



universidad
de león



FACULTAD DE DERECHO
UNIVERSIDAD DE LEÓN
CURSO / 2020 - 2021

INTELIGENCIA ARTIFICIAL RESPONSABLE

Para incentivar la confianza en la innovación y la adopción de la IA.

RESPONSIBLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

To promote confidence in innovation and the adoption of AI.

MÁSTER EN DERECHO DE LA CIBERSEGURIDAD Y ENTORNO DIGITAL

AUTORA:

DÑA. ÁNGELA MARÍA LOZADA GARCÍA

TUTORES:

- **D. SALVADOR TARODO SORIA**
- **D. PEDRO PÉREZ GRANDE**

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	4
PALABRAS CLAVES	5
INTRODUCCIÓN	5
OBJETO DEL TRABAJO	9
METODOLOGÍA	9
1 CAPÍTULO 1: CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)	11
1.1 DEFINICIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	12
1.2 TIPOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	15
1.2.1 <i>Por el nivel de inteligencia</i>	16
1.2.2 <i>Por la capacidad</i>	17
1.3 TAXONOMÍA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	19
1.3.1 <i>Machine Learning (ML)</i>	19
1.3.2 <i>Deep Learning (DL)</i>	25
1.4 SIMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES COGNITIVAS POR MEDIO DE TECNOLOGÍA.....	29
1.4.1 <i>Definición palabras claves del proceso de simulación</i>	29
1.4.2 <i>Componentes de un sistema de información</i>	34
1.4.3 <i>Auditorías de software</i>	34
1.5 ROLES QUE PARTICIPAN EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE SISTEMAS BASADOS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL	37
1.5.1 <i>Cliente comprometido</i>	37
1.5.2 <i>Gerente de proyecto</i>	37
1.5.3 <i>Científico de datos</i>	39
1.5.4 <i>Ingeniero de aprendizaje automático</i>	40
1.5.5 <i>Investigador de Machine Learning</i>	40
1.5.6 <i>Analista de datos</i>	40
1.5.7 <i>Ingeniero de software Machine Learning</i>	41
1.5.8 <i>Delegado de protección de datos (DPD)</i>	41
1.5.9 <i>Programadores</i>	42
1.6 AUDITORÍA A LOS COMPONENTES BASADOS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL	43
2 CAPÍTULO 2: EXIGENCIAS JURÍDICAS QUE SE LE PLANTEAN A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL	45
2.1 PROTECCIÓN AL CONSUMIDOR.....	45
2.2 PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES.....	47
2.3 ÉTICA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	48

2.4	CIBERSEGURIDAD VERSUS CIBERCRIMEN	51
3	CAPÍTULO 3: CADENA DE RESPONSABILIDADES	53
3.1	¿A QUIÉN RESPONSABILIZAMOS?	53
3.2	MARCO REGULATORIO BASADO EN LA VALORACIÓN DE RIESGO	55
4	CONCLUSIONES.....	59
5	BIBLIOGRAFÍA	63
6	FUENTES NORMATIVAS	66
7	FUENTES JURISPRUDENCIALES Y RESOLUCIONES	68
8	CIBERGRAFÍA	69

Resumen

Actualmente, escuchamos decir que nos encontramos inmersos en la cuarta revolución industrial, dentro de la cual se encuentran numerosas tecnologías emergentes como son: el Internet de las cosas (IoT), *Big Data*, *Blockchain*, los *Smart Contracts* y, por supuesto, la Inteligencia artificial, entre muchas otras tecnologías disruptivas que están revolucionando nuestro día a día. En este trabajo me focalizaré exclusivamente en la inteligencia artificial con el objetivo de brindar una perspectiva técnico-jurídica sobre algunos conceptos que giran alrededor de esta tecnología con la finalidad de comprender las actuales alternativas regulatorias que se están planteando sobre el abordaje de los riesgos que plantean estos sistemas basados en IA, en cuanto a la introducción de estos sistemas en el mercado, su puesta en servicio y su uso en la Unión Europea.

Análogamente, se examinarán las exigencias jurídicas que se plantean a los sistemas basados en IA y se analizará desde una perspectiva técnico-jurídica, la posible obstaculización a la innovación que podría implicar una innecesaria o extralimitada regulación.

Abstract

Currently, we hear that we are immersed in the fourth industrial revolution, within which are numerous emerging technologies such as: Internet of things (IoT), Big Data, Blockchain, Smart Contracts and of course, Artificial Intelligence, among many other disruptive technologies that are revolutionizing our day to day. In this work I will focus exclusively on artificial intelligence to provide technical-legal perspectives on some concepts that revolve around this technology, which will serve as input to understand the current regulatory alternatives that are being considered on the approach to risks posed by these AI-based systems, in terms of the introduction of these systems on the market, commissioning and use in the European Union.

Analogously, the legal requirements that are placed on AI-based systems will be examined and, from a technical-legal perspective, the possible obstacles to innovation that could imply unnecessary or excessive regulation will be analyzed.

Palabras claves

Inteligencia artificial | Innovación | Derecho informático | Abogados digitales | Ciberseguridad | Protección de Datos | Cadena de responsabilidad

Introducción

En el mes de Febrero 2020, la Comisión Europea publicó el Libro Blanco sobre la Inteligencia Artificial, donde define que “la inteligencia artificial es una combinación de tecnologías que agrupa datos, algoritmos y capacidad informática”¹ y resalta una gran cantidad de potencialidades que conlleva la implementación de esta tecnología que permitirá, por ejemplo, mejorar la atención médica, aumentar la eficiencia de la agricultura, contribuir en la mitigación del cambio climático, mejorar la eficiencia de los sistemas de producción, entre muchos otros beneficios. Este esperanzador horizonte presenta, sin embargo, no pocas incertidumbres, por un lado, las que se encuentran ligadas al propio desarrollo tecnológico pues al tratarse de una tecnología emergente y revolucionaria, muy seguramente implicará algunos riesgos potenciales que hoy solo podemos intuir sin ninguna certeza; por otro lado, las aplicaciones de este conjunto de tecnologías plantean importantes retos jurídicos, algunos de los cuales trataremos de abordar en el presente estudio.

Es así como me surgieron grandes inquietudes frente a esta tecnología desde una perspectiva técnico-jurídica, partiendo de esa definición que vincula la inteligencia artificial a los datos, a la capacidad informática y a los algoritmos. Y el interrogante que más capta mi atención, es el saber si realmente el sector legal cuenta con el conocimiento básico para comprender el alcance tecnológico que tiene la IA, teniendo claro que para poder generar alternativas de regulación más efectivas y asertivas, se requiere una mayor comprensión sobre la forma de desarrollo e implementación de estos sistemas. De esta forma, se podrá analizar más fácilmente las preocupaciones jurídicas que derivan de esta tecnología, como son los riesgos que genera la opacidad en la toma de las decisiones, la discriminación de género y de otros tipos, la intromisión en la privacidad de las personas

¹ Comisión Europea, Dirección General de Redes de Comunicación, Contenido y Tecnologías. *LIBRO BLANCO. Sobre la inteligencia artificial - un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza*. 2020. Pág. 2. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/aace9398-594d-11ea-8b81-01aa75ed71a1>

y el riesgo del uso con fines delictivos de estas tecnologías emergentes basadas en inteligencia artificial.

Esta clase de inquietudes son algunas de las que han estado surgiendo desde hace unos años gracias a las películas de ciencia ficción, generando un emitente temor hacia la implementación de esta tecnología. Pero es claro que no podemos olvidar y dejar a un lado conflictos que se han generado debido a la implementación de esta tecnología; casos como el de *Cambridge analytica*, *Apple* y su polémica al conceder con su tarjeta bancaria más crédito a los hombres que a las mujeres; o el sistema de selección de personal de *Amazon*, que ponderaba con menor calificación a las mujeres para puestos que implicaban tecnología. Casos como estos, son los que han sido los gestantes del inmenso interés focalizado en regular y limitar su implementación.

Otro temor debidamente fundado, va orientada a las inquietudes planteadas por el profesor Yuval Noah Harari², donde aborda una serie de preguntas que las clasificó como las grandes inquietudes, por ejemplo: “¿Qué le ocurrirá al mercado laboral cuando la inteligencia artificial consiga mejores resultados que los humanos en la mayoría de las tareas cognitivas?”, “¿Qué hacer con los humanos en un mundo inteligente?”; y la pregunta que más preocupa “¿Si la mayoría de los humanos se van a convertir en inútiles?”, porque no podrán competir con la capacidad que tiene la inteligencia artificial.³

Estas preguntas inquietan hasta a la persona más intelectual, porque existe la posibilidad de que los algoritmos, los robots con su inteligencia artificial puedan ser capaces de triunfar sobre los seres humanos en todas las tareas relevantes en la economía mundial, entonces: ¿Qué nos quedaría por hacer? Y es ahí donde también pensamos en limitar su aplicación en búsqueda de beneficiar el mercado laboral. Pero, también queda la inquietud, ¿será que al limitar este tipo de tecnologías se frenaría la innovación?

Partiendo de uno de los ejemplos sugeridos por Harari⁴, plantea un símil muy explicativo sobre los alcances que puede tener la inteligencia artificial en el caso de que reemplazara trabajos operativos o repetitivos, al preguntar: “¿qué esperamos cuando estamos enfermos y va a visitar a nuestro médico de cabecera?”.

² Yuval Noah Harari es un futurista, historiador, filósofo, profesor de la Universidad Hebrea, y quien ha escrito best seller sobre la historia de la humanidad y el futuro del mundo de la Información <https://www.ynharari.com/es/acerca-de-2>

³ HARARI, Yuval Noah. *Homo Deus Breve historia del mañana*. Editorial: DEBATE. Barcelona, 2016. Pág.327.

⁴ Ibid. Pág.378

Si pensamos en este planteamiento y partimos de la posición del médico, podemos ver que es un ser humano, que debe estudiar medicina por muchos años para especializarse, que debe participar permanentemente en capacitaciones para permanecer actualizado y al finalizar este lapso, sólo se produce un solo médico especialista con capacidad de atender a una cantidad limitada de pacientes.

¿Y qué podemos esperar de nuestro médico? Que cuando lo visitemos porque nos sentimos enfermos, nos realizará una serie de preguntas con el objetivo de plantear una hipótesis; si este médico nos ha tratado desde hace algún tiempo, de pronto puede recordar algunos detalles sobre el paciente, pero deberá consultar en el sistema la historia clínica para corroborar la información y saber qué otras enfermedades ha padecido el paciente. Una vez tiene la información que considera pertinente, realiza una correlación de esta información con la información aprendida en su formación y a partir de la experiencia que ha adquirido en el tiempo que ha ejercido. De esta forma, realiza un pequeño examen y plantea un diagnóstico para poder recetar el mejor medicamento para el paciente; teniendo presente que por el modelo económico actual, el médico sólo cuenta con 5 a 10 minutos por consulta para hacer todo este proceso.

Si pensamos en el nivel de conocimiento que puede tener el médico, es claro que no cuenta con la capacidad de distinguir todas las enfermedades que existen en el mundo, ni conocer todos los medicamentos eficaces para cada enfermedad, ni cuenta con el tiempo para leer todos los artículos científicos especializados que se van publicando sobre cada enfermedad a nivel mundial. Por lo que, se puede evidenciar que nuestro médico, en el que hemos depositado por años la confianza de nuestra vida y la de nuestros familiares, cuenta con muchas limitaciones, sin que podamos perder de vista, además, que es como todo ser humano: se cansa, siente hambre y actúa por reacción, todas estas reacciones pueden influir en la capacidad para diagnosticar una enfermedad.

Si ahora nos ubicamos en la posición de un sistema basado en inteligencia artificial, podemos evidenciar que supera con mayor eficiencia estas limitaciones, porque puede conocer completamente la historia clínica del paciente, incluso hasta niveles genéticos de su ADN, puede realizar un rastreo a las pruebas sanguíneas, no sólo a las últimas realizadas, sino a todas las pruebas realizadas a lo largo del tiempo para de esta forma poder generar patrones y detectar posibles anomalías. Además que puede realizar correlaciones con las historias clínicas de sus parientes, incluso, de ser necesario, podría

combinar con las historias clínicas de sus vecinos, amigos con los que más se relaciona o con personas de la ciudad donde vive por temas que pueda afectar desde el medio ambiente. Por la capacidad de almacenamiento y procesamiento de la información, puede llegar a conocer todas las enfermedades existentes, todos los medicamentos del mundo; además, que puede ser actualizado permanentemente con nueva información de investigaciones recientes. Basado en toda esta información que puede procesar en un corto tiempo, puede proporcionar un mejor diagnóstico, más asertivo que cualquier médico en el mundo y es allí donde nos preguntamos ¿en manos de quién nos gustaría poner nuestra salud y la de nuestros familiares?

Asumimos que aún no se ha llegado a estos niveles de avances tecnológicos pero ya se cuenta con las capacidades suficientes para llegar a ese nivel de avance. Esa gran pregunta que realiza Harari sobre “¿Qué hacer con esa nueva clase humana?” considero que debió haber sido la misma pregunta que se realizaron cuando entraron en la primera revolución industrial, cuando se descubrió la máquina de vapor, donde solo con el agua y vapor se emplearon para mecanizar la producción. En esta etapa dejaron de depender de la fuerza humana y la fuerza de los animales para transformar la materia prima y así crear productos para su consumo. Por lo que, es una situación similar como cuando en la agricultura se reemplazó el ser humano por el empleo de máquinas que tenían más fuerza, al igual que en la industria para la producción en masa. Es por esto que en el inicio de la economía industrial, se optó por empezar a realizar trabajos donde se requería menos capacidad física y más capacidad intelectual o cognitiva.

Ese temor a lo desconocido o a lo impredecible no debe ser el motor para limitar o frenar las invenciones humanas o no humanas, debe ser el momento de afrontar riesgos con inteligencia, pero con conocimiento de causa y experiencia; es por este motivo que opté por estudiar un poco más a fondo el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial para poder comprender conceptos básicos desde su concepción y así, llegar a tener una perspectiva más global para entender mejor si las diferentes alternativas regulatorias que se están planteando, van acorde con la forma de desarrollo e implementación de los sistemas basados en inteligencia artificial o si por el contrario, al sector legal le hace falta comprender y emplear un lenguaje común con la parte tecnológica, para poder generar esas propuestas regulatorias que vayan más acorde con la realidad.

Objeto del trabajo

Explicar de manera práctica y didáctica los sistemas basados en inteligencia artificial con el objetivo de analizar e identificar si la regulación vigente, es la adecuada para limitar los actuales avances tecnológicos que se derivan de la Inteligencia Artificial.

El presente Trabajo de Fin de Máster se encuentra elaborado desde las siguientes perspectivas:

- Ámbito Espacial: El estudio realizado en el presente trabajo final se realizó con base en la normativa y regulación aplicable en la Unión Europea, específicamente en España, en materia de Inteligencia Artificial.
- Ámbito Temporal: La información consultada sobre la normatividad vigente data desde la Constitución Española del año 1978, dando un especial énfasis al derecho de la Unión Europea y a los constantes cambios normativos al tratarse de una materia sujeta a los continuos avances tecnológicos.
- Ámbito Formal: El presente trabajo se realizó desde una perspectiva Técnico-Jurídica, el cual combina el conocimiento de los desarrollos tecnológicos, con el estudio de los aspectos jurídicos.

Metodología

El Derecho siendo parte integrante de las ciencias sociales, donde se estudian los hechos, procesos y grupos en los que interactúa el hombre en sociedad, tiene una serie de particularidades como disciplina científica, la cual nos invita a pensar que el Derecho no es únicamente un conjunto de normas, sino que se debe analizar desde una visión holística frente a las realidades sociales que permiten la interacción con otras disciplinas que operan en equipo para poder definir la eficiencia de las normas sobre distintos intervinientes a los que va destinada.

Con el fin de lograr que un conocimiento sea científico se hace necesaria la investigación, la cual requiere de una serie de acciones o estrategias que permitan descubrir algo, por lo

cual se debe basar en un marco de referencia donde se incluye aquello que el investigador requiere para apoyarse y de esta forma llevar a cabo su proyecto.

Específicamente para desarrollar esta investigación se ha empleado las siguientes metodologías:

- Metodología Explicativa:

Para el desarrollo del presente proyecto se empleó esta metodología con el objetivo de poder comprender el funcionamiento de la Inteligencia Artificial desde una perspectiva técnico-jurídica buscando ahondar en los diferentes tipos que existen de esta tecnología y los posibles riesgos que se pueden generar a partir de una inadecuada utilización.

- Metodología de la Doctrina Jurídica:

“La doctrina jurídica a menudo se denomina una disciplina normativa, que no sólo describe y sistematiza normas (es decir, una disciplina sobre normas) sino que, en gran medida, es una disciplina que toma o asume posiciones normativas; que hace elecciones entre valores e intereses. Esto, de hecho, resulta inevitable cuando, por ejemplo, se prefiere una interpretación sobre otras alternativas dadas. En última instancia, esa elección se adopta al otorgar mayor peso a algunos valores o intereses determinados en detrimento de otros que también están en juego. Para otros, la doctrina jurídica es fundamentalmente la búsqueda de un Derecho mejor. Esta posición hace referencia a elementos que son externos al Derecho y a la doctrina jurídica”⁵

La forma empleada para la recolección de la información se empleó:

- Investigación aplicada: “Que es la que se preocupa de utilizar las formulaciones teóricas elaboradas por la investigación pura para resolver problemas prácticos.”⁶
- Investigación documental: “Depende fundamentalmente de la información recogida o consultada en documentos o cualquier material impreso susceptible de ser procesado, analizado e interpretado.”⁷

⁵ VAN HOECKE, Mark. DOCTRINA JURÍDICA: ¿QUÉ MÉTODO(S) PARA QUÉ TIPO DE DISCIPLINA? Departamento de Derecho. División de Derecho Política y Gobierno, Universidad de Guanajuato. Año: 2014, No. 6. Pág. 136.

⁶ BAQUERO DE LA CALLE, Jaime. GIL BLANCO, Emiliano. *Metodología de la investigación jurídica*. [en línea]. Editorial: Corporación de Estudios y publicaciones Pág. 39. [<https://elibro-net.unileon.idm.oclc.org/es/ereader/unileon>]

⁷ Ibid. Pág. 40

1 Capítulo 1: Conceptualización de la Inteligencia Artificial (IA)

La tecnología avanza cada vez más rápido y a los humanos cada vez nos toma menos tiempo el adaptarnos a ella, si pensamos en esa velocidad para alinearnos, podemos pensar que transcurrieron unos 5.000 años para pasar de la escritura a la imprenta⁸, mientras que sólo hace unos 50 años se logró enviar el primer correo electrónico por medio de ARPANET; por lo que podríamos pensar que nos encontramos en el alba de una nueva era tecnológica y es la era de la IA.

Desde los años 50 del siglo XX, la tecnología ha sido el instrumento clave para buscar el objetivo de emular aspectos de la inteligencia humana y de esta forma, automatizar el razonamiento.

Actualmente, los sistemas basados en IA carecen de comprensión contextualizada por parte del sector legal y en ocasiones, se presenta una resistencia ante los detalles de una explicación tecnológica; lo que en contrario, podría permitir una mejor comprensión, genérica e integral, sobre la interacción entre diferentes componentes de un sistema, los diferentes actores que participan en la creación y el funcionamiento de la IA; para permitir hacer una interpretación diferente frente a temas que generan mayor inquietud como son la opacidad, la complejidad, la imprevisibilidad y el comportamiento parcialmente autónomo.

En cualquier caso, una de las cuestiones que actualmente cobra mayor relevancia y que está generando mayor debate, se centra en los conceptos y criterios que generan una dificultad para entender qué causó el daño y de esta forma adjudicar la responsabilidad aplicable para el caso en el que la IA cause daños a terceros por los defectos que la máquina inteligente pudiera presentar. Pero es claro que estas premisas no son fáciles de exponer, como muy acertadamente explica la profesora Esther Monterroso, “...la respuesta no es simple porque no es fácil encontrar la fuente, delimitar los riesgos y establecer el criterio jurídico de imputación de la responsabilidad.”⁹

En este capítulo, el desafío consiste en transmitir la reflexión razonada y fundamentada sobre el contexto tecnológico básico que entrelaza el hardware, el software, los datos y

⁸ CURIOSFERA HISTORIA. *Historia de la escritura – Origen y evolución*. [en línea]. [Fecha de consulta: 26/04/2021]. [<https://curiosfera-historia.com/historia-de-la-escritura-inventor-origen>]

⁹ MONTERROSSO CASADO, Esther & MUÑOZ VILLARREAL, Alberto. *Inteligencia Artificial y Riesgos cibernéticos – responsabilidades y aseguramiento*. Tirant lo Blanch. Valencia. 2019, Pág. 107.

las comunicaciones para la creación de sistemas de información, utilizando métodos de la ingeniería del software que integren aspectos éticos, sociales y legales; pretendo plantear algunos interrogantes que se pueden presentar en relación con la implementación de un sistema basado en IA, que merece la pena conocer desde una visión tecnológica y que permitirá tener un mejor enfoque en las normativas vigentes. Esto facilitará tener un equilibrio entre la realidad del desarrollo de un sistema basado en IA y su contexto legal, para que futuras normativas no se enfoquen en limitar los avances de la innovación por desconocimiento, miedo o intuición, sino que las regulaciones se basen en hechos reales partiendo de conocimientos sólidos de su implementación.

Pero para comenzar a entender este mundo tecnológico empleado para el desarrollo de sistemas basados en IA, debemos comenzar por entender qué significa *inteligencia* y qué significa cuando decimos que es *artificial*, estos son conceptos fundamentales de las diversas teorías que describen la IA, puesto que lo que se busca con estos sistemas es lograr emular algunas de las facultades intelectuales humanas. Si partimos de la definición que nos entrega la Real Academia Española – RAE, estos términos hacen referencia a:

Inteligencia: “1. f. Capacidad de entender o comprender. 2. f. Capacidad de resolver problemas. 3. f. Conocimiento, comprensión, acto de entender. 5. f. Habilidad, destreza y experiencia”.¹⁰

Artificial: “1. Adj. Hecho por mano o arte del hombre. 3. Adj. Producido por el ingenio humano.”¹¹

En cuanto al adjetivo de *artificial* existe una controversia debido a que existen dos grandes corrientes, una corriente que se orienta por definir que artificial significa que es algo falso, mientras otra corriente se orienta por definirlo como algo creado por el humano o que no se originó por causas naturales; muy orientado hacia la definición que suministra la RAE.

1.1 Definiciones de la Inteligencia Artificial

Al estudiar inteligencia artificial (IA) y tratar de conceptualizarla se presenta un gran reto, debido a que existe una gran variedad de aproximaciones y clasificaciones que han

¹⁰ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Inteligencia*. [en línea]. [Fecha de consulta: 23/03/2021]. [<https://dle.rae.es/inteligencia>]

¹¹ Ibid. *Artificial*. [en línea]. [Fecha de consulta: 23/03/2021]. [<https://dle.rae.es/artificial>]

surgido en el transcurrir del tiempo que parten de su desarrollo histórico, definiciones entre las que encontramos:

“La inteligencia artificial (IA) es una disciplina académica relacionada con la teoría de la computación cuyo objetivo es emular algunas de las facultades intelectuales humanas en sistemas artificiales. Con inteligencia humana nos referimos típicamente a procesos de percepción sensorial (visión, audición, etc.) y a sus consiguientes procesos de reconocimiento de patrones, por lo que las aplicaciones más habituales de la IA son el tratamiento de datos y la identificación de sistemas.”¹²

Como se puede observar es complejo llegar a definir el concepto de IA, debido a que existen diferentes paradigmas y corrientes, donde cada una brinda una orientación dependiendo de la aplicación que se realice a la IA. Grandes expertos en la materia, como los doctores: Stuart Russell, Peter Norvig¹³; quienes realizaron una interesante clasificación dividida en cuatro enfoques, los cuales a continuación recopilo.¹⁴

CATEGORÍAS DE DEFINICIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL:

SISTEMAS QUE PIENSAN COMO HUMANOS	SISTEMAS QUE PIENSAN RACIONALMENTE
"El nuevo y apasionante esfuerzo por hacer pensar a las computadoras... maquinas que tengan mente, en su sentido pleno y literal." ¹⁵	"El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales" ¹⁷
"La automatización de actividades que asociamos con procesos de pensamiento humano, actividades como la toma de decisiones, la resolución de problemas, aprendizaje..." ¹⁶	"El estudio de los cálculos que hacen posible percibir, razonar y actuar" ¹⁸

¹² BENÍTEZ IGLESIAS, Raúl. ESCUDERO BAKX, Gerard y Otros. *Inteligencia Artificial Avanzada*. Editorial UOC (UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA). Cataluña. 2014. Pág. 10.

¹³ Stuart Russell Ph. D. en Informática por la Universidad de Stanford en compañía del doctor Peter Norvig miembro del Executive Council en la American Association for Artificial Intelligence.

¹⁴ RUSSELL, Stuart. J.; NORVIG, P. *INTELIGENCIA ARTIFICIAL. UN ENFOQUE MODERNO*. Segunda edición. PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Madrid. 2004. Pág 2.

Translation from the English language edition, entitled *ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A MODERN APPROACH*, 2nd edition by RUSSELL, STUART; NORVIG, PETER. Published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall. 2003.

¹⁵ HAUGELAND, John. *La inteligencia artificial*. [en línea]. Cuarta edición. Siglo XXI editores. Pittsburgh. Marzo de 1985. [Fecha consulta: 13/05/2021]. Pág. 9. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BcKGEg_HBvYC&oi=fnd&pg=PA4&dq=John+Haugeland+%2B+1985+%2B+inteligencia+artificial&ots=fqK1Cr5H9D&sig=zysrMfPcsi7mzVQlRFSoPS65XpM#v=onepage&q=John%20Haugeland%20%2B%201985%20%2B%20inteligencia%20artificial&f=false]

¹⁶ BELLMAN, Richard. *An Introduction To Artificial Intelligence*. San Francisco. Boyd and Fraser Publishing Company. 1978. Pág. 45.

¹⁷ CHARNIAK, Eugene and McDermott, Drew. *Artificial Intelligence*. Addison Wesley. USA. Publishing Company. 1985. Pág. 17.

¹⁸ WINSTON, Patrick Henry. *Artificial Intelligence*. USA. Publishing Company. 1992. Pág. 19

SISTEMAS QUE ACTÚAN COMO HUMANOS	SISTEMAS QUE ACTÚAN RACIONALMENTE
"El arte de crear máquinas con capacidad para realizar funciones que requieren inteligencia cuando son realizadas por personas" ¹⁹	"La inteligencia computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes" ²¹
"El estudio de cómo hacer que los computadores realicen cosas en las que, por el momento, los humanos hacen mejor" ²⁰	"IA... Está relacionada con el comportamiento inteligente en artefactos" ²²

Ilustración 1: Fuente: RUSSELL, Stuart. J.; NORVIG, P. INTELIGENCIA ARTIFICIAL. UN ENFOQUE MODERNO. Segunda edición. PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Madrid. 2004. Pág 2.

La elección de la precisa definición con la cual el modelo de aprendizaje de la IA representa la realidad, es una tarea un poco compleja, por lo que la Comisión Europea buscando generar un lenguaje común y basado en la Estrategia Europea para la IA, presentó en abril de 2018 una definición sobre qué se entiende por Inteligencia artificial para Europa: “El término «inteligencia artificial» (IA) se aplica a los sistemas que manifiestan un comportamiento inteligente, pues son capaces de analizar su entorno y pasar a la acción –con cierto grado de autonomía– con el fin de alcanzar objetivos específicos.²³”. Es así como presentó un plan coordinado con los Estados miembros para aprovechar al máximo las oportunidades que brinda la IA, con el fin de fomentar el desarrollo y la utilización de esta tecnología en Europa; además, porque son conscientes de que la manera como se aborde definirá el mundo en el que viviremos.

Al analizar esta gran variedad de definiciones, se puede observar los incansables intentos de diferentes estudiosos en la materia por llegar a generar una definición de la IA, que pueda evidenciar las bondades de estos sistemas que buscan asimilarse al comportamiento humano y a sus procesos cognitivos. Es por lo que se vuelve un gran reto el lograr incluir un sistema en alguna de estas definiciones, debido a que puede estar diseñado para funcionar de manera que mezcle e interactúe los métodos de aprendizaje, entre la simulación comportamental humana y la simulación racional.

Sin embargo, las comunidades de desarrolladores de IA en vista de esta dualidad y debido al avance cada vez a mayor velocidad, se han debido segmentar en dos tipos de escuelas

¹⁹ KURZWEIL, Raymond. *The Age of Intelligent Machines*. Cambridge. MIT Press. 1990. Pág. 23.

²⁰ RICH, Elaine And Knight, Kevin. *Artificial Intelligence*. New Delhi. McGraw-Hill. 1991. Pág. 14.

²¹ POOLE, David y otros. *Computational Intelligence, a Logical Approach*. Oxford. Oxford University. 1998. Pág. 8.

²² NILS, Johan Nilsson. *Artificial Intelligence: A new synthesis*. USA. Morgan Kaufmann. 1998. Pág. 26.

²³ COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES. *Inteligencia artificial para Europa*. Bruselas. [COM(2018) 237 final]. Pág. 1.

de pensamiento, las cuales se definen de acuerdo con los modelos basados en técnicas de IA para el desarrollo de sistemas inteligentes orientados al aprendizaje.

TIPOS DE ESCUELAS DE PENSAMIENTO:

Inteligencia artificial convencional:	Inteligencia artificial computacional:
<p>Esta escuela estudia los métodos que actualmente se conocen como máquinas de aprendizaje. “Es la rama más teórica de la IA, conociéndose como IA simbólico-deductiva. Está basada en el análisis formal y estadístico del comportamiento humano ante diferentes problemas, dando lugar al razonamiento basado en casos, a los sistemas expertos, a las redes bayesianas, a la IA basada en comportamientos, etc.”²⁴</p>	<p>Denominada subsimbólico-inductiva y "se centra en el estudio de mecanismos adaptativos para permitir el comportamiento inteligente de sistemas complejos y cambiantes, tratando de no confiar en algoritmos heurísticos... Combina elementos de aprendizaje, adaptación, evolución y lógica difusa para crear sistemas que son, en cierta manera, inteligentes".²⁵ Este tipo de IA implica un desarrollo permanente o un aprendizaje iterativo.</p>

Ilustración 2: Fuente: RUSSELL, Stuart. J.; NORVIG, P. INTELIGENCIA ARTIFICIAL. UN ENFOQUE MODERNO. Segunda edición. PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Madrid. 2004. Pág 2

1.2 Tipos de inteligencia artificial

Para iniciar con los fundamentos básicos sobre la IA, debemos sumergirnos en un gran universo que comenzó formalmente en los años 80, empleando algoritmos que programaban detalladamente por medio de secuencias lógicas que debía hacer el sistema; es decir, si sucede el acontecimiento “A”, el algoritmo debería hacer la acción “B”. De esta manera, el algoritmo sólo seguía instrucciones bien definidas y estructuradas, buscando dentro de todo este mar de reglas codificadas, cuál era la óptima. Por eso vimos en su momento, programas que ganaban a los mejores ajedrecistas del mundo, porque se programaban todas las posibles jugadas y en cada acción, el algoritmo escogía la mejor jugada que tuviera programada.

De igual forma que los humanos cuentan con habilidades cognitivas debidamente clasificadas en inteligencia lógico-matemática, inteligencia lingüística, inteligencia espacial, inteligencia kinestésico-corporal, inteligencia intrapersonal, entre otras²⁶; los sistemas de IA también se diferencian entre ellos por su nivel de complejidad.

²⁴ GAJATE MARTÍN, Agustín. *TESIS DOCTORAL: Modelado y control neuroborroso de sistemas complejos. Aplicación a procesos de mecanizado de alto rendimiento*. [en línea]. Salamanca. [Fecha de publicación: Junio 2010]. [Fecha de consulta: 02/04/2021]. Pág. 41. [https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/76447/DIA_Gajate_Martin_A_Modeladoycontrolneuroborroso.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

²⁵ Ibid. Pág. 42.

²⁶ REGADER, Bertrand. *La Teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner*. Universidad de Harvard. [en línea]. [Fecha de consulta: 27/05/2021]. [<https://psicologiymente.com/inteligencia/teoria-inteligencias-multiples-gardner>]

1.2.1 Por el nivel de inteligencia

Con el avanzar de esta tecnología, se ha intentado clasificar la IA diferenciando sus métodos, este tipo de clasificación se basa en la simulación de la inteligencia humana.²⁷

- **Inteligencia artificial débil:** también llamada como IA estrecha (término inglés: narrow AI), “se asocia con la IA débil el hecho de formular y probar hipótesis sobre aspectos relacionados con la mente (por ejemplo, la capacidad de razonar deductivamente, de aprender inductivamente, etc.), mediante la construcción de programas que llevan a cabo estas funciones aunque sea mediante procesos completamente diferentes de los que lleva a cabo el cerebro”²⁸ Este método se encuentra diseñado y entrenado para realizar tareas particulares; este tipo de IA casi se puede entender confinada o restringida a una tarea específica. Para comprender esta clasificación podemos pensar, por ejemplo, en los robots entrenados para jugar en campeonatos mundiales de ajedrez, si llegamos a sacarlo de este entorno y lo ponemos a jugar damas chinas, no lo lograría, porque no puede adaptarse al nuevo contexto debido a que ha sido entrenado para jugar solamente ajedrez; su procesamiento de lenguaje, el reconocimiento de las imágenes y la toma de decisiones no se ajustarían al juego de damas chinas. Sin embargo, en las tareas específicas para las que se entrena la IA se logra obtener acciones realmente sorprendentes, tanto para ejecutar trabajos físicos como cognitivos. Por este motivo se está viendo implementada en una gran variedad de aplicaciones, debido a que es capaz de aprender y mejorar sus propias estrategias, realizando las tareas para las que se ha entrenado cada vez más eficiente incluso superando en ocasiones a los humanos.

En la actualidad, la mayor cantidad de avances conseguidos en el campo de la IA, son manifestaciones de la IA débil.²⁹

- **Inteligencia artificial fuerte:** también conocida como IA de Nivel Humano. Esta IA no implica que un sistema programado realice las actividades de simulación de una mente, sino que en sí, “es una mente” por lo que tendría una inteligencia igual o superior al ser humano, esta es la idea de IA que más se ha vendido gracias a las

²⁷ LÓPEZ DE MÁNTARAS, Ramón. *HACIA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PROGRESOS, RETOS Y RIESGOS*. [en línea]. Edición. *Mètode Science Studies Journal* (2018). Universitat de València, [Fecha recibido: 12/12/2017]. [Fecha aceptado: 23/07/2018]. [Fecha de consulta: 16/04/2021]. [<https://metode.es/revistas-metode/monograficos/hacia-la-inteligencia-artificial.html>]

²⁸ Ibid

²⁹ Ibid

películas de Hollywood; la cual muchos estudiosos del tema consideran que es imposible llegar a desarrollar.³⁰

1.2.2 Por la capacidad

Del mismo modo que la inteligencia humana es múltiple y diversa, existen numerosas áreas de conocimiento y características dentro de la Inteligencia Artificial, por este motivo encontramos 3 categorías que se han aceptado en el estudio de la IA: Inteligencia Artificial Específica, Inteligencia Artificial General y Superinteligencia Artificial, que dependen por la capacidad que posea la IA.

- **Inteligencia Artificial Específica – IAE:** La doctora Nuria Oliver explica que esta IA está basada en sistemas que son capaces de realizar una o varias tareas específicas para las que ha sido entrenada, a partir de reglas específicas. Para comprender este tipo de IA podemos pensar en sistemas que son capaces de reconocer caras humanas en diversas imágenes, pero sin saber la semántica de la imagen.³¹ Esta IA es una realidad que encontramos implementada en diferentes aplicaciones, impulsada por los algoritmos que emplean *Machine Learning* y *Deep Learning*.
- **Inteligencia Artificial General – IAG:** Esta clase de sistemas pretenden desarrollar IA con las mismas características que tiene la inteligencia humana, que tenga la capacidad de resolver problemas, existentes o nuevos que se presenten, y deba improvisar y adaptarse sin ninguna restricción. Este tipo de IA ha sido el objetivo principal que buscan los desarrolladores de agentes de IA que logre dominar una amplia variedad de entornos; pero como dice el doctor Menéndez, el gran sueño es desarrollar “máquinas que iguallen o superen al ser humano en cualquier actividad cognitiva. Y de eso creo que estamos muy lejos y quizás nunca lleguemos.”³²
- **Superinteligencia Artificial:** Nick Bostrom define la superinteligencia como “cualquier intelecto que exceda en gran medida el desempeño cognitivo de los

³⁰ Ibid

³¹ OLIVER RAJADEL, Nuria. Conferencia: “Hacia una Inteligencia artificial por y para la sociedad” en el XXIX Seminario Permanente de Ética Económica y Empresarial de la Fundación Étnor. [en línea]. [Fecha de actualización: 29/06/2020]. [Fecha de consulta: 17/04/2021]. [https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-nuria-oliver-inteligencia-artificial-parte-solucion-retos-debemos-afrontar-como-sociedad-202006291759_noticia.html]

³² HERNÁNDEZ VELASCO, Irene. *Entrevista a: Amador Menéndez Velázquez. El primate conectado tiene que aprender a desconectarse: Amador Menéndez Velázquez, autor de Historias del futuro.* [en línea]. [Fecha publicación: 25/09/2017]. [Fecha de consulta: 17/04/2021]. [<https://www.bbc.com/mundo/noticias-41347908>]

humanos en prácticamente todas las áreas de interés”.³³ En este sentido lo que pretende esta IA es desarrollar la capacidad eficiente para aprender, razonar y planificar para afrontar retos complejos de procesamiento de información. Este tipo de IA aún no se encuentra implementados y es la idea que más se está vendiendo, generando miedo frente a las consecuencias, beneficios y riesgos que traería consigo tal inteligencia.

Para lograr avanzar en esta línea de Superinteligencia, se considera pertinente desglosarla en diferentes vertientes de supercapacidades intelectuales, las cuales son:

- **La superinteligencia de velocidad:** “un sistema que puede hacer todo lo que el intelecto humano puede hacer, pero mucho más rápido.”³⁴
- **La superinteligencia colectiva:** “Un sistema compuesto por un gran número de intelectos menores, de manera que el rendimiento general del sistema superaría enormemente al de cualquier sistema cognitivo actual en muchos ámbitos generales.”³⁵
- **La superinteligencia de calidad:** “un sistema que es al menos tan rápido como una mente humana y cualitativamente mucho más inteligente.”³⁶

Ineludiblemente, las tecnologías asociadas a la inteligencia artificial avanzan en la actualidad a pasos agigantados y con ello las definiciones y conceptualizaciones de esta; además, la incorporación cada vez más presente a nuestras vidas hace necesario estudiar estas innovaciones, su funcionamiento y los diferentes tipos de Inteligencia Artificial que se aplican. Por ello, y para acotar el campo de estudio del presente TFM, el objetivo de la presente revisión bibliográfica es fundamentar teóricamente los avances de las tecnologías basadas en IA aplicadas.

Es claro que comprender la IA en su totalidad es una tarea muy compleja, como no podía ser menos por tratarse de sistemas informáticos interrelacionados con varias técnicas, métodos y disciplinas; sin embargo, nos debemos permitir cierto nivel de libertad en lo referente al rigor tecnológico, debido a que es posible expresar de manera sencilla y de fácil comprensión las ideas y estrategias en que se encuentra fundamentada, con el objetivo de poder conocer un poco más su conceptualización y de esta forma, plantear alternativas de regulación normativa más asertivas que permitan discernir con

³³ BOSTROM, Nick. *Superinteligencia, Caminos, peligros, estrategias*. Título Original: Superintelligence, Paths, Dangers, Strategies. 3° Edición. Madrid: Teell Editorial. 2016. Pág. 22. [<https://docplayer.es/176159216-Superinteligencia-caminos-peligros-estrategias.html>]

³⁴ Ibid. Pág. 52.

³⁵ Ibid. Pág. 53

³⁶ Ibid. Pág. 56

fundamento sobre las diversas controversias que se plantean en cuanto a lo ético, la propiedad intelectual, la privacidad y frente a la responsabilidad por daño causado a terceros, entre otros temas.

1.3 Taxonomía de la Inteligencia Artificial

El término Inteligencia Artificial se utiliza con mucha frecuencia para referirse a algunos subcampos y técnicas como son el *Machine Learning* y el *Deep Learning*, que buscan aprender de su propia experiencia.

Con el objetivo de ilustra la inmensidad de tecnologías fundamentales para implementar sistemas basados en IA, se presenta la taxonomía de IA + ML.

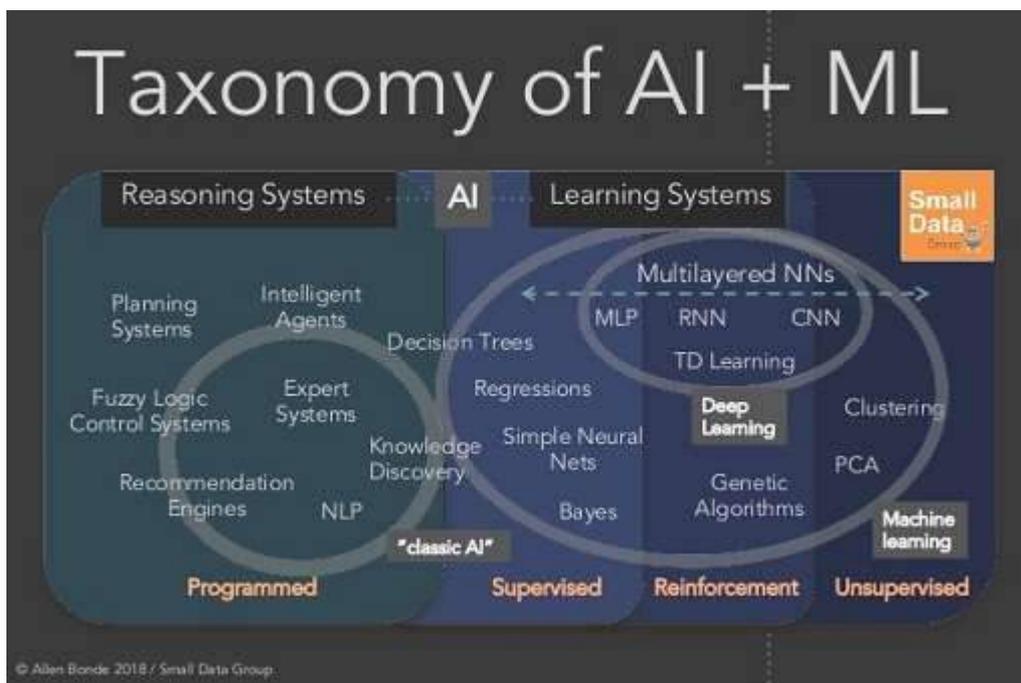


Ilustración 3: Taxonomía IA + ML. Fuente: 7 rules for surviving the AI hype machine. Bonde, Allen. [en línea]. [Fecha publicación: 15/04/2018]. [Fecha de consulta: 07/05/2021]. [<https://www.slideshare.net/AllenBonde/7-rules-for-surviving-the-ai-hype-machine-93884104>]

1.3.1 Machine Learning (ML)

Con el pasar del tiempo se ha avanzado buscando descubrir cómo mejorar los procesos de IA, analizando la forma como los computadores puedan obtener una capacidad mayor de aprendizaje y es así como surgió el *Machine Learning* o Aprendizaje de máquina, el cual es una rama científica de la inteligencia artificial.

El ML se refiere a la capacidad de una máquina para lograr ser entrenada, adquirir conocimiento y mejorar de forma progresiva la realización de las tareas, usando grandes conjuntos de datos, en lugar de reglas preestablecidas escritas en código, lo que se refiere a sistemas que no reciben una programación explícita y que además, mejoran automáticamente adquiriendo experiencia.

ML presenta una forma muy interesante de generación de aprendizaje tomando de base la información (lo que se llama Dataset³⁷) que se extrae de los datos analizados por medio de cálculos estadísticos y patrones de repetición, para así lograr la tarea que puede ser obtener información útil para extraer tendencias, predicciones o revelaciones emulando el comportamiento humano en cierta medida.

PROCESO DE GENERACIÓN DE APRENDIZAJE:

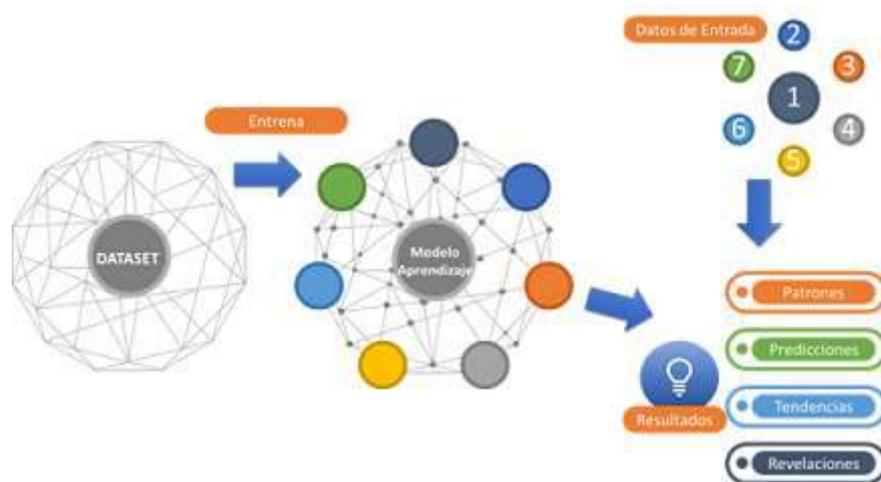


Ilustración 4: Construcción propia a partir de definición de Machine Learning. BEUNZA NUIN, Juan José. PUERTAS SANZ, Enrique y otro. Manual práctico de Inteligencia Artificial en entornos sanitarios. [en línea]. 1º Edición. Barcelona. Elsevier España. 2020. [Fecha de consulta: 10/05/2021]. Pág. 10

Por este motivo, ML se define como “la ciencia que permite que las computadoras aprendan y actúen como lo hacen los humanos, mejorando su aprendizaje a lo largo del

³⁷ **DATASET:** "es un conjunto de datos tabulados en cualquier sistema de almacenamiento de datos estructurados. El término hace referencia a una única base de datos de origen, la cual se puede relacionar con otras, cada columna del Dataset representa una variable y cada fila corresponde a cualquier dato que estemos tratando. Puede que incluso ahora mismo utilices uno en tu trabajo y no te hayas dado cuenta." KEEP CODING. ¿Qué son los Datasets y dónde conseguirlos? [en línea]. [Fecha de consulta: 17/05/2021]. [<https://keepcoding.io/blog/que-son-datasets>]

tiempo de una forma autónoma, alimentándolas con datos e información en forma de observaciones e interacciones con el mundo real.”³⁸

Dado que el ML es un sistema basado en el procesamiento y análisis de datos que son traducidos a hallazgos, se puede aplicar en cualquier campo y por este motivo, se encuentran diferentes tipos de ML que se puede categorizar de acuerdo con el aprendizaje enfocado a los procesos.

Una vez se ha comprendido el concepto de ML, es importante conocer los tres tipos de algoritmos de aprendizaje automático que existen: supervisado, no supervisado y por refuerzo; los cuales pueden usarse para aprender de los patrones de datos y utilizar el conocimiento adquirido para tomar decisiones.

Aprendizaje Supervisado: para generar conocimiento, estos algoritmos parten del análisis de datos etiquetados previamente. De esta forma, el modelo de aprendizaje podrá determinar patrones de los datos suministrados y clasificará futuros datos con base en esos patrones.³⁹

Este tipo de aprendizaje automático es el más empleado actualmente en diferentes aplicaciones como en los detectores de spam, en los sistemas de reconocimiento de imágenes, de voz o escritura. En este caso se requiere la intervención humana para proporcionar retroalimentación.⁴⁰

Aprendizaje No Supervisado: en esta clase de algoritmos no se emplean datos etiquetados previamente para realizar el análisis y clasificación, en este caso el aprendizaje se logra por medio del análisis de los datos de los que no posee ninguna referencia y con los que determina la existencia de correlaciones entre las características que encuentra en el conjunto de datos de entrada para poder realizar la clasificación.

³⁸ BEUNZA NUIN, Juan José. PUERTAS SANZ, Enrique y otro. Manual práctico de Inteligencia Artificial en entornos sanitarios. [en línea]. 1º Edición. Barcelona. Elsevier España. 2020. [Fecha de consulta: 10/05/2021]. Pág. 10. [<https://bit.ly/3feSzSn>]

³⁹ ROUHAINEN, Lasse. *Inteligencia Artificial - 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. [en línea]. España. Editorial Planeta. [Fecha de edición: Noviembre 2018]. [Fecha de consulta: 17/04/2021]. Pág. 21. [https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf]

⁴⁰ MARTINEZ HERAS, Jose. *¿Cómo aprende la Inteligencia Artificial?* [en línea]. [Fecha publicación: 22/01/2021]. [Fecha de consulta: 09/05/2021]. [<https://www.iartificial.net/como-aprende-la-inteligencia-artificial>]

Este tipo de ML se emplea para analizar datos de alta complejidad que requieran una alta capacidad de procesamiento. Cobra tanta importancia este tipo de aprendizaje que hasta los investigadores de IA de Facebook ven el aprendizaje sin supervisión como el "santo grial" de la investigación de IA, ya que es muy similar a la forma en que los humanos aprenden de forma natural.⁴¹

Aprendizaje por Refuerzo: Esta forma de aprendizaje parte de la base de dar recompensas como cuando se realiza el entrenamiento a un perro, cada vez que se produzca un resultado positivo se le da una recompensa como producto de una acción completada con todos los criterios preestablecidos en el conjunto de datos de entrada, con estos nuevos resultados, el modelo de aprendizaje incorpora y ajusta la información para decidir en futuras acciones buscando obtener la máxima recompensa.

En la actualidad se ha demostrado en áreas como la ciberseguridad, como algunos tipos de software malicioso emplean estas características, aprenden a engañar a los sistemas de antivirus.⁴²

1.3.1.1 Algoritmos de Machine Learning

Sin duda, ML implicó un cambio de paradigma a la hora de plantear su implementación; la razón es que los programadores se basan en una gran variedad de algoritmos, que en la medida en que va obteniendo más datos de entrada, éstos aprenden y optimizan sus operaciones buscando mejorar su rendimiento en la toma de decisiones en tiempo real.

Algunos de los algoritmos más utilizados por la comunidad de programadores para el desarrollo y entrenamiento del sistema de ML, los cuales podemos ver en la siguiente ilustración:

⁴¹ GERSHGORN, Dave. *The Quartz guide to artificial intelligence: What is it, why is it important, and should we be afraid?* [en línea]. [Fecha publicación: 10/09/2017]. [Fecha de consulta: 17/04/2021]. [\[https://qz.com/1046350/the-quartz-guide-to-artificial-intelligence-what-is-it-why-is-it-important-and-should-we-be-afraid\]](https://qz.com/1046350/the-quartz-guide-to-artificial-intelligence-what-is-it-why-is-it-important-and-should-we-be-afraid)

⁴² Ibid.

ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING:

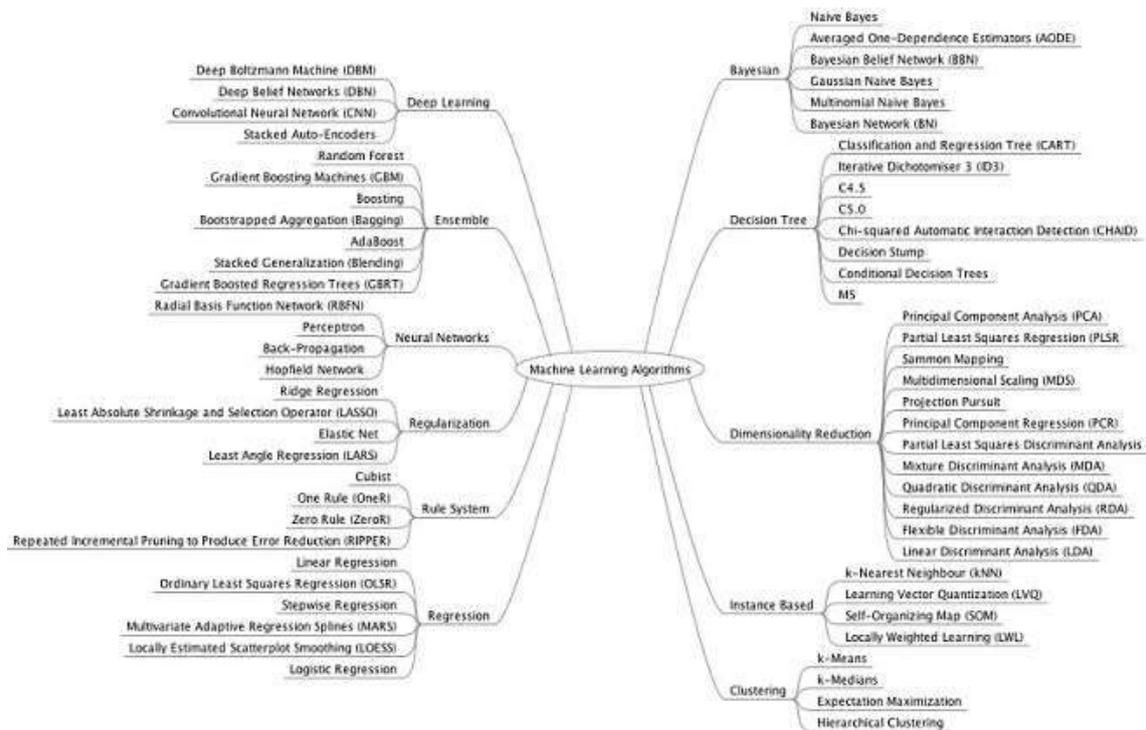


Ilustración 5: Mapa mental de aprendizaje automático. Fuente: Árboles de clasificación y regresión para el aprendizaje automático. Brownlee, Jason. *Classification And Regression Trees for Machine Learning*. [en línea]. [Fecha publicación: 15/08/2020]. [Fecha de consulta: 28/04/2021]. [<https://machinelearningmastery.com/classification-and-regression-trees-for-machine-learning>]

Esta gran variedad de algoritmos se clasifica en tres grandes categorías, dependiendo de la tipología a la que pertenece el modelo de aprendizaje: aprendizaje supervisado, aprendizaje no supervisado y aprendizaje por refuerzo.



Ilustración 6: Construcción propia a partir de: RAONA. Los 10 Algoritmos esenciales en Machine Learning. [en línea]. [Fecha publicación: 31/05/2017]. [Fecha de consulta: 26/04/2021]. [<https://www.raona.com/los-10-algoritmos-esenciales-machine-learning>]

Al ver esta gran gama de tipos de algoritmos que existen, se puede evidenciar que en un proyecto de ML, el saber escoger el tipo de algoritmo adecuado que se va a implementar, es una tarea muy importante y compleja, pues se requiere de un análisis detallado sobre qué es lo que se busca obtener con la implementación del ML y con cuáles datos de entrada se cuenta para comenzar a entrenar el sistema. A partir de esta información se debe realizar un estudio de alto nivel, en el cual se pueda determinar cuál es el que mejor tipo de algoritmo que se debe implementar y que se adapte específicamente a las necesidades particulares de cada proyecto.

Un ejemplo que permite entender más claramente este tipo de clasificación es el que nos suministra el sitio web RAONA, al diferenciar las características particulares de cada tipología que se pueden seleccionar, dependiendo del objetivo que se desea obtener, donde anota:

“El aprendizaje supervisado es útil en los casos en que una propiedad (etiqueta) está disponible para un determinado conjunto de datos (conjunto de formación), pero debe predecirse para otras instancias. Este tipo de aprendizaje es útil en los casos en que el desafío consiste en descubrir relaciones implícitas en un conjunto de datos no etiquetado (los elementos no están asignados previamente).

El aprendizaje de refuerzo cae entre estos dos extremos: hay alguna forma de retroalimentación disponible para cada paso o acción predictiva, pero no hay etiqueta precisa o mensaje de error.”⁴³

Como podemos ver, la elección del modelo de aprendizaje de la ML se convierte también una tarea a ser auditada frente a la transparencia algorítmica, debido a que se debe evaluar si el tipo de aprendizaje seleccionado es el indicado para los procesos que se llevan a cabo, debido a la capacidad del tratamiento de agrupación o clasificación de los datos de entrada y las posibles implicaciones o riesgos que pueden derivarse al aplicar esa ML, para no generar discriminación o sesgos.

⁴³ RAONA. Los 10 Algoritmos esenciales en Machine Learning. [en línea]. [Fecha publicación: 31/05/2017]. [Fecha de consulta: 26/04/2021]. [<https://www.raona.com/los-10-algoritmos-esenciales-machine-learning>]

1.3.2 Deep Learning (DL)

Deep Learning o aprendizaje profundo es un subcampo del *Machine Learning*, que emplea el tipo de aprendizaje reforzado, basado en arquitecturas jerárquicas de redes neuronales artificiales, entre los que encontramos diferentes tipos como las redes neuronales convolucionales (CNN), las redes neuronales recurrentes (RNN), las redes neuronales artificiales (ANN), etc.; que son empleadas para aprender a realizar tareas de clasificación sin intervención humana, en la selección de características a partir de datos que no están estructurados ni etiquetados como imágenes, texto o sonido, etc. Por lo que se define como “Un modelo de aprendizaje por capas, que procesan la información dada en múltiples etapas sucesivas para así tener en cuenta interacciones complejas entre los datos observados.”⁴⁴

Las Redes Neuronales Artificiales son inspiradas en la forma como funciona biológicamente nuestro cerebro al hacer las interconexiones entre las neuronas. Aunque existe una gran diferencia entre estos dos tipos de redes y es que, las neuronas en nuestro cerebro tienen la capacidad de conectar con cualquier otra neurona dentro de una cierta distancia física, mientras estas redes neuronales artificiales están compuestas por capas de neuronas, donde cada neurona asigna una ponderación, definiendo si es correcta o incorrecta en relación a la tarea que debe realizar y en la capa final, da la salida final donde se determina el total de esas ponderaciones.

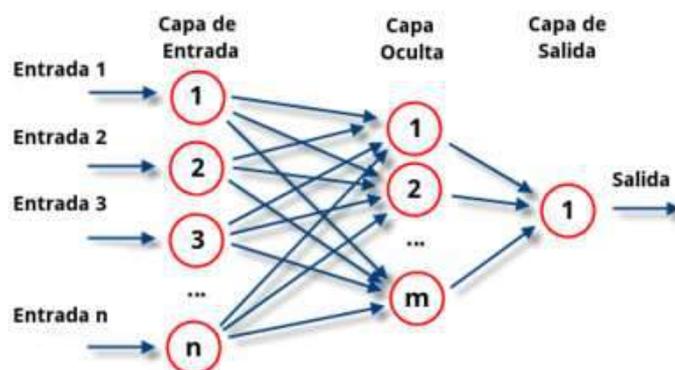


Ilustración 7: Tomada de: SmartPanel. ¿Qué es el Deep Learning?. [Fecha consulta: 18/04/2021]. [<https://www.smartpanel.com/que-es-deep-learning>]

⁴⁴ INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO. *Machine Learning & Deep Learning Los sistemas de IA aprenden de tus datos*. [en línea]. [Fecha de consulta: 17/04/2021]. [<https://www.iic.uam.es/inteligencia-artificial/machine-learning-deep-learning>]

En este tipo de estructura las neuronas son agrupadas en tres tipos de capas:⁴⁵

- **Capa de entrada:** Es la capa que recibe los datos de entrada, de esta capa los datos pasan a la primera capa oculta.
- **Capas ocultas:** Estas capas son las encargadas de realizar los cálculos matemáticos para poder encontrar la relación con la variable objetivo. Los nodos son un símil a las neuronas de nuestro cerebro, y cada uno de ellos tiene un peso. El mayor reto que impone el DL es lograr definir el número de capas ocultas y el número de nodos necesarios en cada capa en cada caso en particular, de forma óptima.
- **Capa de salida:** Esta capa es la que devuelve la conclusión, aportando los datos de salida que son los resultados esperados, sea una predicción o una clasificación multiclase para la toma de la decisión.

Las redes neuronales artificiales se pueden entrenar para seleccionar patrones en los datos, lo que implica el uso de algoritmos que permitan ajustar iterativamente la fuerza de las conexiones entre los nodos, de modo que la red aprenda a asociar una entrada determinada con la etiqueta correcta. Una vez la red sea entrenada podrá clasificar una nueva entrada que no haya visto antes.⁴⁶ Ese es el gran potencial que brinda esta técnica de aprendizaje, el alto nivel de conexiones posibles que puede generar, partiendo de la cantidad de datos de entrada y la capacidad computacional con que se cuente.

Es claro que al analizar DL se evidencia su gran capacidad de aplicabilidad, pero también surgen algunas inquietudes frente a este subcampo del ML y es el poder identificar ¿cuándo un algoritmo de red neuronal se convierte en un algoritmo de aprendizaje profundo o DL? Una inquietud que se plantea es saber si existe una frontera entre estos dos tipos de algoritmos de ML y además, se hace necesario investigar, si cuando un programador cambia de una técnica a otra ¿qué implicaciones pueden llegar a haber en la toma de decisiones del algoritmo?

Lamentablemente, basándonos en la investigación realizada, parece no existir una definición teórica que separe estos niveles, los autores tienden a definir que el uso de múltiples capas establece al algoritmo como DL, algunos dicen que 3 capas, otros que 5.

⁴⁵ APRENDE IA. *¿Qué es Deep Learning?*. [en línea]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://aprendeia.com/que-es-deep-learning>]

⁴⁶ ANANTHASWAMY, Anil. *Deep Neural Networks Help to Explain Living Brains*. [en línea]. [Fecha publicación: 28/10/2020]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. Quanta Magazine. [<https://www.quantamagazine.org/deep-neural-networks-help-to-explain-living-brains-20201028>]

La razón de este múltiple número de capas es debido a que con la adición de cada capa nueva, se hace más difícil interpretar los pesos de esa especie de neuronas.⁴⁷

Este es el tipo de inquietudes desde una perspectiva jurídica, que ayudan a comprender temas como la opacidad y la transparencia algorítmica en la toma de decisiones. Y aquí hago especial énfasis en lo que se manifiesta en el Libro Blanco sobre la inteligencia artificial, al establecer que: “...algunas características específicas de la IA (como la opacidad) pueden hacer que la aplicación y ejecución de la legislación sea más compleja. Por esta razón, resulta necesario analizar si la legislación actual puede hacer frente a los riesgos de la IA y si su observancia es factible o si, por el contrario, es necesario adaptarla o se requiere nueva legislación.”⁴⁸

Para finalizar este capítulo de teorización que partió de la definición del concepto de IA y que detalló la gran variedad de técnicas existentes en esta materia, dicha investigación permite evidenciar que en la actualidad la técnica del ML es la más implementada en gran variedad de aplicaciones debido a los diferentes tipos de aprendizajes que ofrece.

Desde una perspectiva jurídica, es muy importante comprender esta diferencia de terminología, entre Inteligencia artificial, *Machine Learning* y *Deep Learning*, pues define el alcance y la forma como toma las decisiones el sistema. “Aunque es correcto el término genérico de Inteligencia Artificial (AI por sus siglas en inglés) la realidad es que el uso principal que hemos dado a este término como sociedad, en especial las empresas, es una parte llamada *Machine Learning* (aprendizaje de máquinas).”⁴⁹

Al observar las técnicas empleadas en la mayoría de las aplicaciones que se utilizan continuamente como son: *Instagram, Facebook, LinkedIn, Waze*, entre otras, se puede llegar a definir que la técnica más utilizada es el *Machine Learning*, lo que permite inferir que la IA, como género, aún se encuentra en desarrollo y el ideal de funcionalidad que se busca lograr se puede considerar como un cuento de ciencia ficción. Lo que genera las

⁴⁷ APRENDE MACHINE LEARNING. *Principales Algoritmos usados en Machine Learning*. [en línea]. [Fecha publicación: 04/11/2017]. [Fecha de consulta: 28/04/2021]. [<https://www.aprendemachinelearning.com/principales-algoritmos-usados-en-machine-learning>]

⁴⁸ COMISIÓN EUROPEA. *LIBRO BLANCO sobre la inteligencia artificial un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza*. COM(2020) 65 final. [en línea]. [Fecha de publicación: 19/02/2020]. [Fecha de consulta: 28/04/2021]. [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_es.pdf]. Pág. 12.

⁴⁹ BLANCO, Ricardo. RED FORBES. *Del Machine Learning a la Inteligencia Artificial*. [en línea]. [Fecha publicación: 04/09/2019]. [Fecha de consulta: 15/04/2021]. [<https://www.forbes.com.mx/del-machine-learning-a-la-inteligencia-artificial>]

primeras alarmas en este proceso de aprendizaje, porque surgen inquietudes para los juristas como: ¿será que estamos enfocando mal la regulación que se está desarrollando sobre IA?, ¿se está limitando el diseño, desarrollo, implementación e impacto derivado de la IA frente a esta tecnología que está apenas en vía de desarrollo? Otra pregunta que se puede plantear es si ¿será que al intentar regular la IA obstaculizamos y frenamos el avance tecnológico? Estas inquietudes surgen debido a que se pretende limitar una tecnología que aún no se ha logrado desarrollar, donde apenas se está trabajando en los conceptos básicos y que aún sigue siendo una utopía.

Otro aspecto que no se debe perder de vista desde el enfoque jurídico, es tener claro que siempre existirá una zona gris en la regulación de esta tecnología, porque no se tiene claro y en profundidad el conocimiento técnico requerido sobre cómo será el funcionamiento real de la IA, debido a que aún no se ha desarrollado y siempre se partirá de un supuesto, donde los legisladores pensarán de manera preventiva buscando minimizar los riesgos que se puedan derivar.

De acuerdo con lo que se ha logrado avanzar hasta el momento en cuanto a IA, se debe analizar en primera instancia, cuál problema se está tratando de solucionar con la IA y cuál es la manera y técnicas de implementación se utilizan en el sistema. De esta forma, se puede tratar de acertar en la clasificación de los tipos de IA más indicada en la que pueda encajar el sistema que se está desarrollando y así analizar la forma como toma las decisiones.

Pensar que es imprescindible diseñar sistemas que integren percepción, representación, razonamiento, acción y aprendizaje para que la IA sea capaz de aprender nuevos conocimientos de forma continua, sigue siendo un escalón muy difícil de alcanzar. Por lo cual, parecería precipitado estar regulando el impacto a largo plazo de estos avances, teniendo en cuenta que hasta el momento, no se ha encontrado evidencia que demuestre que la IA representa una grave amenaza para la humanidad como para comenzar a protegernos.

Es claro que hasta el momento, no existe una herramienta de IA que logre ofrecer una simulación mágica de la inteligencia humana para cualquier desafío que se le imponga, esto permite argumentar que es la aplicación del ML la técnica que se debe validar y regular, pues es lo desarrollado e implementado actualmente y son estas aplicaciones las que brindan la información para tomar decisiones en nuestro día a día. Por lo cual, lo que

se requiere analizar y validar son esas decisiones que se toman a partir de los datos arrojados por el sistema, buscando que se deriven de un proceso justo y coherente, partiendo de bases éticas.

1.4 Simulación de las actividades cognitivas por medio de tecnología

En términos generales, la Inteligencia se puede describir como “la capacidad de ***percibir*** o ***inferir información*** y ***retenerla*** como ***conocimiento*** para ***aplicarlo*** a comportamientos ***adaptativos*** dentro de un entorno o contexto”⁵⁰.

Si de esta definición sobre inteligencia logramos extraer las palabras claves, podemos detectar que nos indican la definición de un proceso que busca simular una serie de actividades cognitivas.

Para lograr este fin de simulación cognitiva se debe involucrar una serie de tecnologías y disciplinas de diferentes campos, dependiendo de la aplicación de la inteligencia artificial o del agente de inteligencia artificial en el que se va a implementar, los cuales se encuentran actualmente en distintos niveles de avance de desarrollo.

1.4.1 Definición palabras claves del proceso de simulación

La mejor forma para comprender que busca emular la inteligencia artificial, es lograr entender el concepto de inteligencia y cada una de las fases del proceso cognitivo. Esto permitirá tener una visión más general sobre el funcionamiento de los sistemas basados en IA y la integración que tienen con el hardware y el software para su funcionamiento.

Este enfoque global de la IA, desde una perspectiva jurídica, permitirá ayudar a buscar mecanismos para que los desarrollos cumplan con unos requisitos mínimos legales para que no vulneren los derechos de las personas y además, para garantizar que se desarrolle e implemente con bases éticas y así, incentivar la confianza en la innovación y la adopción de esta tecnología.

⁵⁰ BLANCO, Ricardo. RED FORBES. *Del Machine Learning a la Inteligencia Artificial*. [en línea]. [Fecha publicación: 04/09/2019]. [Fecha de consulta: 13/04/2021]. [<https://www.forbes.com.mx/del-machine-learning-a-la-inteligencia-artificial>]

Si se analiza cada una de las palabras claves del proceso de simulación de la actividad cognitiva humana se puede identificar algunas disciplinas, metodologías y tecnologías que participan para generar la simulación cognitiva empleando medios tecnológicos.

Percibir: para simular esta acción se requiere de una serie de tecnologías que permitan captar, procesar y entender las imágenes en tiempo real. En este caso entran en acción tecnologías como: procesamiento de imagen, procesamiento sensorial, categorización perceptiva, categorización semántica; las cuales sirven, por ejemplo, en el caso de los vehículos autónomos para la detección temprana de colisiones. Solamente para realizar esta clase de procesamiento de imágenes se integran diversas tecnologías, las cuales permiten estimar el riesgo de colisión con los objetos que se encuentran en su entorno y de esta manera, poder realizar una clasificación topológica de la ubicación de estos.⁵¹

Si se busca emular la percepción humana, se puede considerar como ejemplo los asistentes virtuales como Siri y Alexa⁵², los cuales requiere de la voz del usuario para realiza una tarea. Es así que por medio de algoritmos de reconocimiento de voz, el sistema trata de entender la solicitud empleando el procesamiento de lenguaje natural para traducir la voz, darle un significado y un contexto a lo recibido, esto es lo que se conoce como la semántica del sonido, que en este caso en particular sería la solicitud del usuario.

Inferir: esta etapa del proceso es cuando “se emplean técnicas aplicables que buscan el conocimiento partiendo de inferir reglas de decisión a partir de los datos de la base.”⁵³ En esta etapa del proceso, entran a participar activamente las matemáticas, las estadísticas, las operaciones aritmético-lógicas y, por supuesto, *Machine Learning*, para dar resultados probabilísticos. Estas ciencias brindan al sistema la capacidad de auto aprender o lo que es lo mismo, aprender sin la necesidad de estar programado por reglas preestablecidas. En este caso, pensando de nuevo en los asistentes virtuales; los cuales permiten dar respuesta a los comandos de voz que realizan los usuarios, para dar respuesta a preguntas según las fuentes de información disponibles. Al interactuar constantemente con el

⁵¹ CARRANZA, Luis. GONZÁLEZ, ROCA-MORENO, E. RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, A. INSTITUTO DE MICROELECTRÓNICA DE SEVILLA (IMSE-CNM). *Vehículo-Robot para Aplicaciones de Control y Visión Artificial*. [en línea]. [Fecha de consulta: 14/04/2021]. [http://www2.imse-cnm.csic.es/locust/publications/conferences/Locust_JCRA_05.pdf]. Pág. 2.

⁵² SIRI Y ALEXA: Son asistentes virtuales inteligentes controlado por medio de la voz. El primero creado por Apple y el segundo por Amazon.

⁵³ DE ANDRÉS SUÁREZ, Javier. TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADAS AL ANÁLISIS DE LA SOLVENCIA EMPRESARIAL. [en línea]. Edición. Universidad de Oviedo, 2000. [Fecha de consulta: 11/05/2021].Pág.4.[https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/45810/d206_00.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

usuario, el sistema desarrolla la capacidad de aprender sobre los gustos y costumbres, incluso de las expresiones cotidianas o a los problemas de dicción que tenga el usuario.

Información: “Si consideramos que la palabra **informática** está compuesta por los términos información y automática, y que se define a la informática como la ciencia del tratamiento automático o automatizado de la información mediante las computadoras.”⁵⁴

A esta definición de información podemos adicionarle que para la IA, los datos son la base primordial para su funcionamiento, pues son los que permiten ajustar los modelos que generan la capacidad de aprender de forma autónoma.

Retener: Se puede considerar como “el conjunto de técnicas empleadas para almacenar y buscar grandes cantidades de datos y ponerlos a disposición de los usuarios”.⁵⁵

Esta capacidad de almacenamiento requiere de alta velocidad en la respuesta para recuperar la información o los datos, por lo cual, se deben integrar campos como la teoría de la información,⁵⁶ que es la base teórica de la ciencia y la ingeniería de telecomunicación moderna; con la que se busca una mayor compresión de los datos y la mejor forma de almacenarlos.

Conocimiento: "La conducta de un agente se debe basar tanto en la experiencia que acumula como en el conocimiento inicial con el que se creó para trabajar en el medio para el que fue concebido. Un sistema será autónomo en la medida en que su forma de actuar está definida por su propia experiencia. Es por tanto razonable dotar a un agente con ciertos conocimientos iniciales y de capacidad para aprender."⁵⁷ Es así como la forma de modelar el conocimiento permite que se lleve a cabo una acción, a través de las diferentes relaciones y conexiones que se le realice a la información almacenada.

Para simular esta parte del proceso, encontramos las bases de datos de conocimiento; de igual forma aquí se integran muchas áreas de la matemática, por ejemplo, la teoría de

⁵⁴ FLORES SALGADO, Lucerito. *Derecho informático*. [en línea]. Primera edición ebook. México. Editorial: Grupo Editorial Patria. 2014. [Fecha de consulta: 12/05/2021]. [<https://elibro-net.unileon.idm.oclc.org/es/ereader/unileon?page=14>]

⁵⁵ LONGLEY, D. y SHAIN M. *Diccionario MacMillan de Tecnología de la Información*. [en línea]. [Fecha de consulta: 12/05/2021]. [<https://www.macmillandictionary.com/dictionary/british/recovery>]

⁵⁶ HOLIK, Federico. *Teoría de la información de Claude E. Shannon*. En *Diccionario Interdisciplinar Austral*, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. [en línea]. [Fecha de consulta: 26/04/2021]. [[http://dia.austral.edu.ar/Teoría de la información de Claude E. Shannon](http://dia.austral.edu.ar/Teoría_de_la_información_de_Claude_E._Shannon)]. 2016.

⁵⁷ CORCHADO, Juan M. *Agencia: Una puerta hacia la convergencia de la Inteligencia Artificial*. [en línea]. [Fecha de consulta: 12/05/2021]. Pág. 4. [<http://avellano.fis.usal.es/~lalonso/Cursos/SistemasInteligentes/LectureNotes/JMCtexto.pdf>].

grafos en la generación de los árboles de decisión, que es la base de los sistemas expertos que ayudan a los modelos de aprendizaje automatizados a comprender las relaciones que existen entre los datos, para que el conocimiento sea cada vez mayor y de mejor calidad.

Adaptar: En esta etapa los sistemas resuelven problemas de forma heurística mediante un procedimiento de ensayo y error, que incorpora datos relevantes basados en información previa y busca adaptar el conocimiento. En el caso de esta simulación podemos pensar en el empleo, por ejemplo, la teoría de juegos o la teoría de algoritmos.

“Muchos especialistas en el campo de la IA creen que una técnica llamada aprendizaje por refuerzo (una forma para que las máquinas aprendan a realizar tareas específicas mediante ensayo y error) podría ser un elemento básico en el avance hacia la inteligencia artificial. Los investigadores determinan una recompensa especial que la máquina debe esforzarse en obtener y, conforme evalúa una tarea al azar, la máquina recuerda cuáles son los pasos que la llevaron a obtener la recompensa y cuáles no.”⁵⁸

Aplicar: para aplicar se tiene tener presente que “el diseño de un agente debe basarse en especificar qué tipo de acción deberá emprender como respuesta a una determinada secuencia de percepciones. Si las acciones que lleva a cabo el agente se basan exclusivamente en un conocimiento interno y hace caso omiso de sus percepciones, el agente no dispone de autonomía.”⁵⁹

Es así como podemos evidenciar esta conducta de los agentes basado en IA que tienen soporte físico, como son los robots y los vehículos autónomos, que cuentan con la información suficiente y oportuna para que se puedan desplazar asertivamente de manera autónoma. Pero también encontramos un gran segmento de aplicaciones de los agentes que están diseñados para realizar predicción, automatización, asistencia, detección, clasificación, elaboración de *rankings* / *scorings*, hasta para la generación de perfiles digitales.

⁵⁸ METZ, Cade. The New York Times. *Inteligencia artificial, aprendiendo de los errores*. [en línea]. [Fecha publicación: 18/08/2017]. [Fecha de consulta: 12/05/2021]. [\[https://www.nytimes.com/es/2017/08/18/espanol/inteligencia-artificial-seguridad-errores.html\]](https://www.nytimes.com/es/2017/08/18/espanol/inteligencia-artificial-seguridad-errores.html)

⁵⁹ CORCHADO, Juan M. *Agencia: Una puerta hacia la convergencia de la Inteligencia Artificial*. [en línea]. [Fecha de consulta: 12/05/2021]. Pág. 6.

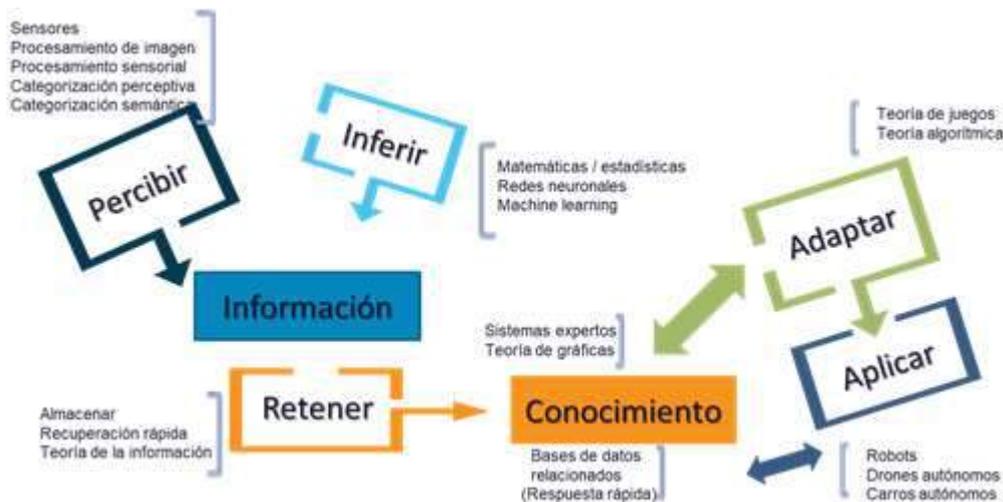


Ilustración 8: Simulación de las capacidades cognitivas con Hardware y Software. Construcción propia

Como se puede observar con este sencillo gráfico de la simulación de las capacidades cognitivas, el referirse a IA, no se puede llegar a reducir a hablar de un solo sistema, debido a que la IA se agrega a algún producto ya existente, sea hardware o software. Estos sistemas basados en IA es difícil que actúen como una aplicación *Standalone*⁶⁰; debido a que se integran a una gran variedad de tecnologías y múltiples sistemas que pueden ser desarrollados por diferentes programadores y fabricantes, los cuales se interrelacionan para crear una única solución o agente de IA. Todo lo anterior, debe ser el desencadenante para entender que en primera instancia se debe comprender como se diseña, se desarrolla, se programa y se implementa un sistema basado en IA para poder llegar a buscar mecanismos asertivos de seguimiento y auditoria frente a las decisiones que toma el sistema.

Para lograr la simulación de las capacidades cognitivas con datos, hardware y software, se requiere de un sin número de tecnologías interrelacionadas que entran a jugar papeles fundamentales en la generación de una solución de IA, lo que no hace que esta tarea sea sencilla de comprender. Por este motivo, es importante que los juristas tengan presente que “cuando veamos cómo funcionan y los podamos auditar, entonces podremos empezar a hablar de ética en la inteligencia artificial.”⁶¹

⁶⁰ **STANDALONE:** Dispositivo o sistema que funciona de forma aislada o que no depende de otros para su funcionamiento. *Glosario Terminología Informática*. [en línea]. [Fecha de consulta: 14/04/2021]. [<http://www.tugurium.com/gti/termino.php?Tr=standalone>]

⁶¹ MUÑOZ VITA, Ana. Presidenta y cofundadora del Observatorio del Impacto Ético y Social de la Inteligencia Artificial (OdiseIA). Entrevista a la experta Idoia Salazar: *La opacidad es el principal desafío ético de la inteligencia artificial*. [en línea]. [Fecha publicación: 18/09/2019]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/09/17/fortunas/1568743441_198395.html]

1.4.2 Componentes de un sistema de información

Para comprender los sistemas basados en IA se debe dejar de pensar como una caja negra, al cual se le ingresan datos y da como resultado otra serie de datos.

Debemos de partir del concepto básico de que todo sistema computacional se encuentra integrado por 3 componentes muy importantes que son los que permiten que pueda funcionar:



Almacenamiento: Un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, un disco duro), puede considerarse como un dispositivo combinado de entrada y de salida, porque la computadora envía información al dispositivo de almacenamiento (salida) y más tarde recupera esa información de allí (entrada).⁶²

Comunicación: “El software de comunicación se preocupa de los detalles de la comunicación entre las máquinas: detalles como los protocolos que determinan cómo se enviarán y recibirán las señales.”⁶³ Permite transmitir información por medio de datos binarios desde una fuente a un destino.

Procesamiento: “Un programa típico está compuesto de millones de instrucciones, y la CPU puede procesar millones de instrucciones por segundo. La CPU típica está dividida en varias unidades funcionales: control, cálculo o aritmética, decodificación, bus y prebúsqueda. Estas unidades funcionan juntas como operarios en una línea de ensamblaje para completar la ejecución de las instrucciones del programa.”⁶⁴

1.4.3 Auditorías de software

Al enfocarse sólo en el componente del procesamiento únicamente se piensa en el software, como una especie de caja negra que recibe unos datos y que no se sabe que realiza, pero arroja unos resultados. Y es ahí donde cobra gran importancia las auditorías

⁶² BEEKMAN, George. Introducción a la informática (6a. ed.). Madrid, México: Pearson Educación. 2005. [Fecha de consulta: 12/05/2021]. Pág. 64. [<https://elibro-net.unileon.idm.oclc.org/es/ereader/unileon?page=64>]

⁶³ Ibid. Pág. 308.

⁶⁴ Ibid. Pág. 74.

al software de los sistemas basados en IA, con el objetivo de comprender su funcionamiento y determinar cómo se realiza la toma de decisiones.

Al analizar la opción de la auditoría del software, se debe comprender que un algoritmo es “un conjunto de instrucciones paso a paso que, una vez completadas, resuelven el problema original. Los programadores suelen escribir algoritmos en un formato llamado pseudocódigo, un cruce entre lenguaje informático y lenguaje real. Cuando todos los detalles del algoritmo están en su sitio, el programador puede traducir todas las pseudoinstrucciones en un lenguaje informático.”⁶⁵ Se trata de conjuntos ordenados y finitos de pasos, que permiten resolver un problema o tomar una decisión.

De igual forma, se debe tener presente que para desarrollar un software se integran en ocasiones una gran serie de *framework*⁶⁶ o librerías⁶⁷, con el objetivo de hacer mucho más ágil el proceso de desarrollo, lo que los desarrolladores llamamos: “para qué inventar la rueda.” Esta inclusión del software de un tercero, dificulta enormemente el proceso de auditoría del software, porque se integra programación que no ha sido desarrollada por el programador del sistema de IA.

La AEPD advierte sobre posibles vulneraciones en el empleo de librerías dentro del desarrollo de modelos ML, debido a la inclusión de troyanos y puertas traseras durante el proceso de desarrollo de la IA, bien en el propio código o en las herramientas de desarrollo.⁶⁸

Algunas veces para realizar un desarrollo de una aplicación se parte, tanto para desarrollar como para ejecutar, de software *open source*⁶⁹, este software se desarrolla de manera

⁶⁵ Ibid. Pág. 550.

⁶⁶ **Framework:** es un conjunto de archivos y pautas que definen la estructura y metodología, sobre cómo hacer el desarrollo de un proyecto software. Se podría decir que es una guía o esquema que ayuda a programar de forma sencilla y rápida.” TITHINK. *Framework o librerías: ventajas y desventajas*. [en línea]. [Fecha de consulta: 15/05/2021]. [<https://www.tithink.com/es/2018/08/29/framework-o-librerias-ventajas-y-desventajas>]

⁶⁷ **Librería:** es uno o varios archivos escritos en un lenguaje de programación determinado, que proporcionan diversas funcionalidades. A diferencia de un framework, una librería no aporta la estructura sobre cómo realizar el desarrollo, sino que proporciona funcionalidades comunes, que ya han sido resueltas previamente por otros programadores y evitan la duplicidad de código. Además reducen el tiempo de desarrollo y aumentan la calidad del mismo. Ibid.

⁶⁸ AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Adecuación al RGPD de tratamientos que incorporan inteligencia artificial*. [en línea]. [Fecha de publicación: Febrero de 2020]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://www.aepd.es/sites/default/files/2020-02/adecuacion-rgpd-ia.pdf>] Pág 42.

⁶⁹ **OPEN SOURCE:** El software open source es un código diseñado de manera que sea accesible al público: todos pueden ver, modificar y distribuir el código de la forma que consideren conveniente. Red Hat. *¿Qué*

descentralizada y colaborativa, lo que nos lleva a entender que muchas personas de todo el mundo pueden llegar a modificar el código fuente y no se cuenta con certeza sobre los cambios realizados. Uno pensaría en hacer una auditoría al software, pero ahí se debe tener presente que un sistema cuenta con millones y millones de líneas de código y el entender la lógica como programó el desarrollador se convierte en un impedimento mayor. También debemos tener presente que en ocasiones no se usa herramientas *open source*, sino herramientas licenciadas, estas herramientas no se pueden auditar directamente, debido a que las empresas desarrolladoras no permiten que se pueda acceder al código fuente, pues es su *know how*.

Si se limita el alcance de la auditoría de desarrollo del software, específicamente sólo al modelo de aprendizaje de la IA, debemos tener presente varias cosas: primero, quedaría un vacío frente a las librerías que se incluyen y que no se auditan, porque estas pueden tener errores que pueden afectar el resto del sistema; segundo, se debe saber que un software cuenta con muchísimas líneas de código que no son desarrolladas por una sola persona, entonces cada persona le inserta su propio estilo de programación de acuerdo a como conciba la etapa del proceso que le ha sido asignado, y, en tercer lugar, se debe tener presente que para el desarrollo de un proyecto de este nivel, se cuenta con un gran equipo humano que hacen posible que se lleve a cabo un proyecto de esta envergadura, lo que aumenta la complejidad del mismo y por lo tanto, errores más difíciles de detectar.

También cabe la posibilidad de que algunos empresarios tengan una idea innovadora que emplee sistemas basados en IA, por lo que contratan a terceras partes para su desarrollo. Dichos terceros tendrán la responsabilidad de llevar a cabo el desarrollo bajo las instrucciones específicas del contratista. Y ¿si no lo hacen así? ¿si realizan manipulaciones intencionadas en el desarrollo del software? Entonces, ¿deberíamos analizar específicamente modelos de corresponsabilidad?

Para mitigar este tipo de interrogantes que se presentan permanentemente, se debe tener claro que el desarrollo de un sistema con funciones de IA no difiere al desarrollo de un sistema informático general. De ahí que se puede pensar que la responsabilidad jurídica sobre los daños que esté pueda generar, recaerá sobre la organización que lleve el ciclo de vida del desarrollo del software.

es el open source? [en línea]. [Fecha de consulta: 15/04/2021]. [<https://www.redhat.com/es/topics/open-source/what-is-open-source>]

1.5 Roles que participan en el proceso de desarrollo de sistemas basados en Inteligencia Artificial

Como se ha venido estudiando, durante el proceso de elaboración de los sistemas informáticos en el ciclo de vida del desarrollo del software, se cuenta con una gran cantidad de perfiles y roles que hacen posible que un proyecto de este nivel se llegue a implementar. A continuación, vamos a ver algunos de los roles que participan en el proceso de creación de un proyecto de *Machine Learning*, para así generar inquietudes frente a su posible impacto, en caso de que esos roles fallen en la ejecución de sus tareas.

1.5.1 Cliente comprometido

Se parte del cliente, porque es de donde surge la idea o necesidad del desarrollo del sistema y se entiende como aquella persona responsable del cumplimiento de los requisitos del sistema, por parte de la empresa que contrata el desarrollo.⁷⁰ En la actualidad se impone en las empresas los sistemas de trabajo Agile⁷¹, que contribuyen a organizar y repartir el trabajo de una manera rápida y flexible entre diferentes equipos multidisciplinarios y a la vez, descentralizan el proceso de desarrollo de programas informáticos, donde se involucra de manera activa al cliente. De esta forma, el cliente no tiene que esperar hasta el final para recibir una versión terminada del software, sino que va participando durante el proceso y así podrá supervisar los avances y realizar sus observaciones, permitiendo realizar las correcciones de manera oportuna, evitando reprocesos y sobrecostos.

1.5.2 Gerente de proyecto

“Es la persona que administra y controla los recursos asignados a un proyecto, con el propósito de que se cumplan correctamente los planes definidos. Los recursos asignados pueden ser recursos humanos, económicos, tecnológicos, espacio físico, etc. En un proyecto, siempre debe existir un administrador. No obstante, un administrador puede

⁷⁰ FULLER PADILLA, David. Apuntes de Taller de Ingeniería de Software. Capítulo 4: Roles en el desarrollo de software. Vol. 1.3, 2003. Pág. 50.

⁷¹ **AGILE:** “Son principios y valores que brindan la capacidad de adaptarse continuamente, la capacidad de mejorar constantemente la forma de trabajar. Por lo cual Agile no especifica métodos. Agile no es una metodología. No es una forma específica de desarrollar software” SHEAD, Mark. ¿Qué es la metodología Agile?. [en línea]. [Fecha publicación: 24/08/2018]. [Fecha de consulta: 22/04/2021]. [<https://blogs.harvard.edu/markshead/what-is-agile-methodology>]

dirigir más de un proyecto.”⁷² Este líder es el que diseña el *business case* partiendo de las potencialidades que brinda la IA, pero también debe ser quien tenga presente los requisitos iniciales del sistema, seguimiento a la ingeniería de datos, el modelado, la implementación del sistema, la infraestructura de la IA y el análisis empresarial frente a los riesgos en la implementación. Este rol estratégico tiene una gran responsabilidad, porque es el encargado de supervisar, de manera permanente, que no se presenten sesgos algorítmicos, realizar auditorías aleatorias al ciclo de vida del desarrollo del sistema, para detectar a tiempo posibles errores de diseño y programación. Adicionalmente, debe tener presente los riesgos cibernéticos a los que todo sistema conectado a internet se encuentra expuestos, entre otros.

Al diseñar la estrategia procedimental de los modelos algorítmicos de donde se tomarán decisiones, este rol deberá tener siempre presente que se debe contar con un punto de equilibrio entre innovación, desarrollo, IA y derechos humanos. También deberá observar las recomendaciones brindadas entre otras, por la Red Iberoamericana de Protección de Datos, donde sugieren que para que el sistema no sea objetado o cuestionado jurídicamente, se defina “...una estrategia inteligente para, entre otros: 1- Mitigar los riesgos; 2- Ganar y mantener la confianza de los usuarios de la tecnología de IA; 3- No afectar la buena reputación de su organización; 4- Evitar eventuales investigaciones de las autoridades de protección de datos o de otras entidades.”⁷³

De igual forma, no deberá perder de vista el cumplimiento de lo establecido por el legislador europeo en el artículo 22.1 en el RGPD, pues se establecen algunas restricciones para la toma de decisiones automatizadas, sin ninguna intervención humana, en cuanto a la elaboración de perfiles, que produzca efectos jurídicos o que afecte a los ciudadanos significativamente. Y durante el proceso de gestión del agente de IA, deberá tener presente el respectivo tratamiento de los datos de carácter personal, para evitar a toda costa que evalúe aspectos relacionados con el rendimiento en el trabajo, la situación económica, la salud, las preferencias o intereses personales, la fiabilidad o el comportamiento, la situación o los movimientos del interesado.⁷⁴

⁷² FULLER PADILLA, David. Apuntes de Taller de Ingeniería de Software. Capítulo 4: Roles en el desarrollo de software. Vol. 1.3, 2003. Pág. 3.

⁷³ RED IBEROAMERICANA DE PROTECCIÓN DE DATOS (RIPD). *Recomendaciones generales para el tratamiento de datos en la inteligencia artificial*. [en línea]. [Fecha de publicación:21/06/2019]. [Fecha de consulta: 19/04/2021]. [<https://www.redipd.org/sites/default/files/2020-02/guia-recomendaciones-generales-tratamiento-datos-ia.pdf>]. Pág. 15.

⁷⁴ **RGPD Considerando 71:** "El interesado debe tener derecho a no ser objeto de una decisión, que puede incluir una medida, que evalúe aspectos personales relativos a él, y que se base únicamente en el

1.5.3 Científico de datos

Ese rol desarrolla las etapas de ingeniería de datos, modelado y análisis de negocio. Tienen grandes conocimientos matemáticos y estadísticos y deben contar con conocimientos en programación y bases de datos para poder proponer el modelamiento que se realizará a los datos.

Dentro de sus funciones se encuentran: definir los requisitos de datos, recopilar, etiquetar, inspeccionar, limpiar los datos, el procesamiento de los datos utilizando métodos estadísticos y rediseñar los datos en caso de ser necesario.⁷⁵

Este perfil se convierte en un rol primordial, debido a que si realiza una mala elección de los datos que se recolectan o un inadecuado tratamiento de datos personales se puede llegar vulnerar derechos como el de la intimidad o el derecho al honor, a la intimidad personal y familiar y a la propia imagen (artículo 18.1 de la Constitución Española); también puede verse afectada la denominada libertad informática (artículo 18.4 de la Constitución Española).

Frente a esto, la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) ha sido muy enfática al establecer que: “El tratamiento masivo de datos mediante el uso de técnicas basadas en *Big Data*, Inteligencia Artificial o *Machine Learning* obliga a la implementación de garantías o mecanismos para preservar la privacidad y el derecho a la protección de datos personales, entre ellas las basadas en la anonimización.”⁷⁶

Otra de las advertencias que presenta la AEPD, se refiere específicamente a la posibilidad de implementación de técnicas de envenenamiento con patrones adversos, debido al nivel de acceso y participación de este perfil en el proyecto.

tratamiento automatizado y produzca efectos jurídicos en él o le afecte significativamente de modo similar, como la denegación automática de una solicitud de crédito en línea o los servicios de contratación en red en los que no medie intervención humana alguna. Este tipo de tratamiento incluye la elaboración de perfiles consistente en cualquier forma de tratamiento de los datos personales que evalúe aspectos personales relativos a una persona física, en particular para analizar o predecir aspectos relacionados con el rendimiento en el trabajo, la situación económica, la salud, las preferencias o intereses personales, la fiabilidad o el comportamiento, la situación o los movimientos del interesado, en la medida en que produzca efectos jurídicos en él o le afecte significativamente de modo similar.”

⁷⁵ KATANFOROOSH, Kian. Workera.ai. *Data Scientist*. [en línea]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [\[https://workera.ai/resources/data-scientist/#\]](https://workera.ai/resources/data-scientist/#)

⁷⁶ AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *La K-ANONIMIDAD como medida de la privacidad*. [en línea]. [Fecha de publicación:14/06/2019]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [\[https://www.aepd.es/es/documento/nota-tecnica-kanonimidad_0.pdf\]](https://www.aepd.es/es/documento/nota-tecnica-kanonimidad_0.pdf) Pág. 1.

1.5.4 Ingeniero de aprendizaje automático

Dentro de sus funciones esta la creación de los modelos de aprendizaje automático, definición de métricas de evaluación y definición de los parámetros⁷⁷, los cuales no se obtienen mediante los datos disponibles, sino mediante intuición o incluso, en ocasiones, por prueba y error. Este es uno de los roles que se encuentra siempre en el ojo del huracán, debido a que son las personas que se encargan de definir cómo será el modelo de aprendizaje, los cuales pueden implementar en sus algoritmos tendencia a aprender repetidamente lo incorrecto, generando posibles sesgos haciendo perder el objetivo real de la *Machine Learning*.

1.5.5 Investigador de Machine Learning

Es el encargado de entrenar el modelo de aprendizaje automático y define métricas de evaluación. Este rol es de gran impacto, pues es el que define la metodología para que el modelo pueda desarrollar su capacidad de aprender automáticamente y es ahí donde pueden surgir dos tipos de errores:⁷⁸

- **Sobre-ajuste (*Overfitting*):** A la hora de entrenar un algoritmo de aprendizaje se debe revisar muy bien los datos de entrada, debido a que cuanto más se entrene con datos de similares características, el algoritmo sólo terminará reconociendo esos patrones.
- **Infra-ajuste (*Underfitting*):** Se refiere a la falta de datos de entrada a la hora de entrenar el algoritmo de aprendizaje, lo que podría generar predicciones muy pobres en las que no se puede confiar.

1.5.6 Analista de datos

Son los encargados de “la creación de visualizaciones de datos, cuadros de mando para inteligencia empresarial, presentación de trabajos técnicos a clientes o colegas, traducción de estadísticas en información empresarial procesable, ejecución de pruebas A / B y análisis de conjuntos de datos.”⁷⁹

⁷⁷ KATANFOROOSH, Kian. Workera.ai. *Machine Learning Engineer*. [en línea]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://workera.ai/resources/machine-learning-engineer>]

⁷⁸ AL-MASRI, Anas. *What Are Overfitting and Underfitting in Machine Learning?*. [en línea]. [Fecha publicación: 21/06/2019]. [Fecha de consulta: 22/04/2021]. [<https://towardsdatascience.com/what-are-overfitting-and-underfitting-in-machine-learning-a96b30864690>]

⁷⁹ KATANFOROOSH, Kian. Workera.ai. *Data Analyst*. [en línea]. [fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://workera.ai/resources/data-analyst>]

La responsabilidad de la presentación de los hallazgos o revelaciones encontradas, como resultado de los datos arrojados por el sistema, recae en este perfil. Motivo por el cual, existe el riesgo de que de los resultados hallados sean manipulados de manera consciente, como lo denomina la AEPD, que sea información deliberadamente errónea.⁸⁰

1.5.7 Ingeniero de software Machine Learning

Es el que logra convertir el prototipo en código de producción, configura el entorno en la nube para implementar el modelo o para mejorar los tiempos de respuesta y ahorrar ancho de banda.⁸¹ La información viaja dentro del sistema por canales de comunicación que cuentan con un determinado ancho de banda pero también viaja en compañía de cierto ruido que puede afectar a la información transmitida; por lo que la responsabilidad de este rol es muy importante debido a que debe mantener la infraestructura estable garantizando que soportarán este avance tecnológico. Esto se puede comprender con mayor facilidad si pensamos en los vehículos autónomos, quienes requieren que las respuestas a las consultas que se le hacen sean atendidas con la mayor rapidez posible, porque de esta información depende que el sistema autónomo tome decisiones acertadas en tiempo real; imaginemos una consulta al sistema como si se debe detener o si debe continuar la marcha frente a un obstáculo que encuentra en su camino.

1.5.8 Delegado de protección de datos (DPD)

Es la persona con conocimientos técnico-jurídico que busca garantizar los derechos y libertades de los interesados, adoptando medidas técnicas y organizativas para la gestión del riesgo y de responsabilidad proactiva.⁸²

“En el caso de que en la organización del responsable del tratamiento esté nombrado un Delegado de Protección de Datos o DPD, este tendría que estar a disposición del equipo de modo que pueda aclarar cualquier cuestión relativa a la finalidad, naturaleza, alcance

⁸⁰ AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Adecuación al RGPD de tratamientos que incorporan inteligencia artificial*. [en línea]. [Fecha de publicación: Febrero de 2020]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://www.aepd.es/sites/default/files/2020-02/adecuacion-rgpd-ia.pdf>]. Pág. 44.

⁸¹ KATANFOROOSH, Kian. *Workera.ai. Machine Learning Engineer*. [en línea]. [Fecha de consulta: 22/04/2021]. [<https://workera.ai/resources/machine-learning-engineer>]

⁸² AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Guía de Privacidad desde el Diseño*. [en línea]. [Fecha de publicación: Octubre de 2019]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-11/guia-privacidad-desde-diseno.pdf>]. Pág. 6.

y contexto del tratamiento que condicione el comportamiento del componente IA utilizado.”⁸³

El Reglamento 2016/679, Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), en el artículo 25, bajo el epígrafe ‘Protección de datos desde el diseño y por defecto’, ha incorporado a la normativa la práctica de considerar los requisitos de privacidad desde las primeras etapas de ideación de los productos y/o servicio; lo que supone un reto clave para diseñar y desarrollar sistemas confiables desde un punto de vista de protección de datos.⁸⁴ Por ejemplo, una empresa que emplee algoritmos que usen grandes volúmenes de datos de carácter personal para entrenar a su agente de IA, puede con facilidad llegar a incumplir normativas de protección de datos.

Es claro que, dada la escasa legislación que existe en la actualidad sobre la implantación de la IA, el uso de esta tecnología puede generar situaciones de incumplimiento normativo. Por ello, resulta fundamental contar con un profesional de cumplimiento desde el inicio del proyecto, que identifique y evalúe los riesgos legales de las regulaciones nacionales e internacionales inherentes a la Inteligencia Artificial.

1.5.9 Programadores

“Deben convertir la especificación del sistema en código fuente ejecutable utilizando uno o más lenguajes de programación, así como herramientas de software de apoyo a la programación. El éxito del desarrollo de software depende en gran medida de conocimiento.”⁸⁵ Es claro que cabe la posibilidad que por hechos malintencionados donde voluntariamente un desarrollador modifique la lógica de las líneas del código fuente; esto lleve a que el sistema tenga unos resultados diferentes a lo plasmado en el *business case* y la matriz de trazabilidad de los requerimientos establecidos por el contratista del desarrollo.

⁸³ AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Requisitos para Auditorías de Tratamientos que incluyan IA*. [en línea]. [Fecha de publicación: Octubre de 2021]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://www.aepd.es/es/prensa-y-comunicacion/notas-de-prensa/aepd-publica-guia-requisitos-auditorias-tratamiento-ia>]. Pág. 13.

⁸⁴ AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Guía de Privacidad desde el Diseño*. [en línea]. [Fecha de publicación: Octubre de 2019]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://www.aepd.es/sites/default/files/2019-11/guia-privacidad-desde-diseno.pdf>]. Pág. 5.

⁸⁵ FULLER PADILLA, David. Apuntes de Taller de Ingeniería de Software. Capítulo 4: Roles en el desarrollo de software. Vol. 1.3, 2003. Pág. 18.

Es claro que la IA plantea grandes desafíos jurídicos si partimos del sistema de responsabilidad civil que se encuentra vigente, específicamente porque existe una gran incertidumbre frente a la característica particular de esta clase de sistemas que es la opacidad o caja negra como se le conoce comúnmente, debido a que en esa caja negra existen gran cantidad de recursos intervinientes como son: la conectividad, los datos de entrada, el diseño del modelo de aprendizaje, las diferentes oportunidades para modificar la capacidad de aprendizaje incluso, posibles vulnerabilidades de ciberseguridad.

Frente a esta perspectiva en cuanto a la responsabilidad civil, se hace necesario revisar la definición que ofrece el artículo 3 de la Directiva 85/374/CEE⁸⁶ sobre el concepto de productor, debido a que se hace muy complejo determinar el nivel de responsabilidad cuando existen tantos intervinientes durante todo el proceso de desarrollo e implementación de un sistema basado en IA. Adicionalmente, se encuentra establecido que responden los productores solidariamente por los productos que salieron defectuosos por su producción y la carga probatoria ante una demanda de responsabilidad civil, la tiene el demandante pues es quien debe probar el defecto, el daño y el nexo, algo que se vuelve exageradamente complejo para la víctima, pues no cuenta con acceso al software ni al modelo de toma de decisiones de la IA para utilizar como medio de prueba, porque podría estar vulnerando derechos de autor, resultaría, además, una obligación ardua y seguramente muy costosa. Y por parte del demandado, deberá probar la causa de exoneración sin romper su secreto empresarial.

Es claro que con este nivel de exigencias que se le impone al consumidor se disminuye la confianza en los avances tecnológicos y para el productor, inmediatamente desincentiva la inversión en la innovación.

1.6 Auditoría a los componentes basados en Inteligencia Artificial

Respecto a la metodología de la auditoría, es importante resaltar que “con independencia del campo doctrinal en el que se aplique, la metodología hace referencia al conjunto de procedimientos racionales, métodos y técnicas que se aplican de manera sistemática durante un estudio o proceso de investigación para alcanzar un determinado objetivo.

⁸⁶ **Artículo 3:** Se entiende por «productor» la persona que fabrica un producto acabado, que produce una materia prima o que fabrica una parte integrante, y toda aquella persona que se presente como productor poniendo su nombre, marca o cualquier otro signo distintivo en el producto.

En el caso concreto de la auditoría, el objetivo perseguido es determinar el grado de cumplimiento del tratamiento auditado con respecto a los requisitos o criterios de auditoría exigidos, los cuales pueden emanar de las exigencias normativas, las políticas y normas internas del responsable, otros planes definidos en el seno de la organización (plan de calidad, plan de responsabilidad social, ...) u otros requisitos especificados por las partes interesadas.”⁸⁷

Existe un gran abanico de las auditorías de calidad que se pueden llevar a cabo, tanto auditorías de proceso como de producto; este proceso cobra gran importancia debido a que permite garantizar el cumplimiento normativo por parte de los responsables y a la vez prevenir instancias de incumplimiento.

También se debe tener presente que el auditar y hacer un seguimiento exhaustivo a los sistemas basados en IA, se convierte en un proceso muy complejo, debido a que se debe definir el alcance de lo que se desea auditar: si solo se va a realizar una auditoría al software, toca definir qué parte exacta del software porque son millones de líneas de código, o definir si se va a auditar el hardware que envía los datos de entrada a la IA, por lo que se tendría que analizar cada uno de los fabricantes. Por ejemplo, los fabricantes de los sensores. De igual forma se puede definir el alcance de la auditoría realizando un seguimiento a los datos de entrada y de salida para comprobar su calidad.

“Como en todo proceso de auditoría, antes de llevarla a cabo es necesario determinar su alcance. Este alcance puede cubrir todos los aspectos del ciclo de vida del desarrollo del componente y del tratamiento en el que se va a emplear. En este caso, estaríamos ante un alcance total de la auditoría. También es posible limitar el alcance de la auditoría a etapas y aspectos concretos del componente de IA.”⁸⁸

Al definir el alcance de las auditorías de software, es importante tener presente que estos sistemas que se interrelacionan no se pueden estandarizar de manera individual, debido a que dependen del nivel de especialización que se requiere en el agente de IA que se desea desarrollar; es decir, para el vehículo autónomo es muy importante la especialización en cada uno de los componentes tecnológicos que lo integran, por ejemplo, si analizamos

⁸⁷ AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Requisitos para Auditorías de Tratamientos que incluyan IA*. [en línea]. [Fecha de publicación: Octubre de 2021]. [Fecha de consulta: 18/04/2021]. [<https://www.aepd.es/es/prensa-y-comunicacion/notas-de-prensa/aepd-publica-guia-requisitos-auditorias-tratamiento-ia>]. Pág. 37.

⁸⁸ Ibid. Pág. 12.

solo la parte de computación gráfica, se requiere diferente nivel de especificación y especialidad, de acuerdo al problema que se desee resolver o el ámbito en que lo requiera aplicar; verbigracia, si es para un vehículo autónomo no se requiere un nivel de detalle muy alto para identificar específicamente los objetos, sólo debe ubicar el objeto, la distancia y calcular la posible densidad del elemento, sin llegar al detalle de definir de qué elemento se trata, en comparación con un sistema de ciberseguridad automatizado por medio de reconocimiento facial, en este caso si se requiere un mayor nivel de detalle de cada individuo para poder individualizar su perfil y así prevenir amenazas.

Es importante resaltar que la AEPD ha desarrollado una excelente Guía de Requisitos para Auditorías de Tratamientos que incluyan IA, donde se plantean una serie de controles para los componentes basados en IA en materia de protección de datos personales.

2 Capítulo 2: Exigencias jurídicas que se le plantean a la Inteligencia Artificial

Al estudiar los aspectos regulatorios de la IA, es importante tener presente que gran parte del marco regulatorio de la Unión Europea se ha redactado antes de la aparición de esta explosión tecnología digital tales como: el internet de las cosas, la robótica o la IA.

Actualmente, se está retomando como materia prioritaria la regulación de estas tecnologías por la conciencia que se ha tomado frente al impacto que puede derivarse de su utilización indiscriminada y poco responsable.

En las próximas líneas se tratará de poner sobre la mesa diversas cuestiones jurídicas que se exigen de manera precisa a la IA en los distintos planos en que opera.

2.1 Protección al consumidor

Actualmente, se presenta un incipiente debate acerca de las medidas normativas que buscan la defensa de los consumidores ¿qué pasa si las decisiones adoptadas por una IA dañan un bien jurídico humano? Frente a esta responsabilidad civil, lo que principalmente se analiza es quién debe ser el encargado de responder por el costo económico de los daños causados por la IA. En la Unión Europea se cuenta con la Directiva 85/374/CEE del Consejo de las Comunidades Europeas, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros en materia de responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos. En España, frente a

las exigencias jurídicas que se plantean a los sistemas basados en IA, como la responsabilidad por productos defectuosos que puedan causar daños a terceros, se cuenta con el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias, junto con el soporte fundamental del código civil, en los artículos 1902 y ss. del capítulo II - De las obligaciones que nacen de culpa o negligencia y 1101.

Esta concepción de responsabilidad civil desempeña un importante papel en doble vía: “por una parte, garantiza que una persona que haya sufrido un daño o perjuicio tenga derecho a reclamar y recibir una indemnización a quien se haya demostrado que es responsable de dicho daño o perjuicio y, por otra parte, proporciona incentivos económicos para que las personas físicas o jurídicas eviten en primer lugar causar daños o perjuicios o consideren en su comportamiento el riesgo de tener que pagar una indemnización.”⁸⁹

Es así como se les impone a los fabricantes un gran desafío, quitando cualquier incentivo para ofrecer nuevos productos o servicios basados en IA debido al alto grado de responsabilidad que deben asumir; adicionalmente, se debe tener total claridad para definir el nivel de responsabilidad del fabricante cuando la causa de estos problemas se puede hallar en un defecto sea en la concepción del sistema, en el diseño, en el desarrollo o en la implementación de la IA. Por lo cual, una vez se encuentre establecido objetivamente en qué etapa del proceso se generó el defecto y se pueda imputar una responsabilidad objetiva al responsable, el fabricante podría repetir en sus colaboradores generadores del defecto en caso de hallarse responsables. Pero como ya hemos visto, es muy complejo poder llegar a determinar la responsabilidad del programador, pues son muchos los actores intervinientes en el desarrollo de un sistema basado en IA, en estos casos también toca tener un conocimiento técnico avanzado para poder llegar a identificar a nivel funcional la responsabilidad.

Y si pensamos más allá, ¿qué pasa cuando el defecto viene a causa de los datos de entrada que el modelo aprende en la etapa de posventa? O lo que podríamos asimilar a la culpa exclusiva de la víctima.

⁸⁹ PARLAMENTO EUROPEO. *Régimen de responsabilidad civil en materia de inteligencia artificial*. Considerando A. Resolución del Parlamento Europeo, de 20 de octubre de 2020, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre un régimen de responsabilidad civil en materia de inteligencia artificial (2020/2014(INL))

El no tener claro estas cuestiones técnico-jurídicas al momento de establecer la regulación de la IA puede dañar la confianza de los ciudadanos en la tecnología o puede llegar a desincentivar la innovación por parte de los fabricantes.

Por los motivos anteriormente expuestos, se debe tener presente “que los seres humanos son quienes desarrollan, despliegan y utilizan la inteligencia artificial, la robótica y las tecnologías conexas, y que sus elecciones determinan el potencial de dichas tecnologías para beneficiar a la sociedad.”⁹⁰

2.2 Protección de datos personales

Como bien señala la Agencia de Protección de Datos Personales de Noruega, para poder entrenar un modelo de aprendizaje en los sistemas basados en IA, se requieren grandes volúmenes de datos para aprender y tomar decisiones inteligentes⁹¹, por lo que los datos se convierten en la pieza esencial. Surge así, el gran desafío de la protección de datos de carácter personal, pues a partir de ellos se da el aprendizaje para alcanzar el máximo potencial del sistema, pero también se puede generar a partir de ellos sesgos, discriminación o errores al momento de realizar el tratamiento de los datos.

Para tutelar los datos en el tratamiento, en los casos de productos y servicios que incluyan componentes de IA, se debe analizar todo el ciclo de vida de las soluciones de IA, desde la etapa del diseño hasta la implementación de los tratamientos que incluyan IA. Los requisitos más importantes establecidos por la normativa en cada uno del tratamiento de las fases de desarrollo de los sistemas basado en IA que hemos estudiado son: la necesidad del tratamiento los datos, realizar el filtro de proporcionalidad de los datos empleados por la IA, contar con un interés legítimo y obtener el consentimiento previo, expreso e informado del interesado; adicionalmente, el tratamiento debe realizarse de forma transparente según elementos estandarizados de protección y permitir en todo momento el ejercicio de derechos y siempre buscar la minimización del impacto.⁹²

⁹⁰ PARLAMENTO EUROPEO. *Marco de los aspectos éticos de la inteligencia artificial, la robótica y las tecnologías conexas*. P9_TA(2020)0275. 2020. Pág. 3.

⁹¹ NORWEGIAN DATA PROTECTION AUTHORITY. *Artificial Intelligence and Privacy*. [en línea]. [Fecha publicación: January 2018]. [Fecha de consulta: 06/06/2021]. Pág. 4. [<https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/english/ai-and-privacy.pdf>]

⁹² REGLAMENTO (UE) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos)

Según la AEPD, una de las herramientas para “garantizar y poder demostrar”⁹³ el cumplimiento del RGPD es la realización de auditorías de los tratamientos a los datos de carácter personal, esta medida permitirá medir el impacto que podría tener en los derechos y libertades de los ciudadanos y evidenciar las medidas y controles necesarios para llevar a cabo una correcta gestión del riesgo y transparencia relativas a los sistemas basados en IA y a los tratamientos de los datos personales que utiliza.

2.3 Ética de la Inteligencia Artificial

Al analizar la ética en los sistemas basados en IA se puede dividir en 3 factores éticos fundamentales: la ética de los datos, la ética de los algoritmos y la ética de las prácticas.⁹⁴

- **Ética de los datos:** “la transparencia tiene como efecto la necesidad de brindar información sobre las fuentes de la información que se utilizan para el diseño de esta tecnología, sus características y los fines para los cuales serán utilizados, especialmente los datos personales. Esto tiene efectos en los datos utilizados para el entrenamiento e implementación de estos sistemas, dado que se debe ser transparente en su recolección, los criterios utilizados para su clasificación y procesamiento.”⁹⁵
- **Ética de los algoritmos:** “significa transparencia en el modelo detrás de los algoritmos, informando los criterios que llevan a estos sistemas a tener cierto tipo de insumos que se utilizan en el diseño de los sistemas y los resultados que puedan presentarse.”⁹⁶
- **Ética de las prácticas:** “consiste en brindar información completa sobre los equipos y personas involucradas en el diseño, desarrollo de estos sistemas, los objetivos que persiguen y los manuales de conducta que hayan generado para desarrollar su trabajo.”⁹⁷

⁹³ AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Requisitos para Auditorías de Tratamientos que incluyan IA*. [en línea]. [Fecha de publicación: Octubre de 2021]. [Fecha de consulta: 10/06/2021]. [<https://www.aepd.es/es/prensa-y-comunicacion/notas-de-prensa/aepd-publica-guia-requisitos-auditorias-tratamiento-ia>]. Pág. 3.

⁹⁴ CONSEJERÍA PRESIDENCIAL PARA ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL. *Marco ético para la inteligencia artificial en Colombia*. Agosto 2020. Pág.15. [<https://dapre.presidencia.gov.co/AtencionCiudadana/DocumentosConsulta/consulta-marco-etico-IA-Colombia-200813.pdf>]

⁹⁵ Ibid.

⁹⁶ Ibid.

⁹⁷ Ibid.

Al centrarse en el aspecto ético, la principal preocupación confluye en la **Opacidad algorítmica**, siendo esta la cuestión crucial de la denominada como “opacidad de la IA” o también la “caja negra”, que no “es más que la dificultad para trazar o transparentar los procesos de aprendizaje de las máquinas, es decir, la explicación acerca de por qué los sistemas de aprendizaje profundo llegan a unos determinados resultados y conclusiones en la medida en que el *Deep learning* consiste precisamente en el aprendizaje autónomo por las propias máquinas.”⁹⁸

Frente a esta situación, una de las preguntas fundamentales que debe realizar quien desarrolle o utilice un sistema basado en IA es ¿qué pasaría si en las decisiones que toma la IA, de manera automatizada, resulta discriminado un usuario o cierta tipología de usuario? Lo que nos lleva al terreno de los **sesgos algorítmicos**⁹⁹, porque si bien sabemos que los algoritmos son la ejecución secuencial de instrucciones de fórmulas matemáticas, que en un principio son neutrales y objetivas, lo cierto es que puede existir casos en que pueden repetir prejuicios humanos al ser alimentados con datos discriminatorios, lo que genera la tendencia del modelo a discriminar, por ejemplo, a partir del género o la raza.

Otro tema interesante para analizar jurídicamente es la posible manipulación de la voluntad de las personas a partir del **perfilamiento algorítmico**¹⁰⁰ y uno de los casos que se ha analizado a nivel jurisprudencial, es con base en el precepto de la Ley Orgánica 5/1985, del régimen electoral general¹⁰¹ donde se puede observar una incongruencia entre la búsqueda de la garantía de los derechos a la protección de datos personales frente a la garantía de los derechos digitales.

⁹⁸ SALA, Ruth. *Inteligencia Artificial: el reto de su regulación normativa*. [en línea]. [Fecha publicación: 16/06/2020]. [Fecha de consulta: 05/06/2021]. [<http://idpbarcelona.net/inteligencia-artificial-reto-regulacion-normativa>]

⁹⁹ **SESGO ALGORÍTMICO:** ocurre cuando un sistema informático refleja los valores de los humanos que estuvieron implicados en su codificación y en la recolección de los datos usados para entrenar al algoritmo. La IA es buena para establecer patrones, así como para agilizar procesos y operaciones con volúmenes masivos de información (Big Data). Sin embargo, el problema es que la IA al nutrirse de la información hecha o recopilada por seres humanos, puede que reflejen sus sesgos. Existen tres tipos de sesgos clásicos: el estadístico, el cultural y el cognitivo.

MORALES CÁCERES, Alejandro. *El impacto de la inteligencia artificial en la protección de datos personales*. [en línea]. [Fecha de consulta: 10/06/2021]. [<https://www.worldcomplianceassociation.com/2767/articulo-el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-proteccion-de-datos-personales.html>]

¹⁰⁰ **PERFILAMIENTO ALGORÍTMICO:** es una técnica riesgosa de procesamiento de datos con elevadísimo impacto en la privacidad, seguridad y protección de datos del titular. FALIERO, Johanna Caterina. *Seguridad y Protección de Datos en tiempos de COVID-19*. [en línea]. [Fecha de consulta: 10/06/2021]. [<https://www.palermo.edu/ingenieria/2020/mayo/seguridad-proteccion-datos-covid-19-analisis.html>]

¹⁰¹ Ley Orgánica 5/1985, de 19 de junio, del Régimen Electoral General.

En la sentencia 76/2019 del Tribunal Constitucional se aborda la cuestión de la difusión de propaganda electoral en redes sociales o por medios equivalentes que se basen en la elaboración sistemática y exhaustiva de perfiles electorales de personas físicas, debido a que se puede llegar a ver afectado el derecho a la participación política en los asuntos públicos que se garantiza en el art. 23 Constitución. En dicha sentencia se considera que esta libertad en la generación de perfiles, “difícilmente puede darse en un entorno tecnológico en el que las modernas técnicas de análisis de la conducta sobre la base del tratamiento masivo de datos y la inteligencia artificial permiten procedimientos complejos orientados a modificar, forzar o desviar la voluntad de los electores y sin que estos sean conscientes de ello.”¹⁰² Por lo cual se comprende que dicha difusión no se podrá realizar cuando se identifique un alto riesgo para los derechos y libertades de las personas y no se adopten las medidas necesarias para impedirlo, frente a esto se debe llevar a cabo una previa evaluación de impacto relativa a la protección de datos personales en los términos previstos en el artículo 35 del Reglamento (UE) 2016/79. Convirtiéndose esta evaluación de impacto en una medida de seguridad que puede ayudar a minimizar los riesgos de vulneración de derechos.

El pensar en estos aspectos éticos es fundamental, principalmente en dos vías que hacen que este planteamiento sea necesario y prioritario. En primer lugar, es sobre los posibles efectos que se pueden derivar de la implementación de la IA y las diferentes implicaciones éticas de la forma como se utiliza esta tecnología. Y en segundo lugar, la ética en la IA resulta ser esencial para la delimitación deseable a nivel social para el uso de esta tecnología.¹⁰³

¹⁰² TRIBUNAL CONSTITUCIONAL. *SENTENCIA 76/2019*. Sala Pleno. 22/05/2019. REC:1405/2019. ECLI:ES:TC:2019:76. Protección de datos personales, principio de seguridad jurídica, vertiente negativa de la libertad ideológica y derecho a la participación política: nulidad del precepto legal que posibilita la recopilación por los partidos políticos de datos personales relativos a las opiniones políticas de los ciudadanos.

¹⁰³ CONSEJERÍA PRESIDENCIAL PARA ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL. *Marco ético para la inteligencia artificial en Colombia*. Agosto 2020. Pág.7. [<https://dapre.presidencia.gov.co/AtencionCiudadana/DocumentosConsulta/consulta-marco-etico-IA-Colombia-200813.pdf>]

2.4 Ciberseguridad versus Cibercrimen

Los avances en cuanto a las aplicaciones basadas en IA son cada vez más frecuentes y revolucionarias, las vemos implementadas para la automatización de procesos, obras de arte, usos científicos, educativos, militares, etc.

La IA está cambiando la forma de protegernos en materia de ciberseguridad, debido a que permite realizar un análisis, partiendo de cantidades masivas de datos que se pueden derivar algunos riesgos o posibles vulnerabilidades, con el objetivo de identificar de manera anticipada las amenazas, acelerar los tiempos de respuesta y aumentar los niveles de operatividad de manera segura. Es así como “La inteligencia artificial recopila conocimientos y utiliza el razonamiento para identificar las relaciones entre amenazas, tales como archivos maliciosos, direcciones IP sospechosas o actores internos. Este análisis permite a los analistas de seguridad responder a las amenazas más rápido.”¹⁰⁴

Si pensamos un poco más allá de lo evidente, dado que la IA es utilizada para salvarnos y generarnos bienestar, también podemos llegar a intuir, que si la IA está contribuyendo en nuestra seguridad, no es absurdo pensar que también los ciberdelincuentes deben estar utilizándola, debido a que ellos evolucionan en sus estrategias y no descansan en su labor criminal.

Partiendo de la comunicación de la Comisión Europea sobre Inteligencia Artificial para Europa, donde se define que “El término «inteligencia artificial» (IA) se aplica a los sistemas que manifiestan un comportamiento inteligente, pues son capaces de analizar su entorno y pasar a la acción –con cierto grado de autonomía– con el fin de alcanzar objetivos específicos.”¹⁰⁵ Nos permite vislumbrar un uso inadecuado, donde se emplee en grandes amenazas según previsiones de Europol, como pueden ser para:¹⁰⁶

- *Deepfakes* donde se manipula contenido visual y/o audio para que parezcan auténticos.
- Adivinar contraseñas / Ataques de ingeniería social a escala.

¹⁰⁴ IBM. *Inteligencia artificial para una clase de ciberseguridad más inteligente*. [en línea]. [Fecha de consulta: 11/06/2021]. [<https://www.ibm.com/es-es/security/artificial-intelligence>]

¹⁰⁵ Comunidad de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. *Inteligencia artificial para Europa*. Bruselas. [COM(2018) 237 final]. Pág. 1.

¹⁰⁶ EUROPOL, Trend Micro Research, Instituto Interregional de Investigación sobre Crimen y Justicia de las Naciones Unidas (UNICRI). *Malicious Uses and Abuses of Artificial Intelligence*. [en línea]. [Fecha de consulta: 11/06/2021]. [https://documents.trendmicro.com/assets/white_papers/wp-malicious-uses-and-abuses-of-artificial-intelligence.pdf]

- *Bots* automatizados entrenados de forma maliciosa en redes sociales.
- Engañar sistemas de seguridad.
- Realización de ataques asistidos por IA.

Es por este motivo que la Comisión Europea advierte que “«los sistemas de IA deben integrar mecanismos de seguridad y de seguridad desde el diseño para garantizar que sean verificablemente seguros en cada fase, teniendo muy presente la seguridad física y psicológica de todos los afectados.»¹⁰⁷

Es importante conocer que “la normativa de la Unión en materia de seguridad de los productos no establece, por norma general, requisitos esenciales obligatorios específicos frente a las ciberamenazas que afecten a la seguridad de los usuarios. Sin embargo, existen disposiciones en materia de seguridad en el Reglamento sobre los productos sanitarios, la Directiva sobre instrumentos de medida, la Directiva sobre equipos radioeléctricos y la Directiva sobre homologación de tipo de los vehículos. El Reglamento sobre la ciberseguridad establece marcos voluntarios de certificación de la ciberseguridad para productos, servicios y procesos de tecnologías de la información y la comunicación, y la normativa pertinente de la Unión en materia de seguridad de los productos establece requisitos obligatorios.”¹⁰⁸

Es claro que la UE se encuentra en una posición preeminente, liderando este debate a escala mundial, pero debe buscar asegurar que la IA se logre desarrollar e implementar con base en un adecuado marco normativo, que respete los valores y los derechos fundamentales de las personas y que a la vez, promueva los principios éticos como el de la transparencia. Esto permitirá que se promueva la innovación y la confianza en los sistemas basados en IA porque se desarrollarán de manera segura y responsable. Así podremos llegar a disfrutar de todos los beneficios que nos brindarán estos avances y se incentivará de manera razonable la investigación científica y la inversión en esta área.

¹⁰⁷ COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO Y AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO. *Informe sobre las repercusiones en materia de seguridad y responsabilidad civil de la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la robótica*. Bruselas. 25 de abril de 2020. Pág. 4.

¹⁰⁸ *Ibid.* Pág. 7.

3 Capítulo 3: Cadena de responsabilidades

Si se analiza a quien se debe imputar responsabilidad por el daño causado al haber varios intervinientes entre el diseño del sistema y las personas que finalmente emplean la aplicación, no sería justo culpar como único responsable al productor, se debería pensar más bien de una posible responsabilidad solidaria o cadena de responsabilidades.

En cuanto a los riesgos para la seguridad y el funcionamiento del régimen de responsabilidad civil, nos debemos centrar en los siguientes aspectos:

- Defectos de diseño del sistema basado en IA.
- Problemas en la recolección, clasificación, limpieza y calidad de los datos.
- Problemas que se pueden derivar a partir del modelo de aprendizaje.
- Delimitación de los riesgos materiales frente a la lesión, muerte o daño causados por el producto defectuoso y la inclusión de los daños inmateriales.
- En la determinación si se debe considerar el concepto sobre compensación o si es mejor hablar sobre indemnización a las víctimas por parte del agente causante del daño.
- Desde un aspecto técnico-jurídico se debe analizar los posibles vacíos y contradicciones de la regulación vigente.

3.1 ¿A quién responsabilizamos?

En la actualidad, una de las mayores preocupaciones de los legisladores se ha centrado en el diseño de una normativa jurídica que regule la responsabilidad civil por los daños ocasionados por los agentes basados en IA, debido a la gran proliferación de esta tecnología que interactúa cada vez más con los humanos aumentando exponencialmente la posibilidad de ocurrencia de daños.

Al hablar de responsabilidad solidaria se incluyen las personas que participan tanto en el diseño del proyecto, como el desarrollo, implementación, fabricación, ensamble, producción, actualizaciones, entre otros intervinientes y en este caso en particular, no se puede dejar de lado al consumidor o quienes participen en las etapas posteriores a la venta del sistema pues también cuentan con una responsabilidad en el uso, guarda y control del sistema. Si no se analizan bien todos estos matices, podría terminar respondiendo un interviniente por un hecho que no le debería ser imputado.

Es por esto, que la tendencia a plantear la responsabilidad por el daño causado al desarrollador del software, por ser el responsable de la programación de la autonomía decisoria, sería algo injustificado y se podría ver vulnerado el derecho de defensa porque se le imputarían cargos sin garantías de igualdad ni de independencia.

En el libro blanco sobre la IA se establece que “las tecnologías de IA pueden presentar nuevos riesgos de seguridad para los usuarios cuando estén integradas en productos y servicios. Por ejemplo, como resultado de un defecto en la tecnología de reconocimiento de objetos, un vehículo autónomo puede detectar erróneamente un objeto en la carretera y causar un accidente que provoque heridos y daños materiales. Como sucede con los riesgos para los derechos fundamentales, estos riesgos pueden proceder de defectos en el diseño de la tecnología de IA, estar relacionados con problemas de disponibilidad o calidad de los datos, u otros derivados del aprendizaje de las máquinas. Aunque algunos de estos riesgos no se limitan a los productos o servicios que dependen de la IA, el uso de esta última puede aumentar o agravar los riesgos.”¹⁰⁹

Pero en realidad si partimos de la hipótesis de que las máquinas no son inteligentes, sino que simplemente ejecutan una serie de instrucciones para las que han sido programadas o entrenadas y las decisiones que toma, son con desconocimiento de si lo que ha decidido es correcto, incorrecto o proporcional a la situación. Entonces el objetivo en el que nos debemos centrar para adjudicar responsabilidades debe partir de la limpieza y clasificación de los datos de entrada, de la forma de diseño y desarrollo del modelo de aprendizaje y toma de decisiones del sistema basado en IA, y por último, de los datos de salida y el objetivo que proporcionan, cómo se le saca partido a esta información que proporciona.

Después de haber analizado la gran cantidad de perfiles y roles que pueden intervenir en el diseño, desarrollo, implementación, entrenamiento y en la toma de decisiones de los proyectos que se basan en IA, ¿será que debemos seguir pensando en la generación de regulación donde se juzgue y se tenga en la lupa permanentemente al fabricante? Considero que esa postura puede llegar a dar ciertas garantías en el respeto de los derechos del usuario, pero se puede llegar a correr un gran riesgo, pues se puede desincentivar a

¹⁰⁹ Comisión Europea, Dirección General de Redes de Comunicación, Contenido y Tecnologías. *LIBRO BLANCO. Sobre la inteligencia artificial - un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza*. 2020. Pág. 15. <https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/aace9398-594d-11ea-8b81-01aa75ed71a1>

los fabricantes, debido a que asumirían un alto riesgo al querer desarrollar estos sistemas, generando un gran freno a la innovación y a la investigación científica. Este es un cuestionamiento redundante de algunos estudiosos de la propuesta de reglamento de IA, al plantearse la inquietud “si ese liderazgo normativo y en el establecimiento de estándares internacionales no impedirá tampoco en esta ocasión que el liderazgo empresarial en el desarrollo y explotación de estas herramientas y en la prestación de los servicios relacionados se localice, por el contrario, en otras regiones del mundo.”¹¹⁰

Por lo que, considero conveniente sopesar, para cada caso, la regulación que puede llegar a ser innecesaria buscando ser muy garantistas y proteccionistas, por el principio de precaución, contra los beneficios que puede llegar a generar, el apoyo a la libertad al desarrollo de las empresas, los incentivos económicos, los avances investigativos, etc. Siempre será una especie de contrapeso: entre los riesgos y las ventajas que se derivan de la IA.

Creo que una de las disyuntivas fundamentales que se presentan y que se debe considerar frente a la regulación de la IA, es si para regular nos debemos basar únicamente en los resultados que emita la IA, buscando siempre garantizar su transparencia, o será mejor tener presente ¿cómo esos resultados arrojados por la IA son utilizados y cómo afectan estratégicamente a la gente?

3.2 Marco regulatorio basado en la valoración de riesgo

El pasado 21 de abril del 2021, la Comisión Europea presentó una propuesta de marco regulatorio para la inteligencia artificial, el cual fue oficializado como «el primer marco jurídico sobre la IA de la historia» y como una de las medidas «destinada a convertir a Europa en el centro mundial de una IA digna de confianza»¹¹¹; justamente orientado a

¹¹⁰ MIGUEL ASENSIO, Pedro Alberto. *Propuesta de Reglamento sobre inteligencia artificial*. La Ley Unión Europea Nº 92. [en línea]. [Fecha publicación: 26/04/2021]. [Fecha de consulta: 31/05/2021]. [<https://pedrodemiguelasensio.blogspot.com/2021/04/propuesta-de-reglamento-sobre.html>]

¹¹¹ COMISIÓN EUROPEA. *Una Europa Adaptada a la Era Digital: la Comisión propone nuevas normas y medidas para favorecer la excelencia y la confianza en la inteligencia artificial*. [en línea]. [Fecha Publicación: 21/04/2021]. Bruselas. [Fecha de consulta: 18/05/2021]. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_1682]

generar confianza en los desarrollos y potencialidades que brinda la IA y a la vez, seguir incentivando la innovación y la inversión en dicha tecnología.¹¹²

La Unión Europea siendo consciente de lo que implica y de los posibles impactos que se derivarán de esta tecnología, ha llegado a considerar que “la inteligencia artificial (IA), la robótica y las tecnologías relacionadas se están desarrollando con gran rapidez y pueden afectar directamente a todos los aspectos de nuestras sociedades, incluidos los valores y principios sociales y económicos fundamentales.” Pide que se imponga la obligación de transparencia y explicabilidad de las aplicaciones basadas en IA y “señala los evidentes riesgos que entrañan las decisiones adoptadas por seres humanos si están basadas únicamente en datos, perfiles y recomendaciones generados por máquinas; observa que el diseño general de los sistemas de IA debe incluir asimismo directrices respecto a la supervisión y vigilancia humanas.”¹¹³

“La Propuesta de Reglamento contempla el establecimiento de un marco regulatorio horizontal —no limitado a sectores concretos—, basado en dar una respuesta proporcional al riesgo generado por los sistemas de IA, de modo que se limita a regular aquellos que generan elevados riesgos, sin establecer normas vinculantes para el resto, respecto de los que trata de favorecer la adopción de códigos de conducta.”¹¹⁴

Esta iniciativa genera un ambiente de confianza para garantizar la seguridad y los derechos, tanto de las personas como de las empresas que invierten en estos avances.

La Comisión Europea clasifica estos sistemas en cuatro categorías: Riesgo inadmisibles, Alto Riesgo, Riesgo limitado y Riesgo mínimo, basado en un análisis previo de riesgos que se realice al sistema de IA; de esta manera se establecen reglas para armonizar los procesos de introducción en el mercado, la puesta en servicio y el uso de los sistemas basados en IA en todos los Estados miembros.

¹¹² MIGUEL ASENSIO, Pedro Alberto. Propuesta de Reglamento sobre inteligencia artificial. La Ley Unión Europea Nº 92. [en línea]. [Fecha publicación: 26/04/2021]. [Fecha de consulta: 31/05/2021]. [<https://pedrodemiguelasensio.blogspot.com/2021/04/propuesta-de-reglamento-sobre.html>]

¹¹³ RESOLUCIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO. *Inteligencia artificial: cuestiones de interpretación y de aplicación del Derecho internacional*. 20 de enero de 2021. cuestiones de interpretación y de aplicación del Derecho internacional en la medida en que la UE se ve afectada en los ámbitos de los usos civil y militar, así como de la autoridad del Estado fuera del ámbito de la justicia penal (2020/2013(INI)).

¹¹⁴ MIGUEL ASENSIO, Pedro Alberto. Propuesta de Reglamento sobre inteligencia artificial. La Ley Unión Europea Nº 92. [en línea]. [Fecha publicación: 26/04/2021]. [Fecha de consulta: 31/05/2021]. [<https://pedrodemiguelasensio.blogspot.com/2021/04/propuesta-de-reglamento-sobre.html>]

La Comisión Europea por medio de la nueva regulación brinda un enfoque de la IA fiable, basado en el riesgo que pueda representar; por lo que realiza la siguiente clasificación:¹¹⁵

1. **Riesgo inadmisibile:** (Líneas rojas)

Se prohíben los sistemas de IA que se consideren una amenaza para la seguridad, los medios de subsistencia y los derechos de las personas.

En esta categoría se encuentran incluidas las aplicaciones que realicen:

- Manipulación del comportamiento humano para eludir la voluntad de los usuarios. Por ejemplo, juguetes que utilizan asistencia de voz que fomenta el comportamiento peligroso de los menores.
- Sistemas que permitan la puntuación social por parte de los Gobiernos.
- Los sistemas de identificación biométrica remota: en espacios de acceso público con fines policiales, están prohibidos en principio.

2. **Alto riesgo:**

Estos sistemas de alto riesgo se encontrarán sometidos a estrictas obligaciones antes de que puedan comercializarse. Se clasifica como de alto riesgo la tecnología de IA que se utilizada en:

- Infraestructuras críticas: que podrían poner en riesgo la vida y la salud de los ciudadanos. Por ejemplo, el transporte.
- Formación educativa o vocacional: que puede determinar el acceso a la educación y el curso profesional de la vida de alguien. Por ejemplo, la calificación de los exámenes.
- Componentes de seguridad de los productos. Por ejemplo, el uso de la IA en cirugía asistida por un robot.
- Empleo, gestión de trabajadores y acceso al trabajo por cuenta propia. Por ejemplo, un software de clasificación de hojas de vida para los procedimientos de selección y contratación.
- Servicios públicos y privados esenciales. Por ejemplo, para la calificación crediticia donde se niega la oportunidad de obtener un préstamo.

¹¹⁵ COMISIÓN EUROPEA. *Una Europa Adaptada a la Era Digital: la Comisión propone nuevas normas y medidas para favorecer la excelencia y la confianza en la inteligencia artificial*. [en línea]. [Fecha Publicación: 21/04/2021]. Bruselas. [Fecha de consulta: 18/05/2021]. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_1682]

- Aplicación de la ley que pueda interferir con los derechos fundamentales de las personas. Por ejemplo, para la evaluación de la confiabilidad de las pruebas
- Gestión de migración, asilo y control de fronteras. Por ejemplo, para la verificación de la autenticidad de los documentos de viaje.
- Administración de justicia y procesos democráticos. Por ejemplo, para la aplicación de la ley a un conjunto concreto de hechos.

3. Riesgo limitado:

Estos sistemas de riesgo limitado se encontrarán sometidos a obligaciones específicas de transparencia. Por ejemplo, en el empleo de aplicaciones de *chatbot*, el usuario deberá saber que interactúa con un sistema de IA y de esta manera, pueda tomar la decisión de si continúa o no.

4. Riesgo mínimo o nulo:

En esta categoría el reglamento no toma medidas, ni interviene debido a que consideran que representan un bajo nivel riesgo para los derechos y la seguridad de las personas. La gran mayoría de los sistemas basados en IA se encuentran clasificados en esta categoría.

En términos de gobernanza y con el fin de incentivar la IA responsable, la Comisión propone que las autoridades nacionales de vigilancia del mercado controlen las nuevas normas; adicionalmente, se propone la implementación de códigos de conducta voluntarios para la IA de alto riesgo, así como el empleo de un espacio preventivo, que se encuentre absolutamente supervisado para la experimentación temporal de proyectos de sistemas basados en IA en etapa de diseño y desarrollo, lo que comúnmente se conoce como *Sandbox*, lo que permitirá la implementación responsable y respetuosa de los derechos de las personas; y a la vez, brindará seguridad e incentivará el desarrollo de nuevas tecnologías por parte de los empresarios.

La implementación del nuevo plan coordinado con los Estados miembros sobre IA, permitirá:

- “Crear condiciones propicias para el desarrollo y la adopción de la IA mediante el intercambio de conocimientos sobre políticas, el intercambio de datos y la inversión en capacidades informáticas críticas.

- Fomentar la excelencia de la IA 'del laboratorio al mercado' estableciendo una asociación público-privada, creando y movilizando capacidades de investigación, desarrollo e innovación, y poniendo a disposición de las PYME y las administraciones públicas instalaciones de prueba y experimentación, así como centros de innovación digital.
- Asegurar que la IA funcione para las personas y sea una fuerza para el bien en la sociedad al estar a la vanguardia del desarrollo y despliegue de IA confiable, fomentando talentos y habilidades mediante el apoyo a pasantías, redes de doctorado y becas postdoctorales en áreas digitales, integrando la confianza en las políticas de IA. y promover la visión europea de una IA sostenible y fiable a nivel mundial.
- Desarrollar un liderazgo estratégico en sectores y tecnologías de alto impacto, incluido el medio ambiente, centrándose en la contribución de la IA a la producción sostenible, la salud mediante la expansión del intercambio transfronterizo de información, así como el sector público, la movilidad, los asuntos de interior y agricultura, y la robótica.”¹¹⁶

Se espera que la implementación de la IA con este nuevo enfoque contribuya de manera asertiva a incentivar el avance en la innovación de esta tecnología y en el beneficio del progreso científico y sus aplicaciones, como se encuentra consagrado en el artículo 27 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos¹¹⁷ y en el artículo 15 del Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales.¹¹⁸

4 Conclusiones

- Durante todo este proceso investigativo sobre la IA, he podido comprender que el camino tanto de la regulación nacional como el de la internacional implica un proceso que promete ser largo y complejo, debido al requerimiento de coordinación de los diferentes enfoques de cada una de las disciplinas que participan en la elaboración, implementación y utilización de los proyectos, para poder hacer un análisis

¹¹⁶ COMISIÓN EUROPEA. *Una Europa Adaptada a la Era Digital: la Comisión propone nuevas normas y medidas para favorecer la excelencia y la confianza en la inteligencia artificial*. [en línea]. [Fecha Publicación: 21/04/2021]. Bruselas. [Fecha de consulta: 18/05/2021]. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_21_1682]

¹¹⁷ Artículo 27: «1. Toda persona tiene derecho a tomar parte libremente en la vida cultural de la comunidad, a gozar de las artes y a participar en el progreso científico y en los beneficios que de él resulten».

¹¹⁸ Artículo 15 apartado 1-b: «Gozar de los beneficios del progreso científico y de sus aplicaciones».

concienzado sobre los posibles impactos que se podrían derivar sobre diferentes sectores productivos o sobre la sociedad en general desde una perspectiva jurídica.

- Los aspectos técnicos y jurídicos parecen estar en extremos paralelos, cuando en realidad lo que se requiere es un trabajo interdisciplinario buscando que la regulación aporte, incentive de manera razonable la investigación científica y la inversión, y no se convierta en un limitante para el avance de la innovación.
- Debido al crecimiento exponencial que ha tenido este avance tecnológico en aplicaciones que utilizan los ciudadanos, la Comisión Europea ha centrado su atención en proponer una serie de acciones que contribuyan a impulsar los beneficios que ofrece la IA; de igual forma, ha presentado grandes esfuerzos por generar normas que garanticen que esta tecnología sea cada vez más fiable para afianzar la confianza de los ciudadanos para que acepten y utilicen estos sistemas que se basan en IA y a la vez, incentivar a las empresas a generar nuevas ideas innovadoras que impulsen y posicionen a la Unión Europea como el líder mundial en inteligencia artificial segura.
- La Comisión Europea ha visto la necesidad de proponer un marco regulador a partir de la necesidad evidente de la empresa privada que apuesta por el desarrollo de esta tecnología, invierten gran cantidad de dinero en investigación y desarrollo. Es muy importante el apoyo que se les ofrece, con el fin de brindar la seguridad para que los fabricantes puedan continuar invirtiendo en estas soluciones. Por eso, la Unión Europea debe participar de manera activa si desea continuar siendo competitiva, debido a que cada vez más países invierten y determinan la IA como un pilar fundamental y objetivo estratégico a nivel nacional.
- Es importante tener presente que la regulación que se desarrolle debe brindar seguridad para lograr incentivar el avance de la investigación en IA, porque a la vez que debe garantizar el respeto de los derechos fundamentales de las personas, debe brindar incentivos a los fabricantes, sino esto se convertiría en un retroceso y una obstaculización de la innovación. Un gran acierto ha sido la reciente propuesta de marco regulatorio presentado por la Comisión Europea de 2021, donde proponen nuevas normas y medidas para favorecer la excelencia y la confianza en la inteligencia artificial
- Es importante generar un marco regulatorio que se base en el respeto a los derechos humanos y los valores éticos fundamentales, porque es claro que se corren altos niveles

de riesgo para la seguridad de los ciudadanos en cuanto a derechos de los consumidores, acceso a la justicia, a la privacidad, a la no discriminación e incluso en materia de ciberseguridad; el objetivo central debe ser que se puedan desarrollar sistemas basados en IA de manera responsable que brinden grandes beneficios y avances tecnológicos para la sociedad, las empresas y las administraciones.

- Frente a los grandes matices y vertientes que existen para realizar la imputación objetiva de la responsabilidad civil derivada de productos defectuosos, se tensan un poco los principios básicos para responsabilizar al fabricante obligándolo a que responda por hechos a los que no se le debe hacer responsable o incluso cuando la causa del daño puede que no sea reprochable. Siendo lo más conveniente el análisis de la cadena de responsables, quienes deben responder de forma solidaria ante la víctima de un daño ocasionado por decisiones que toma la IA.
- En contraposición a la regulación vigente en materia de responsabilidad civil derivada de productos defectuosos, considero que se debería replantear si se debe brindar la misma protección al consumidor afectado por un sistema basado en IA que toma decisiones autónomas, que la protección que se le brinda de manera garantista a los consumidores que se ven afectados cuando el producto o servicio no cuenta con estos avances tecnológicos. Esto supone un reto técnico-jurídico que se debe contemplar en la actualidad.
- En cuanto a privacidad, protección de datos, transparencia, verificación y trazabilidad de las decisiones tomadas por la IA, estimo que una idea asertiva podría ser la generación de sellos éticos de datos y de desarrollo de los sistemas brindando un certificado de calidad y de responsabilidad ética, lo que incentivaría la utilización de estos sistemas con mayor confianza.
- Como se ha señalado en varias ocasiones en el presente trabajo, la implementación de la IA genera grandes retos jurídicos en materia ética al igual que frente al impacto que se derivan de la indebida utilización de la IA. Pero creo que existen algunos desafíos que se podrían clasificar como principales o prioritarios a los que se requiere brindar una mayor atención, como son:
 - El alto nivel de riesgo frente a la posible manipulación de la voluntad de los ciudadanos por una indebida gestión de los resultados arrojados por los sistemas basados en IA.

- La utilización indebida de las estrategias de perfilamiento algorítmica y la posible generación de sesgos, discriminación y exclusión.
 - Lineamientos para un adecuado uso de las bases de datos masivas empleadas para el entrenamiento de modelos de aprendizaje.
 - Niveles exigidos de calidad, cantidad y relevancia frente a los datos empleados en los sistemas basados en IA.
 - Seguimiento y control de las decisiones automáticas que toman los sistemas basados en IA con el objetivo de prevenir casos de desigualdad o que se vea afectado el entrenamiento de los modelos de aprendizaje debido a que se alimentan de datos en los que se encuentran presente prejuicios y aspectos discriminatorios, que terminan vulnerando derechos fundamentales.
- A partir de la investigación realizada considero que existen una serie de sectores y aplicaciones basadas en IA a los cuales se debe dedicar mayor atención debido al gran impacto que se puede derivar de una inadecuada utilización o que se corra el riesgo de considerar los resultados de la IA como absolutos:
- En el sistema judicial, por ejemplo, en el ámbito penal para determinar el nivel de riesgo de una persona, la probabilidad de reincidencia o para la toma de decisiones de la administración de los jueces, la guardia civil, militares, etc.
 - En el sistema financiero para la adjudicación de créditos.
 - En el sistema de salud para la detección temprana de diagnósticos médicos y la implementación de la denominada medicina digital.
 - En el sistema educativo para mejora de la metodología docente y perfilamiento de los alumnos.
 - En los procesos democráticos de participación ciudadana.
 - En los procesos de adecuación de las operarias a las diferentes tareas, así como a la selección y contratación de candidatos.
- Desde una perspectiva técnico-jurídica, el tema de la opacidad en los sistemas basados en IA implica una gran dificultad para analizar de manera objetiva quien debe ser el responsable o quien fue el causante del daño y la manera de generar la estrategia probatorio en cuanto a la carga de la prueba, los costos, la posibilidad de vulneración de derechos de autor, secretos industriales, entre otros.
- Considero que la nueva propuesta de reglamento sobre IA es una alternativa acertada para comenzar a delimitar responsabilidades debido a que se enfoca precisamente en

el riesgo del sistema y al impacto que se puede derivar de su utilización, otorgando importancia a la evaluación previa de los riesgos.

- La IA en definitiva es un gran avance tecnológico que brinda y va a generar grandes beneficios a la sociedad en el futuro, por lo cual se deben ir mitigando los riesgos que se pueden derivar de su utilización y que se puede ir escalando a partir de esta innovación, pero mientras vamos aprendiendo cada vez más sobre su funcionamiento y obtenemos evidencias de los posibles impactos que se derivan de su implementación, se podrá ir validando la necesidad de considerar una mayor intervención regulatoria por parte del Estado.

5 Bibliografía

- AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Requisitos para Auditorías de Tratamientos que incluyan IA*. Enero 2021.
- AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Guía de Protección de Datos por Defecto*. Octubre de 2020.
- AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Adecuación al RGPD de tratamientos que incorporan inteligencia artificial*. Febrero de 2020.
- AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN DE DATOS (AEPD). *Guía de Privacidad desde el Diseño*. Octubre 2019.
- ANDRÉS SUÁREZ, Javier. *TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADAS AL ANÁLISIS DE LA SOLVENCIA EMPRESARIAL*. [en línea]. Edición. Universidad de Oviedo, 2000. [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/45810/d206_00.pdf?sequence=1&isAllowed=y]

- BAQUERO DE LA CALLE, Jaime. GIL BLANCO, Emiliano. Metodología de la investigación jurídica. [en línea]. Editorial: Corporación de Estudios y publicaciones. [<https://elibro-net.unileon.idm.oclc.org/es/ereader/unileon>]
- BENÍTEZ IGLESIAS, Raúl. ESCUDERO BAKX, Gerard y Otros. Inteligencia Artificial Avanzada. Editorial UOC (UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA). Cataluña. 2014.
- BEUNZA NUIN, Juan José. PUERTAS SANZ, Enrique y otro. Manual práctico de Inteligencia Artificial en entornos sanitarios. [en línea]. 1º Edición. Barcelona. Elsevier España. 2020. [<https://bit.ly/3feSzSn>]
- CONSEJERÍA PRESIDENCIAL PARA ASUNTOS ECONÓMICOS Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL. Marco ético para la inteligencia artificial en Colombia. Agosto 2020. [<https://dapre.presidencia.gov.co/AtencionCiudadana/DocumentosConsulta/consulta-marco-etico-IA-Colombia-200813.pdf>]
- FLORES SALGADO, Lucerito. Derecho informático. [en línea]. Primera edición ebook. México. Editorial: Grupo Editorial Patria. 2014. [<https://elibro-net.unileon.idm.oclc.org/es/ereader/unileon?page=14>]
- FULLER PADILLA, David. Apuntes de Taller de Ingeniería de Software. Capítulo 4: Roles en el desarrollo de software. Vol. 1.3, 2003.
- HAUGELAND, John. La inteligencia artificial. [en línea]. Cuarta edición. Siglo XXI editores. Pittsburgh. Marzo de 1985. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=BcKGEg_HBvYC&oi=fnd&pg=PA4&dq=John+Haugeland+%2B+1985+%2B+inteligencia+artificial&ots=fqK1Cr5H9D&sig=zysrMfPcsi7mzVQlrFS65XpM#v=onepage&q=John%20Haugeland%20%2B%201985%20%2B%20inteligencia%20artificial&f=false]

- HARARI, Yuval Noah. *Homo Deus Breve historia del mañana*. Editorial: DEBATE. Barcelona, 2016.
- LÓPEZ DE MÁNTARAS, Ramón. HACIA LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PROGRESOS, RETOS Y RIESGOS. [en línea]. Edición. Mètode Science Studies Journal (2018). Universitat de València, [Fecha recibido: 12/12/2017]. [Fecha aceptado: 23/07/2018]. [<https://metode.es/revistas-metode/monograficos/hacia-la-inteligencia-artificial.html>]
- MARTÍNEZ HERAS, José. ¿Cómo aprende la Inteligencia Artificial? [en línea]. [Fecha publicación: 22/01/2021]. [<https://www.iartificial.net/como-aprende-la-inteligencia-artificial>]
- MIGUEL ASENSIO, Pedro Alberto. Propuesta de Reglamento sobre inteligencia artificial. La Ley Unión Europea N° 92. [en línea]. [Fecha publicación: 26/04/2021]. [<https://pedrodemiguelasensio.blogspot.com/2021/04/propuesta-de-reglamento-sobre.html>]
- MONTERROSSO CASADO, Esther Y MUÑOZ VILLARREAL, Alberto. *Inteligencia Artificial y Riesgos cibernéticos – responsabilidades y aseguramiento*. Tirant lo blanch. Valencia. 2019.
- NAVAS NAVARRO, Susana y Otros. *Inteligencia artificial – Tecnología y Derecho*. Tirant lo blanch. Valencia. 2017.
- RED IBEROAMERICANA DE PROTECCIÓN DE DATOS. *Recomendaciones generales para el tratamiento de datos en la inteligencia artificial*. México. 2019.
- REGADER, Bertrand. La Teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner. Universidad de Harvard. [en línea]. [<https://psicologiaymente.com/inteligencia/teoria-inteligencias-multiples-gardner>]

- ROUHIAINEN, Lasse. Inteligencia Artificial - 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro. [en línea]. España. Editorial Planeta. [Fecha de edición: Noviembre 2018]. [https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf]
- RUSSELL, Stuart. J.; NORVIG, P. INTELIGENCIA ARTIFICIAL. UN ENFOQUE MODERNO. Segunda edición. PEARSON EDUCACIÓN, S.A. Madrid. 2004. Translation from the English language edition, entitled ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A MODERN APPROACH, 2nd edition by RUSSELL, STUART; NORVIG, PETER. Published by Pearson Education, Inc, publishing as Prentice Hall. 2003.
- SALA, Ruth. Inteligencia Artificial: el reto de su regulación normativa. [en línea]. [Fecha publicación: 16/06/2020]. [<http://idpbarcelona.net/inteligencia-artificial-reto-regulacion-normativa>]
- SHAPIRO, Stuart C.: Encyclopedia of artificial intelligence (2nd Ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York, 1992.
- STUART J. RUSSELL Y PETER NORVIG. *Inteligencia Artificial un enfoque moderno*. Segunda edición. PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, 2004.

6 Fuentes normativas

- COMISIÓN EUROPEA. *Una Europa Adaptada a la Era Digital: la Comisión propone nuevas normas y medidas para favorecer la excelencia y la confianza en la inteligencia artificial*. 21 de abril de 2021. Bruselas.
- COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO Y AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO, *sobre las repercusiones en materia de seguridad y responsabilidad civil de la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la robótica*. 19 de febrero de 2020. (COM(2020)0064)

- COMISIÓN EUROPEA. *LIBRO BLANCO sobre la inteligencia artificial - un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza*. COM(2020) 65 final. Bruselas. 2020.
- COMISIÓN EUROPEA. *Plan coordinado sobre la inteligencia artificial*. 7 de diciembre de 2018. (COM(2018)0795)
- COMISIÓN EUROPEA. *Inteligencia artificial para Europa*. Bruselas. 25 de abril de 2018.
- COMISIÓN EUROPEA. *Directrices éticas para una IA fiable*. Grupo independiente de expertos de alto nivel sobre inteligencia artificial. BRUSELAS. Junio de 2018.
- DIRECTIVA (UE) 2019/770 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. *Relativa a determinados aspectos de los contratos de suministro de contenidos y servicios digitales*. 20 de mayo de 2019.
- DIRECTRICES ÉTICAS PARA UNA IA FIABLE. *Grupo de expertos de alto nivel sobre inteligencia artificial*. Comisión Europea. B – 1049. BRUSELAS. Junio 2018.
- DIRECTIVA 85/374/CEE. *Relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros en materia de responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos*. 25 de julio de 1985.
- LEY ORGÁNICA 5/1985, de 19 de junio, del Régimen Electoral General.
- PARLAMENTO EUROPEO. *Inteligencia artificial: cuestiones de interpretación y de aplicación del Derecho internacional*. P9 TA(2021)0009. 2021.

- PARLAMENTO EUROPEO. *Régimen de responsabilidad civil en materia de inteligencia artificial*. Resolución del Parlamento Europeo. 20 de octubre de 2020. con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre un régimen de responsabilidad civil en materia de inteligencia artificial (2020/2014(INL))
- PARLAMENTO EUROPEO. *Marco de los aspectos éticos de la inteligencia artificial, la robótica y las tecnologías conexas*. P9_TA(2020)0275. 2020.
- PROPUESTA DE REGLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. *Por el que se establece el programa Europa Digital para el período 2021-2027*. 6 de junio de 2018. (COM(2018)0434).
- REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2007. *Por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias*. 16 de noviembre 2007.
- REGLAMENTO (UE) 2016/679 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. *Reglamento general de protección de datos*. Relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE. 27 de abril de 2016.

7 Fuentes jurisprudenciales y resoluciones

- RESOLUCIÓN. *Sobre los procesos automatizados de toma de decisiones: garantizar la protección de los consumidores y la libre circulación de bienes y servicios*. 12 de febrero de 2020.
- RESOLUCIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre un régimen de responsabilidad civil en materia de inteligencia artificial (2020/2014(INL)). 20 de octubre de 2020.

- RESOLUCIÓN DEL PARLAMENTO EUROPEO, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre un marco de los aspectos éticos de la inteligencia artificial, la robótica y las tecnologías conexas (2020/2012(INL)). 20 de octubre de 2020.
- RESOLUCIÓN. *sobre una política industrial global europea en materia de inteligencia artificial y robótica*. 12 de febrero de 2019.
- TRIBUNAL CONSTITUCIONAL. *SENTENCIA 76/2019*. Sala Pleno. 22/05/2019. REC:1405/2019. ECLI:ES:TC:2019:76.

8 Cibergrafía

- APRENDE IA. ¿Qué es Deep Learning? [en línea]. [<https://aprendeia.com/que-es-deep-learning>]
- APRENDE MACHINE LEARNING. Principales Algoritmos usados en Machine Learning. [en línea]. [Fecha publicación: 04/11/2017]. [<https://www.aprendemachinelearning.com/principales-algoritmos-usados-en-machine-learning>]
- CORCHADO, Juan M. Agencia: Una puerta hacia la convergencia de la Inteligencia Artificial. [en línea]. [<http://avellano.fis.usal.es/~lalonso/Cursos/SistemasInteligentes/LectureNotes/JMCtexto.pdf>]
- EUROPOL, Trend Micro Research, Instituto Interregional de Investigación sobre Crimen y Justicia de las Naciones Unidas (UNICRI). Malicious Uses and Abuses of Artificial Intelligence. [en línea]. [https://documents.trendmicro.com/assets/white_papers/wp-malicious-uses-and-abuses-of-artificial-intelligence.pdf]

- IBM. Inteligencia artificial para una clase de ciberseguridad más inteligente. [en línea]. [<https://www.ibm.com/es-es/security/artificial-intelligence>]
- INSTITUTO DE INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO. Machine Learning & Deep Learning Los sistemas de IA aprenden de tus datos. [en línea]. [<https://www.iic.uam.es/inteligencia-artificial/machine-learning-deep-learning>]
- MUÑOZ VITA, Ana. La opacidad es el principal desafío ético de la inteligencia artificial. [en línea]. [Fecha publicación: 18/09/2019]. [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/09/17/fortunas/1568743441_198395.html]
- NORWEGIAN DATA PROTECTION AUTHORITY. Artificial Intelligence and Privacy. [en línea]. [Fecha publicación: January 2018]. [<https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/english/ai-and-privacy.pdf>]
- OLIVER RAJADEL, Nuria. Conferencia: “Hacia una Inteligencia artificial por y para la sociedad” en el XXIX Seminario Permanente de Ética Económica y Empresarial de la Fundación Étnor. [en línea]. [Fecha de actualización: 29/06/2020]. [https://www.abc.es/espana/comunidad-valenciana/abci-nuria-oliver-inteligencia-artificial-parte-solucion-retos-debemos-afrontar-como-sociedad-202006291759_noticia.html]
- RAONA. Los 10 Algoritmos esenciales en Machine Learning. [en línea]. [Fecha publicación: 31/05/2017]. [<https://www.raona.com/los-10-algoritmos-esenciales-machine-learning>]