



Universidad Politécnica
de Madrid



**Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos**

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**La Inteligencia Artificial en la sociedad:
Explorando su Impacto Actual y los
Desafíos Futuros**

Autor: Jarod David Pedraza Caro

Tutor(a): Hanane Benali Taouis

Madrid, mayo 2023

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Título: La Inteligencia Artificial en la sociedad: Explorando su impacto actual y sus desafíos futuros.

Mayo 2023

Autor: Jarod David Pedraza Caro

Tutor:

Hanane Benali Taouis

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos e Ingeniería del Software

ETSI Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

El presente trabajo, tiene como propósito investigar y analizar de forma exhaustiva la actualidad de la Inteligencia Artificial y su comportamiento hacia los próximos años, comprendiendo qué sectores y actividades laborales se verán afectadas o llegarán a desaparecer, qué representa para los seres humanos su implementación y qué riesgos, desafíos y oportunidades surgen en lo que a la limitación de la capacidad humana refiere.

Lo anterior, entendiendo que la IA representa una evolución tecnológica con tendencia al desarrollo humano, que busca mejoras en la productividad, la disminución de riesgos en la ejecución de actividades y la mejora en los tiempos de respuesta en los procesos. Sin embargo, al no existir límite en el alcance de esta tecnología, surgen voces contradictorias sobre la importancia de implementar la IA de manera gradual, con el fin de tener un control total sobre ella.

Abstract

The purpose of this work is to thoroughly investigate and analyze the current state of Artificial Intelligence and its behaviour over the next years, including which sectors and occupations will be affected or disappear, what its implementation represents for humans, and what risks, challenges, and opportunities arise in terms of limiting human capacity.

This is based on the understanding that AI represents a technological evolution with a tendency toward human development, seeking improvements in productivity, risk reduction in task execution, and better response times in processes. However, as there is no limit to the scope of this technology, conflicting voices arise about the importance of implementing AI gradually in order to have full control over it.

Tabla de contenidos

1	Introducción.....	1
1.1	Objetivos de la Investigación	2
2	Marco Teórico - Conceptual y Normativo	3
2.1	Definición y Evolución Histórica de la IA	3
2.1.1	Tipos de Inteligencia Artificial	12
2.1.1.1	Por Sistemas.....	12
2.1.1.2	Por Modos.....	14
2.1.2	Características de la Inteligencia Artificial.....	17
2.1.3	Inteligencia Artificial- Machine Learning – Deep Learning	18
2.1.4	Usos y aplicaciones de la IA a nivel social	20
2.1.4.1.	Contenido	20
2.1.4.2.	Áreas	23
2.2	Una aproximación al marco normativo de la IA en España	35
2.3	Apuntes teóricos sobre los riesgos, desafíos y oportunidades de la IA a nivel social.....	43
3	Resultados y conclusiones	49
4	Análisis de Impacto	51
5	Bibliografía	53
6	Anexos.....	57
6.1	Plan de trabajo	57

Índice de diagramas

Diagrama 1. Las Revoluciones Industriales	8
Diagrama 2. Evolución Histórica de la IA	10
Diagrama 3. IA Débil o Estrecha.....	15
Diagrama 4. Etapas de la IA	16
Diagrama 5. Subáreas de la Inteligencia Artificial	18
Diagrama 6. Objetivos de la ENIA	41
Diagrama 7. Sectores con Mayor Impacto Esperado de la IA	45

Índice de tablas

Tabla 1. Enfoque Simbólico y Enfoque Aprendizaje Automático	11
Tabla 2. Los Sistemas de la IA	13
Tabla 3. IA Débil - IA Fuerte	16
Tabla 4. Regulación de la Innovación Tecnológica.....	38

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. De la Tecnología a la IA	4
Ilustración 2. Eliza, Uno de los Primeros Chatbots de la Historia	5
Ilustración 3. SmarterChild, Primer Boceto de Asistente Virtual	5
Ilustración 4. Visión Artificial.....	21
Ilustración 5. Proceso de Minería de Datos o Data Mining	22
Ilustración 6. Impacto de la IA en el Ámbito Laboral.....	25
Ilustración 7. La Robótica Educativa.....	28
Ilustración 8. Sophia - Robot Humanoide con IA	33
Ilustración 9. IA: Nueva Forma de Pensamiento y Evolución.	48

1 Introducción

Cuando se explora el campo de la Inteligencia Artificial (IA), aparecen diversos escenarios y definiciones que, aunque ambiguas, apuntan hacia la imparable transformación tecnológica en un mundo donde los hombres se han autodenominado como *Homo sapiens* (hombre sabio), según Russell y Norvig [1]. Aunque la IA resulta ser un concepto novedoso¹, explora de forma desafiante el interés² del ser humano por entender el comportamiento de la mente; cómo crea, transforma, percibe y maneja el mundo, entendiendo que se trata de un sistema mucho más complejo que ésta misma.

En este contexto, dicho interés obedece a la velocidad infundada por la propia vida, la cual transcurre en espacios y campos donde los procesos son cada vez más acelerados; situación que le confiere especial relevancia a la relación existente entre la humanidad y la tecnología. Así, abordar el tema de la Inteligencia Artificial y toda su controversia, supone repasar los cambios y transformaciones que ésta misma le ha concedido a la humanidad, al permitirle simplificar, sintetizar y automatizar tareas, tomar decisiones, aumentar la eficiencia de los procesos y no menos importante, analizar grandes cantidades de datos e información. Por lo anterior, se prevé que el uso de la IA supondrá grandes beneficios y mejoras en la calidad de vida de las personas, sin desconocer que su uso puede generar también algunos riesgos.

A pesar de esta primera valoración, es posible resaltar que la IA se trata de una disciplina muy amplia y en constante evolución, con la cual se busca desarrollar, imitar o incluso, llegar a superar la inteligencia del ser humano y en este sentido, revolucionar diversas áreas y ámbitos de la vida social. En términos generales y a la luz de Arbeláez “*et al.*” [2], la IA puede presentarse como una oportunidad para que el ser humano logre adaptarse a los inevitables cambios que tendrá el mundo como se conoce hoy o, en su defecto, puede significar la alteración de la condición humana, al trastocar las formas y estilos de vida de toda la población y con esto, inhibir a la civilización en la construcción de su propia realidad; aspectos que constituyen una razón para ampliar y profundizar en los motivos por los cuales es relevante ahondar en la investigación del tema.

Ahora bien y en referencia a lo planteado, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿El uso de la Inteligencia Artificial por parte del ser humano representa hoy un elemento complementario o una tecnología antagonista?; pregunta que será desarrollada a lo largo del documento y que aportará a la comprensión de la complejidad teórica de la IA, a través de los objetivos propuestos.

¹ Desde la visión de Ugalde 2019, es a partir de 1943 que se dejan entrever las primeras aproximaciones al mundo de la Inteligencia Artificial. Antes de esta fecha, los avances realizados por Aristóteles (500 a.C) con el razonamiento deductivo, Leonardo Da Vinci (principios del siglo VI) con el diseño de los primeros autómatas y Blaise Pascal (siglo XVII) con la construcción de la primera calculadora mecánica, por mencionar algunos ejemplos, demuestran los avances tecnológicos que aportaron a la consolidación de este campo de la ciencia informática. [61]

² Según datos abonados por la Universidad Nacional Autónoma de México en el año 2020, actualmente, se estima que existen más de tres millones de entradas para la búsqueda “Artificial Intelligence” por medio de Google Scholar. El interés por investigar y pensar el futuro de la IA resulta tan extenso e impetuoso, que hoy es posible afirmar que existen avances importantes en casi todos los campos de la actividad humana. [58]

Para ampliar esta información, el contenido del documento se ha estructurado de forma secuencial en cinco capítulos particulares, pero lógicamente relacionados, así:

En primer lugar, se realiza una introducción general del documento que aborda el objeto y los objetivos de la investigación; este capítulo es la antesala al amplio recorrido investigativo que se realizó sobre el tema. En segundo lugar, se realizó un marco teórico-conceptual acerca de la definición, evolución histórica, tipos, características, usos, marco normativo y aportes teóricos sobre la Inteligencia Artificial, a través de una amplia, reciente y profunda búsqueda bibliográfica. En este mismo capítulo y mediante el uso de fuentes documentales escritas, se pretende aportar una visión aproximada sobre el impacto que esta tecnología puede tener en la sociedad en los próximos años, en cuanto a la limitación o desarrollo de la capacidad humana se refiere. En tercer lugar, se presentan los resultados y conclusiones inherentes al trabajo investigativo realizado. En cuarto lugar, se presenta un análisis de impacto que permitirá a futuro evaluar la relevancia, alcance y calidad de la investigación y mejorar o facilitar la búsqueda sobre el tema tratado, así como se hará un análisis en relación a los objetivos de desarrollo sostenible; finalmente, se presentan las referencias bibliográficas, las cuales exponen el arqueo de fuentes documentales que se llevó a cabo y que más allá de sus diferencias en términos de objetivo, textualidad y género, coinciden en otorgar una centralidad excepcional sobre la importancia de la IA en la actualidad.

1.1 Objetivos de la Investigación

Para contextualizar lo antedicho, el presente trabajo investigativo se plantea como objetivos los siguientes:

Objetivo General.

- Identificar los principales riesgos, desafíos y oportunidades de la Inteligencia Artificial en la sociedad, en los próximos años.

Objetivos Específicos.

- Conocer la forma en que la Inteligencia Artificial (IA) y su evolución podrían provocar y/o agravar las desigualdades sociales.
- Analizar el desarrollo de la IA en los últimos años y su contribución en el mejoramiento de las condiciones de vida.
- Analizar el impacto de la IA en ámbitos como el laboral y el académico.
- Estudiar los riesgos que puede entrañar tecnologías de open IA como chat GPT.

2 Marco Teórico - Conceptual y Normativo

El presente capítulo tiene como propósito hacer un recorrido histórico y evolutivo de la IA con el fin de poder comprender no sólo sus tipos, características, usos y marco normativo, sino también su alcance e impacto a nivel social, siendo este el elemento característico de esta investigación.

2.1 Definición y Evolución Histórica de la IA

Durante años, se ha proclamado que la Inteligencia Artificial es un tema muy atractivo, sobre todo en lo que refiere a su discusión. No obstante, para comprenderlo es necesario remitirse a algunos términos que le anteceden como tecnología e inteligencia. Desde la perspectiva de Ortiz *“et al.”* [3], “por tecnología se entiende toda forma en la que evoluciona el conocimiento científico hacia la producción de bienes y/o servicios y el cumplimiento de objetivos. Su origen se dio a partir de la transformación que tuvo la palabra griega *tekne* que significa “arte, técnica u oficio”, y *logos*, que significa conjunto de saberes”.

Sin duda, la tecnología representa la piedra angular en el progreso del ser humano, quien la ha presentado como una herramienta potencialmente innovadora para crear, solucionar, desarrollar y mejorar las condiciones de vida o, en otras palabras, ampliar los límites y barreras de la realidad. Desde la génesis de la humanidad, han sido los hombres quienes han empleado su creatividad e ingenio para perfeccionar e inventar procesos y herramientas útiles para su supervivencia; el uso del fuego y de elementos artesanales en la prehistoria, por ejemplo, han permitido la diversificación de la tecnología hoy.

En esta nueva dinámica, la tecnología ha abarcado distintas áreas como lo son la agricultura, la comunicación, la economía, la medicina, la construcción, la informática, entre muchas otras, y contiene una relevancia incalculable para la sociedad, al permitirle enfrentar retos globales como las crisis sanitarias o el cambio climático. Su uso ha transformado de forma radical y sin precedentes el mundo, al estar presente en casi todos los aspectos de la vida humana.

Por otro lado, cuando se hace referencia a la “inteligencia”, es importante preguntarse como primera medida ¿Qué significa que el ser humano sea inteligente?, ¿Realmente lo es? Para poder discutir asertivamente acerca de este concepto, es necesario poder intentar responder estas preguntas y así, destacar que la noción de inteligencia refiere a un término puramente semántico y polisémico, es decir, que su definición y/o interpretación dependen de la perspectiva o contexto en el que se aborde. Se trata de un concepto que puede analizarse de diferentes maneras según la persona, la disciplina, la cultura o la teoría. [2]

Según Sanz [4], hablar sobre la inteligencia es reconocerla como una capacidad mental multidimensional muy general, que implica la habilidad para razonar, planificar, resolver problemas, pensar de forma abstracta, comprender ideas complejas, aprender con rapidez y aprender de la experiencia; resulta de la facultad humana para capturar y darle sentido a las cosas y es, ante todo, una oportunidad para que la persona pueda hacer, ser y convivir en diversos escenarios. En este sentido, la noción que existe en la actualidad sobre dicho

termino resulta reificada³ por un discurso antropocéntrico, en donde se postula que, aparentemente, la inteligencia de la humanidad, es superior a cualquier otra entidad existente; afirmación que ha convocado a diferentes disciplinas (psicología, neurociencias, filosofía e Inteligencia Artificial) a estudiarla con sumo detenimiento.

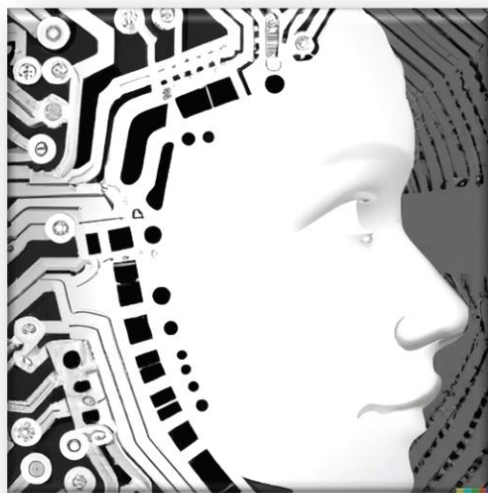


Ilustración 1. De la Tecnología a la IA
Fuente: Imagen generada por DALL-E⁴

Dicho lo anterior y gracias al desarrollo ideológico y tecnológico de la civilización, hoy por hoy, es posible hablar de Inteligencia Artificial, la cual se define en palabras de Ayoub como cualquier tipo de sistema artificial⁵ que realiza tareas en circunstancias variables e impredecibles, sin la necesidad de una supervisión humana significativa, o que puede aprender de su experiencia y mejorar su rendimiento [...], “pudiendo con esto resolver tareas que requieren percepción, cognición, planificación, aprendizaje, comunicación, o acción física” [5]. Es posible indicar que la IA, como se conoce hoy, hace parte de un conjunto de tecnologías computacionales que han sido inspiradas en el ser humano, en su forma de comunicar, razonar, pensar y sentir.

Como desarrollo de los lenguajes de la programación, el término se acuñó específicamente en el año de 1956 en la conferencia celebrada en Dartmouth College, en Hanover [6] dando un giro tecnológico llamativo durante los años sesenta y setenta. Durante estas dos décadas, surgieron algunos programas como ELIZA⁶; con el que se pretendía ser capaz de engañar a los humanos

³ En palabras de George Ritzer, “La reificación puede considerarse como el proceso por el que se llega a creer que las formas sociales humanamente creadas son naturales, universales y absolutas y, consecuentemente, que esas formas sociales adquieren, de hecho, esas características. El concepto de reificación implica el convencimiento de las personas de que las estructuras sociales están fuera de su control y son inalterables” (p.191) [59]

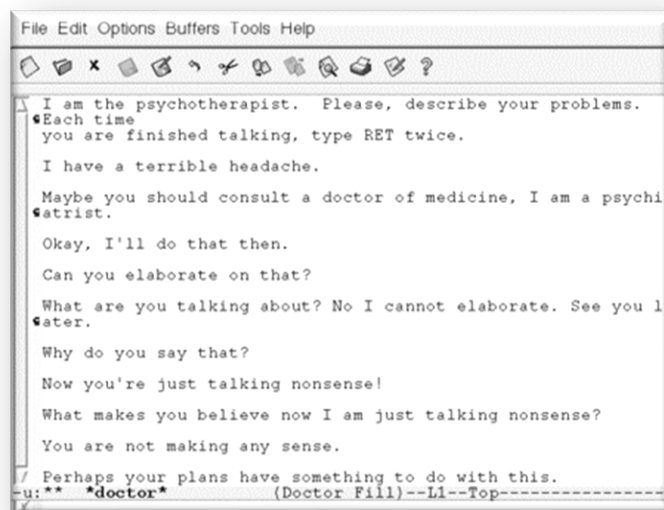
⁴ La respectiva ilustración se generó a partir del siguiente prompt: “From technology to the Artificial Intelligence”

⁵ Con “artificial” no se hace referencia a que la inteligencia sea falsa, sino que no es natural de un ser vivo. [13]

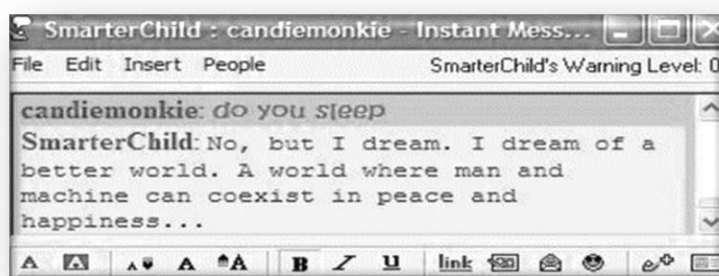
⁶ Nació en EEUU en 1966 como idea de Joseph Weizenbaum. ELIZA es precursora de los chatbots actuales. [60]

haciéndoles pensar que estaban hablando con otra persona. Este modelo, puso en evidencia no sólo la superficialidad de la comunicación que se da entre el hombre y la máquina, sino también el interés que desde las ciencias informáticas existía por profundizar en el asunto.

Posterior a esto, nuevos bots siguieron desarrollándose, aunque muchos de ellos se encontraban en estado embrionario; situación que evolucionó con la llegada de SmarterChild⁷, presentándose como un primer boceto de asistente virtual que llegó a ser compatible con MSN Messenger, AOL Instant Messenger e ICQ (aplicaciones de mensajería instantánea) y que supuso la introducción a la Inteligencia Artificial para millones de adolescentes, según Fernández. [7]



*Ilustración 2. Eliza, Uno de los Primeros Chatbots de la Historia
Fuente: Imagen generada por medio de DALL-E.*



*Ilustración 3. SmarterChild, Primer Boceto de Asistente Virtual
Fuente: Imagen generada por medio de DALL-E.*

Así, desde la perspectiva del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades de España en el año 2019, la Inteligencia Artificial puede entenderse como “la ciencia e ingeniería que permite diseñar y programar máquinas capaces de llevar a cabo tareas que requieren inteligencia para ser realizadas” [8] y, a la luz

⁷ Aparece a principios de la década de los 2000.

de los planteamientos abonados por Arend Hintze⁸, existen al menos cuatro tipos, según las funciones que pueden realizar:

- **Las máquinas reactivas:** funcionan de manera básica y por lo tanto carecen de la posibilidad de tomar decisiones al no poder crear ni recrear recuerdos ni experiencias; funcionan sólo para lo que se diseñaron.
- **La memoria limitada:** a diferencia de la anterior, tiene una memoria que, aunque transitoria, le permite adquirir experiencias ya pasadas.
- **Las máquinas con una “teoría de la mente”:** son capaces de comprender emociones, creencias, necesidades y deseos; con ellas, se puede tener un tipo de interacción similar a la de hablar con un humano; este tipo de IA aún se encuentra en desarrollo.
- **La autoconciencia:** permite entrever que, a pesar de que existen variadas hipótesis respecto al desarrollo sustancial de esta tecnología, aún hay camino por recorrer y, por lo tanto, simular una IA que tenga consciencia de sí misma es algo que se encuentra lejos de lograrse. Es, ante todo, un ámbito de la ciencia ficción que ha merecido mayor estudio y desarrollo.

Estas primeras perspectivas sobre IA, representan una visión de lo que puede ser el funcionamiento de la mente – cerebro y es posible que, ante la evolución de esta tecnología, surjan innumerables definiciones que por sí solas no signifiquen mayor cosa, pues, hablar de esta dualidad es de entrada, un desafío difícil de resolver. Sin embargo, no se puede olvidar que el uso de la IA ha hecho posible que psicólogos, a través de sus extensas investigaciones, desarrollen prestigiosas teorías sobre la relación mente-cerebro y reconozcan su poder: la mente, es mucho más rica de lo que esta y otras disciplinas habían imaginado en principio.

Algunos autores como Kumar [9], citado por Aguilar [10], mencionan que “en su etapa temprana, la Inteligencia Artificial estaba preocupada por desarrollar programas para comprobar teoremas y crear juegos[...]en la actualidad, la Inteligencia Artificial utiliza varias herramientas para tratar de emular el razonamiento humano, el aprendizaje, la planificación, el lenguaje, y el reconocimiento de patrones”; definición que también comparte Jones [11], al señalar que la Inteligencia Artificial posee características propias de la inteligencia humana, la cual se comprende como “el conjunto de propiedades de la mente”, propiedades que se orientan al desarrollo de la razón y que sugieren que no puede entenderse como una dimensión única, sino que es un espacio excesivamente estructurado de capacidades⁹. En cualquier caso, cada investigador cree, a menudo, que su metodología y/o definición es la más acertada y avanzada y que, por tanto, merece una especial atención.

Siendo esto así, todavía existe un debate muy amplio sobre cuáles podrían ser las mejores aproximaciones hacia la IA, mejores en el sentido de que ésta pueda producir resultados verdaderamente útiles a corto plazo. Estas aproximaciones se vienen presentando desde hace 40 años y comprenden infinidad de paradigmas que, al día de hoy, se pueden clasificar en cuatro: “El paradigma

⁸ Para más información consultar: <https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616> [62]

⁹ Estas capacidades se orientan específicamente al procesamiento de información, sobre todo para resolver actividades o tareas. [63]

simbólico, el paradigma conexionista, el paradigma enactivo y el paradigma de máquinas inteligentes” [12].

El primero (**paradigma simbólico**) se basa principalmente en el razonamiento lógico para la resolución de problemas. Es una representación abstracta del mundo real que no necesita formar parte o encarnarse en un cuerpo físico.

El segundo (**paradigma conexionista**) se compone por las aproximaciones fundadas en las redes neuronales, los sistemas multiagentes y los algoritmos genéticos (AG). Según la Universidad de Ingeniería y Tecnología UTEC del Perú, en las redes neuronales, lo que se pretende es simular características de los seres humanos, por ejemplo, asociar hechos, memorizar y hasta olvidar situaciones. Estas redes, cuentan con gran capacidad de aprendizaje, condicionan la realización de tareas a partir de modelos y tienen gran tolerancia para auto adaptarse y auto organizarse. Asimismo, “se componen de nodos conectados entre sí que hacen las veces de neuronas artificiales” [13]. Los sistemas multiagentes, por su parte, se caracterizan por ser unidades más o menos autónomas, al poseer conocimientos propios (agentes inteligentes¹⁰) o interactuar con el entorno u otros agentes. Por último, los algoritmos genéticos (AG), tratan de imitar la evolución biológica del ser humano. Con estos, se han conseguido resultados interesantes en aspectos relacionados con la mutación, la reproducción de organismos, el cruzamiento, entre otros.

El tercero (**paradigma enactivo**) hace referencia al comportamiento del agente en el mundo real, por lo tanto, requiere de una maquinaria o cuerpo para poder desarrollar sus experiencias.

El cuarto (**paradigma de máquinas inteligentes**) tiene un gran potencial, al develar ventajas que los dispositivos autónomos pueden generar. Son máquinas que pueden resolver problemas fácilmente y tomar decisiones concretas sobre alguna situación en particular. Hacen parte de las formas tecnológicas más cercanas a la capacidad de razonamiento humano y, por tanto, sugiere grandes beneficios en ámbitos como los negocios o la sociedad en general; en palabras de Hurtado [14], “hace referencia a la forma en que los seres humanos toman decisiones teniendo en cuenta diferentes consideraciones, las cuales no representan un todo o nada, sino que tiene variaciones específicas”.

A medida que avanza la tecnología, estos paradigmas de la IA, lejos de ser insulsos, gestan en la sociedad la necesidad de conquistar nuevas tecnologías; razón por lo cual en la actualidad se han logrado automatizar procesos que antes requerían de mayor tiempo y recursos. En este sentido, puede decirse que, aunque la IA nació como un mero desarrollo filosófico de la inteligencia del ser humano y como una inquietud de la población por calcar el funcionamiento de la naturaleza, hoy se consolida como La Cuarta Revolución Industrial.

En principio, cuando se habla de “revolución”, es posible identificar la existencia de cambios o transformaciones que surgen de manera abrupta y radical. De acuerdo con Schwab, citado por Rico *“et al.”* [15] “las revoluciones se han producido a lo largo de la historia cuando nuevas tecnologías y formas novedosas de percibir el mundo, desencadenan un cambio profundo en los sistemas económicos y las estructuras sociales” [16], por esta razón, el concepto

¹⁰ A la luz de la Universidad EIA, un agente inteligente “es una entidad capaz de percibir su entorno, procesar tales percepciones y responder o actuar en su entorno de forma racional, es decir, de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado [...] puede ser una entidad física o virtual” [66]

de “revolución industrial”¹¹ se consolidó con mayor fuerza a partir de los primeros cambios estructurales que surgieron para la sociedad (1780 y 1870) con el aprovechamiento de las fuerzas eléctricas y mecánicas en los sistemas de transporte.

Así, para comprender esta cuarta revolución, es importante primero entrar en detalle en cada una de las que le anteceden. A continuación, se hace una breve explicación de cada una de ellas en el diagrama 1:

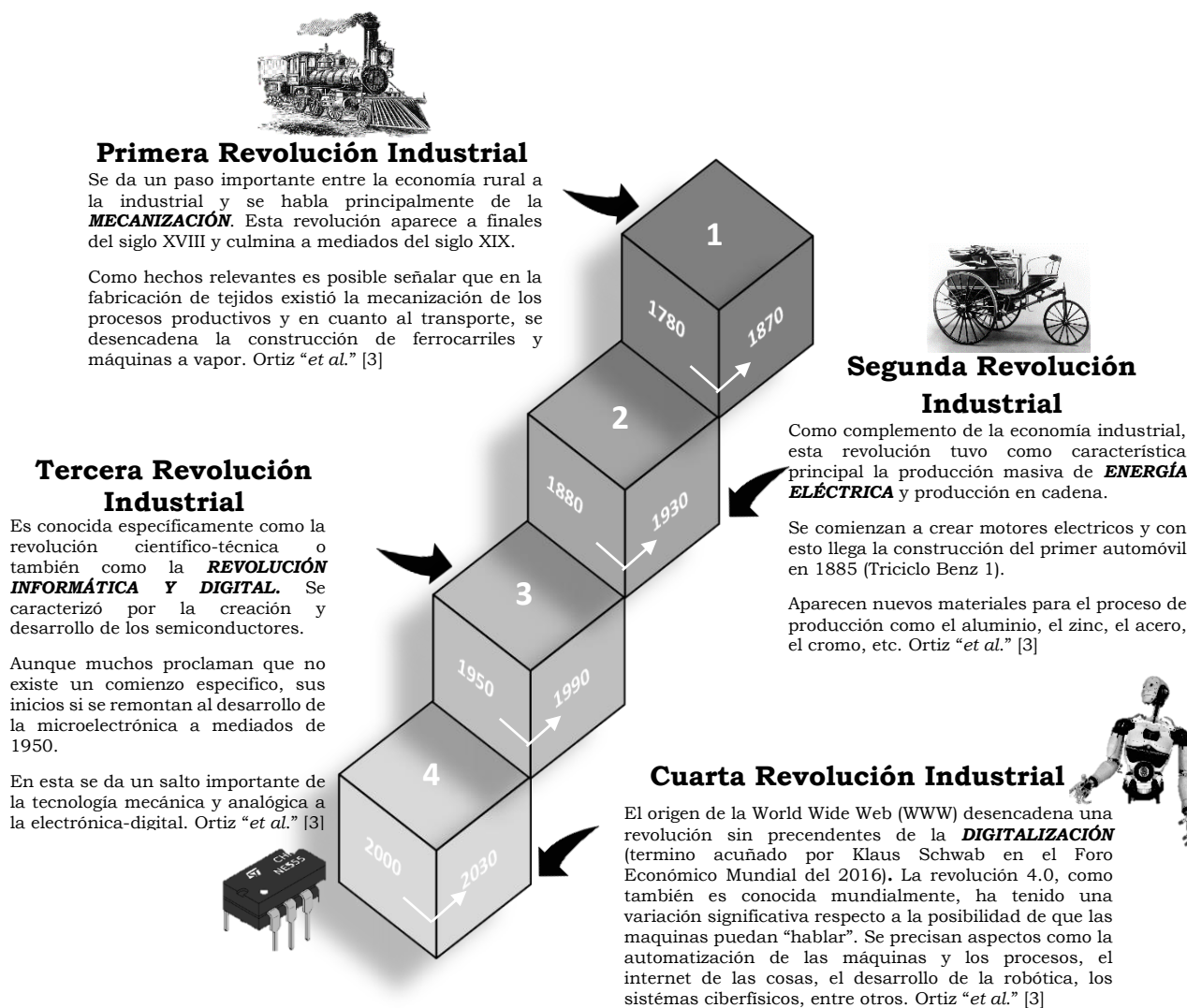


Diagrama 1. Las Revoluciones Industriales

Como característica principal de la Primera y Segunda Revolución Industrial es posible identificar que se desarrollaron durante varios años, a diferencia de las dos últimas, las cuales surgieron y se manifestaron aparentemente rápido, hacia el último cuarto del Siglo XX e inicios del Siglo XXI¹².

¹¹ Desde la perspectiva de Cipolla, “el término “revolución industrial” ingresó por primera vez en el léxico del pensamiento en 1799”. [67]

¹² Si se desea profundizar, consultar libro “Machine, Platform, Crowd” de McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2017). [68]

En la cuarta revolución industrial, se precisa una evolución de la nueva era tecnológica; la cual se caracteriza por la correlación existente entre diversas tecnologías biológicas, digitales y físicas. Un ejemplo claro de esto es la biotecnología, la misma Inteligencia Artificial, las impresiones en 3D o, incluso, la nanotecnología. En el Foro Económico Mundial del 2016, se señaló que, “si bien parten de la revolución digital, es la fusión de estas tecnologías y su interacción a través de los dominios físicos, digitales y biológicos lo que hace que la cuarta revolución industrial sea fundamentalmente diferente de las revoluciones anteriores” [16]. Los avances que ha tenido la tecnología digital y la conectividad global, han catapultado a esta revolución, la cual ha generado hitos significativos y trascendentales para la humanidad, al alterar las formas de vivir, trabajar y relacionarnos, como ya se ha anticipado a inicios de esta investigación.

En términos generales, esta revolución industrial significa algo más que la evolución de los procesos de producción; es, ante todo, un asunto amplio y complejo en el que intervienen la industria y la sociedad en general; por ejemplo, la forma en la que se crean, organizan y entregan los servicios y productos actualmente, ha dotado de estatus a las empresas y a la economía, al mejorar la eficiencia, la productividad, las formas de trabajo colaborativo y la creación de nuevas oportunidades de negocio y así, en efecto dominó, han aumentado los márgenes de utilidad en algunas industrias para reinvertir en estas tecnologías.

Pero esto no es todo. En esta revolución se destaca además una gran paradoja: el desafío del empleo humano; una situación que ha generado incertidumbre en el ámbito laboral¹³ desde la llegada de nuevas tecnologías y, aunque no es una transición novedosa, si ha desencadenado crisis al interior de algunas organizaciones; escenario que ha constatado de primera mano el periodista y escritor argentino Andrés Oppenheimer, quien, en su extenso recorrido por el mundo, ha visto como se han consumado algunas tareas como “los operadores telefónicos, los cajeros de cobranzas de los estacionamientos, los empleados de las aerolíneas y gran parte de los obreros de fábricas, los cuales han sido reemplazados por robots. Incluso más, en su viaje a Japón, pudo observar que actualmente los meseros de algunos restaurantes han sido reemplazados por cintas transportadoras” [17]. Lo anterior, es tan sólo un abrebocas de lo que la IA ha desencadenado actualmente y lo que vendrá para la sociedad en los próximos años.

Tras esta contextualización y como acercamiento a una perspectiva más cronológica, es conveniente remitirse a la evolución histórica de la IA, la cual posee una particularidad especial y es la variedad de disciplinas que convergen en ella; disciplinas que han realizado aportes significativos sobre su desarrollo y han propuesto distintos marcos conceptuales que facilitan su comprensión. Aunque hallar los orígenes y los aportes que sustentan la evolución de la IA no es una tarea fácil, si se destacan algunos hechos, fundamentos, hitos y particularidades que resultan ser fundacionales para esta ciencia; por lo tanto, a continuación, se muestra un repaso con perspectiva histórica de lo que hoy conocemos como Inteligencia Artificial:

¹³ Más adelante se abordará con más detalle este ámbito.

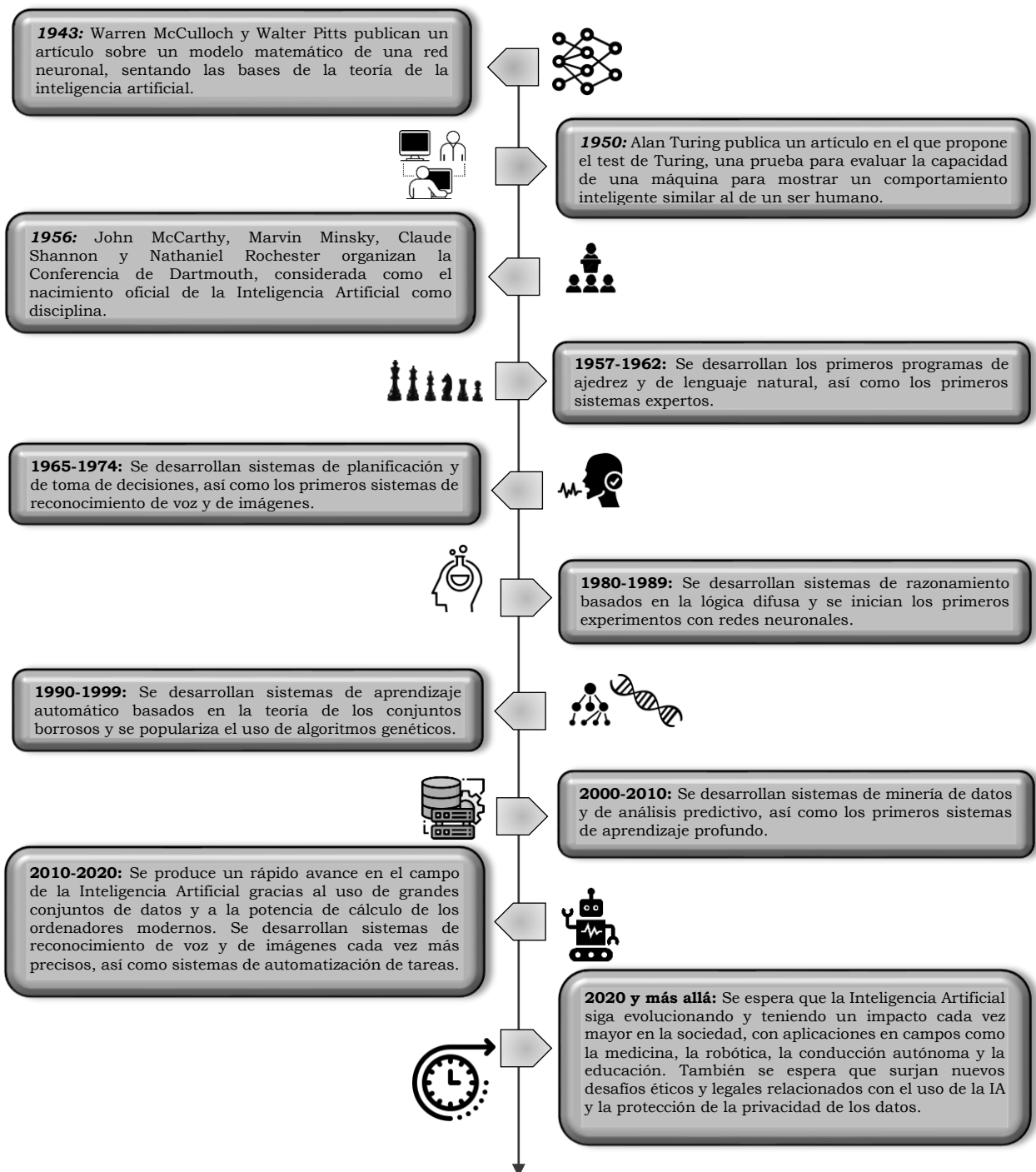


Diagrama 2. Evolución Histórica de la IA
Fuente: Elaboración propia a partir de Villena "et al." [18]

Como bien se muestra en el diagrama 2, la Inteligencia Artificial ha experimentado una serie de cambios a lo largo de la historia; cambios que empezaron como una mera curiosidad sin propósito hasta convertirse en el objeto de estudio de diversas ramas de la ciencia (filosofía, matemáticas, psicología, ingeniería computacional, lingüística, economía, neurociencia). Sin embargo, no cabe duda que, aunque existen criterios conservadores frente al desarrollo y evolución de esta disciplina al resultar fantástica, exagerada e incluso, difícil de controlar, “una revisión superficial de la historia del último

siglo, muestra que los vertiginosos avances en materia de IA han logrado en la vida cotidiana cosas inimaginables para las generaciones de antaño” [2].

El hecho de poder comunicarnos en tiempo real con personas de todo el mundo, poder acceder a plataformas inteligentes a través de conexiones inalámbricas de Internet o educarnos a través de la virtualidad, ha perpetuado en la IA su capacidad para transformar el mundo y así, muy seguramente, sea posible hablar de Inteligencia Artificial como una propuesta de vanguardia que será superada por el porvenir de los años venideros. Con los años, se comenzarán a percibir desarrollos innovadores para la IA, incluyendo algunos enfoques específicos como el simbólico o el de aprendizaje automático que podemos observar en la tabla 1:

ENFOQUE SIMBÓLICO	ENFOQUE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO
<p>Se centra principalmente en el uso de algoritmos y reglas que permiten la imitación del pensamiento humano; así mismo, se encarga del procesamiento de lenguaje natural a través del simbolismo, las reglas explícitas y la ontología.</p> <p>A través de este enfoque, los símbolos son utilizados para representar o exponer conceptos u objetos en el mundo real y las reglas, constituyen la base para poder interferir en dichos símbolos y resolver situaciones particulares. Como ejemplo de este enfoque se conoce el lenguaje de programación Prolog¹⁴, en donde un programador puede crear reglas lógicas para resolver un problema mediante sentencias. En este tipo de programación no se gira en torno al cómo, sino al qué y es muy útil para entender el significado y la semántica del lenguaje humano, así como para la comprensión de preguntas, la generación de respuestas y la traducción automática.</p>	<p>Utiliza datos para enseñar a las máquinas a aprender por sí mismas. Se basa en algoritmos que aprenden de datos.</p> <p>El aprendizaje automático se divide en dos tipos: supervisado y no supervisado. “El aprendizaje supervisado utiliza datos de entrenamiento etiquetados para aprender a producir resultados precisos, mientras que el aprendizaje no supervisado se centra en descubrir patrones y estructuras en los datos sin etiquetar” [19] En lugar de usar reglas explícitas, este tipo de aprendizaje utiliza modelos matemáticos y estadísticos para aprender a partir de datos de entrada y producir resultados.</p> <p>Este enfoque, por lo general, es muy útil para el procesamiento de grandes cantidades de datos y para la creación de sistemas de recomendación y clasificación.</p>

Tabla 1. Enfoque Simbólico y Enfoque Aprendizaje Automático
Fuente: Elaboración propia a partir de Arbeláez “et al.” [2]

Tanto el enfoque simbólico como el de aprendizaje automático responden a diferentes tareas y propósitos y son importantes para el procesamiento del lenguaje natural y la Inteligencia Artificial en toda su composición. Más adelante, en la sección 2.1.3 Inteligencia Artificial- Machine Learning – Deep Learning, se profundizarán a detalle.

¹⁴ (PROgramming in LOGic) nació a comienzos de la década de los 70, gracias a un grupo de investigadores que encabezaron Alain Colmerauer y Philippe Roussel de la Universidad de Marsella en Francia. Su primera versión fue conocida como Prolog 72 y fue presentada en 1972. Un año más tarde, ambos investigadores realizaron un artículo en el que explicaban y describían el lenguaje y su semántica formal. La versión más reciente de este tipo de lenguaje de programación es ISO/IEC 13211-1:1995, la cual fue adoptada como estándar a nivel internacional en 1995. Además de Prolog, existen otro tipo de lenguajes de programación lógica como Lisp o Erlang. [69]

Así y en líneas generales, esta primera sección recoge diferentes referencias y autores que apuntalaron con sus aportes, al aparato teórico- conceptual de la IA, influyendo no sólo en su comprensión, en tanto fenómeno tecnológico, sino también en su transformación en el mundo de hoy y para el futuro. A través de esta primera visión, es posible resaltar que la IA propone contribuciones significativas para la sociedad, mayormente, de maneras insospechadas; por lo tanto, y de conformidad con el interés del trabajo investigativo, se ahondará enseguida en los tipos de Inteligencia Artificial, sus características, subáreas, sus usos y aplicaciones.

2.1.1 Tipos de Inteligencia Artificial

Comprendiendo el hecho de que la Inteligencia Artificial conjuga el intelecto y la creatividad humana, es importante reconocer que tiene, a su vez, diferentes tipos; cada uno creado para funcionar en variados y distintos entornos o resolver diversos tipos de problemas. Al comienzo del capítulo en curso, se abordaron a manera de contextualización los cuatro tipos de Inteligencia Artificial según las funciones que pueden realizar (máquinas reactivas, memoria limitada, teoría de la mente y autoconciencia); no obstante, en este espacio se explorarán de manera más detallada, en términos de sistemas y de modos.

2.1.1.1 Por Sistemas

Si bien es cierto, a lo largo de la historia han surgido diversas perspectivas y posturas sobre los sistemas que se han centrado en los humanos y aquellos que se refieren a la racionalidad¹⁵. Aunque estos puntos convergen y guardan estrecha relación, poseen grandes diferencias. Según los apuntes dados por Russell y Norvig [1], “el **sistema centrado en el comportamiento humano** promete ser una ciencia empírica, que incluye hipótesis y confirmaciones mediante experimentos, mientras que el **sistema racional**, implica una combinación de matemáticas e ingeniería”.

Los cuatro sistemas que se mencionan por dichos autores son: los sistemas que piensan como humanos, los sistemas que actúan como humanos, los sistemas que piensan racionalmente y los sistemas que actúan racionalmente; cada uno con sus propias características y aplicaciones.

Para comprender mejor estas variaciones, se propone la siguiente tabla (tabla 2):

¹⁵ En este caso, es importante aclarar que, cuando se distingue entre el comportamiento humano y el racional, no se hace referencia a que los humanos son intrínsecamente “irracionales” en el sentido de “inestabilidad emocional” o “desequilibrio mental”. Se sugiere que, como seres humanos, no somos perfectos y que, por ende, no todas las actividades de la vida cotidiana se nos facilitan. Por lo anterior, “Kahneman *et al.*” 1982, ha elaborado un catálogo con algunos de los errores que sistemáticamente cometen los humanos cuando razonan” [70]





Las superiores están relacionadas con los <i>procesos mentales</i> y el <i>razonamiento</i> .		
Las de la izquierda , miden el éxito en términos de la fidelidad en la forma de actuar de los <i>humanos</i> .	Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
	 <p>Los sistemas que piensan como humanos son una forma de tecnología de inteligencia artificial avanzada. Estos sistemas se diseñan para funcionar como una persona humana, haciendo uso de razonamiento lógico y táctico, para tomar decisiones diversas y resolver problemas de acuerdo a los datos de entrada. Generalmente, se basan en la idea de que la inteligencia humana se puede modelar y replicar a través de la programación informática. Ejemplos de sistemas que piensan como humanos incluyen las redes neuronales artificiales, los chatbots y los asistentes virtuales que utilizan lenguaje natural para interactuar con los usuarios.</p>	 <p>Los sistemas de pensamiento racional ofrecen una manera única de visualizar y tomar decisiones en entornos complejos. Utilizan métodos probabilísticos para aclarar e interpretar datos, permitiendo a los usuarios predecir resultados y desarrollar estrategias de acuerdo a sus necesidades. Estos sistemas son capaces de realizar análisis profundos como procesar conocimiento y se comportan de forma coherente dentro de su ambiente y en relación con sus metas. Ejemplos de sistemas que piensan racionalmente incluyen sistemas de recomendación y motores de búsqueda que utilizan algoritmos para analizar datos y proporcionar respuestas.</p>
	Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
	 <p>Los sistemas humanos son aquellos que se comportan como humanos para realizar tareas específicas. Estos sistemas son diseñados para responder y realizar tareas de manera similar a una persona humana. De forma característica, involucran componentes como algoritmos de computación, reconocimiento de lenguaje natural, visión artificial, computación cognitiva, procesamiento de lenguaje y procesamiento de audio. Generalmente, se usan en muchas aplicaciones diferentes, desde la recomendación de productos basados en los intereses de una persona hasta la asistencia médica y están diseñados para ayudar a las personas a realizar tareas de manera más eficiente, precisa y para proporcionar una mejor oportunidad de éxito. Un ejemplo son los robots o los androides.</p>	 <p>Los sistemas de inteligencia artificial, también conocidos como sistemas racionales, han estado en el foco de atención porque tienen la capacidad de tomar decisiones adecuadas en un entorno cambiante. Estos sistemas pueden proporcionar una manera de actuar de forma racional y eficiente al formular y elegir soluciones para problemas difíciles. Así mismo, son capaces de aprender de la experiencia al tiempo que se hacen más inteligentes con el tiempo, lo que significa que pueden usarse para hacer predicciones intuitivas y precisas en una variedad de campos. Ejemplos de sistemas que actúan racionalmente incluyen sistemas de control de tráfico aéreo o sistemas de gestión de recursos que utilizan algoritmos para tomar decisiones en tiempo real.</p>
Los inferiores hacen referencia a la <i>conducta</i> .		
Las de la derecha , toman como referencia un concepto ideal de <i>inteligencia</i> .		

Tabla 2. Los Sistemas de la IA¹⁶
Fuente: Adaptación de Russell & Norvig [1]

¹⁶ Las imágenes utilizadas para la realización de la tabla, fueron generadas por medio de DALL-E de Open AI.

Para poder comprender a detalle lo que significa **“pensar y actuar como un humano” (enfoque del modelo cognitivo¹⁷)**, es necesario profundizar en el funcionamiento de la mente humana y en este caso, el trabajo abonado por Russell y Norvig, aportó luces y destacó. Ellos, en su libro *Inteligencia Artificial: Un Enfoque Moderno*, plantean dos formas para poder decir que un programa piensa como un humano; la primera forma es a partir de la introspección, es decir, “intentando atrapar nuestros propios pensamientos conforme éstos van apareciendo” y la segunda forma, “es mediante experimentos psicológicos” [1]. En todo caso, cuando ya exista una teoría lo suficientemente sólida sobre el funcionamiento de la mente, sea posible traspasar dicha teoría a un programa de computador y los datos e información que se le suministran a la máquina junto con los tiempos de reacción sean equivalentes a los del ser humano, existiría la evidencia para afirmar que algunos mecanismos de un programa son iguales a los de una persona y que, por tanto, piensa como ella.

Respecto al **pensamiento racional (enfoque de las <<leyes del pensamiento>>)** existen varios estudios, pero fue Aristóteles quien, en principio, intentó *codificar* la manera correcta de pensar racionalmente y con esto, poder hablar del “razonamiento irrefutable” [1]. Gracias a sus aportes, se crearon innumerables esquemas y estructuras de argumentación para entender las leyes del pensamiento, las cuales pueden dilucidar la manera en la que opera la mente; su estudio permitió el desarrollo del campo de la *lógica*.

En cuanto al **actuar de forma racional (enfoque del agente racional)**, es importante resaltar que se trata de un marco conceptual que también se utiliza en el campo de la Inteligencia Artificial y que tiene por intención, diseñar agentes artificiales capaces de tomar decisiones en cualquier entorno. El interés de este enfoque es reconocer que estos agentes no sólo deben tomar decisiones basadas en la información que tienen, sino que también deben contar con la capacidad de actuar y aprender de sus experiencias para el mejoramiento de su funcionamiento en el futuro. Se espera que tengan atributos que los distingan de otros programas convencionales.

Finalmente, las diferencias entre estos cuatro tipos de sistemas de Inteligencia Artificial radican en su enfoque y en su capacidad para imitar el pensamiento y el comportamiento humano. Los sistemas que piensan como humanos y los sistemas que actúan como humanos se centran en el contexto y los sentimientos, mientras que los sistemas que piensan y actúan racionalmente se centran en tomar decisiones óptimas basadas en la lógica y la información disponible.

2.1.1.2 Por Modos

El propósito principal de la IA es el diseño, construcción o mejoramiento de tecnologías que emulen las habilidades intelectuales. Durante años, la IA se ha orientado a desarrollar soluciones flexibles y autónomas para problemas complejos, extendiendo el alcance de la computación y autorregulándose para asegurarse de que los resultados se obtengan de manera eficiente. Sin embargo, este alcance trajo consigo innumerables limitaciones que condujeron a lo que hoy se conoce como **IA estrecha (o débil)**, la cual se entiende como aquel

¹⁷ “La auténtica ciencia cognitiva se fundamenta necesariamente en la investigación experimental en humanos y animales” [1]

sistema artificial diseñado para realizar una tarea específica bajo ciertas condiciones y por lo general, carece de la capacidad para aprender y adaptarse a nuevas situaciones.

Dentro de este modo, es posible identificar varios tipos de IA, como el procesamiento de lenguaje natural (NLP), el aprendizaje automático (ML) y la visión artificial (CV).

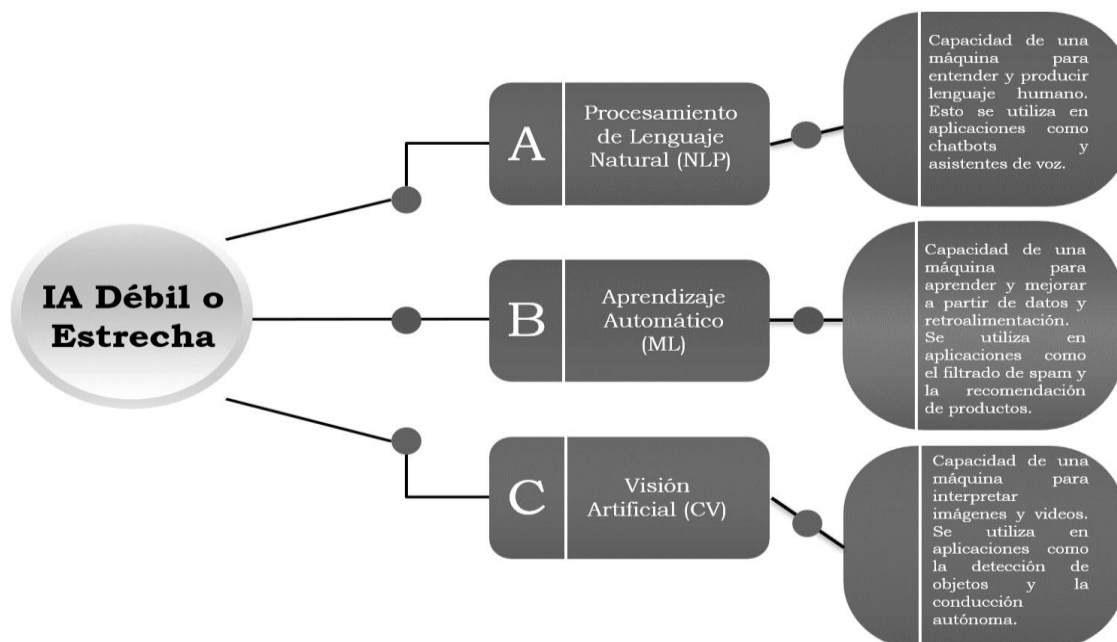


Diagrama 3. IA Débil o Estrecha
Fuente: Elaboración propia a partir de Reyes & Recuenco [20]

La IA débil, específicamente, tiende a ser útil para una variedad de tareas simples, como la conducción autónoma o el movimiento de robots, así como para solucionar problemas estadísticos bien definidos. Aunque los sistemas de Inteligencia Artificial débil tienen una aplicación limitada, su simplicidad los hace particularmente útiles para tareas con muchos movimientos y variables repetitivas. De este modo, “una máquina posee toda la capacidad para vencer al ser humano como ocurrió en 1997 cuando la computadora Deep Blue ganó al campeón mundial de ajedrez Kasparov, pero, aun así, es incapaz de efectuar cualquier otra actividad de tipo cognitivo por más simple que sea” [20]. Aunque esta tecnología es proficiente al no requerir de entrenamiento constante, al especializarse en un área en particular, no puede extrapolar su conocimiento a otros ambientes.

La **IA general (o fuerte)**, por su parte, es un enfoque de la Inteligencia Artificial que está diseñado para abarcar una amplia gama de soluciones y respuestas. Ésta se enfoca en el desarrollo de agentes inteligentes que logran interactuar con entornos complejos y aprovechar su información para tomar decisiones concretas. Se orienta a la producción de agentes que puedan enfrentarse a las tareas comunes propias de los seres humanos. Según Condo “*et al.*” [21] , “la hipótesis de la IA fuerte, consiste en la afirmación de que las máquinas si piensan realmente” y, por lo tanto, se refiere a sistemas de Inteligencia Artificial diseñados para funcionar de manera similar a la inteligencia humana.

No obstante, “la complejidad del cerebro dista mucho de los modelos de IA y conduce a pensar que la llamada singularidad —superinteligencias artificiales

basadas en réplicas del cerebro que superarán con mucho la inteligencia humana— es una predicción con poco fundamento científico” [22]. A pesar de estos avances, la IA general todavía se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo y no ha alcanzado, según algunos expertos, el nivel de la inteligencia humana.

Algunas diferencias de estas dos categorías se aprecian en la tabla 3:

Inteligencia Artificial Débil o Estrecha	Inteligencia Artificial Fuerte o General
<ul style="list-style-type: none"> • Existe en la actualidad • Orientada a problemas concretos • Reactivo: espera al incentivo humano • Rígidis, un esquema • Depende de la programación humana • Pocas redes neuronales • No razonan, computan • Aprenden de ejemplos similares • No reemplazan al humano • Tareas repetitivas • No se pueden adaptar a los cambios 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo en las películas (ej. Wall E) • Resuelve problemas abiertos • Proactivo: toma la iniciativa • Flexible • Se auto programa • Muchas redes neuronales, en conflicto • Imitan el comportamiento humano • Aprenden de las personas • Tareas similares a las humanas • Aprenden tareas nuevas • Adaptabilidad a nuevos escenarios

Tabla 3. IA Débil - IA Fuerte
Fuente: Adaptación de Searle [23]

Mientras que la inteligencia estrecha se enfoca en la especialización y en una tarea específica, la inteligencia general se enfoca en la generalidad y en realizar uno o varios conjuntos de tareas diferentes.

En este sentido y en una perspectiva evolutiva, se puede comprender la clasificación de la Inteligencia Artificial en tres grandes etapas:

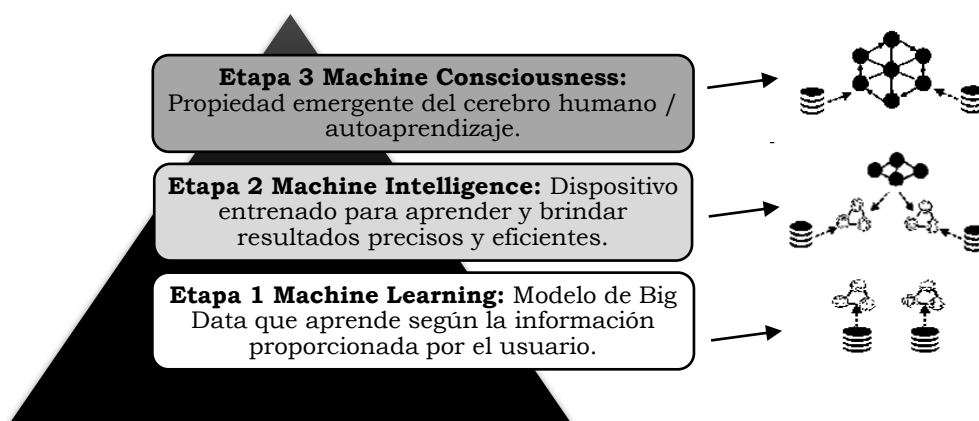


Diagrama 4. Etapas de la IA
Fuente: Elaboración propia a partir de Kaplan & Haenlein [24]

En general, la Inteligencia Artificial con todas sus variables, está teniendo un impacto cada vez mayor en la vida del ser humano, desde las aplicaciones que se utilizan en los dispositivos móviles o teléfonos inteligentes, hasta los sistemas que se utilizan en diferentes industrias; por ende, comprender los tipos de IA y

sus aplicaciones es fundamental para aprovechar al máximo el potencial de esta tecnología y poder asegurarse de que se utiliza de manera responsable y ética.

2.1.2 Características de la Inteligencia Artificial

Sumergirse en el mundo de la Inteligencia Artificial, ha sido durante años, el interés de cientos de personas. No obstante, conocer de fondo el poder de esta tecnología para evolucionar y expandirse es, ante todo, una tarea que no deja de sorprendernos y su dificultad es tanta, que podría llegar a comparársele con la explicación del origen de la vida, el origen del universo o cualquier otra teoría con esta complejidad.

En este sentido, y siendo su principal interés la imitación de la inteligencia humana por medio de máquinas, se destacan como características principales las siguientes:

- La IA tiene la capacidad de razonar y tomar decisiones, teniendo como base, información disponible. Puede recrear razonamientos de alta complejidad y dar respuestas y conclusiones para situaciones concretas.
- Otra de sus grandes características es su capacidad de funcionamiento 24 horas al día, 365 días al año. Se trata de una tecnología que posee la capacidad de funcionar sin necesidad de detenerse, permitiendo y facilitando a los programas inteligentes, avanzar sin limitaciones e interrupciones.
- La Inteligencia Artificial tiene gran capacidad de comunicación, por lo tanto, comunicarse con humanos puede ser una tarea relativamente sencilla para esta tecnología, al implementar y comprender lenguajes naturales (escritos y hablados).
- Este tipo de tecnología, por lo general, se caracteriza por su imitación en la forma de pensar y razonar del ser humano. Como “posee su propio campo de estudio, conocido como computación cognitiva” [25], se fundamenta en el reconocimiento de patrones, el procesamiento del lenguaje natural y la extracción de datos.
- Al poseer la capacidad de automatización, la IA permite mejorar la eficiencia de los procesos que antes requerían intervención del hombre y reduce significativamente los costos.
- Tiene la facilidad de autocorregirse, al detectar y censurar inconsistencias y errores en su propio funcionamiento.
- Tiene la posibilidad de manejar y estructurar grandes cantidades de datos e información y con esto surge lo que se conoce como Big Data¹⁸. En pocas palabras, Big Data es el combustible y la IA es la máquina que se alimenta de él.

¹⁸ *Big data* implica: Grandes cantidades de datos generados por fuentes diversas, como las comunicaciones, la manufactura o las áreas de salud, pero también la interacción humano- IA y el internet de las cosas. Una amplia variedad en que los datos pueden usarse para analizar un evento o un predicamento, y una velocidad creciente de los datos, ya que con el desarrollo de la tecnología crece la cantidad de datos. [58]

- La IA posee una alta confiabilidad que le ha otorgado el ser humano por su gran precisión para realizar y desarrollar tareas y actividades. Tiene muy bajas probabilidades de equivocación y puede aprender de manera autónoma cualquier información que le sea suministrada.
- Puede adaptarse fácilmente a cualquier contexto y mejorar exponencialmente su funcionabilidad cada vez que se le proporciona información, así como cuenta con la capacidad de crear contenido creativo y original.

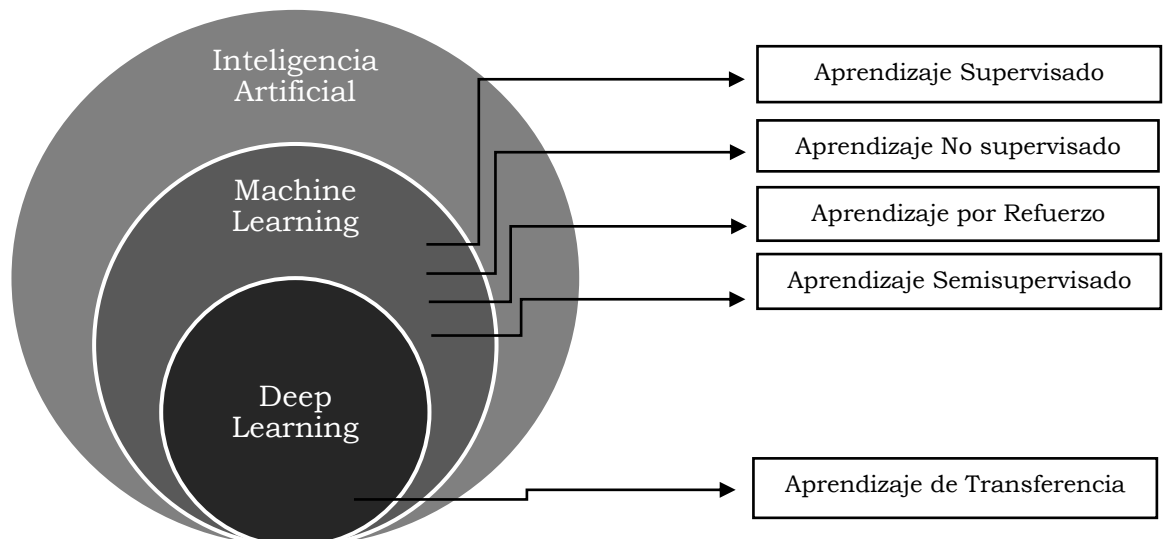
En definitiva, la IA es una tecnología con múltiples características. Sus usos y aplicaciones son amplias y pueden verse a través de campos como la medicina, la industria, la educación, la robótica, la seguridad, entre otros.

Como ya se ha mencionado a lo largo del documento, aunque la IA promete importantes beneficios para la sociedad, también vislumbra algunos retos y desafíos que ponen en tela de juicio su funcionamiento a futuro. Por ende, es fundamental comprender estas características, para así poder minimizar los potenciales riesgos a los que el ser humano se pueda ver expuesto.

2.1.3 Inteligencia Artificial- Machine Learning – Deep Learning

Anteriormente, en la sección de “Definición y Evolución Histórica de la IA”, se mencionó de manera superficial el enfoque de Aprendizaje Automático. No obstante, es en este apartado en donde se pretende puntualizar en su definición y características.

En este sentido, vale la pena resaltar que por ser la IA un campo en constante evolución, ha tenido como impulso otras áreas significativas como el Machine Learning (ML) y el Deep Learning (DL), tal y como se muestran en el siguiente diagrama de Venn:



*Diagrama 5. Subáreas de la Inteligencia Artificial
Fuente: Elaboración propia a partir de Guillem [13]*

El **Machine Learning o Aprendizaje Automático**, es un subconjunto de la IA que ha venido ganando popularidad en los últimos tiempos, al permitir a una máquina “aprender y mejorar sus acciones en base a datos, sin ser específicamente programada para ello” [13]. En términos de Cuervo, “significa

una disrupción en la tecnología como no ha ocurrido nunca antes en su historia, porque hace la diferencia entre las máquinas cuyo hardware -equipos-, requiere de software -programas- elaborado por los humanos, y las que no lo requieren, para poder actuar por sí mismas” [26].

Teniendo en cuenta esta valoración, existen, al menos, cuatro tipos de ML:

1. *Supervised Learning*: es un tipo de ML que aprende a través de datos establecidos y al que se le proporcionan datos etiquetados, es decir, información sobre la respuesta correcta. En su funcionamiento se destacan los *datasets*¹⁹ de entrenamiento y los de validación.
2. *Unsupervised Learning*: En este tipo de aprendizaje automático, “un algoritmo busca patrones en conjuntos de datos” por sí mismo [13], por lo que no se proporciona con datos etiquetados. Principalmente, es útil para realizar tareas de reducción de dimensionalidad o de agrupamiento.
3. *Reinforcement Learning*: El algoritmo, en este tipo de ML, aprende a través del entorno en el que se encuentre y emplea funciones de recompensa y castigo en relación al resultado de su acción. Su objetivo principal es poder extender la recompensa a largo plazo y minimizar el castigo.
4. *Semi- Supervised Learning*: Combina el aprendizaje supervisado y el no supervisado. Al algoritmo de aprendizaje se le proporcionan datos etiquetados y no etiquetados (que pueden ser datos incompletos), por lo que puede verse limitado su aprendizaje. Sin embargo, aprenderá en la medida que pueda buscar patrones que le permitan tomar decisiones acertadas; lo que se traduce en mayor rendimiento de los modelos de aprendizaje automático.

En general el Machine Learning, posee la capacidad de aprendizaje y mejoramiento automático y se ha usado en variedad de aplicaciones como la predicción de resultados o el reconocimiento de voz.

Por otro lado, el **Deep Learning** se identifica como una subcategoría del ML en el cual se emplean algoritmos que pueden ser similares a la estructura de una red neuronal del cerebro humano y en palabras de Cuervo [26] “el DL es la de las redes neuronales artificiales (Artificial Neural Networks, ANNs) [...] y consta de unidades ordenadas en capas que se conectan entre sí”. El DL se ha puesto en funcionamiento en el procesamiento del lenguaje natural (NLP), la conducción autónoma de automóviles o la detección de objetos, por mencionar algunos ejemplos. Esta subcategoría cuenta a su vez con una subárea (*Transfer Learning*), la cual trata de un tipo de DL que transfiere la información conocida a un problema nuevo u otras tareas que se encuentran estrechamente relacionadas, para mejorarla.

Entre las principales ventajas que promete la fusión de la Inteligencia Artificial, el Machine Learning y el Deep Learning, se encuentra la facilidad con la que cuentan para analizar grandes conjuntos de información. Si bien pueden contener algunos errores por la información suministrada, también pueden estudiar datos velozmente y realizar predicciones sobre esto; así mismo, tienen

¹⁹ Un *datasets*, es un conjunto de datos que se estructuran y organizan de manera específica, siendo útiles para el análisis y entrenamiento de modelos de aprendizaje automático. Según Microsoft, “es una representación de datos residente en memoria que proporciona un modelo de programación relacional coherente independientemente del origen de datos que contiene” [71]

la capacidad de mejorar y transformar su funcionabilidad con el tiempo, siendo cada vez más eficientes y valiosas para las organizaciones, al permitirles mejorar sus servicios y/o productos.

En este caso, es necesario también plantear que existen desafíos importantes con el uso de la IA, el ML y el DL. Por ejemplo, en seguridad cibernética, existe la preocupación sobre el manejo que los datos personales (previamente recopilados y utilizados por las empresas) puedan tener. Documentos de identificación, fotografías, dirección de residencia, números telefónicos e incluso, datos como la remuneración salarial de las personas, están cada vez más expuestos al público y garantizarle un manejo ético, es una tarea difícil. A pesar de que existe una evolución tecnológica predominante, cada vez más, desconocemos quien tiene acceso o a utilizado nuestra información para realizar actividades indebidas; incertidumbre que, en la actualidad, no tiene una respuesta clara y en el corto plazo, por lo menos, no la tendrá.

Respecto a la programación, otro desafío que merece especial atención, está relacionado con el interés de las organizaciones para que las personas o desarrolladores conozcan de fondo el funcionamiento de estas tecnologías, pues, a medida que se evoluciona tecnológicamente, los sistemas se vuelven cada vez más complejos de entender y utilizar, existiendo con esto, la imposibilidad de comprender cómo la máquina ha tomado ciertas decisiones o por qué, autónomamente, ha actuado de cierta manera. Para algunas personas, lo anterior puede resultar insignificante, sin embargo, en escenarios donde se emplea frecuentemente la IA para tomar decisiones importantes (como en la justicia o la atención médica) esto puede representar, un riesgo inminente.

Por lo anterior, es importante que, sobre el uso de la Inteligencia Artificial, exista un trabajo constante por parte de los desarrolladores, no sólo por los posibles sesgos que puedan presentarse al entrenar los sistemas, sino también por las decisiones incorrectas e injustas que estas tecnologías puedan proporcionar.

Si se utilizan de forma correcta, la triada IA, ML y DL, puede ser una herramienta extremadamente valiosa y beneficiosa para la sociedad. Sus ventajas, indiscutiblemente, dependerán del manejo o uso que el ser humano decida darles.

2.1.4 Usos y aplicaciones de la IA a nivel social

La IA posee infinidad de propósitos, sobre todo, en lo que refiere al aprendizaje, la percepción y el razonamiento, y su uso puede darse en sectores, casi imposibles de enumerar con exhaustividad. Por lo anterior, en la presente sección se profundizará en los usos y aplicaciones de la IA a nivel social que, por lo general, están clasificadas de acuerdo al **contenido** (tipo de aplicación o problema que aborda) y de acuerdo a las **áreas** (campos que estudian e intentan resolver dichos problemas).

2.1.4.1. Contenido

La división por contenido, hace referencia a los diversos escenarios en dónde la IA puede ser aplicada, por ejemplo, en el procesamiento del lenguaje natural, la planificación y optimización, el reconocimiento de patrones, la minería de datos, etc. Se menciona, incluso, que no sólo los animales o los seres humanos están

dotados de capacidades, sino que la Inteligencia Artificial ha generado de igual forma tantas capacidades, que ha permitido desarrollar algunos subcampos basados en el contenido, relacionados con la inteligencia [27].

Uno de esos subcampos es la llamada **lingüística computacional**, la cual está enfocada en la aplicación de métodos, técnicas y herramientas para el modelado, procesamiento y análisis del lenguaje natural. Este subcampo, hace una combinación importante entre la informática y la lingüística teórica, además de proponer el desarrollo de sistemas que faciliten la traducción, generación y comprensión del lenguaje humano, autónomamente.

Si bien la lingüística computacional reconoce significativos avances para la sociedad hoy y en los próximos años, sus aportes más destacados comprenden: el *análisis de emociones y sentimientos* en el lenguaje humano; herramienta útil para organizaciones que requieran conocer la satisfacción del cliente o la opinión pública, o para escenarios en donde se requiera conocer el estado de bienestar o salud mental de una persona. La *traducción automática*, trata de una herramienta poderosa en cuanto a la comunicación se refiere, al facilitar relacionarnos con personas que hablan un idioma distinto al propio. Los *asistentes virtuales y/o chatbots*, por su parte, emplean técnicas de lenguaje computacional para responder a los pormenores de la vida cotidiana de una persona. Alexa o Siri, son algunos ejemplos de ello. El *procesamiento de texto*, es una herramienta eficaz para el análisis de grandes cantidades de texto, especialmente, para ejercicios investigativos que requieran un estudio detallado y exhaustivo sobre un tema en particular.

Por otro lado, el subcampo de la **visión artificial**, está compuesto por elementos que favorecen el análisis y procesamiento de información a través de imágenes digitales. Según Caice “*et al.*” [27], “la visión artificial la componen un conjunto de procesos destinados a realizar el análisis de imágenes; estos procesos son: captación de imágenes, memorización de la información, procesado e interpretación de los resultados.”

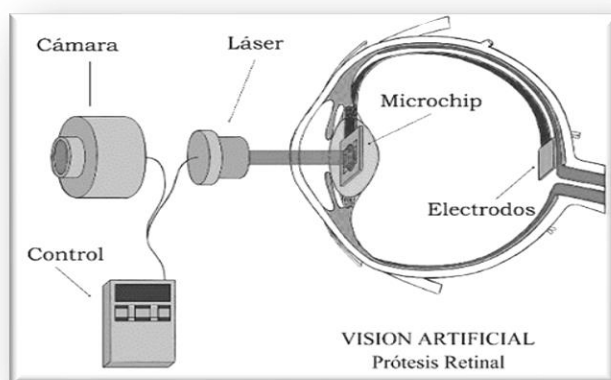


Ilustración 4. Visión Artificial
Fuente: Tomado de Caice “*et al.*” [27]

Los **sistemas multiagentes (SMA)**, se presentan como otro subcampo basado en el contenido y su objetivo principal es la interacción entre todos sus múltiples agentes para la resolución de una situación compleja. Si bien cada agente corresponde a un sistema computacional, de forma independiente, pueden actuar y tomar decisiones, así como desempeñar un rol específico al contar con

habilidades, restricciones u objetivos únicos. Por lo general, se utilizan en situaciones donde se presentan problemas bastante complejos que requieren de división y coordinación de tareas.

Según IBM el **data mining** o “también conocido como descubrimiento de conocimiento en datos (KDD), es el proceso de descubrir patrones y otra información valiosa de grandes conjuntos de datos”, [28].

La adopción de técnicas para el almacenamiento de datos, es cada vez más acelerada, sobre todo durante las dos últimas décadas, en donde las empresas han tenido que robustecer su cuerpo tecnológico para poder procesar conocimiento útil. Además de facilitar la toma de decisiones de forma precisa y rápida, el data mining permite filtrar y organizar grandes cantidades de datos, para la revisión de información relevante. Para comprender lo anterior, a continuación, se muestra el proceso que ejecuta la Minera de Datos.

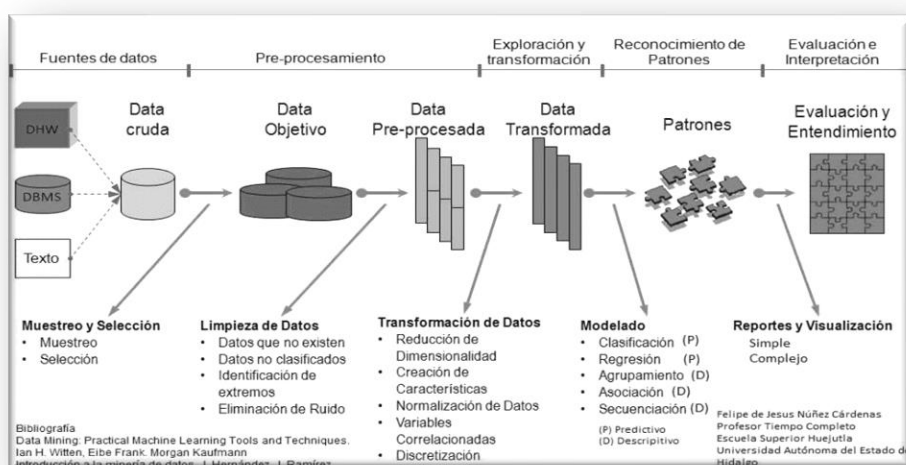


Ilustración 5. Proceso de Minería de Datos o Data Mining
Fuente: Tomado de Witten & Frank [29]

Este subcampo, consta de cuatro pasos principales: “Establecimiento de objetivos, recopilación y preparación de datos, aplicación de algoritmos de data mining y evaluación de resultados” [28]. El primero, *establecimiento de objetivos*, se caracteriza por ser uno de los pasos más importantes y con menos atención por parte de las organizaciones. Es en este espacio en donde las partes interesadas deben ubicar el problema que les ayudará a definir las preguntas y los parámetros para un propósito determinado. El segundo paso, *preparación de datos*, permitirá identificar el alcance del problema previamente establecido por la empresa. A través de la filtración de datos (recopilación y limpieza), se depura información duplicada, con ruido o con valores extraños y con esto, se puede garantizar una mayor precisión en la información. El tercero, *aplicación de algoritmos de data mining*, está relacionado con la aplicación de algoritmos de Deep Learning para agrupar o clasificar información en función de los datos que se le han suministrado (aprendizaje supervisado y aprendizaje no supervisado). Por último, el cuarto paso, *evaluación de resultados*, se refiere al análisis y evaluación de los datos obtenidos. Por lo tanto, se espera que en este proceso los resultados sean útiles, novedosos y comprensibles.

Para finalizar, es importante señalar que existen además otros subcampos que podrían mencionarse y que lo anterior, no pretende ser una lista de todos los existentes o los más relevantes. Simplemente, se eligieron algunos al azar para ejemplificar el tema que la presente sección convoca.

2.1.4.2. Áreas

En la actualidad, la IA ha sido utilizada en variados campos y ciencias, que han visto en esta tecnología una herramienta útil para impulsar y potenciar su área de conocimiento. Esto se debe no sólo al interés de grandes inversores, instituciones o gobiernos para desarrollar aún más su alcance, sino también a las personas por querer facilitar tareas que antes demandaban mayor tiempo y desarrollo.

Posiblemente, la lección más importante que se ha aprendido a lo largo de los setenta años de existencia y uso de la Inteligencia Artificial, ha sido su dinamismo y facilidad para adaptarse a casi todos los ámbitos de la vida humana. Diagnosticar enfermedades, jugar con una máquina o incluso comunicarnos con otros en la distancia son, entre otras, contribuciones que esta tecnología ha concedido a la sociedad. Actividades que antes parecían difíciles de realizar, hoy son relativamente fáciles, más amenas, requieren de menor esfuerzo o simplemente, no necesitan de una gran inversión económica para llevarse a cabo.

A continuación, se mencionarán sólo algunos ejemplos de ámbitos, campos o disciplinas en donde la Inteligencia Artificial ha sido utilizada y fueron elegidas teniendo en cuenta su influencia, investigación y contribución en el mejoramiento de las condiciones de vida del ser humano.

- *Laboral*

Respecto al ámbito laboral, no cabe duda que la IA tiene un impacto cada vez mayor. La relación existente entre las máquinas y los humanos no deja de generar controversia, sobre todo, si se trata de la sinergia que ambas partes han desencadenado en las lógicas de trabajo actuales.

Cuando se habla del entorno laboral, por lo general, se hace alusión a la diversidad de variables sociales, tecnológicas y personales que convergen en él, por lo tanto, el involucramiento de la IA en este escenario reconoce no sólo la posibilidad de integración de dichas variables, las cuales profundiza Wisskirchen “*et al.*” [30] en su artículo “Artificial intelligence and robotics and their impact on the workplace”, sino también la presencia de dificultades, como un reflejo del impacto que el uso de la IA ha tenido en este entorno.

Tras esta explicación, es importante mencionar la idea, quizás errónea, de que la llegada de la IA ha puesto en duda el desempeño laboral del humano, quien adquiere valor dentro de una empresa, sólo y únicamente, si sus competencias, habilidades o cualquier otra variable, complementan la labor para la cual fue contratado. Sin embargo, si al desempeño laboral se suma el uso de Inteligencia Artificial (que aprende de datos fácilmente, trabaja 24 horas al día, tiene bajas probabilidades de error, puede verificar información de forma ágil y puede tomar decisiones fácilmente) el valor del empleado o colaborador, prácticamente, sería nulo; pues a pesar de que esta tecnología ha sido creada por seres humanos, el desempeño de las máquinas en ciertos escenarios, es superior. Con esto, no se pretende desconocer el rol que desempeña la persona en una empresa (al tener

la capacidad de controlar las máquinas, de resolver problemas o de crear contenido original y creativo), ni mucho menos comparar la inteligencia humana con la de esta tecnología; es tan sólo una valoración perceptiva de lo que hoy es el mundo laboral. Las máquinas, a pesar de que no reemplazarán del todo al ser humano, han adquirido más valor que la persona en sí misma.

Infortunadamente, esta perspectiva ha venido ganando terreno, debido a que la Inteligencia Artificial ha desarrollado un papel que se resiste a las lógicas de trabajo de diferentes perfiles laborales en todo el mundo. De hecho, el propósito con la que se creó, era facilitar la ejecución de algunas tareas y actividades, aunque esto significara con el tiempo, incertidumbre y la extinción de miles de empleos. Ante esto, algunos expertos han manifestado que dicha incertidumbre, generada por la presencia de la IA en entornos laborales, suscita cada vez más estrés, derivación de trabajos monótonos o aburrimiento en el empleado, quien se ve limitado a la hora de actuar y de mejorar sus competencias [31].

A medida que avanza la tecnología, los procesos al interior de las empresas también lo hacen y, lo cierto es que muchas de las personas que trabajan en ellas, tendrán que aprender cosas nuevas, cambiar de mentalidad y adaptarse. Como bien lo mencionó Clayton Christensen, citado por Pardiñas, “estamos en una disrupción tecnológica, es decir, la aparición de una tecnología que deja obsoleta a la anterior y/o a los procesos tradicionales” [32]; por lo que existe una gran sensación de que las tecnologías están creciendo a un ritmo tan avanzado que, la percepción que tenemos de nosotros mismos, así como de nuestra función social, se está viendo debatida, aunque sea lentamente.

En todo caso, la repercusión que ha surgido tras la implementación de la IA en los puestos de trabajo, es algo que se ha malinterpretado. Voces contradictorias a esta tecnología difieren del hecho de que con ella se pueden lograr cosas inimaginables o que siempre vamos a tener el control total sobre ella; otros, por el contrario, desisten del relato catastrófico de que el uso de la IA en los entornos laborales generará graves consecuencias y el fin del ámbito laboral en toda su esencia, pues no solo se trata de una idea que dista totalmente de la realidad, sino que reproduce la interpretación de que la Inteligencia Artificial va a destruir los valores de la humanidad. “Según una interpretación distinta del mismo escenario, la IA nos ahorrará el trabajo rutinario, permitiéndonos dedicar la vida al ocio en una especie de estado utópico” [33].

Así, el panorama también se muestra alentador si se decide indagar en los aportes que la IA ha tenido en este escenario, en donde ha permitido la creación de nuevos empleos y oportunidades de trabajo. Algunas personas coinciden en afirmar que esta herramienta de apoyo, permite a los empleados o colaboradores, concentrarse en las actividades que demandan mayor atención y valor para la empresa, complementando y enriqueciendo las capacidades humanas, así como puede ser utilizada para analizar grandes cantidades de datos, proporcionar información de primera mano, tomar decisiones estratégicas, agilizar procesos, entre otros.

La interacción entre la IA y el entorno laboral, aparte de conceder grandes ventajas, supone una constante capacitación y desarrollo de nuevas habilidades, pues como bien se mencionó líneas atrás, las personas deben cambiar de mentalidad y adaptarse, reconociendo que no toda la información que proviene de esta herramienta tecnológica es accesible o de fácil aprendizaje. Por muy innecesario que parezca, el ser humano debe permitirse avanzar hacia el desarrollo tecnológico sin resistencia al cambio, como una oportunidad para enriquecer y potenciar las habilidades humanas. En un futuro no muy lejano,

nos encontraremos “en posesión de una tecnología polifacética cuya aplicación es tan ubicua como la de la electricidad. En realidad, puede que no sea exagerado afirmar que quizá ya no sepamos qué suponía vivir sin IA” [33]. En esta línea, se entiende que muchos de los nuevos empleos que lleguen a existir, estarán relacionados con el mundo digital.

En este contexto, es cada vez más notorio el interés de las empresas por mantenerse relevantes y su estrategia principal para que esto siga siendo así, es implementar la IA en sus procesos. Por lo tanto, ante este interés, casi inusitado por parte de las empresas, es necesario mantenerse a la vanguardia para dar respuesta a las necesidades que convoca la actualidad en el ámbito laboral y con ello, mejorar la cualificación del personal.

Lo anterior, no sólo permite ampliar la percepción que existe alrededor de la IA, sino que también facilita la comprensión de que a pesar de que las máquinas pueden desempeñar tareas rutinarias con mayor eficacia en entornos laborales, carecen de compasión y creatividad, así como de la capacidad para relacionarse con los seres humanos a través de la confianza. “Cuanto más necesarias sean la compasión o la creatividad en un determinado trabajo, menos probable será que la IA sustituya a los seres humanos en esas labores” [33]. Esto, se puede representar de la siguiente manera:

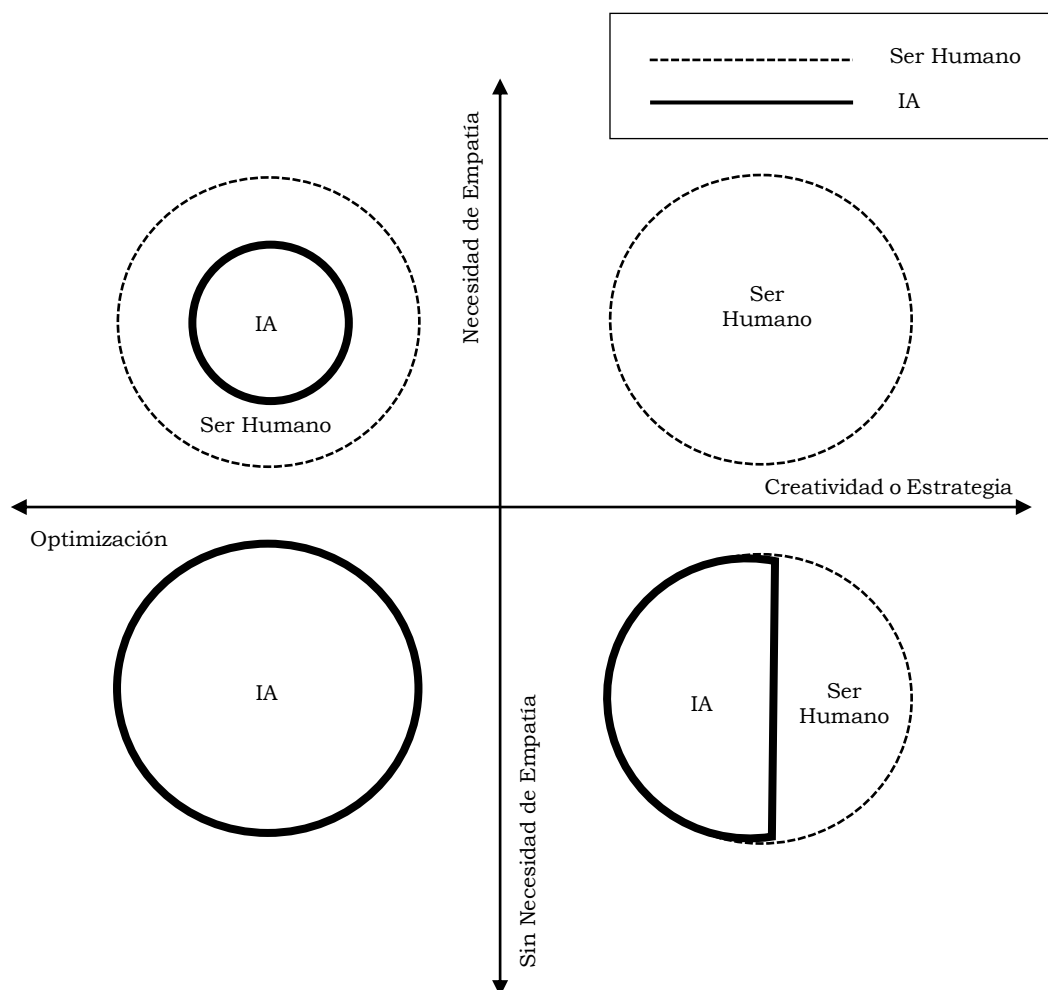


Ilustración 6. Impacto de la IA en el Ámbito Laboral
Fuente: Elaboración propia a partir de Lee [33].

En vista de este escenario, es importante que tanto empresas, como gobiernos e instituciones establezcan qué tipo de labores otorgaran mayor ventaja del ser humano sobre las máquinas, sobre todo si se trata de escenarios en donde el profesional debe realizar acompañamiento, ayudar al desarrollo de relaciones saludables, actuar sobre el entorno de las personas o fomentar el cambio social. Asimismo, es necesario que los sistemas de IA que se implementen, sean regulados por sus promotores, ya que muchos de estos programas pueden ser utilizados para la evaluación de desempeño, la contratación o la toma de decisiones sobre algún trabajador en particular o basarse en prejuicios o discriminación, sin tener en cuenta aspectos como la ética y los derechos humanos.

Es fundamental que, en cualquier entorno laboral, se siga valorando la esencia del recurso humano que, por norma, tiene la capacidad de adaptarse a los comportamientos tecnológicos actuales. Tanto así que, es posible evidenciar que “vivimos en un momento de cambio en el que la llegada de las nuevas tecnologías digitales ha transformado el panorama empresarial global. España, por ejemplo, no es una excepción: el 75 % de las empresas españolas está en una fase avanzada de sus planes de transformación hacia lo digital²⁰” [34], pero ¿qué es lo digital?

Lo digital supone un conjunto de herramientas que facilitan la experiencia del empleado, los procesos de reclutamiento, la formación y el aprendizaje, y la predicción y, para entender más a profundidad lo que esto significa, como ejemplo se encuentran la gamificación²¹, big data o realidad virtual, que hacen parte de este conjunto de herramientas que, hoy por hoy, se han empezado a utilizar en el área de recursos humanos y que magnifican la experiencia corporativa; así como dinamizan y optimizan el ámbito laboral con toda su naturaleza, siendo esta la principal contribución que la IA ha concedido a este escenario.

- *Académico*

En el entorno académico, la Inteligencia Artificial ha permitido transformaciones importantes y de muchas maneras. Actualmente, es posible reconocer avances en temas de investigación científica, de administración o de educación en general, en donde la eficiencia, la calidad y la precisión de las tareas que se ejecutan, han sido mejoradas notoriamente.

En el campo de la investigación, por ejemplo, se ha empleado la IA para avanzar en procesos de descubrimiento científico, lo que permite a investigadores y expertos, poder analizar grandes cantidades de datos y correlacionarla, así como interpretar y procesar dicha información con más facilidad. Como esta, existen otras formas de involucramiento de la Inteligencia Artificial que, desde su preludio, daba algunas puntadas de lo que sería el mundo educativo, al proporcionar elementos prácticos y versátiles para el proceso de aprendizaje en el ser humano.

En realidad, es importante destacar que incluso la misma IA fue construida con el propósito de presentar las mismas capacidades del ser humano y tiene la habilidad de aprender fácilmente a través de la programación. Es, en todo caso, un claro ejemplo de lo que puede ser la relación enseñanza – aprendizaje, al

²⁰ Según el Tercer Estudio en España sobre Transformación Digital en RRHH, elaborado por Incipy e Inesdi. [73]

²¹ El término gamificación es un anglicismo y su raíz proviene de la palabra game. De esta manera, gamificar significa llevar el juego a ámbitos donde no es común, como la formación, los recursos humanos o el propio desempeño del trabajo.

reinventar el proceso educativo tradicional. Los métodos de enseñanza, como declaró Audrey Azoulay, directora general de la UNESCO en la Semana del Aprendizaje Móvil en 2019²², “serán revolucionados y transformarán por completo la educación del mundo” [35], sobre todo, de los países que cuentan con el músculo financiero para invertir y potenciar esta tecnología.

Dado lo anterior, la pretensión en el entorno educativo siempre ha estado dirigida al desarrollo de programas y herramientas, en espacios de aprendizaje personalizados y adaptativos, así como a “buscar la mejor manera de crear estrategias puntuales de adquisición de conocimiento por parte del alumno y con ello, generar posibles destrezas para impartir conocimientos eficazmente” [36]. No obstante, en diversos espacios, la integración entre las variables educación e IA puede verse ralentizada, no sólo por procesos económicos y administrativos de cada nación, o por las políticas que estas mismas han presentado para tal fin, sino también porque existen habilidades humanas que se encuentran lejos de ser replicadas por sistemas de IA, como la confianza, la creatividad o la habilidad de improvisar y evolucionar en el tiempo de forma autónoma.

Hoy por hoy, existen quienes se cuestionan si realmente la IA puede aportar cosas innovadoras en el campo educativo (como tanto se ha proclamado) y ante este cuestionamiento, las respuestas sobran, dado que, “entre las numerosas aplicaciones de la IA en la educación podemos destacar tres enfoques que están empezando a tener incidencia en la formación: Los agentes de software conversacionales inteligentes (chatbots), la creación de plataformas Online para el autoaprendizaje y la robótica educativa” [36]

El primer enfoque, **los agentes de software conversacionales inteligentes (chatbots)**, han funcionado como herramientas realmente útiles, al actuar como docentes, alumnos o tutores (según sea el caso) en entornos virtuales, así como acompañantes o guías en el proceso de aprendizaje. Adicionalmente, tienen la capacidad de atender preguntas y respuestas de los alumnos y se ha comprobado, durante los últimos años, su utilidad para diseñar y construir evaluaciones que se adapten a las características particulares de cada persona, permitiendo al cuerpo docente de diferentes instituciones, ampliar las posibilidades para impartir sus clases dentro o fuera del aula y de manera más incluyente. Así mismo, “los chatbots también permiten un mejoramiento en la flexibilidad de las clases y la administración del conocimiento” [36] al facilitar la toma de asistencia o reducir los tiempos que usan los profesores en la planificación y corrección de exámenes. El docente, ahora podrá centrarse en lo que realmente importa.

El segundo enfoque, **la creación de plataformas Online para el autoaprendizaje**, se ha vuelto muy popular durante los últimos años, sobre todo en escenarios en donde la virtualidad ha sido siempre relevante. Después de la pandemia, por ejemplo, las plataformas online de las universidades e instituciones escolares fueron evolucionando para convertirse en espacios de autoaprendizaje. Sin embargo, existen aún muchas incógnitas respecto al trato²³ y enseñanza que reciben algunos estudiantes, pues a pesar de que existen sistemas que facilitan la creación de actividades que se adaptan a las

²² “La Semana del Aprendizaje Móvil es el evento emblemático de las Naciones Unidas en materia de las TIC en la Educación, organizado en la Sede de la UNESCO en París (Francia). Cada año, la conferencia aborda un tema diferente y hace hincapié en la evolución de la dinámica entre inteligencia artificial y educación” [39]

²³ Es importante garantizar que los sistemas de IA sean éticos y no perpetúen sesgos y discriminación.

necesidades o características de cada individuo, en la mayoría de los casos no suelen emplearse. “En este cambio de paradigma de enseñanza-aprendizaje e Inteligencia Artificial, hay que tener en cuenta que dentro de la población estudiantil hay personas en situación de discapacidad, por lo que se presentan nuevos desafíos” [37] a los que debe hacerse frente, proporcionando contenido y material específico, en función del nivel de habilidad y estilo de aprendizaje del alumno o retroalimentando de manera inmediata y personalizada a cada uno de los estudiantes.

El tercer enfoque, **la robótica educativa**, se presenta como una oportunidad para fomentar el aprendizaje de una manera divertida y entretenida. La idea de aprender -haciendo se ha venido consolidando en países como Finlandia, EEUU, Francia e Inglaterra y su interés radica en transformar y reinventar el aprendizaje en entornos académicos. Para el caso particular, la robótica educativa juega un papel primordial, al potenciar el trabajo colaborativo, permitir al estudiante interesarse por un tema en particular e investigar de manera rápida y fácil sobre él, articular el juego al aprendizaje, simular procesos difíciles de estudiar o, simplemente, modelar sistemas complejos (como el impacto de alguna enfermedad en la población o el comportamiento del clima a determinadas horas del día).



Ilustración 7. La Robótica Educativa
Fuente: Tomado de Mujica [38]

Pero eso no es todo. La IA también ha venido transformando de forma radical la gestión académica, al automatizar tareas administrativas, permitir el procesamiento de solicitudes de admisión de forma ágil y organizada; diseñar, crear o modificar los horarios de los docentes y estudiantes o gestionar la nómina del personal a cargo, liberando a muchos empleados de tareas repetitivas y del gasto de recursos y tiempo innecesarios.

Ahora bien, respecto a los desafíos que enfrenta hoy en día el ámbito de la educación, “la UNESCO está decidida a ayudar a los Estados Miembros para que saquen provecho del potencial de las tecnologías de la IA con miras a la consecución de la Agenda de Educación 2030, a la vez que garantiza que la utilización de las tecnologías de la IA en el contexto educativo esté regida por los principios fundamentales de inclusión y equidad” [39]. El llamamiento que

hace esta organización, constituye el eje principal para que países, instituciones y la misma sociedad, adopten un enfoque de Inteligencia Artificial orientado al ser humano, acelerando con esto el progreso en la consecución del ODS²⁴ 4 (educación).

En la propuesta misional que la UNESCO se plantea en relación a la IA en la educación, es importante reconocer que se auguran importantes transformaciones para los próximos años, que lejos de distanciarnos como sociedad, “reorientan el debate para incluir la función de la IA en la lucha contra las desigualdades actuales en materia de acceso al saber, a la investigación y a la diversidad de las expresiones culturales, así como se espera que la IA no acentúe las diferencias tecnológicas entre los países, ni dentro de ellos” [39]. Con todo esto, el interés principal radica en asegurar a las personas de todo el mundo, en la medida de lo posible, el acceso a métodos efectivos de aprendizaje, a través de la exploración de nuevos conocimientos, la creatividad, la autonomía y la colaboración.

Aunque muchas personas difieren de estos modelos tecnológicos y siguen reconociendo la validez de las prácticas tradicionales al interior de los entornos académicos, lo cierto es que la tecnología está revolucionando el mercado actual, al proponer nuevas formas y estilos de aprendizaje, como por ejemplo la modalidad e-learning, una herramienta que confiere la posibilidad de diseñar y construir procesos que se adapten al estilo de aprendizaje de cada persona, así como permite al personal docente optimizar su rol como facilitador de información; por lo tanto, se habla ahora de que la tecnología ha logrado romper con las barreras físicas que limitan el aprendizaje y ha llevado a otro nivel, los modelos de enseñanza tradicionales que limitan la educación de calidad en varias regiones del mundo.

Dicho de otra manera, la implementación de la IA en espacios académicos, ha permitido encontrarnos con profesionales más capacitados, escenarios digitales más desarrollados, material didáctico accesible para todo el mundo (sin límites por ubicación o edad), la simplificación de la gestión educativa u otras grandes ventajas. Según Forero [40], algunos ejemplos exitosos de la IA aplicada en el ámbito académico, son:

Green Ivy: Implementó diferentes programas de software como Thinkster, Third Space y Splash Math, que hoy se encargan de enseñar a cientos de niños. “Su fundadora, Jennifer Jones, asegura que la IA hace un excelente trabajo de apoyo educacional individualizado” [40]

Universidad de Derby: Introdujo un sistema de monitoreo de estudiantes que utiliza datos específicos para pronosticar qué alumnos podrían estar en riesgo de abandonar y con esto, permitir a la institución intervenir anticipadamente.

Universidad de Deakin: Desarrolló la computadora de IBM llamada Watson, “un tutor virtual que combina IA y software analítico para replicar la capacidad humana de responder preguntas. El objetivo es crear un asesoramiento estudiantil disponible 24/7” [40]

Universidades Aliat: Con la implementación de la IA en la Universidad, se aumentó a un 47% el aprovechamiento de las clases impartidas, al asignar de forma inteligente los cursos, mejorar la experiencia estudiantil y ahorrar recursos de forma significativa.

²⁴ Objetivo de Desarrollo Sostenible. Más adelante, en el apartado “Análisis del Impacto”, se profundizará con más detenimiento en los Objetivos de Desarrollo Sostenible y su relación con la implementación de la Inteligencia Artificial.

Indiscutiblemente, la IA aplicada en el ámbito de la educación tiene innumerables beneficios, nos sólo influyendo en cómo los niños/as pueden aprender, de dónde o cuándo desean hacerlo, sino que también les permite poder acceder a sus retroalimentaciones en tiempo real. Asimismo, ofrece a docentes, tutores o guías tener un amplio, organizado y detallado progreso de todos y cada uno de los estudiantes que tienen a su cargo, ampliando la noción de que la Inteligencia Artificial, con todo su potencial, optimiza la participación estudiantil e involucra al aprendiz en todo el proceso educativo.

- *Medicina*

En cuanto a la salud, la implementación de sistemas de IA ha tenido gran potencial y su relación ha sido siempre estrecha. A lo largo de los setenta años de desarrollo de esta tecnología, los avances para mejorar las operaciones y ensayos clínicos, la programación de citas médicas, los tratamientos, el diagnóstico de enfermedades o, incluso, la prevención de ellas, han sido significativos. Por ejemplo, respecto al diagnóstico de las enfermedades, el uso de la IA en centros hospitalarios ha facilitado esta labor, complementando de forma precisa y rápida el trabajo médico. A lo largo del documento, se ha hecho hincapié en la posibilidad que ofrece la IA para aprender automáticamente y analizar grandes cantidades de datos; pues ahora, en el caso particular, la Inteligencia Artificial ha ayudado al análisis de grandes cantidades de imágenes diagnósticas, así como en la detección de patrones que para el ser humano son difíciles de detectar en el momento adecuado.

Algunas personas, sobre todo quienes tienen acceso a planes de salud complementarios o de mejor calidad, se han visto beneficiadas por estos sistemas al detectar a tiempo el cáncer, la diabetes u otro tipo de enfermedad crónica y han podido combatirlas oportunamente. Es aquí en donde la IA ha jugado un papel importante, primero, al desarrollar tratamientos personalizados y eficaces y segundo, al permitir a los médicos acudir a información útil de cada uno de los pacientes, determinar un tratamiento y evitar en ellos, efectos secundarios. Por lo anterior, la prevención en el entorno médico resulta ser fundamental, al poder reducir significativamente patrones de incidencia de algunas enfermedades y en esto, la IA también predomina.

Respecto al tema de la automatización, es muy común que hoy en día acudamos a las empresas prestadoras del servicio de salud por medio de chatbots, bien sea para solicitar citas médicas o para que atiendan nuestras peticiones. Generalmente, son las máquinas quienes están asumiendo el rol de recepción de llamadas y gracias a la programación, responden rápida y concretamente a las solicitudes, evitando con esto congestionar los sistemas o canalizar de mejor manera las peticiones de los usuarios. No obstante, es inevitable pasar por alto que, para contar con este tipo de tecnologías y potenciar la labor médica, las instituciones de salud deben contar con sumas onerosas, al tratarse de sistemas que requieren de continuo mantenimiento y actualización. Ante esto, los países con un desarrollo importante en términos de salud son, por lo general, quienes pueden acceder a estos sistemas y robustecer el recurso médico; pero en países subdesarrollados o con economías poco dominantes, el panorama se muestra desolador.

Dado lo anterior, algunos expertos afirman que entre los múltiples efectos que trae consigo la Inteligencia Artificial, “el objetivo [...]nunca se ha definido para reemplazar o sustituir a los profesionales en el campo médico, sino que esta tecnología trata de asistir, servir y apoyar a este personal, considerándose como un complemento de las actividades a realizar” [41]. Verbigracia, existen

sistemas que pueden hallar información en tiempo récord, evitando a los galenos la realización de tareas dispendiosas o que puedan costarles mucho tiempo.

Ahora bien, es importante destacar que gracias a los poderosos avances que han surgido en las ciencias de la computación y la informática, la IA se ha ido fortaleciendo y ha impulsado la investigación en profesionales y expertos en el área que, desde la pandemia del COVID – 19, vieron en los sistemas tecnológicos una inmensa oportunidad para profundizar en enfermedades con difícil tratamiento. En este punto, las dudas acerca de los innumerables beneficios que ofrece esta tecnología, son pocas y, por el contrario, se refuerza la noción de que, con ella, la medicina moderna se verá reinventada.

Según Lerner [42], algunas de las aplicaciones que se han desarrollado para este sector, son:

Las plataformas online: Surgen con el objetivo de aumentar la eficiencia de las operaciones clínicas, así como también la programación de citas, cirugías, análisis de diagnóstico por imágenes, pronóstico y predicción de dolencias específicas.

IBM (Watson): Utiliza imágenes de mamografías y registros médicos, incluida la deficiencia de hierro, la función tiroidea, biopsias, pruebas de laboratorio y códigos de otros diagnósticos para predecir el cáncer de mama con un año de anticipación.

Sugar.IQ: Una aplicación para el manejo de la diabetes que funciona con algoritmos Machine Learning y analiza los niveles de glucosa en sangre, los datos de insulina, los episodios de hipoglucemia y los registros de alimentos para brindar información personalizada y predicciones sobre los eventos de azúcar en la sangre de los usuarios.

Migraine.AI: Un desarrollo personalizado para el manejo de la migraña, que predice qué causa la migraña de un usuario y optimiza su medicación. [42]

En todo caso, la digitalización de la práctica clínica facilitará no solo las tareas que requieran mayor responsabilidad, sino que también dará apertura a una visión sobre cómo la IA podría optimizar los recursos médicos o la atención directa a los pacientes. Sin duda, la experiencia paciente-médico-automatización, agregará “valor a un ecosistema en donde la tecnología tendrá tanto protagonismo, como los profesionales de la salud que la utilicen.” [42], pues no se puede desconocer que si bien existe un desarrollo progresivo de la IA en casi todos los ámbitos del ser humano, la medicina será por excelencia, la disciplina que mejores beneficios y ventajas encontrará en esta tecnología para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Sus aplicaciones son tan amplias, que resulta difícil poder resumirlas todas.

- *Robótica*

Cuando se habla de Inteligencia Artificial, es muy común que las personas remitan su pensamiento a una máquina que, por lo general, tiene las características de un robot o humanoide. No hace falta ser un experto en tecnología para reconocer que la robótica²⁵, como se conoce hoy, ha

²⁵ Área académica que “consiste en el diseño de sistemas, actuadores de locomoción, manipuladores, sistemas de control, sensores, fuentes de energía, software de calidad” [43]

experimentado cambios acelerados y sorprendentes a lo largo de las últimas décadas, suponiendo, una revolución sin precedentes para la industria.

Aunque existen varios estudios acerca de cómo la robótica junto con la IA podrían seguir avanzando, lo cierto es que ya se ha superado la fase piloto. Ahora, nos encontramos ante un panorama bastante maduro que prevé puntos álgidos, por lo menos, en los próximos años.

Entendiendo que tanto la robótica como la Inteligencia Artificial son dos cosas totalmente diferentes, su correlación en el mundo actual ha desencadenado tantos beneficios como desafíos puedan enumerarse. En este caso, la IA ha sido la encargada de impulsar la automatización y la forma en la que los robots han venido desarrollando las tareas, actividades u ordenes que se le asignan; por lo tanto, el funcionamiento de un robot que cuenta con un sistema de IA, a través de Machine Learning, es el de comprender, aprender, resolver, tomar decisiones o reaccionar de forma rápida y precisa.

Por lo anterior, es importante señalar que los robots por sí solos, carecen de inteligencia; situación que ha convocado a innumerables sectores a apostarle a la automatización inteligente, puesto que no sólo basta con una máquina que sea capaz de mover o transportar pesos exigentes para el ser humano, sino que además se requiere de una máquina que procese, gestione o recopile información de forma detallada y organizada. La fantasía de interactuar con máquinas que pudieran pensar por sí mismas, era algo que se especulaba desde hace siglos y que en su momento hacía parte de la imaginación; hoy, estas ideas parecen recobrar vida al existir sistemas y dispositivos informáticos (robots con Inteligencia Artificial) que tienen la capacidad para interactuar con los humanos, como tanto se había soñado.

Para el desarrollo de esta tecnología, si bien existen dos grandes conceptos que previamente se explicaron (Machine Learning y Deep Learning), fue gracias al interés humano por facilitar los quehaceres de la vida, que la creación de artefactos inteligentes son hoy una puerta abierta a un mundo en constante evolución, por eso, para la mayoría de las personas, con la implementación de la IA, las posibilidades se han vuelto casi que ilimitadas.

Ahora bien, las ventajas que ofrece esta tecnología son, sin duda, destacables y están siendo aprovechadas por numerosas fábricas y sectores, no solo porque mejoran la autonomía, pueden adaptarse fácilmente a cualquier contexto en tiempo real, tienen la capacidad de reducir significativamente los errores al detectarlos y corregirlos rápidamente, o porque ayudan a optimizar actividades repetitivas y demandantes, sino que además facilitan la personalización de los robots para adaptarse a las circunstancias o necesidades específicas de cada persona.

Si bien existe una categoría para referirse al conjunto de máquinas que emplean IA en su funcionamiento (robots con IA), no todos los artefactos que la componen son iguales, pues cada uno de ellos se ha diseñado para suplir necesidades u objetivos distintos; situación que da lugar a la creación de subcategorías que explican a detalle sus diferencias. Estas subcategorías (máquinas reactivas, máquinas con memoria limitada, la teoría de la mente y la autoconciencia) fueron abordadas al inicio del documento y responden al interés del profesor Arend Hintze por traspasar la frontera de la IA, permitiéndole alcanzar el mismo estilo de aprendizaje que lleva una persona.

Para comprender un poco más esta perspectiva, es fundamental remitirse a una de las fechas más trascendentales para la historia de la robótica, el 19 de abril

de 2015, día en el que de manera oficial se da por activada Sophia, el robot antropomorfo de aspecto femenino que fue diseñado por el investigador y diseñador robótico David Hanson, quien en el año 2013 decidió fundar su propia compañía (Hanson Robotics²⁶). Como característica principal, a través de IA, Sophia cuenta con la capacidad de procesar datos visuales y replicarlos en al menos 60 expresiones faciales similares a las del ser humano, así como cuenta con “la capacidad de aprender de las interacciones pasadas. Por lo tanto, todas las charlas que ha tenido durante los últimos años han mejorado sus capacidades” [43].

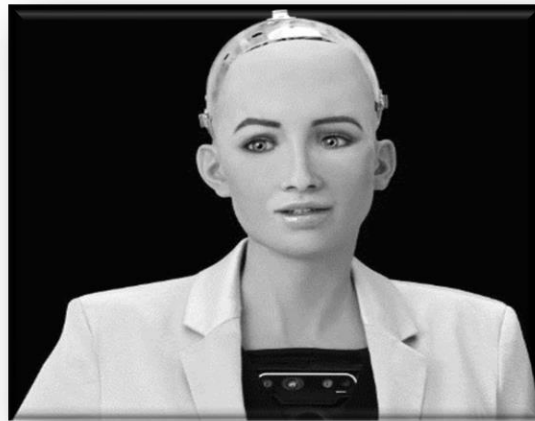


Ilustración 8. Sophia - Robot Humanoide con IA
Fuente: Tomado de Maldonado [44]

Adicionalmente, en el año 2017, este humanoide fue presentado ante un foro de la Organización de las Naciones Unidas y más adelante, le fue concedida la nacionalidad de Arabia Saudita, convirtiéndose en el primer robot de la historia en contar con este reconocimiento; acto que causó controversias en casi todo el mundo, pues actualmente existen millones de apátridas²⁷ que se ven enfrentados a diferentes problemáticas y buscan que un Estado los reconozca y les brinde las oportunidades que le concedieron a esta tecnología que, aunque inicialmente fue diseñada para acompañar a residentes de la tercera edad en establecimientos para tal fin, actualmente cuenta con redes sociales en donde comunica constantemente su intención para colaborar en causas benéficas y movimientos sociales, demostrando que su evolución ha sido significativa [43] y se asemeja a la de cualquier ser humano.

Por otra parte, y como bien se mencionó en secciones atrás, los próximos años visibilizan grandes desarrollos en materia de IA y robótica, pues el objetivo científico se acerca indiscutiblemente a la idea de lograr en las máquinas la inteligencia humana; situación que se espera tenga mayor avance y evolución. “Según un relevamiento de Precedence Research, para el 2030 este sector generará alrededor de 55 mil millones de dólares. Si se tiene en cuenta que el

²⁶ “Empresa especializada en la creación de robots increíblemente realistas y expresivos con la capacidad de poder desarrollar relaciones de confianza con los humanos a través de la conversación. Basándose en gran parte en el efecto ELIZA, tienen como objetivo poder llegar a desarrollar robots que verdaderamente puedan comprender a los humanos y preocuparse por ellos para así poder mejorar la humanidad con la ayuda de la inteligencia artificial” [74]

²⁷ Se les llama así a quienes “no pertenecen a ningún lugar, se les niega una nacionalidad y, al carecer de ella, se les niegan sus derechos básicos. Al menos 10 millones de personas en el mundo actualmente son apátridas” [75]

área fue valorada en 2021 en 9 mil millones de dólares, se observa que el crecimiento será exponencial” [43] Sin perjuicio de ello, también conlleva a nuevos desafíos a los que sociedad podrá verse enfrentada en los próximos años como, por ejemplo: 1. Los altos costos para poder incorporar esta tecnología en las empresas. 2. La seguridad puede verse debatida si los robots pueden llegar a tomar decisiones altamente peligrosas o riesgosas para el ser humano. 3. Esta tecnología puede además reemplazar millones de empleos en casi todas las áreas o tareas. 4. El control humano sobre el artefacto puede verse desafiado, si este evoluciona autónomamente.

En todo caso, “Este tipo de máquinas pueden utilizarse con fines poco éticos e incluso ilegales en cualquier parte del mundo y en diferentes áreas, ya sea de tipo militar, espionaje industrial, tráfico y comercio ilegal de datos personales, etc.” [45] Ante esto, algunos expertos en la materia como Stuart Russell, Stephen Hawking, Peter Norvig o el mismo Elon Musk, publicaron una carta en “*Future of the Life Institute*” en donde solicitan expresamente a las Naciones Unidas la prohibición, desarrollo y uso de armas controladas por software autónomo, evitando con ello, conflictos con trascendencias nunca antes vistas.

Si bien los robots con Inteligencia Artificial no han llegado, ni cerca, a su punto más alto, su evolución podría ocasionar grandes problemáticas y agravar las desigualdades sociales o, por el contrario, puede visibilizar el trabajo multidisciplinar que existe detrás de esta tecnología, el cual ha enriquecido su estado del arte y le ha permitido avanzar en cuanto a teoría y conceptualización se refiere.

- *Ingeniería de sistemas*

Respecto a la ingeniería de sistemas, la incorporación de la IA ha sido notablemente beneficiosa, al facilitar a los profesionales en la materia, la cantidad de tareas laboriosas que deben realizar. En muchos aspectos, la presencia de la Inteligencia Artificial les ha permitido diagnosticar fallos, crear diseños altamente sofisticados, generar sistemas inteligentes de control, ventas, mantenimientos, producción u otros, y se estima que su uso ha ganado un impulso relativamente considerable en los últimos tiempos.

En esta área, se han registrado numerosos avances en el campo de la IA, lo que la ha convertido en una ingeniería potencialmente útil para el desarrollo de conocimientos en problemáticas concretas. Este proceso, no sólo se muestra como la base de la Inteligencia Artificial en toda su esencia, sino que también permite divisar las innumerables oportunidades que las máquinas pueden otorgar a los procesos desarrollados por el ser humano.

Si bien las tecnologías avanzan y se transforman a un ritmo acelerado, la ingeniería de sistemas es el área que mejor adaptación ha venido presentando ante dichas transformaciones; se menciona, incluso, que prácticamente evolucionan de forma contigua. Algunos expertos, vaticinan que gran parte de los sistemas inteligentes que existen en la actualidad, serán asumidos por artefactos autónomos, con tendencia a la transformación tecnológica hacia el año 2024.

Sin embargo, ante este panorama existen opiniones contrapuestas, algunos son críticos al pensar que no existe un control sobre el crecimiento y desarrollo exponencial de los sistemas de IA²⁸; es más, aseguran que los costos de los sensores que se emplean para el funcionamiento de estos sistemas inteligentes

²⁸ Según mencionó el Parlamento Europeo en 2020, el 61% de los europeos está a favor de la IA y de los robots, pero el 88% cree que necesitan un cuidado particular [76].

es cada vez más bajo, lo que los hace relativamente asequibles para gran parte del mundo. De hecho “se estima que el mercado de sensores robóticos experimentará un incremento de casi el 8% durante el período de pronóstico de (2021-2026)” [46]. Otros, por el contrario, son partidarios de esta tendencia, pues reconocen su potencial en industrias como la automotriz, la de fabricación, la de logística, entre otras, que han hecho del uso recurrente de estas tecnologías, su principal proceso de manufactura.

En todo caso, el uso desmedido de la IA en casi todos los ámbitos de la vida diaria, ha generado incertidumbre por los desafíos éticos que presenta (seguridad de los datos personales, privacidad o el empleo); pero, aunque para muchas personas sea innecesaria su implementación, las últimas innovaciones digitales demuestran su utilidad en el campo de la ingeniería y, sobre la influencia de esta tecnología en ella, existen análisis lo suficientemente robustos que insisten en la importancia de la presencia humana en su evolución:

“En este momento, el papel de un ingeniero humano puede ser el de un director en breve en lugar de producir y fabricar los productos. Aunque es posible que los humanos no estén ejecutando la tarea, definitivamente son ellos quienes eligen la dirección en la que debe funcionar la máquina. Una vez que la máquina sepa cómo diseñar cosas, el sistema de ingeniería cambiará, pero los ingenieros seguirán siendo altamente calificados y relevantes. El futuro incierto de las tecnologías exige ingenieros resistentes y versátiles que puedan diseñar tecnologías robustas utilizando inteligencia artificial con diferentes conjuntos de habilidades, incluida la enseñanza de los sistemas de inteligencia artificial cómo innovar y convertirse en parte de las futuras organizaciones de inteligencia artificial humana.” [46]

Dado lo anterior, es necesario resaltar que la ingeniería de sistemas ha impulsado y fortalecido el trabajo multidisciplinar, al poderse implementar en campos como la medicina o la construcción; básicamente, es la encargada de realizar las actividades relacionadas con la predicción y los cálculos, elementos útiles para los campos antes mencionados; así mismo, asume la labor de diseñar y construir sistemas que puedan aprender, adaptarse, resolver problemas y mejorar su capacidad de toma de decisiones, en cualquier situación. Por lo general, es la ingeniería que ha hecho posible a través de IA, la automatización de tareas, el análisis de grandes cantidades de datos o el desarrollo de robots inteligentes; diversificando con ello el contenido que ayuda a millones de investigadores y desarrolladores, a reconocer las herramientas y enfoques que existen para resolver problemas específicos.

Para finalizar esta sección, una vez más, vale la pena señalar que esto no pretende ser una lista ya definida; por el contrario, existen también otras áreas o disciplinas que le apuestan a la incorporación de la IA en su campo de estudio. En este caso, se mencionaron algunas para contextualizar y ejemplificar el trabajo investigativo realizado.

2.2 Una aproximación al marco normativo de la IA en España

Antes de hacer alusión al marco normativo de la Inteligencia Artificial en España, es necesario primero revisar, si bien superficialmente, el marco jurídico europeo, como antesala al extenso contenido legal que existe y que se ha creado durante la última década para este campo.

Así, es importante resaltar que, sobre el control jurídico de la Inteligencia Artificial en **Europa**, existen diversas organizaciones internacionales que le apuestan a la implementación de una tecnología que se use responsable y éticamente, con miras a la creación de oportunidades para empresas y ciudadanos. Parte de este interés, se ve reflejado por medio de la Comisión Europea, la cual:

“en marzo de **2012**, habilitó una partida presupuestaria para financiar el “Proyecto Robolaw”, denominación abreviada de “*Regulating Emerging Robotic Technologies in Europe: Robotics facing Law and Ethics*.” El objetivo principal del precitado proyecto consistió en elaborar un informe detallado con todas las cuestiones éticas y legales que planteaban los robots, así como ofrecer principios para guiar a los legisladores a la hora de regular el tema. Los resultados de dicha investigación, presentados en octubre de 2014, han constituido la base de la Resolución del Parlamento Europeo, de 16 de febrero de 2017, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre normas de Derecho civil sobre robótica” [45]

Por medio de este proyecto, se pronosticó una afectación general para la humanidad en los años venideros por el uso de los bots, androides, robots, entre otras formas de IA. No obstante, con este augurio, se pretendía crear una serie de leyes y normas regulatorias, más no obstaculizar o perturbar la evolución tecnológica, como muchos pensaban que pasaría.

Más adelante, para el año **2016**²⁹, esta misma entidad hizo público el documento de trabajo de los servicios de la Comisión: “*Advancing the Internet of Things in Europe*”³⁰ y en él, presentó el arduo estudio y consultas realizadas durante los últimos 4 años, que responden al aprovechamiento de los beneficios de un mercado único digital en la economía europea. Sin embargo, su principal interés fue examinar asiduamente el marco jurídico de este mercado digital, al contemplarse nuevamente, una evolución inatajable y con imposibilidad de control sobre ella.

Si bien el Internet de las Cosas (IoT³¹) se presenta como un elemento emergente y con un nivel de importancia económica, técnica y social relevante, “las proyecciones del impacto de la IoT sobre Internet y la economía son impresionantes: hay quienes anticipan que en el año 2025 habrá hasta cien mil millones de dispositivos conectados a la IoT y que su impacto será de US\$ 11.000.000.000.000” [47]. Pero la situación no para allí, la IoT también vislumbra grandes desafíos que, por lo general, dificultan el desarrollo de los beneficios que tanto promete. Estos desafíos, están relacionados no sólo con ciberataques, violación de la privacidad y los datos de las personas, sino que abarca temas jurídicos, políticos y de desarrollo que ponen en cuestionamiento su funcionalidad y que dan lugar al interés y preocupación de la Comisión.

Por lo anterior, el Comité Económico y Social Europeo³² logró poner en discusión en el año **2018**, la premisa de que la toma de decisiones de un dispositivo automático puede alterar las garantías y derechos de los consumidores, así como poner en riesgo su intimidad, seguridad y privacidad;

²⁹ Específicamente, el 19 de abril.

³⁰ “*Promoviendo el Internet de las Cosas en Europa*”.

³¹ Esta tecnología se encarna en una amplia gama de productos, sistemas y sensores en red, que aprovechan los avances en la potencia de cálculo, la miniaturización de los componentes electrónicos y las interconexiones de red para ofrecer nuevas capacidades que antes no eran posibles. [47]

³² “Aprobó el dictamen de iniciativa intitulado “Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre Confianza, privacidad y seguridad de los consumidores y las empresas en el internet de las cosas”, el 6 de diciembre de 2018 [45]

situación que le llevó a adoptar medidas tendientes al cubrimiento de los vacíos legales en estas tecnologías, “fomentar las iniciativas de normalización europeas e internacionales; tener en cuenta a los grupos vulnerables y establecer mecanismos efectivos y colectivos de solución de controversias” [45].

Además, entre las líneas de trabajo que se establecieron por parte de estas organizaciones para la regulación de la innovación tecnológica, se encontró:

La definición común de robots autónomos para Europa.	El interés por establecer una definición común de robots autónomos, incluida cualquier forma o característica de IA, permite a todos los países de la Unión Europea hablar bajo unas mismas reglas y con ello, tener un mayor control sobre la innovación tecnológica.
Las reglas relativas a la Responsabilidad Civil	La consolidación de reglas relativas a la Responsabilidad Civil, nace como una propuesta por robustecer el marco jurídico actual y poder actuar frente a los posibles daños causados por la creación de robots autónomos.
La Sanción de un Código de Conducta Ético Voluntario	Es la base para la regulación de los impactos ambientales, sociales y de salud que pueda presentar la humanidad por el uso o presencia de la robótica. En este código se contempla introducir procedimientos básicos para la resolución de dilemas éticos.
La presentación del Código de Conducta Ética Voluntario para los Ingenieros en Robótica y del Código Deontológico para los Comités de Ética de la Investigación	El primer código presenta las principales directrices y principios para investigadores y diseñadores. El objetivo de este documento es invitar al uso responsable de estas tecnologías, con el fin de respetar los derechos humanos reconocidos internacionalmente. El segundo, establece la necesidad de que se lleve a cabo un proceso de revisión ética sobre el proceso mismo de la investigación, teniendo en cuenta una visión multidisciplinar.
La Agencia Europea de Robótica e Inteligencia Artificial	Con la creación de una Agencia Europea de Robótica e Inteligencia Artificial y la consolidación de un Registro Europeo, se pretende adoptar un conjunto de acciones tendientes a impulsar la excelencia de la IA, garantizando fiabilidad y confianza en su uso.
El Estatuto de Persona Electrónica	Para afrontar los nuevos retos que trae consigo la cuarta revolución industrial, los europarlamentarios han establecido un estatus legal para la persona electrónica, entendiendo que su actividad puede ocasionar alteraciones de gestión, seguridad y responsabilidad.
Los Modelos de Empleo Actuales	Con la llegada de esta tecnología, los empleos y actividades actuales se han visto trastornadas, situación que ha llevado a las organizaciones a estudiar y analizar los impactos y viabilidad de la robótica en el mundo.
La Interoperabilidad de los Robots Autónomos	Con esto, se pretende disponer de un sistema o cadena de robots de distintos proveedores que puedan comunicarse y operar entre ellos, en un mismo entorno.

La Licencia para los Diseñadores y para los Usuarios	En esta licencia se estima que cualquier persona puede hacer uso de un robot sin miedo de perjuicio físico o psicológico.
---	---

Tabla 4. Regulación de la Innovación Tecnológica
Fuente: Elaboración propia a partir de Porcelli [45]

Sobre esta lista de trabajo, hay además un interés suscitado por las mismas organizaciones de que los robots más avanzados que existan o puedan llegar a crearse, deben estar siempre bajo la supervisión y control del ser humano, toda vez que “los robots avanzados y los productos del internet de las cosas pueden no comportarse con arreglo a lo previsto cuando el sistema entró en funcionamiento por primera vez³³” [45]. Por lo anterior, la Comisión Europea resalta algunas directrices que todo sistema inteligente debe respetar: la transparencia, capacidad y limitaciones del sistema, la solidez y seguridad técnica, la equidad, diversidad y no discriminación, la intervención y supervisión humana, el bienestar social y medioambiental, la gestión y privacidad de los datos y, finalmente, la rendición de cuentas como posibilidad para auditar dichos sistemas.

Si bien estas directrices no son vinculantes, ni tampoco están pensadas para ser aplicadas a todos los sistemas de IA, su conocimiento permite un mayor control sobre lo que puede o no hacerse con dichos sistemas en beneficio del ser humano.

Más adelante, en el año **2019** fue dictada la Resolución por parte del Parlamento Europeo, que alude a la política industrial global europea en materia de inteligencia artificial y robótica [45]; documento que sugiere fortalecer el trabajo mancomunado y las alianzas estratégicas internacionales con aquellos Estados que, aunque no pertenezcan a la Unión Europea, tengan un conocimiento avanzado sobre estas tecnologías. Así mismo, recopila las aspiraciones y el plan estratégico para la promoción y mantenimiento de la IA y la robótica centrada en el ser humano, destacando algunos de los siguientes parámetros:

1. *Una sociedad inteligente:* Merece especial atención cualquier acto malintencionado de la Inteligencia Artificial que constituya una violación directa a los derechos humanos.
2. *Vía tecnológica hacia la IA y la Robótica:* Europa representa el 32% de las instituciones de investigación sobre el tema en todo el mundo [45]. Con esta vía, se pretende crear un entorno de investigación competitivo, así como repensar la remuneración salarial de los investigadores que, al día de hoy, sigue siendo mucho menor si se compara con EEUU y China.
3. *Política Industrial:* Es necesario que se contemple un marco jurídico flexible que permita la innovación tecnológica en todas sus formas, así como también es fundamental poner como prioridad al sector público quien debe, de antemano, ser el beneficiario directo de las tecnologías de IA y la robótica. Se espera que esto genere fiabilidad y contribuya a la toma de decisiones sobre la administración pública.
4. *Marco jurídico para la IA y la Robótica:* Se reitera el interés de que el marco jurídico sea revisado y/o modificado de forma periódica, con el fin de garantizar el respeto por los valores fundamentales de Europa.

³³ Anotación hecha por la Comisión Europea al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones, a través de la comunicación: “Inteligencia artificial para Europa” del 25 de abril de 2018. [45]

5. *Aspectos éticos:* Se solicita a empresas y expertos seguir el reglamento existente en la materia o ceñirse a las directrices establecidas en la carta ética de buenas prácticas.
6. *Gobernanza:* Es necesario que el trabajo cooperativo entre los Estados miembros y la Comisión sea reforzado, con el fin de facilitar la creación de normas transfronterizas coherentes.

En todo caso, valdría la pena señalar que, a parte de estos parámetros, la innovación tecnológica que se proyecta para los próximos años debe contemplar a la persona física como su prioridad y debe ajustarse a la norma, respetando y garantizando los principios éticos que a lo largo de la última década se han establecido para tal fin. Además, es necesario que el ser humano sepa afrontar los desafíos que el daño, la inequidad o la manipulación de estos sistemas, puedan generar; pues “aplicar de forma irreflexiva la tecnología a medida que se desarrolla produciría, por tanto, resultados problemáticos, así como la renuencia de los ciudadanos a aceptarla o utilizarla” [45]

Respecto al panorama en **España**, el estudio e investigación sobre la Inteligencia Artificial ha venido ganado terreno y ha alcanzado un nivel de desarrollo tan importante para la economía y la sociedad que, centros de investigación, académicos y algunos expertos en la materia, han decidido compartir activamente sus conocimientos para que se sigan desarrollando sistemas inteligentes en todo el país. Se asegura, de hecho, que el estudio sobre la IA y la robótica está revolucionando el mundo actual³⁴ y España, debe aprovechar esta oportunidad. Además, entender que la Inteligencia Artificial no está en nuestras vidas para reemplazarnos, sino para fortalecer nuestras capacidades y habilidades es, ante todo, una propuesta que no debe perderse de vista.

En este orden de ideas, y como bien se ha mencionado a lo largo del texto, esta tecnología plantea enormes desafíos legales y éticos que ha exigido a este país, como a muchos otros, crear un marco normativo regulatorio que permita establecer límites en su implementación y uso, en la recopilación y manejo de los datos personales, y en los daños y errores que puedan ser ocasionados por el uso inadecuado de sistemas inteligentes. Si bien se reconoce que no hace falta que cada país concrete complejos y estrictos marcos regulatorios que perturben la evolución tecnológica, también sabemos que con un marco legal se espera proteger los derechos de propiedad intelectual, garantizar el uso adecuado y responsable de la IA en todos los campos de la actividad humana, animar al desarrollo e innovación tecnológica y orientar sobre los requisitos que deben respetar, por obligación, los sistemas inteligentes que existan o lleguen a existir.

Dado lo anterior, y en el interés por tratar de entender el complejo mundo de la Inteligencia Artificial, parlamentarios e instituciones gubernamentales han decidido trabajar arduamente, “sabiendo que es imperativo promocionar la innovación integrada en los valores centrados en el ser humano, y fomentar el debate público y el consenso social.” [48]. Aunque todo este trabajo no es poco ni sencillo, España ha sido un buen ejemplo de ello; tanto así, que la constitución española se ha consolidado como pionera en la defensa y reivindicación del derecho fundamental a la protección de datos personales; expresión que fue proclamada y sancionada a través de la “Ley Orgánica

³⁴ “De ahí que, en la última década (2010-2021), se haya producido un incremento exponencial en las publicaciones relacionadas con distintas áreas de IA, con mayor foco en las de Pattern Recognition y Machine Learning. Y es interesante que – de media – tanto en EEUU, como en China, UE y UK, más del 50% de dichas publicaciones lo son en el ámbito educativo, mientras que las que proceden del ámbito gubernamental apenas superan el 3%.” [48]

3/**2018**, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales”³⁵.

Dicha Ley, fue la encargada de enriquecer la disposición legal que hasta la fecha había sobre el tema, combatiendo principalmente el aumento de los datos personales en los flujos transfronterizos y suponiendo, además, una revisión exhaustiva de la seguridad jurídica en el país, que va más allá de la actualización de la normativa vigente. No obstante, es destacable mencionar que para el año **2019**, sobre este tema, España fue condenada al pago de una multa millonaria, de acuerdo con la STJUE C-658/19³⁶, tras retrasarse en la transposición de la Directiva de Protección de Datos³⁷; sanción que se incrementó con otra de 89.000 euros diarios hasta que fuera aprobada³⁸.

Para julio de **2020**, se hizo pública la Agenda “España Digital 2025”, en la que se presenta un conjunto de reformas, inversiones, medidas y, al menos, 10 ejes estratégicos que responden al interés de impulsar y fortalecer el proceso de la transición digital en el territorio español. Según el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, estos ejes están direccionados a:

1. Mejorar y potenciar el atractivo de España como una plataforma europea de negocio, inversión o trabajo.
2. Seguir liderando el despliegue de la tecnología 5G y con ello, impulsar la productividad económica y el progreso social.
3. Garantizar a la ciudadanía sus derechos respecto del entorno digital emergente.
4. Permitir al 100% de los ciudadanos una conectividad digital apropiada, con el fin de soslayar las brechas digitales existentes entre las zonas rurales y urbanas.
5. Facilitar el tránsito del país hacia una economía del dato, garantizar la privacidad y seguridad, y aprovechar las oportunidades que la Inteligencia Artificial ofrece.
6. Robustecer las competencias digitales de los trabajadores y en general, del conjunto de la sociedad.
7. Impulsar en las Administraciones Públicas el tema de la digitalización.
8. Robustecer la capacidad española respecto a la ciberseguridad.
9. Activar la digitalización del modelo productivo, sobre todo, en proyectos de transformación sectorial.
10. Acelerar en las empresas (start-ups y microPYMES), su paso hacia la digitalización. [49]

³⁵ Para profundizar, se sugiere consultar: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3/con>

³⁶ Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea. Asunto C-658/19 (Comisión/España)

³⁷ Directiva (UE) 2016/680 de 27 de abril de 2016. Es una directiva de la Unión Europea adoptada en 1995 que regulaba el procesamiento de datos personales dentro de la Unión Europea.

³⁸ Petición presentada al Tribunal de Justicia por Bruselas.

Asimismo, en octubre del mismo año, dicho Ministerio puso a disposición del Gobierno de España, el Anteproyecto de Ley de Impulso a la Inteligencia Artificial, con el cual buscó consolidar un marco jurídico regulatorio robusto y claro para el funcionamiento y uso de esta tecnología en todo el país. Para lograr este cometido, se trazó como lineamientos la construcción de un registro de sistemas de IA y la regulación, información y uso sobre estas tecnologías en las áreas más vulnerables (medicina, justicia, seguridad, entre otras), situación que más adelante, en diciembre, dio apertura a la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA), la cual se consolidó como un elemento potencialmente útil para el desarrollo económico, tecnológico, ambiental y social del país, debido a su elevado impacto y a su facilidad de inclusión intersectorial. Adicionalmente, esta estrategia, se propuso como objetivos los siguientes:



Diagrama 6. Objetivos de la ENIA

Fuente: Adaptación de Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital [49]

Además de estos objetivos, no debe pasarse por alto que España parte de una posición conveniente y favorable para abordar esta revolución científica y tecnológica, pues no solo cuenta con la infraestructura idónea para el desarrollo de actividades con sistemas inteligentes, sino que también se ha empeñado en robustecer, a través de grandes inversiones y leyes, las tecnologías de la información y la comunicación que tiene actualmente, consolidando y ampliando el ecosistema de la Inteligencia Artificial en todo el territorio español. Fruto de este esfuerzo pudo notarse en el año **2021**, en donde España destacó por su regulación en temas de IA, posicionándose a la par de países como el

Reino Unido y Estados Unidos en la aprobación de leyes que hacen mención a esta tecnología y superando, incluso, a países como Alemania y Francia. En este año, “España publicó tres leyes en ámbitos dispares como la descarbonización, la representación laboral y la creación de una Agencia española de supervisión de IA.” [48]

- La Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética: Se estableció en el art. 6 que el Gobierno Español adoptará medidas que impulsen la digitalización de la economía en el país por medio de la Inteligencia Artificial, en el marco de la estrategia España Digital 2025, mencionada anteriormente.
- La Ley 12/2021, de 28 de septiembre, por la que se modifica el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.” Esta ley estableció el derecho de información de la representación de personas trabajadoras, en el entorno actual laboral digitalizado en el que el uso de tecnologías de IA se está generalizando” [48]
- La Ley 22/2021, de 28 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2022, con la cual se busca desarrollar, supervisar y hacer el debido seguimiento a los proyectos que se encuentran bajo la Estrategia Nacional de IA o cualquiera que sea impulsado por la Unión Europea.

Ante este escenario, es posible identificar que España ha dado pasos importantes y significativos frente a la regulación de la IA; indudablemente, estos pasos no han dejado de darse, la labor legislativa ha continuado y para el año **2022** aún se siguen destacando algunos avances como, por ejemplo, la creación del Observatorio Nacional de Inteligencia Artificial por parte de la asociación de la industria digital (AMETIC), la Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, en el que se estableció un plan de competencias en IA y digitalización o, la Resolución 17/03/2022 que anuncia la suscripción de un Convenio entre Red.es y la UNED³⁹ para el desarrollo del proyecto “Espacio de Observación de Inteligencia Artificial en español” [48].

Si bien existe una normativa incipiente frente al tema de la IA en este país, los desarrollos y avances en la materia por parte del sector público y privado son destacables, situación que convoca a la ciudadanía a realizar un seguimiento constante, a investigar y a conocer de primera mano la evolución normativa que surgirá a medida que esta tecnología se vaya transformando. España, sin duda, le apuesta a convertirse en un referente de la IA para el mundo y ante este interés, debe existir un esfuerzo mancomunado por parte de la sociedad española.

³⁹ Universidad Nacional de Educación a Distancia.

2.3 Apuntes teóricos sobre los riesgos, desafíos y oportunidades de la IA a nivel social

“El peligro más grande de la inteligencia artificial, llegará el día en que creamos que la entendemos”.

Eliezer Yudkowsky

Cuando entran en debate las innumerables posibilidades que resultan de la transmisión extensiva de la IA en el mundo, rápidamente pueden verse enfrentados, sobre este fenómeno, al menos dos puntos de vista:

El primer punto de vista, hace referencia a la Inteligencia Artificial como una **oportunidad** inminentemente poderosa para el mejoramiento de las condiciones de vida de las personas, pues facilita la realización de actividades, permite avanzar velozmente en trabajos que demandan mayor tiempo y dedicación, favorece la toma de decisiones de forma ágil y eficaz, automatiza tareas repetitivas, puede diagnosticar y/o tratar enfermedades de forma efectiva, impulsa la innovación y creatividad a través del diseño de productos personalizados y a medida, tiene el potencial de elevar la ventaja competitiva de las compañías, entre muchas otras funciones.

Sin entrar en una mentira del falso dilema, la IA se ha mostrado totalmente categórica, versátil y coadyuvante en la gestión de casi todas las áreas, campos y sectores de la vida humana; y así se pudo establecer en secciones anteriores, donde se mencionó la utilidad de esta herramienta tecnológica en áreas como la medicina, la educación, la ingeniería de sistemas y la robótica. No obstante, esta lista es mucho más amplia, pues las finanzas, la recreación, la limpieza del hogar o incluso el derecho, por ejemplo, son áreas que también se han visto beneficiadas por la introducción de sistemas inteligentes. Podrían enumerarse algunos otros beneficios o profesiones y, aun así, la lista se mostraría interminable.

Ante este escenario, explorar el campo de la IA es, por lo tanto, un elemento que muchos destacan y que debe seguirse investigando, pues no puede dejarse de lado el hecho de que las máquinas inteligentes tienen efectos potencialmente útiles para las grandes industrias y la sociedad, y que sus ventajas competitivas son cada vez más determinantes para la vida diaria.

Cuando se habla de la Inteligencia Artificial como oportunidad, no solo se hace referencia a la posibilidad de convergencia entre tecnologías físicas, biológicas o digitales; sobre todo, se hace alusión a que la IA como se conoce hoy, es mucho más que automatizar y maquinizar el pensamiento humano; “es, por lo general, una estructura que visualiza la utilidad y versatilidad de los avances tecnológicos en la sociedad moderna, la cual adquiere un rol destacado en el desarrollo, evaluación e impulso de las metas del desarrollo sostenible” [50]. Sin embargo, no se puede dejar en el olvido que, si bien existen aportaciones significativas de la IA, pueden presentarse errores en sus procesos como sucedió, por ejemplo, con un sistema de IA que, en vez de distinguir los tipos de tanques de guerra, aprendió a distinguir los paisajes en donde estos tanques se encontraban.

Ahora bien, el segundo punto de vista, se identifica por aquellos que, sin necesidad de incurrir en anacronismos, presagian en la IA una fuerza negativa que altera el curso histórico de la humanidad en el siglo actual. Sin duda alguna, la Inteligencia Artificial ha proclamado un serio tratamiento ético, toda

vez que investigadores y expertos han puesto en conocimiento que su evolución no sólo se da por la manera en la que cambia o mejora la forma de vivir de las personas, sino que también “se trata de una entidad que evoluciona dialécticamente, tiene la capacidad de actuar con autonomía, de aprender y auto modelarse con base a su propia experiencia individual y colectiva, a un ritmo que rebasa las capacidades humanas” [2].

Este panorama, pone en evidencia que, la imparable transformación tecnológica viene experimentando una creciente preocupación mundial, sobre todo, por tratarse de un producto que, según expertos, se controla cada vez menos. La gran importancia que le ha concedido el ser humano a la Industria 4.0, ha obligado también a discutir sobre sus **riesgos** o potenciales amenazas para las condiciones de vida de la humanidad; riesgos que están afectando de forma directa el rol que desempeña el ser humano y que tienen un significado más profundo y amplio si se tienen en cuenta las transformaciones derivadas de la digitalización. En todo caso, dichos riesgos:

“presentan una naturaleza muy singular en tanto no comprometen físicamente nuestra supervivencia como ocurre con los riesgos medio ambientales, sanitarios o para la seguridad pública. Por el contrario, los riesgos digitales afectan a los derechos y libertades e incluso a nuestro sistema político, ya que, además de la intimidad de las personas, implica a la libertad de expresión, las libertades políticas y al propio funcionamiento de la democracia, al principio de igualdad y, en última instancia, a la dignidad humana” [51]

Dicho argumento, vislumbra un modelo de derechos humanos que muy pocas veces se tiene en cuenta por parte de las empresas que crean sistemas con IA. Este modelo, aunque se muestra difuso y superficial, se cristaliza a partir de un paradigma de protección que se crea a través de pactos internacionales y que, si se vincula al desarrollo de nuevas tecnologías, presupone aceptar dos figuras: La primera es que debe fortalecerse la idea de la innovación inclusiva para el desarrollo sostenible y, la segunda es que, en el modelo de derechos humanos, las tecnologías disruptivas deben incorporar los principios de identidad algorítmica, vulnerabilidad algorítmica y dignidad algorítmica; principios orientados a inhibir el riesgo al que están expuestas las personas por el mundo digital.

Lo anterior, no solo hace más compleja la comprensión de la Inteligencia Artificial en todo su conjunto, sino que también exige una intervención específica por parte del poder público. Podría incluso decirse que, las leyes a veces parecen insulsas para solucionar los problemas derivados del mal uso de sistemas inteligentes, por lo que se requiere, además, de una verdadera gobernanza de los riesgos digitales, como proclama Vida Fernández en su texto “La gobernanza de los riesgos digitales: desafíos y avances en la regulación de la inteligencia artificial” [51]. Con gobernanza, este autor pretende dar sentido a las nuevas formas que los gobiernos han adoptado para gestionar los riesgos que entrañan las nuevas tecnologías y a los cuales nos vemos enfrentados los seres humanos. Si bien se trata de un concepto amplio y expresivo, su interés se enfoca en el poder público europeo, que dista radicalmente de los establecidos en países como China, Estados Unidos o Rusia.

Cuando se mencionan los riesgos de la IA, implícitamente se hace alusión a la posibilidad de un futuro daño o perjuicio a la persona y en este sentido podemos destacar algunos ejemplos:

- Las personas pueden ver amenazada la seguridad y privacidad de sus datos personales.

- Existe la posibilidad de que en el futuro haya una pérdida significativa de interacción interpersonal. El desarrollo de esta tecnología, posiblemente, aumentará el aislamiento y la soledad.
- Las grandes industrias, auguran problemas propios de la tecnología y de la implementación de máquinas inteligentes en la vida diaria.
- La facilidad para acceder a este tipo de sistemas (por ejemplo, Chat GPT de Open AI en todas sus versiones) ha permitido a entidades y personas malintencionadas, hacer un uso inadecuado de ellas. Tanto así que, “el organismo de cooperación policial de la Unión Europea EUROPOL, detalló cómo los modelos de lenguaje de Inteligencia Artificial, a los que se apuesta para revolucionar la tecnología y la economía global en el futuro cercano, también pueden impulsar el fraude, el ciberdelito y el terrorismo” [52]. Apenas unos días después del lanzamiento de este sistema, se pudo anticipar el impacto que su uso podría causar para la sociedad, pues se demostró que, aunque el sistema se niega a cumplir con ciertas ordenes, algunas personas han encontrado la manera de evitar los filtros del contenido que tiene este chat; por lo que, a mayor evolución de las funciones y servicios de la IA, mayor probabilidad de que se emplee para actividades ilegales.
- Actualmente, hay una concentración de riqueza en multinacionales que emplean sistemas de IA en sus procesos de manufactura. Con esto, el riesgo potencial es la limitación que otras empresas o Estados puedan tener respecto al acceso a los avances tecnológicos que ellas implementen; visibilizando un entorno monopolizado que inhibe el libre mercado.
- Uno de los riesgos inherentes de las tecnologías disruptivas más conocido, es la pérdida de puestos de trabajo, que pone en discusión el hecho de que las máquinas podrían llegar a suplantar al ser humano en cualquier momento. De hecho, el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, hizo público el listado de los sectores con mayor impacto esperado de la IA a corto y mediano plazo, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:

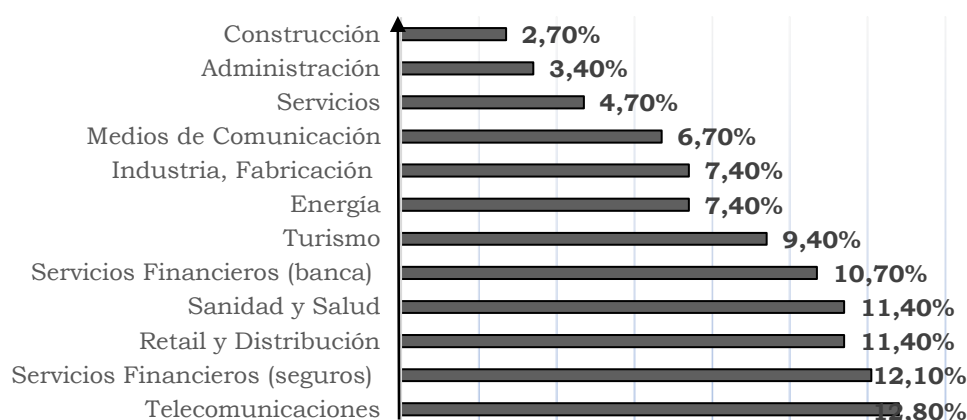


Diagrama 7. Sectores con Mayor Impacto Esperado de la IA

Fuente: Adaptación de Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital [49]

Ante este escenario, las personas se están viendo en la obligación de reeducarse profesionalmente, dado que los intereses profesionales y educativos que demandará el mercado, serán otros y con esto, “los analistas

prevén que, dentro de 20 años, 4 de cada 10 empleos se verán afectados por la robotización y la automatización de ciertas tareas” [17]

- Si bien una de las grandes limitaciones de la IA es la ausencia del sentido común, la interrelación entre máquina – hombre, así como sus limitantes, requieren ser cuidadosamente pensados a partir de una idea que incorpore el componente ético, con el fin de evitar que las máquinas cometan los mismos o más graves errores de las personas.

Todas estas circunstancias, demuestran que, a diferencia de los riesgos globales, los riesgos digitales tienen una evolución mayor y pueden representar una gran amenaza para el conjunto de la sociedad. Además,

“debe repensarse en lo imparable del proceso de digitalización al que estamos sometidos, cuya intensificación en estos últimos años incrementa exponencialmente el nivel de los riesgos que este conlleva. Se trata de un proceso irreversible que va a ir en aumento en tanto todos los Estados, empresas y demás sujetos privados hacen depender su crecimiento y desarrollo de la digitalización” [51]

No obstante, y a pesar de que estos riesgos son enunciados de forma constante por parte de los gobiernos y algunas entidades, las personas aun no los asimilan o los perciben como verdaderos peligros. “En este sentido debe recordarse que, en el ámbito digital ha habido desastres que han desvelado daños muy graves a escala mundial, como el sistema de Vigilancia Prism de la NSA⁴⁰ revelado por Edward Snowden o el de Cambridge Analytica con Facebook” [51] y se espera que, ante estos episodios exista por lo menos, una conciencia similar a la de la protección y cuidado del medio ambiente.

En este orden de ideas, resulta importante señalar que, ante la presencia de la Inteligencia Artificial en nuestras vidas, se postulan también algunos **desafíos**, los cuales están relacionados con la brecha laboral y de género que existe en la actualidad, pues se ha reconocido arduamente que tanto la Industria 4.0 como la IA, son impulsadas en mayor medida por hombres. Las mujeres, en este escenario particular, no representan más del 35% de las matriculaciones en carreras como matemáticas, tecnología, ciencia o ingenierías (carreras STEM⁴¹), según datos respaldados por ONU Mujeres [53]; reduciendo drásticamente las contribuciones y las posibilidades de innovación a futuro, que este género puede aportar.

Otro desafío que también vale la pena destacar, está relacionado con la gran posibilidad que existe de que, con el uso constante de la IA, las brechas de desigualdades geopolíticas en el mundo, se acentúen cada vez más. No cabe duda que diferentes países le han apostado a la tecnología de vanguardia en el campo de la IA, así como a la capacitación constante de sus trabajadores profesionales en la materia; situación que ha llevado a competir a grandes superpotencias (China, EEUU) por el liderazgo en el desarrollo e investigación de la Inteligencia Artificial. La Unión Europea, aunque en un segundo plano, también se ha esforzado por ganarse un lugar y reconocimiento en este tema.

Si bien estos desafíos se muestran como un oscuro presagio, destacadas celebridades y expertos como Bill Gates, Stephen Hawking y Elon Musk, han alzado su voz de alerta sobre la IA. Desde sus perspectivas, esta tecnología representa inexorablemente un riesgo inevitable para los años venideros, pues han visto cómo laboratorios de Inteligencia Artificial, se han aventurado a

⁴⁰ Agencia de Seguridad Nacional /EEUU.

⁴¹ Por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering, Math.

realizar, desplegar y desarrollar “cerebros digitales” cada vez más potentes que nadie, y que ni siquiera sus creadores han podido entender, predecir o controlar de manera fiable” [54]. Entre sus peticiones, principalmente, se encuentra la intención de una pausa hasta que sean establecidos marcos y autoridades regulatorias fuertes para todo el mundo. Así mismo, solicitan expresamente su interés por que existan desarrollos que ayuden a distinguir lo real de lo artificial.

Elon Musk, por su parte, ha subrayado constantemente que, aunque la IA seguirá avanzando a pasos agigantados en los próximos 20 años, es la humanidad quien debe aprender a decidir hacia qué dirección orientar su desarrollo, pues a pesar de que parezca inofensiva, también puede manipularse y emplearse de forma malintencionada.

Por lo anterior, es importante considerar dos aspectos interrelacionados: por un lado, si en la actualidad los expertos en el tema están reflexionado acerca de que el ser humano intervenga en los algoritmos, ¿cuánta intervención humana es necesaria o sería pertinente para que los sistemas de IA sean respetuosos, legítimos o promotores de los DDHH⁴²? Y, por otro lado, ¿Cómo podrían las empresas o Estados, garantizar la intervención del ser humano frente a las decisiones que una máquina inteligente decida tomar? A modo prospectivo, estos cuestionamientos invitan a reflexionar acerca de los retos que la Inteligencia Artificial está presentando en la actualidad y que tienen que ver además con nuestra identidad como especie; pues como bien lo resalta Corvalán:

“Si las personas humanas nos caracterizamos por la diversidad, aleatoriedad e imperfección, estamos ingresando a una era de automatización que podría poner en crisis esos rasgos. Aunque suene improbable, en un futuro no muy lejano, resultará indispensable pensar seriamente en garantizar un derecho fundamental, que podría ser la piedra basal de la era de la inteligencia artificial: el derecho a la diversidad aleatoria e imperfecta inherente al ser humano” [55]

Indudablemente, la humanidad esta ante la presencia de tecnologías que perturban su tranquilidad. Hoy por hoy, temas como la discriminación en el empleo, en temas de vivienda o en los créditos, así como la alta dependencia de las personas a la tecnología, han rebasado los límites, lo que sin duda ha generado grandes desigualdades sociales alrededor del mundo. No solo se trata de la eliminación de trabajos, del acceso limitado a las tecnologías con IA o de la concentración de poder en algunas compañías; este panorama es mucho más amplio y tiene que ver también, por ejemplo, con los sesgos en la selección del personal o en las decisiones que áreas como recursos humanos toman sobre sus trabajadores. Aunque parece algo sencillo y sin mayor sentido o repercusión, este escenario ha perpetuado la discriminación en diversos campos y ha aumentado significativamente el desempleo y la desigualdad social, alrededor del mundo.

En este caso, y queriendo profundizar en la pregunta de investigación propuesta: ¿El uso de la Inteligencia Artificial por parte del ser humano representa hoy un elemento complementario o una tecnología antagonista?, se destaca que, si bien existen posturas enfrentadas respecto al uso de la IA, este tipo de tecnologías seguirá siendo una herramienta verdaderamente útil para toda la sociedad y aunque este cuestionamiento merece un estudio serio, la Inteligencia Artificial es la piedra angular en la siguiente etapa de la evolución.

⁴² Derechos Humanos.



*Ilustración 9. IA: Nueva Forma de Pensamiento y Evolución.
Fuente: Tomado de Martínez [56]*

La preocupación mundial sobre la gran posibilidad que existe sobre la sustitución del ser humano es, aunque no sea quiera, un desarrollo que éste debe afrontar por el simple hecho de que las tareas y actividades que desempeñan las personas deben modernizarse, deben facilitarse y deben llegar a cuestionar nuestra existencia, pues sólo así, el ser humano estará en la capacidad y necesidad de desarrollar nuevas tecnologías que mitiguen o limiten las funciones de estas tienen y que vienen perjudicando su rol. Así mismo, es importante resaltar que:

Al día de hoy, las máquinas comienzan ya a aprender de sus propios errores y del comportamiento humano para tomar decisiones, y cada vez sus procesos “racionales” se parecen más a la manera en la que el cerebro humano lo hace ante un problema común. Sin embargo, el cerebro humano todavía está muy adelantado a las computadoras. El comportamiento de una persona o la manera en la que ésta resuelve problemas muchas veces no se apega a la lógica, y el camino que sigue para la toma de decisiones puede llegar a ser sumamente flexible, a diferencia de un programa basado en algoritmos, sin importar que complejo sea. [10]

Siendo esto así, existen razones de fondo para reconocer los beneficios que la Inteligencia Artificial ha venido concediendo al conjunto de la sociedad, pero también, no sobran las razones para temer al progreso de las máquinas, por lo que, es necesario tener en cuenta que:

“no hay nada seguro y solo se puede especular al respecto. En cualquier escenario las transformaciones que se materializaran en las décadas venideras no serán fáciles y traen aparejados cambios en la identidad de las personas pudiendo transformar su integridad genética y, por lo tanto, alterar significativamente su ser, hacer y convivir junto a la forma como sienten y viven sus mundos de vida, que está fijada en todo momento por las limitaciones y subjetividades propias de la condición humana en esta fase de su desarrollo histórico” [2]

Finalmente, ambas posturas no sólo seguirán poniendo en tela de juicio el funcionamiento de la IA, sino que también son válidas, pudiéndose afirmar con total claridad que la Inteligencia Artificial es un elemento complementario y una tecnología antagonista al tiempo, toda vez que, al día de hoy, no existe una única postura establecida.

3 Resultados y conclusiones

Por las razones aludidas a lo largo del texto, el presente capítulo tiene como objetivo exponer los resultados y conclusiones a los que el presente Trabajo de Grado ha llegado, tras investigar y explorar rigurosamente el tema propuesto. Dichas conclusiones, están basadas en los objetivos planteados, así como en la pregunta de investigación establecida para definir, clasificar, delimitar y orientar el eje articulador del proceso investigativo.

Ante el vertiginoso avance de la Inteligencia Artificial en el mundo, desde los años 50 hasta la actualidad, la condición humana se ha visto trastocada, esencialmente, por tratarse de una tecnología a la que gobiernos, instituciones y personas han podido acceder fácilmente. En este sentido, el despliegue de la Inteligencia Artificial, tiene encadenados algunos riesgos que, hasta el día de hoy, tocan las raíces de la sociedad, sus valores, conocimientos, sentimientos, formas de vivir y convivir, e incluso, su propia existencia. No obstante, es posible afirmar que a pesar de que los riesgos resultan complejos y extraños por representar algo inasible que se da a futuro, los verdaderos peligros y amenazas de la IA ya están aquí y van mucho más allá de la eliminación de empleos, de la pérdida significativa de la interacción con otros o de la amenaza a la seguridad y privacidad de nuestros datos. Actualmente, los asistentes personales de nuestros teléfonos móviles, los sistemas de recomendación, el uso excesivo de modelos de lenguaje generativo como Chat GPT o los motores de búsqueda en internet, interfieren directamente sobre nuestros pensamientos y decisiones, al conocer de primera mano nuestros gustos e intereses.

Pero esto no es todo, la evolución de la IA también vislumbra grandes desigualdades sociales y así se pudo establecer a lo largo de la investigación cuando se mencionó la capacidad que tiene esta tecnología para influir en aspectos tan variados como la contratación laboral, las aprobaciones de préstamos bancarios o la inclusión de mujeres en los entornos donde la IA es impulsada. Hoy por hoy, el uso excesivo de datos por parte de sistemas con IA no sólo agrava y/o refuerza cada vez más las brechas sociales, sino que también reemplaza de forma progresiva y alarmante las decisiones humanas, incrementando así las acciones predictivas discriminatorias en todo el mundo.

Si bien estos riesgos dependerán única y exclusivamente del uso general que la sociedad haga sobre esta tecnología, no puede olvidarse que cada avance tecnológico traerá consigo nuevos retos y desafíos a los que las personas deben hacer frente y que además, aunque aparentemente la IA pueda exceder la capacidad intelectual humana, nunca será igual o superior a ella, ya que como se ha venido argumentando, la IA está basada en programaciones complejas, carece de conciencia y no sigue procesos de culturización y socialización propios del ser humano. Al no existir conciencia, resulta imposible que una máquina inteligente pueda desarrollar inteligencia emocional o crear relaciones interpersonales.

En vista de este escenario, es posible reconocer que, ante esta etapa de transición global en la que nos encontramos, surjan más preguntas que respuestas, y las reflexiones sobre cómo debería emplearse esta tecnología parecen innumerables y disímiles por naturaleza, lo que hace más compleja su comprensión a futuro. Las decisiones que los seres humanos decidan tomar respecto a la implementación de la IA en la vida diaria, por grandes o pequeñas

que parezcan, pueden definir y establecer el curso que tomará la Inteligencia Artificial en las próximas décadas.

Por otra parte, cuando se tiene como objetivo principal mejorar las condiciones de vida de las personas, la IA se muestra como una gama de posibilidades y oportunidades, pues como bien se mencionó líneas atrás, este tipo de tecnologías son muy beneficiosas en contextos como el educativo (con tutores inteligentes, la evaluación automática, etc.) el laboral (con el mejoramiento de la eficiencia en los procesos o la innovación), en la medicina (con la atención médica o el diagnóstico y tratamiento de enfermedades) entre otros.

A modo personal, el arribo de la Cuarta Revolución Industrial en nuestra vida, representa la posibilidad de crear nuevos dispositivos, agilizar procesos logísticos o configurar correctamente sistemas inteligentes; lo que demuestra la capacidad y necesidad que tiene el ser humano para transformarse y dirigir sus esfuerzos hacia una verdadera evolución. En este mundo globalizado, el uso de dispositivos tecnológicos y en especial de la Inteligencia Artificial, nos ha permitido avanzar hacia el estudio y determinación del futuro, así como nos ha convertido en una especie capaz de sobrellevar y resguardarnos de catástrofes naturales o pandemias, como nunca se ha visto antes.

La implementación de la IA, sin duda, permite al ser humano modificar su entorno de acuerdo a sus necesidades y le facilita la vida en sociedad. Se ha demostrado incluso que, los dispositivos con los cuales interactuamos cotidianamente, son el resultado de cientos de modificaciones al entorno y así seguirá sucediendo en los años venideros donde se espera existan nuevas y mejores herramientas tecnológicas. Así mismo, es importante destacar que, gracias a estos avances, la calidad de vida de las personas ha mejorado considerablemente en casi todos los campos de la acción humana (económico, cultural, social) como también sucede con la flora y fauna de nuestro planeta. Este panorama, permite señalar que estas tecnologías, a pesar de tener voces contradictorias, son herramientas verdaderamente necesarias para la vida y con el tiempo lo serán aún más.

Sobre este tema, la investigación debe continuar y debe traspasar los muros académicos para convertirse en un auténtico interés de los Estados. Hablar sobre la importancia de la Inteligencia Artificial hoy debe ser tan importante como hablar del medio ambiente y no debe quedarse sólo en el papel, pues se trata de un fenómeno revolucionario que transforma, día a día, nuestra forma de ser, vivir y de reconocer a los otros. Una vez más, sobre la presencia de la Inteligencia Artificial en nuestras vidas, debe existir un objetivo que más allá de superarnos como especie, debe estar encaminado a ayudarnos a ser mejores personas y/o mejorar las condiciones de vida que tenemos. En todo caso, la respuesta a este escenario, requiere de una efectiva investigación científica, tecnológica y, sobre todo, ética.

Finalmente, y considerando el valor social y académico de esta investigación, así como las limitaciones estructurales de su elaboración, se proponen a continuación algunas líneas temáticas sobre el tema, que podrían abordarse en un futuro:

- Análisis del impacto medioambiental que las aplicaciones recomendadas para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, puedan generar.
- El diseño, viabilidad y ejecución de un ecosistema confiable de IA en economías emergentes.

4 Análisis de Impacto

Si bien es cierto, predecir con certeza cuál será el impacto social del uso de la Inteligencia Artificial de cara al futuro, es una tarea compleja, ya que este campo está en constante evolución y su adopción depende de muchos factores, a veces imperceptibles, de la actualidad. Sin embargo, se pueden identificar algunas tendencias que la IA podría presentar en los próximos años, en los siguientes contextos:

- **Personal:** Las personas tendrán la oportunidad de potenciar la automatización de los procesos que realizan en escenarios como, por ejemplo, la agricultura y la ganadería, existiendo una verdadera convergencia entre trabajadores humanos, sistemas con IA y robots. Para este caso, se acuñó el término cobotización, el cual alude precisamente al trabajo conjunto entre bots y personas. En todo caso, convertirnos en tecnología, nos hará mucho más humanos.
- **Empresarial:** Aunque la implantación de la Inteligencia Artificial aún se muestra incipiente en muchas empresas, lo cierto es que poco a poco, estas tecnologías han impactado positivamente la vida de los empleados, al permitirles diseñar mejores estrategias, conocer mejor a sus potenciales clientes o destacar sobre la competencia, situación que, en la próxima década, se espera tenga una verdadera reconfiguración del mercado laboral.
- **Social:** A pesar de que existe un lado oscuro de la IA que muchos vaticinan, la implementación de ésta a nivel social, ha sido positiva, pues no se deben perder de vista las ventajas que estos sistemas ofrecen en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, en la disminución del error humano, en el mejoramiento de la toma de decisiones, en el aumento y calidad del trabajo, en la prevención del crimen y la violencia en las comunidades, entre muchas otras.
- **Medioambiental:** En este contexto, el uso de la Inteligencia Artificial, tiene dos posturas: La primera, es que la IA puede tener un impacto positivo en el medio ambiente al ayudar a mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; y la segunda es que la preparación y la ejecución de modelos de IA requieren grandes cantidades de energía, lo que puede llevar a un aumento en el consumo de combustibles fósiles. Además, la producción y el diseño de hardware y componentes electrónicos necesarios para la Inteligencia Artificial tienen también un impacto negativo significativo en este escenario.
- **Cultural:** La forma en la que nos relacionamos o interactuamos con los demás será notoriamente modificada por la Inteligencia Artificial. En un futuro, se presagia que los teléfonos móviles, los bots o incluso los asistentes de voz, serán quienes se comunicarán por nosotros; situación que cada vez es más latente cuando deseamos conocer personas que no hablan nuestro mismo idioma o cuando entablamos vínculos con quienes tienen intereses similares a los nuestros.

En términos generales, la Inteligencia Artificial estará siempre involucrada en todos los aspectos de la vida humana. Sus beneficios o potenciales riesgos,

dependen del uso que se le dé y deben contar con un marco jurídico que regule su alcance. La IA, al día de hoy, es responsabilidad de todos.

Respecto a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, la Inteligencia Artificial se presenta como una aliada fundamental, dado que su uso y aplicación permite al conjunto de la sociedad consultar, diseñar y planificar de mejor manera el futuro del planeta y su sostenibilidad.

Ante esta perspectiva, la vicepresidenta General de las Naciones Unidas Amina Mohammed, manifestó que “las nuevas tecnologías pueden beneficiar las vidas de muchas personas alrededor del mundo. Por ejemplo, pueden mejorar la seguridad alimentaria, reducir los desperdicios y ayudar a las economías locales a crecer a través del acceso a nuevos mercados y formas de financiación” [32]. De igual forma, enfatizó que es perentorio considerar aquellos cambios tecnológicos que permitan el logro de los ODS propuestos, así como aquellos que suponen una amenaza para su consecución.

La aplicabilidad de la IA a los ODS, es una gran aportación para avanzar en los retos y desafíos que plantea la economía y la sociedad mundial en el siglo actual, y, por lo tanto, merece de un estudio detallado y riguroso. Así mismo, es necesario que los Estados dispongan de datos abiertos, unificados y accesibles para todos, con el fin de consolidar una agenda de trabajo que se oriente a la obtención de dichos objetivos. El trabajo mancomunado entre gobiernos, industrias y la sociedad debe ser constante y debe ampliar las vías del diálogo sobre la materia.

Ahora bien, es importante señalar que “los ODS marcan metas a alcanzar a nivel global, pero todos los países y regiones del mundo no se encuentran actualmente en la misma posición en esta carrera por llegar a dichas metas. Es por tanto evidente que la aplicación de la IA y de las tecnologías digitales debe adaptarse a la situación de cada país, y llevarse a cabo en los ODS que sean más necesarios” [32]. Por lo anterior, hay que centrar la mirada en el escenario mundial actual, el cual se ha visto afectado por la pandemia COVID-19, que más allá de impactar el contexto sanitario, ha alterado todas las dimensiones de los ODS.

En este sentido, la convergencia entre las tecnologías disruptivas, en especial de la IA y la humanidad, es fundamental para avanzar hacia la solución de problemáticas en contextos como el laboral y el medioambiental, o en el mejoramiento del acceso a los avances tecnológicos para toda la población mundial, y para llegar a estas posibles soluciones, algunos expertos proponen:

- Establecer una IA alimentada por datos universalmente accesibles y fiables.
- Fortalecer el diálogo ciencia- industria- gobierno y la transferencia tecnológica.
- Crear y ejecutar planes de acción coordinados y adaptados a cada país y contexto.
- Identificar los estándares alternativos para facilitar la evaluación de la consecución de los ODS.
- Aprender de la lección dada por la pandemia COVID -19.

Con esto, no sólo se pretende lograr los ODS, sino también reconocer las dimensiones que caracterizan la sostenibilidad a la que todos los países y organizaciones le apuntan: dimensión económica, dimensión social y dimensión medioambiental.

5 Bibliografía

- [1] S. Russell y P. Norvig, *Inteligencia Artificial: Un Enfoque Moderno*, México: Pearson Prentice Hall, 2008.
- [2] D. F. Arbeláez Campillo, J. J. Villasmil Espinoza y M. J. Rojas Bahamón , «Artificial intelligence and the human condition: ¿Opposing realities or complementary forces?,» *Revista de Ciencias Sociales* , vol. XXVII, n° 2, pp. 502-513, 2021.
- [3] A. Ortiz Ríos, Á. Moncada Niño, A. B. Contreras Fernández, C. A. Hoyos, C. E. Álvarez Calderón , D. E. López Cortés, J. A. Puentes Becerra, L. A. Cerón Rincón , O. I. Parra y Y. E. Ramírez Pedraza, *Enfoques y Gestión en Seguridad Integral*, Bogotá: Comercializadora Comsila SAS, 2020.
- [4] C. Sanz Chacón , «El Mundo del Superdotado EMS,» Equipo de Psicólogos y Especialistas en Superdotación y Altas Capacidades, 12 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.elmundodelsuperdotado.com/que-es-la-inteligencia/>. [Último acceso: 25 Febrero 2023].
- [5] K. Ayoub y K. Payne, «Strategy in the Age of Artificial Intelligence.,» *Journal of Strategic Studies*, vol. 39, pp. 793-819, 2015.
- [6] J. Adetunji, «Nada más humano que la Inteligencia Artificial,» The Conversation UK, 22 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://theconversation.com/nada-mas-humano-que-la-inteligencia-artificial-157347>. [Último acceso: 26 Febrero 2023].
- [7] Y. Fernández, «Eliza: Primer bot conversacional de la historia,» Xataka, 27 Mayo 2017. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/historia-tecnologica/asi-era-eliza-el-primer-bot-conversacional-de-la-historia>. [Último acceso: 26 Febrero 2023].
- [8] Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades , «Estrategia española de I+D+I en Inteligencia Artificial.,» Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades , 2019. [En línea]. Available: <http://www.ciencia.gob.es/>. [Último acceso: 27 Febrero 2023].
- [9] E. Kumar, «Artificial Intelligence,» IK International Publishing House., Nueva Dheli, India, 2008.
- [10] M. Aguilar Vela , «La inteligencia artificial: ¿ oportunidad de progreso o amenaza?,» Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, 2013.
- [11] T. Jones, «Artificial Intelligence: A Systems Approach,» Jones and Bartlett Publishers, LLC, Ontario, Canadá, 2009.
- [12] Universidad de Ingeniería y Tecnología , «Diferentes tipos de Inteligencia Artificial,» UTEC, [En línea]. Available: <https://educacion-ejecutiva.utec.edu.pe/blog/diferentes-tipos-inteligencia-artificial#:~:text=Uno%20de%20los%20ejemplos%20m%C3%A1s,los%20movimientos%20que%20deber%C3%ADa%20hacer..> [Último acceso: 07 Marzo 2023].
- [13] F. Guillem , «Funciones y Características de la Inteligencia Artificial,» *Seguritecnia: Revista decana independiente de seguridad*, vol. I, n° 493, pp. 174-181, 2022.
- [14] J. P. Hurtado Palacio, «Lógica Difusa: Perspectiva y Aplicaciones,» Universidad del Quindío, Armenia-Quindío, 2014.
- [15] Y. Rico Venegas, D. E. López Cortés, A. Cerón Rincón y "et al", «La cuarta revolución y la era de la inteligencia artificial,» *Coleccion Ciencia y Poder Aéreo*, vol. 1, n° 16, p. 214, 2020.
- [16] K. Schwab, Compositor, *The Fourth Industrial Revolution...* [Grabación de sonido]. World Economic Forum. 2016.
- [17] C. M. Díaz, «Avance de la robótica con inteligencia artificial al 2018 y los requerimientos del mercado laboral de los próximos 10 años.,» Universidad de Buenos Aires: Escuela de Estudios de Posgrado, Buenos Aires, 2019.
- [18] J. Villena Román, R. Crespo García y J. J. García Rueda, «Historia de la Inteligencia Artificial,» Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, 2023.
- [19] Universidad Europea , «Aprendizaje supervisado y no supervisado,» Empresa y Tecnología: Universidad Europea, 09 Septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://universidadeuropea.com/blog/aprendizaje-supervisado-no-supervisado/#:~:text=El%20aprendizaje%20autom%C3%A1tico%20supervisado%20generalmente,de%20los%20conjuntos%20de%20datos..> [Último acceso: 13 Marzo 2023].
- [20] W. A. Reyes Alva y A. D. Recuenco Cabrera, «Artificial intelligence: Road to a new schematic of the world,» *SCIENDO*, vol. 23, n° 4, pp. 299-308, 2020.

- [21] E. Condo, L. Bolaños, A. Lavezzari y A. Córdoba, «Inteligencia Artificial,» *Neuroanatomía*, 2022.
- [22] R. López de Mántaras, «El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes,» de *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente*, Madrid, BBVA, 2018.
- [23] J. R. Searle, «Minds, brains and programs,» *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 3, n° 3, pp. 417-424, 1980.
- [24] A. Kaplan y M. Haenlein, «Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence.,» *Business Horizons*, 2019. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007681318301393..> [Último acceso: 15 Marzo 2023].
- [25] Adaptatecnología, «Características de la Inteligencia Artificial,» [En línea]. Available: https://adaptatecnologia.com/caracteristicas-de-la-inteligencia-artificial/#Maneja_una_gran_cantidad_de_datos. [Último acceso: 14 Marzo 2023].
- [26] R. Cuervo Bernal, «Inteligencia Artificial y la evolución de la inteligencia,» s.f.
- [27] K. Caice Jiménez, E. Gomez Paredes, E. Infante Espinosa , G. Merchán Castañeda y A. Redroban Becerra, «Inteligencia Artificial,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2014.
- [28] IBM, «¿Qué es el data mining?,» IBM, [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/co-es/topics/data-mining>. [Último acceso: 20 Marzo 2023].
- [29] I. Witten y E. Frank, *Data Mining, Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Second Edition, Elsevier Inc, 2005.
- [30] G. Wisskirchen, B. T. Biacabe, U. Bormann, A. Muntz, G. Niehaus, G. j. Soler y B. von Brauchitsch, «Artificial intelligence and robotics and their impact on the workplace.,» *IBA Global Employment Institute*, vol. 11, n° 5, pp. 49-67, 2017.
- [31] J. Cruz Silva y S. Gordillo Pérez, «Inteligencia artificial en el campo laboral: conflicto de rol y bienestar,» *Revista de Marketing Aplicado*, vol. 26, n° 1, pp. 52-61, 2022.
- [32] S. Pardiñas Remeseiro, «Inteligencia Artificial: un estudio de su impacto en la sociedad,» Universidade da Coruña, 2019-2020.
- [33] K.-F. Lee, «La inteligencia artificial y el futuro del trabajo: una perspectiva china,» BBVA, Madrid, 2019.
- [34] Sodexo, «La Inteligencia Artificial para RRHH,» Sodexo, [En línea]. Available: <https://www.sodexo.es/blog/inteligencia-artificial-y-digitalizacion-en-rrhh/>. [Último acceso: 26 Marzo 2023].
- [35] UNESCO, «International Conference on Artificial Intelligence and Education. Final Report. Planning Education in the AI Era: Lead the leap.,» 2019. [En línea]. Available: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370967>. [Último acceso: 26 Marzo 2023].
- [36] R. D. Moreno Padilla, «La llegada de la inteligencia artificial a la educación,» *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, vol. 7, n° 14, 2019.
- [37] UNL, «Estudiantes en situación de discapacidad y virtualidad,» UNL Noticias, 12 Mayo 2020. [En línea]. Available: https://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/estudiantes_en_situaci%C3%B3n_de_discapacidad_y_virtualidad#.ZCJPdXbMLiA. [Último acceso: 27 Marzo 2023].
- [38] P. Mujica , «La Inteligencia Artificial en la Educación,» IANética, 18 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://ianetica.com/la-inteligencia-artificial-en-la-educacion/>. [Último acceso: 28 Marzo 2023].
- [39] UNESCO, «La Inteligencia Artificial en la Educación,» UNESCO, 2019. [En línea]. Available: <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/inteligencia-artificial>. [Último acceso: 27 Marzo 2023].
- [40] T. Forero, «Conoce los principales impactos de la inteligencia artificial (IA) en la educación y sus posibilidades futuras,» Rockcontent / Blog, 19 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://rockcontent.com/es/blog/inteligencia-artificial-en-la-educacion/>. [Último acceso: 28 Marzo 2023].
- [41] R. Beltrán Ramírez, R. Maciel Arellano y J. Jiménez Arévalo , «La Tecnología y la inteligencia artificial como futuro en el área médica.,» *Universitas*, n° 21, p. 185, 2017.
- [42] A. Lerner, M. y H. Mavrommatis, «Inteligencia Artificial (IA): perspectivas para integrar el valor de la innovación y la creatividad con la gestión en las organizaciones,» de *Inteligencia*

Artificial: Una mirada multidisciplinaria, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Academia Nacional de Ciencias Morales y Políticas, 2021, p. 345.

- [43] A. Jamelé, «Qué es y cómo funciona un robot con Inteligencia Artificial,» *Innovación Digital* 360, 13 Octubre 2022. [En línea]. Available: <https://www.innovaciondigital360.com/i-a/que-es-un-robot-con-inteligencia-artificial/>. [Último acceso: 01 Abril 2023].
- [44] Maldonado Noticias, «Sophia, el robot humanoide con inteligencia artificial,» Maldonado Noticias, 20 Febrero 2019. [En línea]. Available: <https://maldonadonoticias.com/beta/innovaciones/14110-sophia,-el-robot-con-inteligencia-artificial-es-esperado-con-particular-expectativa-en-punta-del-este.html>. [Último acceso: 01 Marzo 2023].
- [45] A. M. Porcelli, «La inteligencia artificial y la robótica: sus dilemas sociales, éticos y jurídicos,» *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, vol. 6, n° 16, 2021.
- [46] KIO Networks, «Inteligencia Artificial: Futuro en la Ingeniería,» KIO Networks, 24 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://www.kionetworks.com/blog/inteligencia-artificial-futuro-en-la-ingenieria>. [Último acceso: 04 Abril 2023].
- [47] K. Rose, S. Eldridge y L. Chapin, «La Internet de las Cosas,» Internet Society, 2015.
- [48] B. Antona Rodríguez, «Situación de España con respecto a la Regulación de Inteligencia Artificial,» Observatorio IA, 16 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://observatorio-ametic.ai/regulacion-de-la-inteligencia-artificial/situacion-de-espana-regulacion-ia>. [Último acceso: 07 Abril 2023].
- [49] Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, «ENIA Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial,» España Digital , Madrid, 2020.
- [50] Comité Económico y Social Europeo, *Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre la "Inteligencia artificial: las consecuencias de la inteligencia artificial para el mercado único (digital), la producción, el consumo, el empleo y la sociedad"*, Diario Oficial de la Unión Europea, 2017.
- [51] J. Vida Fernández, «LA GOBERNANZA DE LOS RIESGOS DIGITALES: DESAFÍOS Y AVANCES EN LA REGULACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL,» *Cuadernos de Derecho Transnacional*, vol. 14, n° 1, pp. 489-503, 2022.
- [52] Perfil, «Europol advierte que ChatGPT ya está ayudando a cometer delitos,» Perfil, 02 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://www.perfil.com/noticias/economia/europol-advierte-que-chatgpt-ya-esta-ayudando-a-cometer-delitos.phtml>. [Último acceso: 11 Abril 2023].
- [53] ONU Mujeres, «Necesitamos más mujeres en carreras STEM,» ONU, 11 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://lac.unwomen.org/es/stories/noticia/2022/02/necesitamos-mas-mujeres-en-carreras-stem>. [Último acceso: 12 Abril 2023].
- [54] Revista Semana, «Elon Musk y cientos de expertos están preocupados por la inteligencia artificial, piden una pausa,» Revista Semana, 29 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.semana.com/tecnologia/articulo/elon-musk-y-cientos-de-expertos-estan-preocupados-por-la-inteligencia-artificial-piden-una-pausa/202331/>. [Último acceso: 29 04 2023].
- [55] J. G. Corvalán, «Artificial intelligence: challenges and opportunities - Prometea: the first artificial intelligence of Latin America at the service of the Justice System,» *Revista de Investigación Constitucional*, vol. 5, n° 1, pp. 295-316, 2017.
- [56] D. Martínez, «Ventajas y desventajas de la inteligencia artificial | Beneficios vs. riesgos,» Futuro Eléctrico, [En línea]. Available: <https://futuroelectrico.com/ventajas-y-desventajas-de-la-inteligencia-artificial/>. [Último acceso: 15 Abril 2023].
- [57] G. Vadillo Bueno, «Futuros de la inteligencia artificial,» *Revista Digital Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México*, vol. 21, n° 1, p. 12, 2020.
- [58] G. Ritzer, «Trabajo y Capital,» de *Teoría Sociológica Contemporánea*, Madrid, McGRAW-HILL INYTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A, 1999, p. 191.
- [59] BBC NEWS Mundo, «La sorprendente y poco conocida historia de Eliza, el primer bot conversacional de la historia,» Redacción BBC News Mundo, 03 Junio 2018. [En línea]. Available: El programa buscaba dar la sensación al interlocutor de que realmente escuchaba lo que decía como si fuera un humano.. [Último acceso: 26 Febrero 2023].
- [60] E. F. Ugalde, «La Inteligencia de la Inteligencia Artificial,» *Scientia in verba Magazine*, vol. 4, n° 2619-2586, pp. 88-93, 2019.
- [61] H. Arend, «Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings,» The Conversation., 14 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>. [Último acceso: 27 Febrero 2023].

- [62] M. A. Boden , *Inteligencia Artificial*, Madrid: Turner Publicaciones S.L, 2017.
- [63] N. J. Nilsson, «Introducción,» de *Inteligencia Artificial: Una nueva síntesis*, Madrid, McGraw-Hill Interamericana de España, 2005, pp. 1-7.
- [64] C. Minotta, «Teoría del procesamiento de la información en la resolución de problemas,» *Escenarios*, vol. 15, n° 1, pp. 1-11, 2017.
- [65] Universidad EIA, «Todo lo que debes saber sobre los Agentes Inteligentes,» Universidad EIA, Envigado, 2023.
- [66] C. M. Cipolla, «Before the Industrial Revolution: European Society and Economy,» W.W Norton, 2003.
- [67] E. Byrnfjolfsson y A. McAfee, *Machine, Platform, Crowd*, New York: W. W. Norton & Company, 2017.
- [68] Grupo de Investigación en Sistemas Inteligentes, «Acervo para el mejoramiento del aprendizaje de alumnos de ingeniería en Inteligencia Artificial,» Universidad Nacional Autónoma de México:, 2018. [En línea]. Available: https://virtual.cuautitlan.unam.mx/intar/?page_id=212. [Último acceso: 13 Marzo 2023].
- [69] D. Kahneman y A. Tversky, «The psychology of preferences.,» *Scientific American*, vol. 1, n° 246, pp. 160-173, 1982.
- [70] Microsoft, «Objetos DataSet, DataTable y DataView,» Microsoft, 21 Febrero 2023. [En línea]. Available: <https://learn.microsoft.com/es-es/dotnet/framework/data/adonet/dataset-datatable-dataview/>. [Último acceso: 15 Marzo 2023].
- [71] A. García, *Inteligencia Artificial. Fundamentos, práctica y aplicaciones.*, Madrid, España: RC Libros., 2012.
- [72] Incipy, «Transfromación Digital en RRHH: 3er Estudio en España.,» Inesdi e Indigital Advantage, Madrid, 2018.
- [73] Hanson Robotics, «Sophia,» Company - Hanson Robotics Ltd, 2017 Diciembre 04. [En línea]. Available: www.hansonrobotics.com. [Último acceso: 01 Marzo 2023].
- [74] UNHCR The UN Refugee Agency, «Apátrida en el mundo,» UNHCR, 2014. [En línea]. Available: <https://www.unhcr.org/ibelong/es/statelessness-around-the-world-3/#:~:text=Al%20menos%2010%20millones%20de,les%20niegan%20sus%20derechos%20b%C3%A1sicos..> [Último acceso: 01 Marzo 2023].
- [75] Parlamento Europeo, «¿Qué es la inteligencia artificial y cómo se usa?,» Parlamento Europeo, 08 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>. [Último acceso: 04 Abril 2023].
- [76] D. L. Velandia, «La tecnología: ¿una ayuda para progresar o retroceder?,» Libre pensador: Universidad Externado, 22 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://librepensador.uexternado.edu.co/la-tecnologia-una-ayuda-para-progresar-o-retroceder/>. [Último acceso: 19 Abril 2023].

6 Anexos

6.1 Plan de trabajo

DESCRIPCION GENERAL DEL TFG

Justificación

Aunque existe una innumerable disparidad de posiciones respecto a lo que puede representar el uso la inteligencia artificial (IA) en la sociedad, todas apuntan a considerarla como una de las tecnologías más revolucionarias, más atípicas y, sobre todo, más disruptivas de la actualidad. Desde su aparición, la IA no sólo ha cambiado radicalmente la forma en la que nos relacionamos con los otros y el entorno, sino que supone una potente conexión entre el hombre y la máquina sin posibilidad de regresión; situación que ha dado lugar al interés por explorar e investigar en la materia.

Metodología

Para el caso particular, la presente investigación se realizará bajo una **metodología de investigación cualitativa**, por cuanto el documento se enfoca en explicar el comportamiento de un fenómeno o tema en específico (inteligencia artificial) y como **técnica de recolección de información**, se tendrá en cuenta **la investigación documental**, que facilitará la recopilación de algunos referentes teórico - conceptuales para analizar la transformación de la IA de cara a los próximos años, sobre todo, por tratarse de una tecnología que evoluciona constantemente. Así mismo, esta contribución se propone reflexionar acerca de los retos, desafíos y oportunidades que la irrupción de esta tecnología puede representar para la sociedad hoy y en el futuro, explorando su definición, evolución histórica, tipos, características, usos y aplicaciones, y su marco normativo en España.

En esta investigación se destaca el hecho de que, a pesar de sus precedentes, la IA no es sólo una herramienta de soporte técnico para transformar situaciones particulares, sino que también sugiere gran potencial e impacto en el ámbito laboral, en el académico, en la medicina, en la robótica y en la ingeniería de sistemas, por mencionar algunos ejemplos que se abordarán a lo largo del documento.

Problema de investigación

Teniendo en cuenta lo antedicho, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿El uso de la Inteligencia Artificial por parte del ser humano representa hoy un elemento complementario o una tecnología antagonista?, la cual sirvió como guía para formular los siguientes objetivos:

Objetivo General.

- Identificar los principales riesgos, desafíos y oportunidades de la Inteligencia Artificial en la sociedad, en los próximos años.

Objetivos Específicos.

- Conocer la forma en que la Inteligencia Artificial (IA) y su evolución podrían provocar y/o agravar las desigualdades sociales.
- Analizar el desarrollo de la IA en los últimos años y su contribución en el mejoramiento de las condiciones de vida.
- Analizar el impacto de la IA en ámbitos como el laboral y el académico.
- Estudiar los riesgos que puede entrañar tecnologías de open IA como chat GPT.

Para la consecución de estos objetivos, se dispone de una serie de tareas que se ejecutarán a lo largo del cuatrimestre y con las cuales se busca ampliar la perspectiva que existe acerca de la inteligencia artificial y todos sus compuestos.

LISTA DE TAREAS

La siguiente lista fue diseñada siguiendo los parámetros dados para el presente trabajo de grado; lista que también se empleó en la creación del Diagrama de Gantt que se muestra, con mayor detalle, en la página siguiente.

Primera parte

- Búsqueda y definición de la propuesta
- Fijación de los objetivos de investigación
- Aprobación del tema
- Investigación exploratoria del problema de estudio
- Búsqueda de antecedentes (arqueo bibliográfico y documental)
- Redacción (definición y evolución histórica de la IA)
- Elaboración Plan de Trabajo
- *ENTREGA PLAN DE TRABAJO*

Segunda Parte

- Búsqueda y redacción del marco normativo de la IA en España
- Redacción apuntes teóricos sobre los riesgos, desafíos y oportunidades para la sociedad en los próximos años
- *ENTREGA MEMORIA DE SEGUIMIENTO*

Tercera Parte

- Resultados y conclusiones
- Análisis de impacto
- Redacción de la introducción
- Definición del resumen y abstract
- Elaboración de la presentación final
- Modificaciones finales del documento
- *ENTREGA MEMORIA FINAL*

Cada una de las tareas propuestas, representa la acción a realizar durante el periodo comprendido entre la tercera semana de febrero y la última semana de mayo del presente año, teniendo en cuenta las fechas estipuladas para cada una de las entregas.

DIAGRAMA DE GANTT

Nº	ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACIÓN EN DÍAS	MESES															
					FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
					SEMANAS															
S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
1	Búsqueda y definición de la propuesta	16/02/2023	22/02/2023	6																
2	Fijación de los objetivos de investigación	22/02/2023	23/02/2023	1																
3	Aprobación del tema	23/02/2023	24/02/2023	1																
4	Investigación exploratoria del problema de estudio	24/02/2023	26/02/2023	2																
5	Búsqueda de antecedentes (arqueo bibliográfico y documental)	26/02/2023	27/02/2023	1																
6	Redacción (definición y evolución histórica de la IA)	27/02/2023	11/03/2023	12																
7	Elaboración Plan de Trabajo	10/03/2023	12/03/2023	2																
8	ENTREGA PLAN DE TRABAJO	12/03/2023																		
9	Búsqueda y redacción del marco normativo de la IA en España	13/03/2023	22/03/2023	9																
10	Redacción apuntes teóricos sobre los riesgos, desafíos y oportunidades para la sociedad en los próximos 20 años	22/03/2023	21/04/2023	30																
11	ENTREGA MEMORIA DE SEGUIMIENTO	23/04/2023																		
12	Resultados y conclusiones	24/04/2023	4/05/2023	10																
13	Análisis de impacto	4/05/2023	14/05/2023	10																
14	Redacción de la introducción	15/05/2023	18/05/2023	3																
15	Definición del resumen y abstract	18/05/2023	20/05/2023	2																
16	Elaboración de la presentación final	20/05/2023	23/05/2023	3																
17	Modificaciones finales del documento	24/05/2023	31/05/2023	7																
18	ENTREGA MEMORIA FINAL	31/05/2023																		

Este documento esta firmado por



Firmante	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
Fecha/Hora	Tue May 30 22:36:48 CEST 2023
Emisor del Certificado	EMAILADDRESS=camanager@etsiinf.upm.es, CN=CA ETS Ingenieros Informaticos, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
Numero de Serie	561
Metodo	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)