que aprovechan la capacidad de la inteligencia artificial para procesar y analizar grandes cantidades de datos y realizar tareas complejas.

Estas colaboraciones pueden mejorar la eficiencia, la precisión y la velocidad de la investigación científica en diversas áreas. Algunos ejemplos de cómo la inteligencia artificial colabora con los humanos en la investigación científica incluyen:

- a. **Análisis de datos:** La inteligencia artificial puede analizar rápidamente grandes conjuntos de datos y extraer patrones, correlaciones y tendencias significativas, lo que permite a los investigadores humanos centrarse en la interpretación y el desarrollo de teorías respaldadas por estos resultados (Agencia Big Data, 2023).
- b. **Diseño de experimentos:** La inteligencia artificial puede colaborar con los investigadores para diseñar experimentos de manera eficiente, seleccionando las condiciones y variables óptimas que maximizan la información obtenida y minimizan el tiempo y los recursos necesarios.
- c. **Generación de hipótesis:** La inteligencia artificial puede explorar datos y literatura científica para identificar patrones y relaciones previamente desconocidos, lo que puede conducir a la generación de nuevas hipótesis y líneas de investigación para que los científicos las exploren.
- d. **Simulaciones y modelado:** La inteligencia artificial puede crear modelos predictivos y realizar simulaciones de experimentos que ayuden a los investigadores a predecir resultados y planificar experimentos en función de los resultados de las simulaciones.

- e. **Optimización de parámetros:** La inteligencia artificial puede colaborar con investigadores en la optimización de parámetros experimentales, ajustando y mejorando las condiciones para obtener resultados óptimos.

- f. **Automatización y control en tiempo real:** La inteligencia artificial puede controlar experimentos en tiempo real, ajustando automáticamente las condiciones y parámetros para optimizar el rendimiento y garantizar la calidad de los resultados, lo que reduce la carga de trabajo de los investigadores humanos.

- g. **Sistemas de apoyo a la toma de decisiones:** La inteligencia artificial puede proporcionar información valiosa y recomendaciones basadas en análisis de datos y conocimiento previo, lo que ayuda a los investigadores a tomar decisiones informadas y mejorar la calidad de su investigación.

- h. **Procesamiento del lenguaje natural (PLN):** La inteligencia artificial puede colaborar con investigadores en la búsqueda y análisis de literatura científica, extrayendo información relevante y resumiendo resultados de investigaciones anteriores, lo que facilita la adquisición de conocimiento y el desarrollo de nuevas ideas.

- i. **Descubrimiento y diseño de fármacos:** La inteligencia artificial puede trabajar junto con científicos en la identificación de nuevos compuestos y en el diseño de fármacos mediante la exploración de vastos espacios químicos, la predicción de propiedades farmacológicas y la optimización de moléculas candidatas.

- j. **Colaboración en línea y plataformas de ciencia abierta:** La inteligencia artificial puede colaborar con científicos y expertos de todo el mundo a través de plataformas en línea y proyectos de ciencia abierta, facilitando la comunicación, el intercambio de conocimientos y la colaboración en proyectos de investigación.

En resumen, la inteligencia artificial tiene el potencial de transformar y acelerar la investigación científica en muchos campos, mejorando la eficiencia, la precisión y la innovación.

SETIMA PARTE

SOFTWARE DISPONIBLE

Hay varios softwares y bibliotecas disponibles en el campo de la inteligencia artificial que facilitan el desarrollo y la implementación de soluciones de inteligencia artificial. A continuación, se enumeran algunas herramientas y bibliotecas populares en el dominio de la inteligencia artificial:

- a. **Tensor Flow:** Es una biblioteca de código abierto desarrollada por *Google Brain* para el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo. Tensor Flow permite a los desarrolladores crear y entrenar redes neuronales y otros modelos de aprendizaje automático en múltiples plataformas y lenguajes de programación (Óscar, 2023).

Figura 8

Imagen representativa del Tensor Flow



- b. **Keras:** Es una API de redes neuronales de alto nivel escrita en Python que facilita el diseño y entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo (Villota, 2020). Keras se integra con bibliotecas de aprendizaje profundo de bajo nivel como TensorFlow, Microsoft Cognitive Toolkit (CNTK) y Theano.

Figura 9

Imagen representativa del Tensor Flow



- c. **PyTorch:** Desarrollado por Facebook AI Research, PyTorch es una biblioteca de aprendizaje profundo basada en Python y Torch. PyTorch es conocido por su flexibilidad y facilidad de uso, especialmente en lo que respecta a la investigación en aprendizaje profundo.

Figura 10

Imagen representativa del PyTorch



- d. **Scikit-Learn:** Es una biblioteca de aprendizaje automático de código abierto para Python que proporciona herramientas simples y eficientes para la clasificación, regresión, clustering y reducción de dimensionalidad, entre otras tareas (Tether, 2023).

Figura 11

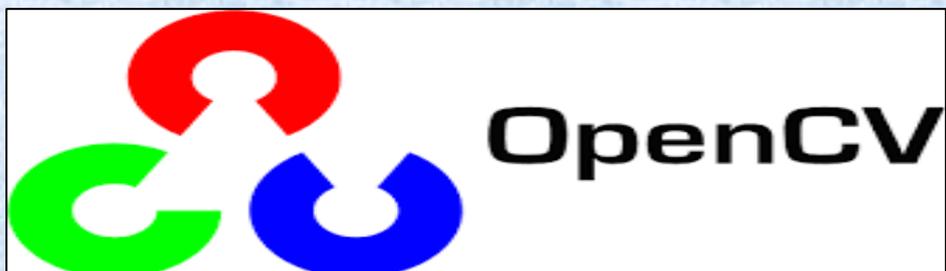
Imagen representativa del Scikit Learn



- e. **OpenCV:** Es una biblioteca de código abierto de visión por computadora y aprendizaje automático que proporciona herramientas para el procesamiento de imágenes, detección de objetos y reconocimiento facial, entre otras aplicaciones.

Figura 12

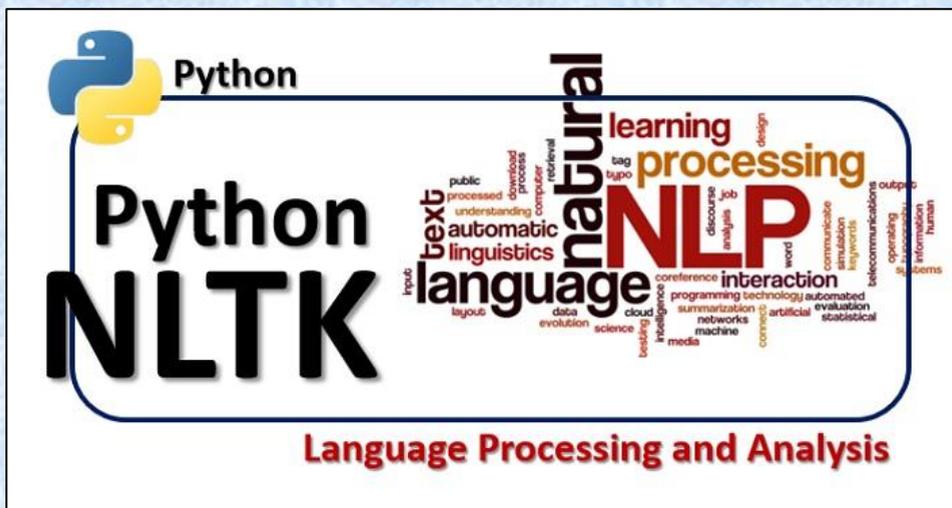
Imagen representativa del Scikit Learn



- f. **NLTK (Natural Language Toolkit)**: Es una biblioteca de Python para trabajar con datos de lenguaje humano (texto). NLTK proporciona herramientas para el procesamiento del lenguaje natural (NLP), como la tokenización, el etiquetado gramatical, el análisis de sentimientos y la extracción de información.

Figura 13

Imagen representativa del Natural Language Toolkit



- g. **Spacy**: Es una biblioteca de NLP para Python que se centra en el rendimiento y la facilidad de uso. spaCy es especialmente adecuado para tareas de procesamiento de texto a gran escala y ofrece funciones como tokenización, análisis de dependencias y reconocimiento de entidades nombradas.

Figura 14

Imagen representativa del spaCy



- h. Gensim:** Es una biblioteca de Python para el modelado de temas y la indexación de documentos que es especialmente útil para trabajar con grandes colecciones de texto. Gensim incluye implementaciones de algoritmos populares de modelado de temas como Latent Semantic Analysis (LSA) y Latent Dirichlet Allocation (LDA).

Figura 15

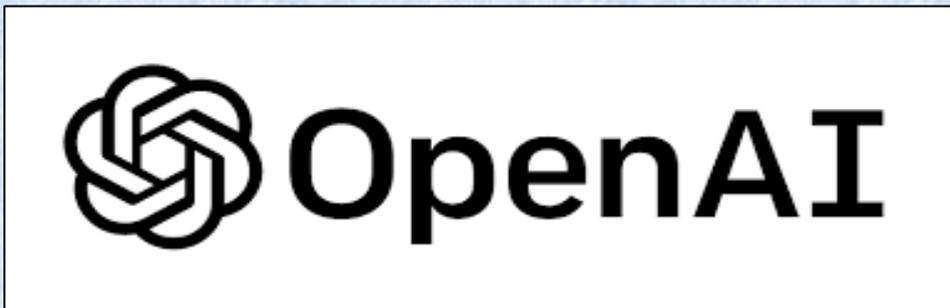
Imagen representativa del Gensim



- i. **OpenAI Gym:** Es un entorno de desarrollo y prueba de algoritmos de aprendizaje por refuerzo desarrollado por OpenAI. OpenAI Gym proporciona una amplia variedad de entornos simulados que van desde juegos de Atari hasta robótica y control de sistemas.

Figura 16

Imagen representativa del Open AI



Estas bibliotecas y herramientas son solo una muestra de las muchas opciones disponibles para los desarrolladores e investigadores que trabajan en proyectos de inteligencia artificial. La elección del software adecuado dependerá de las necesidades específicas del proyecto y de las habilidades y experiencia del desarrollador.

OCTAVA PARTE

EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El futuro de la inteligencia artificial es un tema de gran interés y especulación, aunque es difícil predecir con precisión cómo evolucionará la inteligencia artificial en los próximos años, hay algunas tendencias y áreas clave de desarrollo que pueden dar una idea de cómo podría ser el futuro de la inteligencia artificial:

- a. Mayor integración en la vida cotidiana:** Se espera que la inteligencia artificial se integre aún más en nuestras vidas diarias, desde dispositivos personales y hogares inteligentes hasta vehículos autónomos y sistemas de transporte público. La inteligencia artificial también podría tener un impacto significativo en la atención médica, la educación y otros servicios públicos.

- b. Inteligencia artificial y trabajo:** La inteligencia artificial podría continuar transformando el mundo laboral, automatizando muchas tareas y trabajos rutinarios, lo que podría aumentar la productividad y el crecimiento económico. Sin embargo, también podría generar preocupaciones sobre el desplazamiento laboral y la necesidad de capacitar a las personas para trabajos en la economía basada en la inteligencia artificial.

- c. **Inteligencia artificial y ética:** “A medida que la inteligencia artificial” se vuelva más avanzada y autónoma, es probable que surjan preocupaciones éticas y cuestiones relacionadas con la responsabilidad, la privacidad y la seguridad” (Cornieles, 2019).

Es posible que se implementen marcos regulatorios y de gobierno para abordar estos desafíos y garantizar el uso ético y responsable de la inteligencia artificial.

- d. **Inteligencia artificial de propósito general:** El desarrollo de una inteligencia artificial de propósito general, también conocida como inteligencia artificial fuerte o AGI (Artificial General Intelligence), que pueda realizar cualquier tarea cognitiva humana, sigue siendo un objetivo a largo plazo para muchos investigadores. Si se logra, podría tener implicaciones de gran alcance en todos los aspectos de la sociedad.
- e. **Colaboración humano- Inteligencia artificial:** Es probable que veamos un enfoque creciente en la colaboración entre humanos y sistemas de inteligencia artificial, donde la inteligencia artificial se utilice para mejorar y ampliar las habilidades humanas en lugar de reemplazarlas por completo. Esto podría incluir sistemas de toma de decisiones, asistentes personales y herramientas de creatividad potenciadas por inteligencia artificial.

- f. Inteligencia artificial explicativa:** A medida que la inteligencia artificial se vuelva más prevalente, será importante desarrollar sistemas que puedan explicar sus acciones y decisiones a los usuarios humanos de manera comprensible. La investigación en inteligencia artificial explicativa se centrará en mejorar la transparencia y la comprensión de los sistemas de inteligencia artificial.

- g. Avances en aprendizaje no supervisado y transferencia de aprendizaje:** Es probable que veamos avances en técnicas de aprendizaje no supervisado, lo que permitiría a los sistemas de inteligencia artificial aprender de grandes cantidades de datos no etiquetados. Además, la transferencia de aprendizaje podría permitir a los sistemas de inteligencia artificial aplicar conocimientos aprendidos en un dominio a problemas en otros dominios.

Aunque es difícil prever con certeza cómo será el futuro de la inteligencia artificial, está claro que la inteligencia artificial seguirá siendo un área de investigación y desarrollo activo y transformará muchos aspectos de nuestras vidas.

Es también importante destacar lo siguiente: La utilización de la inteligencia artificial en la redacción de artículos científicos ha avanzado significativamente, y las herramientas de inteligencia artificial pueden asistir en diversas etapas del proceso de creación de un artículo científico.

Sin embargo, existen varios puntos importantes a considerar, así como conflictos éticos que deben abordarse.

Posibilidades de la inteligencia artificial en la Redacción de Artículos Científicos.

- a. **Revisión de Literatura:** La IA puede ayudar a realizar búsquedas exhaustivas en bases de datos científicas, identificar artículos relevantes y resumir hallazgos clave. Herramientas como los sistemas de recomendación académica pueden facilitar la identificación de investigaciones pertinentes.
- b. **Generación de Borradores:** Algunos algoritmos de procesamiento del lenguaje natural pueden generar borradores preliminares basados en datos y patrones de textos científicos existentes. Estos borradores pueden servir como punto de partida para los investigadores.
- c. **Análisis de Datos:** La inteligencia artificial puede analizar grandes conjuntos de datos experimentales, identificar patrones y realizar cálculos complejos, facilitando la interpretación y presentación de resultados.
- d. **Revisión y Edición:** Herramientas de IA pueden asistir en la revisión gramatical y estilística de los manuscritos, asegurando que el lenguaje sea claro y preciso. También pueden verificar la coherencia y la lógica de la estructura del documento.
- e. **Detección de Plagio:** Las herramientas de inteligencia artificial pueden detectar similitudes con otros trabajos publicados, ayudando a asegurar la originalidad del contenido.

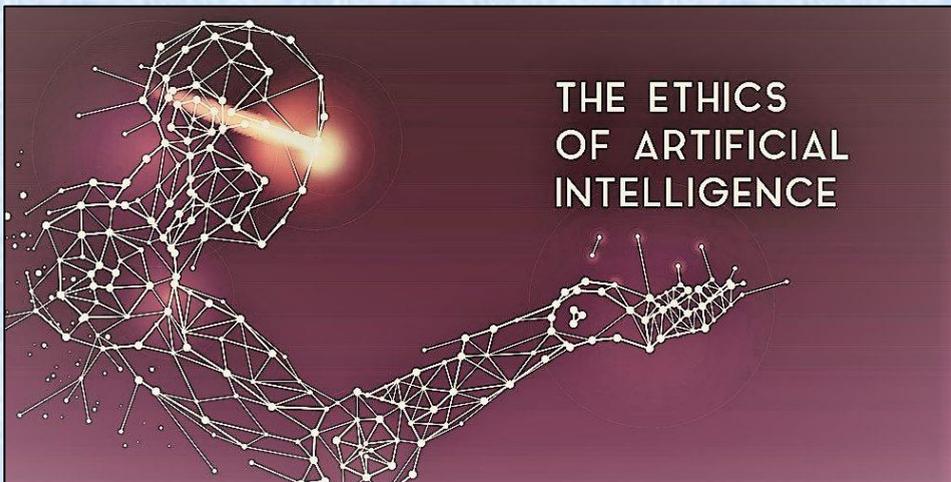
Conflictos Éticos.

- a. **Autenticidad y Autoría:** Uno de los principales conflictos éticos es la cuestión de la autoría. Si una inteligencia artificial contribuye significativamente a la redacción de un artículo, ¿debería ser reconocida como coautora? Esto plantea cuestiones sobre la naturaleza de la creatividad y la contribución intelectual.
- b. **Transparencia:** Es crucial que los autores sean transparentes sobre el uso de inteligencia artificial en la creación de su trabajo. No revelar el uso de estas herramientas podría ser considerado engañoso y afectar la credibilidad de la investigación.
- c. **Calidad y Rigor Científico:** Aunque la inteligencia artificial puede generar contenido y análisis, no puede reemplazar la interpretación crítica y el juicio de los investigadores humanos. Confiar excesivamente en la inteligencia artificial podría comprometer la calidad y el rigor del trabajo científico.
- d. **Sesgo y Equidad:** Los algoritmos de IA pueden perpetuar sesgos presentes en los datos de entrenamiento. Esto puede afectar la imparcialidad y la representatividad de los resultados, llevando a conclusiones erróneas o injustas.

- e. Plagio y Ética de la Publicación:** La generación de textos por inteligencia artificial puede dar lugar a preocupaciones sobre el plagio, especialmente si la inteligencia artificial utiliza texto de fuentes existentes sin la debida atribución. Esto puede violar las normas éticas de la publicación científica.
- f. Responsabilidad:** Determinar la responsabilidad por errores, fallos o malinterpretaciones en un artículo creado con la ayuda de inteligencia artificial es complejo. La responsabilidad última debe recaer en los autores humanos, quienes deben revisar y validar todo el contenido generado por inteligencia artificial.

Figura 17

Representación de la ética de la inteligencia artificial



Disponible en: <https://www.algoritmolegal.com/tecnologias-disruptivas/inteligencia-artificial-y-marco-etico-europeo/>

A raíz de la imagen mostrada en la **Figura 17**, la ética en la inteligencia artificial es crucial debido a su creciente uso en medicina, seguridad e industria. Se centra en los valores y principios que deben guiar su creación y uso, incluyendo la toma de decisiones, transparencia y responsabilidad.

Desde sus inicios en la década de 1950, la inteligencia artificial ha avanzado significativamente, generando preocupaciones sobre riesgos como sesgos y discriminación. Para mitigar estos riesgos, surgieron iniciativas de estándares éticos y seguridad, como el informe de la Unión Europea en 2016. Promoviéndose en la actualidad, comités y grupos de trabajo en la industria tecnológica, y se debate la necesidad de un marco regulatorio adecuado debido a su rápido desarrollo.

Conclusión.

La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar la redacción de artículos científicos, haciéndola más eficiente y accesible. Sin embargo, es fundamental abordar los conflictos éticos asociados con su uso.

La comunidad científica debe establecer directrices claras y prácticas éticas para asegurar que la integración de la inteligencia artificial en la investigación respete los principios de transparencia, equidad y responsabilidad.

Los investigadores **debemos** utilizar la **inteligencia artificial** como una herramienta complementaria, sin renunciar a nuestro papel central en la creación y validación del conocimiento científico.

COROLARIO

El porvenir de la inteligencia artificial, es un campo lleno de posibilidades y desafíos. Aunque resulta complicado predecir su evolución exacta, hay tendencias emergentes que ofrecen una visión anticipada de su futuro:

- a. Integración profunda en la vida cotidiana:** La inteligencia artificial se incorporará cada vez más a nuestras actividades diarias, desde dispositivos personales hasta sistemas de transporte. Su impacto será notable en sectores como la atención médica y la educación, mejorando servicios públicos de manera significativa.

- b. Transformación del ámbito laboral:** La inteligencia artificial continuará automatizando tareas rutinarias, incrementando la productividad y estimulando el crecimiento económico. No obstante, esto también plantea desafíos relacionados con el desplazamiento laboral y la necesidad de formación para nuevos roles dentro de una economía dominada por la inteligencia artificial.

- c. Consideraciones éticas:** Con el avance y autonomía de la inteligencia artificial, surgirán cuestiones éticas respecto a la responsabilidad, privacidad y seguridad. Es probable que se desarrollen marcos regulatorios para asegurar un uso ético y responsable de la inteligencia artificial, garantizando su alineación con los valores humanos.

- d. Desarrollo de inteligencia artificial de propósito general:** La creación de una inteligencia artificial fuerte o AGI, capaz de realizar cualquier tarea cognitiva humana, sigue siendo un objetivo a largo plazo. Su consecución tendría implicaciones profundas en todos los aspectos de la sociedad, redefiniendo la interacción humano-máquina.

- e. Colaboración humano - inteligencia artificial:** Se prevé un aumento en la colaboración entre humanos y sistemas de inteligencia artificial, utilizando la inteligencia artificial para potenciar y complementar las habilidades humanas, en lugar de sustituirlas. Esto incluirá sistemas de apoyo en la toma de decisiones, asistentes personales y herramientas creativas.

- f. Inteligencia artificial explicativa:** A medida que la inteligencia artificial se vuelve omnipresente, será crucial desarrollar sistemas que puedan explicar sus acciones y decisiones de manera comprensible. La inteligencia artificial explicativa mejorará la transparencia y la comprensión, fortaleciendo la confianza de los usuarios en estas tecnologías.

g. Avances en aprendizaje no supervisado y transferencia de aprendizaje:

Se espera un progreso significativo en técnicas de aprendizaje no supervisado, permitiendo a los sistemas de IA aprender de grandes volúmenes de datos no etiquetados. Además, la transferencia de aprendizaje facilitará la aplicación de conocimientos adquiridos en un dominio a problemas en otros contextos.

Aunque el futuro de la inteligencia artificial es incierto, su continua investigación y desarrollo transformarán muchos aspectos de nuestra vida, integrando la tecnología de manera profunda y ética en nuestra sociedad. La inteligencia artificial promete no solo automatizar y optimizar, sino también colaborar y explicar, asegurando su papel como un aliado valioso en la evolución humana.

De otro lado, en la última década, la inteligencia artificial, ha generado aportes significativos que han influido profundamente en el campo de la epistemología, la rama de la filosofía que se ocupa de la naturaleza y el alcance del conocimiento. Algunos de estos aportes destacados incluyen:

- a. Transformación del Acceso y Gestión del Conocimiento:** La inteligencia artificial ha revolucionado la forma en que se accede, gestiona y distribuye el conocimiento. Los motores de búsqueda avanzados, como Google, y las plataformas de gestión de información, como los sistemas de referencia automatizados, han hecho que el conocimiento sea más accesible y manejable. Esto ha permitido a los investigadores y académicos acceder a una cantidad sin precedentes de información y datos, lo que facilita la creación de nuevo conocimiento.

- b. Análisis y Síntesis de Información:** Las técnicas de procesamiento del lenguaje natural (PLN) y el aprendizaje automático han mejorado la capacidad de analizar grandes volúmenes de texto y datos, extrayendo patrones, tendencias y conocimientos significativos. Esto ha permitido a los epistemólogos y científicos generar nuevas hipótesis y teorías con mayor eficiencia y precisión.
- c. Automatización del Descubrimiento Científico:** La inteligencia artificial ha comenzado a desempeñar un papel crucial en el descubrimiento científico automatizado. Los algoritmos de inteligencia artificial pueden analizar grandes conjuntos de datos experimentales y detectar correlaciones y relaciones que los seres humanos podrían pasar por alto. Esto ha llevado al descubrimiento de nuevos fenómenos y ha acelerado el avance científico en diversas disciplinas.
- d. Modelado y Simulación de Procesos Cognitivos:** La inteligencia artificial ha permitido la creación de modelos y simulaciones más precisos de los procesos cognitivos humanos. Estos modelos ayudan a los epistemólogos a comprender mejor cómo se adquiere, procesa y utiliza el conocimiento. Además, el estudio de las redes neuronales artificiales ha ofrecido nuevas perspectivas sobre el funcionamiento del cerebro humano y la naturaleza del conocimiento.
- e. Cuestiones Éticas y Filosóficas:** El desarrollo de la inteligencia artificial ha planteado nuevas preguntas éticas y filosóficas relacionadas con la naturaleza del conocimiento y la inteligencia.

Por ejemplo, se debate sobre si las máquinas pueden poseer conocimiento verdadero o si solo pueden manipular símbolos sin comprensión real. Estas discusiones han enriquecido el campo de la epistemología, llevando a una reevaluación de conceptos tradicionales y al desarrollo de nuevas teorías.

- f. Interdisciplinariedad:** La inteligencia artificial ha fomentado una mayor colaboración interdisciplinaria, integrando conocimientos de campos como la informática, la neurociencia, la psicología y la filosofía. Esta integración ha enriquecido la epistemología al incorporar nuevas metodologías y enfoques para el estudio del conocimiento.

- g. Explicabilidad y Transparencia:** La necesidad de desarrollar sistemas de inteligencia artificial explicables ha llevado a investigaciones sobre cómo las máquinas pueden justificar sus decisiones y acciones. Esto ha impulsado el debate sobre la naturaleza de la explicación y la justificación en la epistemología, así como sobre la transparencia y la confianza en los sistemas de inteligencia artificial.

En conclusión, los avances en inteligencia artificial durante la última década han transformado la epistemología, no solo facilitando el acceso y la gestión del conocimiento, sino también planteando nuevas preguntas y desafíos que han llevado a una comprensión más profunda y matizada de la naturaleza del conocimiento humano y su relación con la tecnología.

REFERENCIAS

- Abeliuk, A., & Claudio, G. (2021). Historia y evolución de la Inteligencia Artificial. *Bits de ciencia*, 14-21.
- Abeliuk, A., & Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la inteligencia artificial. *Revista Bits de Ciencia*, 14-21.
- Agencia Big Data. (2023). Inteligencia Artificial. *Agencia big data*. Obtenido de <https://agenciabigdata.com/inteligencia-artificial/>
- Álvarez, L. (1994). *Fundamentos de inteligencia artificial*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Amberscrip. (8 de Junio de 2023). Obtenido de Amberscript: <https://www.amberscript.com/es/blog/transcripcion-de-audio-a-texto/>
- Aquae. (10 de Mayo de 2021). *¿Cómo un motor de IA ganó un concurso televisivo?* Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/particular-watson-ibm-ganara-jeopardy/>
- Block, K. (4 de Mayo de 2023). *Los padres de la Inteligencia Artificial no son del siglo XXI*. Obtenido de <https://blogthinkbig.com/los-padres-de-la-inteligencia-artificial-no-son-del-siglo-xxi/>

- Blondin, J. (4 de Setiembre de 2009). *Particle Swarm Optimization: A Tutorial*.
Obtenido de file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Particle_Swarm_Optimization_A_Tutorial.pdf
- Bongianino, C., & Sosisky, V. (2019). *LA APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIALE EN LA CONTABILIDAD PRIVADA Y EN EL SECTOR GUBERNAMENTAL*. Universidad Nacional de la Plata, La Plata. Obtenido de <https://backend.congresos.unlp.edu.ar/index.php/encuentro-simposio-fce/article/view/801/204>
- Centeno, A. (2019). *Deep Learning*[Tesis para Título Profesional, Universidad de Sevilla]. Repositorio Institucional, Sevilla. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/90004/Centeno%20Franco%20Alba%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cole, A., & Johnson, B. (9 de Enero de 2020). *Preguntas frecuentes sobre los dispositivos iOS*. Obtenido de <https://www.cleverfiles.com/howto/es/what-is-ios-device.html>
- Cornieles, P. (11 de Marzo de 2019). *IA LATAM*. Obtenido de <https://ia-latam.com/2019/03/11/la-inteligencia-artificial-cambia-las-reglas-de-la-experiencia-del-cliente/>
- DATA SCIENCE. (mayo de 2020). <https://datascience.eu>. Obtenido de <https://datascience.eu/es/inteligencia-artificial/como-funciona-el-algoritmo-de-retropropagacion/>
- Data Science. (8 de Mayo de 2023). *a simple explicación del concepto de retropropagación*. Obtenido de <https://datascience.eu/es/inteligencia-artificial/como-funciona-el-algoritmo-de-retropropagacion/>

- De la Cierva, M., Sánchez, M., & Juárez, C. (2023). Terapias Personalizadas con Inteligencia Artificial: El Futuro de la Medicina. *Ocronos*. Obtenido de <https://revistamedica.com/terapias-personalizadas-inteligencia-artificial-futuro-medicina/>
- Dergarabedian, C. (14 de Setiembre de 2020). Inteligencia artificial. ¿cuántas empresas argentinas están preparadas para sacar su máximo potencial? *lprofesional*. Obtenido de <https://www.iprofesional.com/tecnologia/323452-inteligencia-artificial-estan-preparadas-empresas-argentinas>
- Erazo, A., Galarza, P., Ramos, F., & Boné, M. (2023). La inteligencia artificial aplicada a la optimización de. *JESSR*, 48-63. Obtenido de <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/48-63.pdf>
- Galeano, E. (1997). *Modelos de Comunicación*. Macchi.
- García, M., & Ramírez, T. (2014). *Máquinas de Turing*. España: Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea.
- Henrique, M., & Filipe, H. (2023). *Liderar a educação escolar: desenvolvimento de conhecimentos e competências de liderança nas escolas*. Brasil: Científica Digital LTDA. Obtenido de <https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-5360-360-8.pdf>
- IAT. (2023). *Iat Tecnologias*. Obtenido de <https://iat.es/tecnologias/inteligencia-artificial/>
- IBM. (2013). *La era de los sistemas cognitivos: Una mirada al interior de IBM Watson y ¿Cómo funciona?*. Estados Unidos: International Business Machines Corporation.
- IDOC PUB. (2021). *Inteligencia artificial - 01*. Obtenido de <https://idoc.pub:https://idoc.pub/documents/inteligencia-artificial01-gen5ed223kno>

- Jiménez, J., Arango, R., & Jiménez, L. (2016). Métodos de búsqueda usando los algoritmos de enjambre de partículas y genético. *Universidad Católica Luis Amigó*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6139/613964501005/html/#:~:text=El%20algoritmo%20de%20optimizaci%C3%B3n%20por,hasta%20encontrar%20la%20soluci%C3%B3n%20%C3%B3ptima>.
- Lazo, J. (8 de Marzo de 2023). ¿Qué relación tienen el Marketing y la Inteligencia Artificial? Descubre 11 herramientas que cambiarán tu vida. *Marketing de miércoles*. Obtenido de <https://gestion.pe/blog/marketing-de-miercoles/2023/03/marketing-inteligencia-artificial.html>
- Li, X., Ma, L., & Lu, X. (Agosto de 2019). *Jove Journal*. Obtenido de Jove: <https://www.jove.com/es/v/59380/interfacial-molecular-level-structures-polymers-biomacromolecules?language=Spanish>
- McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., & Shannon, N. (1955). *A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence*. New Hampshire: Dartmouth College.
- Miranda Perea, F. E., Reyes Cabello, A. L., Reyes Sánchez, R., & González Huesca, L. (2013). La máquina de Turing en el ámbito de los lenguajes de programación. *Miscelánea matemática*, 145-178.
- Noáin, F. (2010). *Estudio de técnicas heurísticas para jugar al GO*. Pamplona, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.
- Oliver, N. (8 de Mayo de 2023). *La historia de la inteligencia artificial*. Obtenido de <https://ellisalicante.org/book/historia-de-la-inteligencia-artificial>
- Óscar, I. (3 de Mayo de 2023). TensorFlow: características y usos en el aprendizaje profundo. *Noticias de IA*. Obtenido de <https://noticiasdeia.com/tensorflow/>

- Quevedo, A., & Escobar, D. (2022). Inteligencia Artificial como alternativa en la detección de noticias falsas. *Revista Tecnológica, Investigación y Academia RITA*, 10(1), 20-37. Obtenido de <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/17299/18443>
- Revista de Robots. (4 de Abril de 2021). *¿Qué es la Inteligencia Artificial y para qué sirve la IA?* Obtenido de <https://revistaderobots.com/inteligencia-artificial/que-es-la-inteligencia-artificial/?cn-reloaded=1>
- Revista de Robots. (2023). *¿Qué es la inteligencia artificial y para qué sirve la IA?* *Revista de Robots*.
- Rivas, E. (2011). *Localizacion Mediante Differential Evolution de un Robot Móvil[Grado de Titulo Universitario, Universidad Carlos III de Madrid]*. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid. Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13590/PFC_Eduardo_Rivas_Gonzalez.pdf?sequence=1
- Rodríguez, E. (s.f.). *Canal Innova*. Obtenido de https://canalinnova.com/la-inteligencia-artificial-en-nuestro-dia-a-dia-impactos-y-transformaciones/#el_impacto_y_las_transformaciones_de_la_inteligencia_artificial_en_nuestra_vida_cotidiana
- Rodríguez, J. A. (1996). *Inteligencia artificial*. Obtenido de Studio Documental: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-dominicana-om/inteligencia-artificial/inteligencia-artificial/36104669>
- Ruiz, C., & Basualdo, M. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones*. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Rosario .
- Saari, J. (9 de Abril de 2000). *Jmcpri.net*. Obtenido de <https://www.jmcpri.net/OIT%20completa/60.pdf>

- Sánchez, C. (24 de Marzo de 2015). Un genio vagabundo amante de la lógica, el padre incomprendido de la cibernética. *El Diario*, pág. 1.
- SAS. (8 de Mayo de 2023). *Minería de datos: Qué es y por qué es importante*. Obtenido de https://www.sas.com/es_mx/insights/analytics/data-mining.html
- Silver, D., Schrittwieser, J., & Simonyan, K. (2017). Mastering the Game of Go without Human Knowledge. *Nature*, 354-369.
- Staff,Forbes. (2023). Mercado de la IA en marketing aumentará a \$29,790 millones para 2025. *Forbes*. Obtenido de <https://forbescentroamerica.com/2023/11/09/mercado-de-la-ia-en-marketing-aumentara-a-29790-millones-para-2025>
- Tether, T. (2023). Qué es el Machine Learning o Aprendizaje Automático: Claves y Conceptos Básicos. *Aula Marketing*. Obtenido de <https://aulamarketing.net/que-es-el-machine-learning-aprendizaje-automatico>
- THINKBIG. (2021). <https://blogthinkbig.com/>. Obtenido de <https://blogthinkbig.com/los-padres-de-la-inteligencia-artificial-no-son-del-siglo-xxi/>
- Turban, E. (1995). *Decision support and expert systems*. Nueva Jersey: Prentice-Hall.
- Universidad EIA. (8 de Mayo de 2023). *Todo lo que debes saber sobre los agentes inteligentes*. Obtenido de <https://www.eia.edu.co/wp-content/uploads/2020/09/agentes-inteligentes.pdf>
- UTEC. (8 de Mayo de 2023). *Pasado, presente y futuro de la Inteligencia Artificial*. Obtenido de <https://www.frbb.utn.edu.ar/>
- UTECNOTICIAS. (2024). Pasado, presente y futuro de la Inteligencia Artificial. *Revista Utecnoticias*.

- Villota, E. (2020). *Validación del Modelo Depressiondetect Para el Diagnóstico Automático de la Depresión Mediante la Voz Basado en Redes Convolucionales Profundas*. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/52f3cda0-32a2-4364-97f0-536f21180023/content>
- Viso, E. (2006). *El origen de la palabra robot*. México: Xataca Ciencia.
- Vorobioff, J., Cerrotta, S., Eneas Morel, N., & Amadio, A. (2022). *Inteligencia artificial y redes neuronales*. Argentina: EDUTECNE. Obtenido de <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/Inteligencia%20Artificial%20y%20Redes%20Neuronales%20Fundamentos,%20Ejercicios%20y%20Aplicaciones%20con%20Python%20y%20Matlab.pdf>
- Vorobioff, J., Cerrotta, S., Morel, N., & Amadio, A. (2022). *Inteligencia artificial y redes neuronales*. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.



Una de las contribuciones más destacadas en la historia de la tecnología es el desarrollo de la inteligencia artificial. Presente en la mente de los creadores a lo largo de la historia, la misma se ha convertido en un elemento fundamental para la configuración de nuestro entorno cotidiano. Esta obra **Inteligencia Artificial e Investigación Científica**, permite conocer el origen, evolución y el futuro de estos dispositivos como núcleo de la transformación digital.

Dr. Jesús Manuel Niebla Zatarain - México



Inteligencia Artificial e Investigación Científica es una obra exhaustiva que aborda el potencial transformador de la IA en la investigación científica. Desde su génesis hasta su futuro, ofrece un análisis profundo de cómo la IA está redefiniendo los enfoques en campos como la genómica, la astrofísica y la climatología. Con una discusión detallada sobre los métodos, técnicas y programas más relevantes, así como los usos potenciales y el software disponible, esta obra es una guía esencial para comprender cómo la IA está impulsando la innovación en la ciencia. Un recurso invaluable para investigadores y entusiastas de la IA por igual.

Ing. Dyana Paola Carrasco Ortiz - Perú



Un viaje alucinante hacia el futuro de la tecnología. El libro **Inteligencia artificial e investigación científica** nos sumerge en el fascinante mundo de la Inteligencia Artificial y nos muestra cómo esta revolucionaria tecnología está transformando nuestras vidas. Con explicaciones claras y ejemplos prácticos, este libro es un recurso esencial para aquellos que desean comprender el potencial ilimitado de la Inteligencia Artificial y estar preparados para el futuro tecnológico que nos espera. ¿Estás listo para desbloquear las puertas del futuro? ¡No te pierdas esta fascinante lectura!

Lic. en Ing. Isaí Ramírez Campero - México



Este libro compila información previamente publicada por otros autores, ofreciendo una ventaja al reunirlos en un solo documento útil para la discusión académica. **Inteligencia Artificial e Investigación Científica**, busca destacar el valor de inteligencia artificial en la praxis de la metodología de investigación. Los autores han utilizado herramientas de inteligencia artificial en la creación del libro, contrastando con bibliografía especializada, ya que la información generada aún no iguala al cerebro humano.

Econ. Estefany Lorena Vera Muñoz - Perú



**COLECCIÓN
BICENTENARIO**

ISBN: 978-612-00-8587-5



9 786120 008587 5