

DE QUÉ HABLAMOS, CUANDO HABLAMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Publicado en 2024 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia, la Oficina Regional de UNESCO en Montevideo, Luis Piera 1992, piso 2, 11200, y el Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO).

MTD/SC/2024/PI/06

© UNESCO 2024



Esta publicación está disponible en acceso abierto bajo la licencia Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al utilizar el contenido de la presente publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio UNESCO de acceso abierto (www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen no implican toma alguna de posición de parte de la UNESCO en cuanto al estatuto jurídico de los países, territorios, ciudades o regiones ni respecto de sus autoridades, fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta obra son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la UNESCO ni comprometen a la Organización.

Foto de tapa: Adobe Stock

Este informe contó con la edición de Guillermo Anlló

DE QUÉ HABLAMOS, CUANDO HABLAMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

MARÍA VANINA MARTÍNEZ

INDICE

PRÓLOGO	5
1. ¿QUÉ ES LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?	7
1.1 QUÉ ENTENDEMOS POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL	7
1.2 PROCESOS COGNITIVOS DE LA INTELIGENCIA: PENSAR RÁPIDO VS PENSAR LENTO	8
1.3 UN POCO DE HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA IA	8
1.4 INTELIGENCIA ARTIFICIAL DÉBIL VS. INTELIGENCIA ARTIFICIAL FUERTE (O INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERAL): UNA DEFINICIÓN PRAGMÁTICA	11
2. ¿DE QUÉ ESTÁ HECHA LA IA?	13
2.1 DATOS, INFORMACIÓN, CONOCIMIENTO E INTELIGENCIA	13
2.2 IA BASADA EN DATOS	15
2.3 IA BASADA EN CONOCIMIENTO	18
3. ¿DÓNDE Y CUÁNDO USAMOS IA?	21
3.1 IA Y LOS SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN	21
3.2 IA COMO AGENTE CREATIVO	23
4. ¿QUÉ LÍMITES TIENE LA IA EN LA ACTUALIDAD?	27
4.1 ALGUNOS LÍMITES TÉCNICOS DE LA IA BASADA EN DATOS	27
4.2 ALGUNOS LÍMITES ÉTICOS DE LA IA Y LA TOMA DE DECISIONES	28
REFERENCIAS	31
SOBRE LA AUTORA	33

PRÓLOGO

INTELIGENCIA ARTIFICIAL: LÍMITES Y OPORTUNIDADES

Como si todas las personas estuviéramos inmersas en un relato de ciencia ficción, escuchamos y leemos que la Inteligencia Artificial (IA) domina nuestras vidas. Esas historias proponen a la IA tanto como la respuesta a todos nuestros problemas, como la mayor amenaza para la humanidad.

Desde su aplicación en la automatización de tareas y la creación de sistemas de recomendación, hasta su influencia en los procesos creativos y la toma de decisiones, la IA está moldeando un nuevo paisaje en lo social en todas sus facetas - lo económico, lo ambiental, lo cultural, lo político, lo militar, lo científico, la educación, el deporte, el periodismo, la justicia, entre otros tantos aspectos.

Este avance vertiginoso no llega exento de controversias: en efecto, trae consigo interrogantes fundamentales sobre ética, equidad y sostenibilidad. ¿Cómo aseguramos que la IA se desarrolle y utilice de manera que respete los derechos humanos fundamentales? ¿Qué papel deben jugar las políticas públicas para regular y guiar esta transformación tecnológica, garantizando que sus beneficios se distribuyan equitativamente y que sus riesgos sean gestionados de manera eficaz?

Hay quienes anuncian el fin del trabajo, ya que, de la mano de la robótica, la IA podría reemplazar más eficientemente la labor humana, abriendo así una era de supuesta prosperidad y libertad. Otras personas advierten sobre el posible dominio de nuestra libre voluntad de decisión, la afectación de nuestra autonomía, transformándonos en instrumentos de una "inteligencia superior".

El amplio alcance e impacto de esta tecnología en la vida cotidiana exige incluir la dimensión humana en su uso y aplicación, lo que obliga a consensuar un código de conducta ética. La UNESCO, atenta a esta amenaza, aprobó la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial por unanimidad de los estados miembros en 2021 a fin de abordar las implicaciones éticas en el ciclo de vida de esta tecnología. La Recomendación tiene como objetivo guiar el desarrollo y despliegue de la IA de manera que ésta esté fundamentada en valores y principios éticos y en el respeto pleno a los derechos humanos.

Parece bastante evidente entonces que la IA llegó para quedarse, pero quienes no somos especialistas percibimos aún muchas dudas: ¿qué es realmen-

te la IA? ¿de qué está hecha? ¿dónde y cuándo la usamos? ¿qué límites tiene en la actualidad?

Este documento se ordena en cuatro secciones alrededor de cada una de esas preguntas. La primera parte describe de manera accesible los fundamentos de la IA como ciencia y luego como ingeniería de sistemas inteligentes. La segunda parte profundiza en conceptos técnicos necesarios para entender cómo funcionan los sistemas de IA y la tercera se centra con mayor detalle en el uso de la IA. Finalmente, la última sección se orienta a repasar los límites técnicos y éticos de la IA.

Desde UNESCO entendemos que es esencial que construyamos una comprensión global compartida sobre las nuevas tendencias tecnológicas. En el contexto de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, este sector emergente no solo impulsa la innovación tecnológica y la creación de empleo, sino que también ofrece oportunidades para abordar desafíos globales como el cambio climático, la gestión de recursos naturales y la educación. Mediante la promoción de políticas públicas que fomenten la inversión en investigación y desarrollo, y la creación de marcos regulatorios adecuados, se pueden construir capacidades locales y el desarrollo de una inteligencia artificial que contribuyan al desarrollo sostenible en cada uno de sus pilares: las personas, el planeta, la prosperidad y la paz.

Para que los países de América Latina y el Caribe se beneficien adecuadamente de las oportunidades que genera la inteligencia artificial, a la vez de que aseguren que los beneficios de estas innovaciones lleguen a toda la sociedad, sin dejar a nadie atrás, debemos poner en marcha políticas públicas con un enfoque integral que fortalezcan la conformación de un ecosistema en el que no seamos meros usuarios y usuarias de estos sistemas, o fuentes de datos para su entrenamiento. Es importante generar capacidades para desarrollar modelos, sistemas y aplicaciones que contribuyan al desarrollo y se nutran de la diversidad y la creatividad de la región.

Cómo los otros documentos de la serie de Policy Briefs para CILAC, elaborados por personas expertas de reconocida trayectoria en sus respectivos campos de conocimiento, es de esperar que el presente informe sirva de orientación a los países de la región en la búsqueda de respuestas adecuadas a los desafíos de la Inteligencia Artificial.

Ernesto Fernandez Polcuch
*Director de la Oficina Regional
de UNESCO en Montevideo*

1. ¿QUÉ ES LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

En esta sección la idea es describir de manera accesible los fundamentos de la IA como ciencia y luego como ingeniería de sistemas inteligentes. La discusión entre la IA débil y la IA fuerte o (IAG) tiene como objetivo desmitificar un poco el imaginario colectivo de la IA relacionado con la ciencia ficción.

El término Inteligencia Artificial (IA), hasta hace no mucho solo reservado para los amantes de la ciencia ficción, aparece hoy en nuestras vidas en las tareas y los medios más cotidianos. Cabe aclarar que más allá de las pantallas y los libros de ciencia ficción, la IA ha estado entre nosotros por más de 50 años, sin contar sus predecesores -aquellos artefactos que los seres humanos comenzamos a pensar y diseñar para automatizar diversas tareas, mezclando la matemática y la filosofía. Pero ha sido solo recientemente que ésta ha captado el interés del público general debido al éxito que algunas técnicas de IA (como son las redes neuronales) han tenido al concretarse en productos comercializables para resolver problemas computacionales relacionados con el habla, la visión y la navegación autónoma.

Algunos describen la situación como que hemos alcanzado artificialmente inteligencia a nivel humano; otros, más cautos, explican que es un gran avance tecnológico, pero que estos sistemas están lejos de poder ser considerados inteligentes, en términos de la inteligencia humana. Lo que sí es cierto es que los sistemas de IA (o basados en IA como sería más correcto llamarlos) constituyen la próxima revolución industrial, económica y, sobre todo, social a la que nos enfrentamos los seres humanos. Es innegable que la sociedad está cambiando en torno a las nuevas tecnologías, lo cual va a cambiar, indefectiblemente, las formas de expresión del ser humano. Para poder entender estos cambios, poder analizarlos y utilizarlos para beneficio propio y de la humanidad, y, sobre todo, prevenir consecuencias indeseadas y daños colaterales, debemos antes que nada entender de qué se trata esta tecnología.

1.1 QUÉ ENTENDEMOS POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Definir Inteligencia Artificial no es una tarea fácil, podemos decir que es un campo científico dentro del área de las ciencias de la computación, pero este campo en sí mismo es amplio y distintos enfoques desarrollados en él han provisto definiciones diferentes.

La definición más simple, desde un punto de vista ingenieril, sería que un sistema de IA es un sistema digital que procesa y analiza información en su entorno para actuar sobre él -con cierto grado de autonomía- con el fin de alcanzar objetivos específicos [1].

Cuando decimos sistema digital nos referimos a un programa o conjuntos de programas o aplicaciones que ejecutan acciones desde una computadora o cualquier dispositivo móvil digital (e.g. un teléfono móvil, un reloj inteligente, o una tableta). Esta definición es muy amplia y en principio abarcaría cualquier sistema digital que manipule información de cualquier tipo con un objetivo preciso, incluyendo, por ejemplo, un termostato. En este sentido cabe preguntarse si tal sistema constituye alguna forma

de inteligencia. La respuesta no es tan trivial como pensaríamos, pues depende de qué consideremos “inteligencia” y qué modelo utilizamos para caracterizar una entidad inteligente o que actúa de manera inteligente: ¿Un animal? ¿Un ser humano? En general, se acepta que ese modelo es el propio ser humano y, por tanto, considera todas las actividades y actitudes que reconocemos como inteligentes en nuestra especie.

Otra definición, que intenta sentar una referencia de inteligencia no artificial, es la propuesta por John McCarthy¹ en el documento fundacional [15] que estableció el campo de la IA y que acuñó el término. Allí, McCarthy dice que la IA es un artefacto computacional creado por intervención humana que “piensa” o actúa como lo hacen los humanos, o como nosotros esperamos que los humanos piensen y actúen. A lo largo de la historia en el campo de la IA, distintos enfoques nos han provisto con distintos objetivos y definiciones para el concepto [14].

1.2 PROCESOS COGNITIVOS DE LA INTELIGENCIA: PENSAR RÁPIDO VS PENSAR LENTO

Una forma interesante de pensar la inteligencia humana y, por lo tanto, la inteligencia artificial, es la propuesta por el escritor y pensador Daniel Kahneman² [7], quien plantea una dicotomía entre dos tipos de razonamiento que los seres humanos realizamos: el “sistema 1”, que involucra un pensamiento rápido, instintivo y emocional, y el “sistema 2”, que es más lento en procesar, gobernado por deliberaciones y más lógico. Esta teoría del razonamiento humano es interesante, sobre todo relacionada con los distintos tipos modelos de inteligencia artificial que se han desarrollado en las últimas décadas, como veremos en la sección siguiente.

Simplificando, se puede establecer que existen dos tipos de procesos cognitivos. El primero que se origina en procesos básicos que se centran en actividades relacionadas con reconocimiento de patrones (reconocer caras, voces), la habilidad de manejar el lenguaje de manera efectiva y todas aquellas actividades que realizamos de manera “inconsciente” que, de alguna manera, sabemos cómo realizarlas y no necesitamos “detenernos y pensar” al hacerlo. El segundo, surge de una serie de procesos cognitivos complejos que permiten aprender de manera conceptual (en lugar de por ejemplos o por repetición), realizar tareas de planificación a corto y largo plazo involucrando dimensiones temporales y espaciales, debatir y argumentar, tomar decisiones, y, en términos más generales, razonar. Estos procesos pueden involucrar una combinación de procesos básicos y además requieren “esfuerzo”, es decir, no son automáticos.

1.3 UN POCO DE HISTORIA Y FILOSOFÍA DE LA IA

Existen diversas teorías³ que intentan identificar los principales componentes que caracterizan a la inteligencia y el comportamiento inteligente. Las *teorías de desempeño*, por ejemplo, se centran en contestar preguntas tales como: ¿Cuáles son los componentes funcionales esenciales de un sistema capaz de exhibir inteligencia? ¿Cómo puede testearse la presencia y/o grado de inteligencia? Por su lado, las *Teorías Estructurales/Funcionales* estudian cuáles son los mecanismos por los que puede lograrse inteligencia. Las teorías existenciales, en cambio, buscan establecer las condiciones necesarias y/o suficientes para que el comportamiento inteligente se produzca. Y, finalmente, las *teorías contextuales*

1 [https://es.wikipedia.org/wiki/John_McCarthy_\(cient%C3%ADfico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/John_McCarthy_(cient%C3%ADfico))

2 <https://kahneman.scholar.princeton.edu/>

3 Una teoría es un cuerpo de conocimiento que describe ciertos objetos y sus relaciones. En este caso el concepto de estudio es la inteligencia y cómo se relaciona con los seres humanos, la mente, y otros objetos biológicos.

pretenden establecer cuál es la relación entre el comportamiento inteligente y el entorno con el que la entidad inteligente debe contender.

A lo largo de la historia de la inteligencia artificial, los científicos también han desarrollado diferentes teorías sobre lo que involucra la IA, lo cual determinó diferentes caminos para estudiarla/construirla. El siguiente gráfico muestra cuatro (4) posibles caracterizaciones de la inteligencia artificial. La inteligencia artificial comprende: (1) Sistemas que piensan como humanos, (2) sistemas que piensan racionalmente, (3) sistemas que se comportan como humanos, y (4) sistemas que se comportan racionalmente.

FIGURA 1: CUADRANTE DE CARACTERIZACIÓN DE LA IA (FUENTE REF. [14]).



El primer análisis que podemos hacer sobre las 4 propuestas es que 1 y 2 se enfocan en si los sistemas "piensan", es decir, en procesos mentales y de razonamiento del sistema, mientras que 3 y 4 se enfocan en su "comportamiento". A su vez, 1 y 3 hacen hincapié en la cercanía a la "humanidad" del sistema, mientras que 2 y 4 se enfocan en cuán bien el sistema se desempeñará en términos de racionalidad.

A continuación describiremos brevemente las suposiciones y metas de cada propuesta.

1. **Pensando humanamente:** una IA de esta naturaleza utilizaría una maquinaria cognitiva análoga (aunque no biológica) a la combinación cerebro/mente humana, aunque claramente.
2. **Pensar racionalmente:** en este caso la premisa es que todo el razonamiento humano se puede expresar como un conjunto de reglas matemático/lógicas (como por ejemplo los silogismos propuestos por Aristóteles). Estas reglas se pueden representar en una computadora y una IA de este tipo funcionaría a partir de la aplicación de esas reglas respondiendo a estímulos e información del entorno.
3. **Actuando racionalmente:** una IA de esta naturaleza funcionaría actuando a partir de perseguir metas específicas tratando de alcanzarlas de la mejor manera posible, muchas veces de manera reactiva.
4. **Actuar humanamente:** en este caso la IA exhibiría comportamiento similar al de un humano, independientemente de cómo este sea alcanzado.

Esta última postura intenta obtener una definición operacional de la inteligencia. Es decir, se trata de definir a la inteligencia por la clase de comportamiento que exhibe la entidad que la posee. Alan Turing⁴, a quien consideramos el padre de la IA, definió el comportamiento inteligente como *“la habilidad para alcanzar un desempeño equivalente al nivel humano en todas las tareas cognitivas, suficiente como para engañar a un ser humano”*, y sugirió, en su artículo científico de 1954 *“¿Pueden las máquinas pensar?”* [16], un test como criterio básico para evaluar la inteligencia de una máquina. Hoy conocemos este test como *“El test de Turing”*⁵.

RECUADRO (TEST DE TURING):



El test de Turing está basado en el “Juego de imitación” donde un ser humano intenta descubrir, por medio de preguntas y respuestas, quién es el hombre y quién es la mujer entre dos participantes

4 https://es.wikipedia.org/wiki/Alan_Turing

5 https://en.wikipedia.org/wiki/Turing_test

conectados por medio de una computadora. La mujer intenta convencer al ser humano que ella es la mujer y el hombre intentará engañarlo y convencerlo de que él lo es. Turing propone reemplazar a uno de los participantes con un programa de computadora y la tarea que debe ahora resolver el humano es identificar quién de los dos es un ser humano y quién el programa de computadora. El programa intentará mediante su interacción convencer al ser humano que él también es humano. Turing establece que el hecho de que el programa pueda satisfactoriamente engañar al humano es criterio suficiente para decidir si un programa es inteligente o no.

1.4 INTELIGENCIA ARTIFICIAL DÉBIL VS. INTELIGENCIA ARTIFICIAL FUERTE (O INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERAL): UNA DEFINICIÓN PRAGMÁTICA

Finalmente, otra dimensión en la que podemos analizar la Inteligencia Artificial es sobre el alcance que la inteligencia posee. Tradicionalmente, se han identificado dos enfoques de la IA de acuerdo a los objetivos que persigue. Por un lado, tenemos el enfoque de la **inteligencia artificial “débil”**, cuyo objetivo es la resolución de problemas concretos de manera “inteligente”. Es decir, si tomamos al ser humano como entidad inteligente de referencia, la IA débil busca el desarrollo de programas que resuelvan problemas concretos y acotados, actuando como si fueran humanos. Independientemente de cómo se implementan esos sistemas, se busca que se comporten de manera que parezca que poseen inteligencia humana. Por ejemplo, existen sistemas basados en IA que juegan al ajedrez o al Go, existen sistemas que recomiendan películas, reconocen objetos/personas en una foto o video, o producen un diagnóstico con base en una radiografía médica, pero no pueden por ejemplo escribir un poema, conducir un vehículo, resolver un problema matemático; fueron diseñados y programados para realizar esa tarea en particular y ninguna otra, y tampoco poseen herramientas para aprender a realizar otras tareas.

Por otro lado, la **inteligencia artificial “fuerte”** o **“inteligencia artificial general” (IAG)** -como se la conoce actualmente- busca crear máquinas o sistemas que tengan todas las habilidades mentales de los seres humanos, o incluso que superen la inteligencia humana (**super-inteligencia**), aunado a la conciencia, sensibilidad, autoconocimiento y sabiduría.

Esta clasificación de IA responde a una mirada más bien filosófica sobre la cuestión de qué significa que una entidad sea inteligente. Con un enfoque más pragmático, pero que abarca a la mayoría de los sistemas que hoy identificaríamos como IA o basados en IA, vamos a asumir la siguiente definición.

Los sistemas de inteligencia artificial son programas y equipos informáticos diseñados por seres humanos que actúan en la dimensión física o digital mediante la percepción de su entorno para lograr un objetivo específico (que puede ser autoimpuesto pero no es arbitrario). Esto lo realizan a través de la adquisición e interpretación de datos, el razonamiento sobre el conocimiento y el tratamiento de información fruto de esos datos, y la decisión de las mejores acciones que se llevarán a cabo para alcanzar el objetivo establecido. Los sistemas de inteligencia artificial pueden adaptar su comportamiento mediante el análisis del modo en que el entorno se ve afectado por sus acciones anteriores [2]. Si bien existe una discusión sobre si sistemas basados en Grandes Modelos de Lenguajes⁶ (LLMs por sus siglas en Inglés) constituyen una forma de IAG, debemos entender que sus capacidades son limitadas, aun cuando pensamos en conectarlos a sistemas físicos como pueden ser robots. Un sistema como chatGPT está únicamente diseñado para conversar creando contenido que sea lo más parecido a lo que un ser humano utiliza para comunicarse, y el hecho que pueda mostrar contenido que explica cómo se pilotea

6 https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_lenguaje_grande

un avión o como se prepara un pastel, no quiere decir que tenga las capacidades para efectivamente pilotear el avión o cocinar un pastel de cumpleaños; para eso indefectiblemente un ser humano deberá construir otro sistema que tenga otras habilidades y otros objetivos o metas.

Finalmente, tomando al ser humano como modelo de entidad inteligente, los sistemas de IA que existen actualmente pueden realizar distintos tipos de tareas o ejercer distintos tipos de acciones sobre su entorno. Estas tareas están altamente ligadas a distintos procesos cognitivos que los seres humanos realizamos. Los procesos cognitivos básicos incluyen la habilidad de reconocer y aprender patrones por medio de la información proveniente de sensores como ser la vista, el oído, el tacto, etc., y también habilidades relacionadas con el lenguaje, incluyendo reconocer palabras, hablar, leer, recordar, etc. Por otro lado, en el espectro de procesos cognitivos más complejos podemos identificar el aprendizaje (conceptual), planificación, argumentación, toma de decisiones, razonamiento, etc. En lo que sigue veremos cómo distintas técnicas de IA alcanzan, o incluso sobrepasan, estas capacidades en comparación con el desempeño humano.

2. ¿DE QUÉ ESTÁ HECHA LA IA?

Esta sección profundiza en conceptos técnicos necesarios para entender (a niveles muy altos de abstracción) cómo funcionan los sistemas de IA. Si bien será la sección más compleja, la idea es que sea amena y didáctica.

2.1 DATOS, INFORMACIÓN, CONOCIMIENTO E INTELIGENCIA

Antes de ahondar en las características particulares de los modelos de IA que existen y se usan actualmente, es preciso definir una serie de conceptos que usaremos posteriormente. Los sistemas de IA son, antes que nada, artefactos que manipulan información digital proveniente de un entorno que puede ser físico o digital. Estos sistemas utilizan la información de su entorno para realizar acciones efectivas sobre ese mismo entorno. Para entender el tipo de procesamiento que estos sistemas realizan, necesitamos diferenciar entre los conceptos de datos, información y conocimiento e inteligencia. Según Davenport et al. [3], en términos de negocio, estos conceptos pueden ser definidos (informalmente) de la siguiente manera.

Los **datos** son valores crudos (sin ningún tipo de procesamiento significativo) asignados a sujetos con respecto a propiedades cuantitativas o cualitativas. Por ejemplo, consideremos la fotografía en la figura, como data digital, este elemento está conformado, por ejemplo, por 640 x 640 píxeles, cada uno conteniendo información de color. Como tal, ese dato no provee otra información semántica, es decir, como dato, la Fig 2. no es un gato, ni siquiera representa uno.

FIGURA 2: FOTOGRAFÍA DE 640X640 PÍXELES QUE MUESTRA LA IMAGEN DE UN GATO.



Ahora si, a partir de datos, por medio de distintos tipos de procesamiento, organización, y estructuración, proveemos contexto y algo de significado, creamos **información**. Tanto una persona que ve este dato, como un programa equipado con capacidades de reconocimiento de imágenes de animales, pueden identificar que ese dato en el contexto particular donde lo analizamos corresponde a algo que identificamos como "gato".

El **conocimiento**, por su parte, surge de la comprensión de un concepto, en términos más prácticos como el conjunto de habilidades e información que obtiene un individuo (o grupo) a través de la experiencia, es decir, la capacidad de transformar información en acciones efectivas, como resolver un

problema. El conocimiento tiene que ver con el significado y la semántica; en nuestro ejemplo, al ver esta foto, nos hace pensar sobre el concepto abstracto de un gato: un mamífero carnívoro doméstico (un felino), o reconocer que se trata de “el gato de mi madre”. Es importante aclarar que “gato”, en principio, no significa lo mismo para un ser humano que para un sistema de IA. Para un humano, reconocer algo como un gato está asociado a un animal del reino de los felinos, doméstico, etc. Para un sistema de IA, pensemos en un sistema de reconocimiento de imágenes básico, puede que signifique que el dato responde a una serie de patrones (de color y ubicación de los píxeles en este caso) que corresponden a una clase particular de imágenes, que tranquilamente podría llamarse (internamente para el sistema) “clase_154”. Un sistema de IA más sofisticado podría también contar con la funcionalidad de identificar, nuevamente por la identificación de patrones específicos que se pueden encontrar en el gato, que corresponde ciertamente a la imagen de un animal y hasta podría clasificarlo dentro de una taxonomía si es que posee dicha información.

Finalmente, la **inteligencia**, por su parte, tiene que ver con la capacidad de poder adquirir, asimilar, elaborar información y conocimiento, y, por sobre todo, usarlo adecuadamente para resolver problemas en el entorno en el que la entidad se desempeña. El poseer información o conocimiento, o incluso tener la capacidad de obtenerlo o construirlo, no constituye que la entidad sea inteligente; esta debe ser capaz de aplicarlo en las situaciones y maneras adecuadas. Está íntimamente ligada con las tareas cognitivas que describimos en la sección anterior; tanto con las básicas, como ser percepción (la habilidad de recibir información del mundo externo) y la memoria (habilidad para almacenar dicha información), como con el reconocimiento de patrones y con las tareas cognitivas más complejas, como mecanismos para procesar esa información en conocimiento y generar acciones acordes (argumentar, planificar, tomar decisiones, etc.).

Es decir, que los datos se transforman en información y ésta en conocimiento por la intervención de una entidad inteligente que tiene la capacidad de realizar esa transformación con objetivos predeterminados. Este es el lugar que se pretende para los sistemas de IA para la realización de tareas que son costosas (en tiempo y/o esfuerzo) y/o tediosas para los seres humanos, o aquellas que son críticas, pero que por su naturaleza automática y repetitiva implica una propensión humana al error. Aún más interesante son aquellas tareas que a un ser humano le resultaría prácticamente imposibles de resolver dado que exceden las capacidades y habilidades humanas: por ejemplo, es imposible para un ser humano leer o procesar toda la información contenida en Wikipedia (en un período de tiempo razonable en relación con la vida de un ser humano), o para un científico poder estar realmente al día con los avances de la ciencia pertinentes a su trabajo (no solo identificar, sino también leer y comprender) .

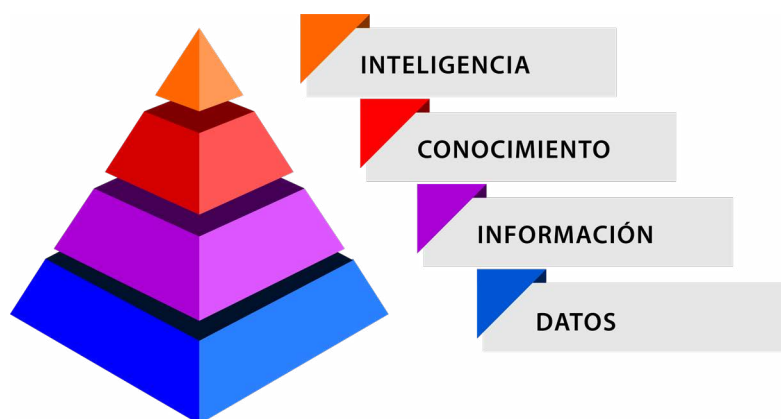
FIGURA 3: PIRÁMIDE INFORMACIONAL (FUENTE REF. [3]).

Gráfico: Adobe Stock

En base a estos conceptos vamos a discutir una nueva caracterización de los sistemas de IA que representa, de una manera más clara, no tanto la idea abstracta o pretendida de la IA, sino el tipo de sistemas de IA que efectivamente están disponibles en la actualidad. Según la *Declaración de Barcelona para el desarrollo y uso adecuado de la inteligencia artificial* [5] podemos definir los sistemas de IA en dos tipos: i) IA basada en funciones o en datos y ii) la IA basada en conocimiento.

2.2 IA BASADA EN DATOS

La IA conducida por datos comienza “de abajo hacia arriba”, es decir a partir de grandes cantidades de datos de actividad humana, que son procesados con algoritmos⁷ estadísticos de aprendizaje automático (machine learning o ML por sus siglas en Inglés), tales como *redes neuronales* o aprendizaje profundo (*deep learning*), para abstraer patrones que luego se pueden utilizar para hacer predicciones, completar datos parciales, o emular comportamiento basado en observaciones pasadas. Requiere grandes cantidades de datos (big data⁸) y poder de cómputo sustancial para alcanzar un desempeño adecuado [4].

Las características básicas de los sistemas de IA basados en datos son las siguientes ([5]):

- Las soluciones a problemas se construyen en base a grandes cantidades de datos. Se utilizan tres tipos de datos: de entretenimiento, de validación y de prueba.
- Los algoritmos implementan **funciones matemáticas** (que corresponden a las bases de álgebra lineal, teoría de probabilidades, teoría de la información, estadística, etc.) las cuales les permiten el reconocimiento de **patrones** en los datos. Los algoritmos ajustan los valores de estas funciones de acuerdo a las características (**features**) que prevalecen y se repiten comúnmente en los datos, estableciendo los patrones.
- Los problemas básicos que resuelven estos sistemas son de (1) **predicción** y (2) **inferencia**. En (1) el foco está en predecir el futuro (hacer una suposición informada) en base a encontrar

7 Un algoritmo es una secuencia de instrucciones o reglas, ordenadas y finitas que permite, típicamente, solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos y llevar a cabo otras tareas o actividades. Un algoritmo descrito en un lenguaje de programación constituye un programa que puede ser ejecutado por una computadora, <https://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo>

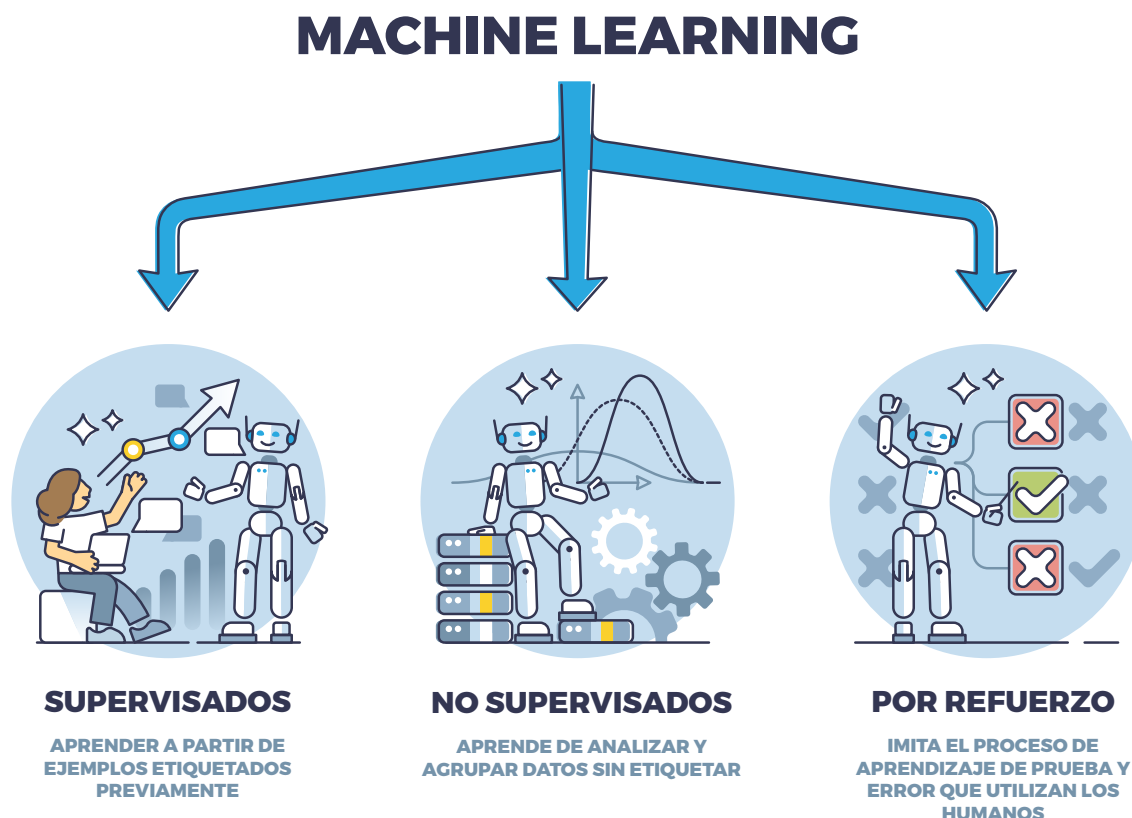
8 El término big data (o datos masivos en español) en este contexto refiere a [conjuntos de datos](#) tan grandes y complejos que precisan de [aplicaciones informáticas](#) no tradicionales de [procesamiento de datos](#) para tratarlos adecuadamente. <https://es.wikipedia.org/wiki/Macrodatos>

patrones en los datos. Se pueden responder preguntas del estilo: “Este correo electrónico, ¿es *spam*?”, “Esta transacción bancaria, ¿es *fraudulenta*?”, “Este posteo en Facebook, ¿corresponde a una noticia *falsa*, intento de *manipulación*, *cyberbullying*, *trolling*, o es inocente?”, o “¿Cual es la próxima palabra más probable que sigue a este texto de entrada?”. En estos casos interesa acertar mediante la predicción lo mejor posible, sin dar relevancia a encontrar la relación correcta entre los datos de entrada y el valor de la predicción. Por otro lado, en (2) se intenta utilizar la información disponible para darle sentido a lo que está sucediendo en el mundo. Este tipo de modelos intentan encontrar la relación que existe entre las variables independientes y la variable dependiente. Estos sistemas responden a preguntas del estilo: “¿A cuánto podría vender mi departamento si tuviera calefacción central?” “¿Cuánto cobraría si me especializo en IA?”, “¿Cuánto tendría que pagar de seguro si compro un auto 0 Km?”. Aquí no solo es importante encontrar una buena estimación, por ejemplo, del valor del seguro, sino también comprender cómo ese valor cambia a medida que los datos de entrada cambian, por ejemplo, si el vehículo es 0 km o tiene ya 5 o 10 años de antigüedad, etc.

Los grandes modelos de lenguaje como GPT, Mistral, PaLM, LLaMA, Gemini, para mencionar algunos, realizan una tarea que combina sistemas de predicción y de inferencia. Básicamente, se pueden utilizar para la generación de texto tomando un texto de entrada y prediciendo repetidamente el siguiente token o palabra.

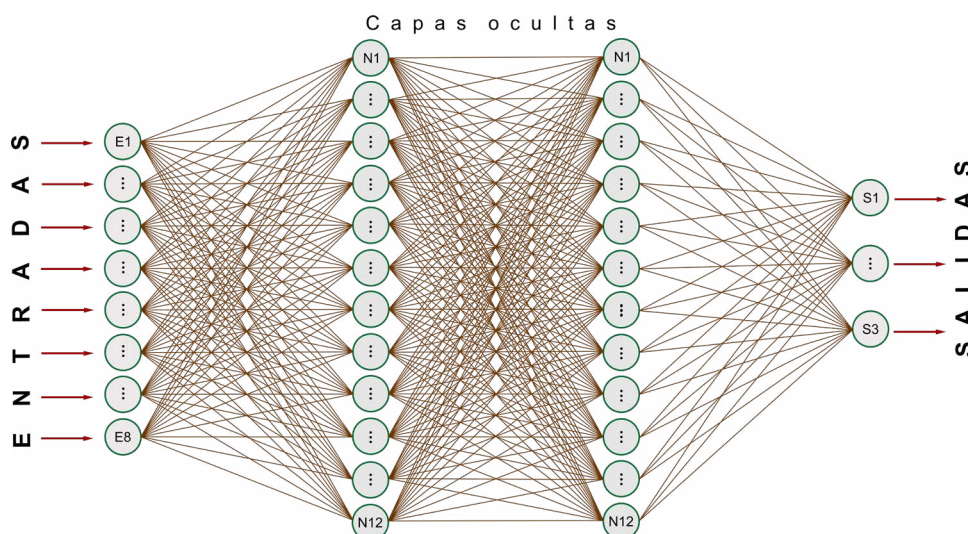
- Los sistemas de IA basados en datos pueden ser **supervisados**, **no supervisados**, o **aprenden por refuerzo**: En los sistemas **supervisados** los datos de entrada vienen *etiquetados* con sus correspondientes salidas. Por ejemplo, para un sistema que detecta transacciones bancarias fraudulentas, cada dato de entrada con el que se entrena y valida el algoritmo tiene asociado una etiqueta que indica si ese dato corresponde a una transacción fraudulenta o no. Se llama “*supervisado*” porque simula que un “tutor” provee los resultados correctos. El objetivo es *aprender un modelo* que produce salidas a partir de entradas y que se comporta según los datos que le fueron presentados, pero que puede generalizar el concepto correctamente para instancias que no fueron observadas por el sistema. Para los sistemas **no supervisados**, los datos de entrada *no vienen* asociados con resultados. Los algoritmos (programas que implementan modelos de IA) deben encontrar *por sí solos* la estructura subyacente en los datos de entrada, la meta puede ser encontrar esta *estructura*. Por ejemplo, en el caso del sistema que detecta transacciones fraudulentas el algoritmo intentará identificar características que separan al conjunto de datos en grupos, llevando a cabo una tarea de clasificación que luego será interpretada por los usuarios como la división entre fraudulentas y no fraudulentas. La Fig. 4 muestra estos dos tipos de aprendizaje de manera gráfica. Finalmente, los sistemas que **aprenden por refuerzo** interactúan con un entorno *dinámico* en el que deben desempeñarse para alcanzar una o más metas. Recibe *retroalimentación* en la forma de *recompensas* o *castigos* a medida que navega el espacio del problema. Ejemplos cotidianos de este tipo de sistemas son los vehículos automáticos, los sistemas que juegan juegos como Ajedrez o Go, sistemas antivirus o de detección de spam, etc.
- En general, los sistemas de IA basados en datos requieren gran poder computacional para alcanzar niveles adecuados de rendimiento (ej., precisión y exhaustividad) y, sobre todo si son no supervisados, también una gran cantidad de datos para poder discernir entre los patrones significativos.

FIGURA 4: MACHINE LEARNING SUPERVISADO vs. NO SUPERVISADO (FUENTE: CIARA ÍOCH)



La reciente fama de la IA y su repercusión en los medios y en la sociedad está asociada al éxito que un tipo particular de modelos de aprendizaje automático ha tenido en la última década en varias tareas que requieren manipulación y comprensión de imágenes, audio, y lenguaje en general.

FIGURA 5: RED NEURONAL



Las neuronas (círculos) tienen entradas (en general un número real) sobre las cuales aplican una función matemática y producen salidas (otro número real) que alimentan a otras neuronas estructuradas en capas. La intensidad de la entrada en cada conexión está determinada por un peso (parámetro), que se ajusta durante el proceso de aprendizaje. Las Redes Neuronales Profundas contienen múltiples capas intermedias.

Wikimedia Commons, Flavio Suarez-Munoz: Diagrama de red neuronal artificial con 8 entradas, 3 salidas y 2 capas ocultas de 12 elementos cada una. CCBY-SA 4.0

Si analizamos en profundidad el tipo de tareas que los sistemas de IA basados en datos pueden realizar podemos entender que básicamente, en su mayoría, resuelven problemas asociados con reconocimiento de patrones a partir de datos crudos, lo que los acerca, de alguna manera, al tipo de procesamiento asociado con el sistema de tipo 1 que propone Daniel Kahneman y, por otro lado, los ubica en la parte de generación de información de la pirámide informacional. Es decir, producen información a partir de datos por medio de procesos que organizan y estructuran los mismos, proveyendo contexto y algo de significado, pero no manipulan ni crean conocimiento. Independientemente del tipo particular de IA, si el objetivo de la misma es que los sistemas sean capaces de involucrar razonamiento de alto nivel y que puedan formar los “mismos” tipos de representaciones e inferencias semánticas que los humanos usan y crean, los sistemas basados en datos tienen, entonces, muchas limitaciones técnicas para poder lograrlo.

2.3 IA BASADA EN CONOCIMIENTO

La otra rama de investigación y desarrollo en IA es la que conocemos como basada en conocimiento.

“La IA basada en el conocimiento [...] intenta modelar el conocimiento humano en términos computacionales. Comienza de “arriba hacia abajo” (en la pirámide informacional), de reportes humanos, de qué conceptos y reglas usan para resolver problemas o contestar consultas en un dominio de experticia, incluyendo conocimiento de sentido común, y luego lo formaliza y operacionaliza como componentes de software, enfatiza los modelos conceptuales, ontologías, bases de conocimiento de sentido común, estrategias de razonamiento y resolución de problemas, procesamiento de lenguaje y aprendizaje de intuición. Utiliza principalmente tecnología de cómputo simbólico sofisticada -pero hoy ya estándar” [4].

Las características básicas de los sistemas de IA basados en conocimiento son ([14]):

- Este tipo de IA intenta modelar el **conocimiento** y **razonamiento** humano en términos **computacionales**.
- Comienzan de una **conceptualización** del dominio del problema a resolver: obteniendo de los humanos qué conceptos o conocimiento se usan para resolver problemas o responder consultas en un dominio de aplicación en particular (e.g., médico, marketing, juegos, etc). Ese conocimiento se formaliza (se embebe) y se operacionaliza en procesos de software (programas).

BOX: REDES NEURONALES

Las redes neuronales (RNs) [6] son una técnica basada en ajuste de funciones, están inspiradas (lejanamente) en las neuronas biológicas. La unidad básica es la **neurona artificial**: la cual es construida al multiplicar cada entrada por un peso, y combinar los resultados con una función de transferencia (ver Figura 3). La *combinación* de estas funciones resulta en una *red neuronal*: las salidas de unas neuronas son entradas de otras. Las neuronas se estructuran en **capas** y tienen *pesos* asociados (parámetros). El aprendizaje es el proceso de *ajuste* de parámetros e hiperparámetros (basado en tipos de función, topología, etc.). El adjetivo “profundo” (o “deep”) aplicado a muchas herramientas de IA hace referencia a la existencia de una RN con **muchas capas**. La *cantidad de parámetros* crece con cada capa, y se torna muy costoso computacionalmente explorar el espacio. Esto implica que los sistemas basados en RN Profundas llevan un proceso costoso de construcción, entrenamiento y reentrenamiento (que puede darse por ejemplo ante el cambio de una especificación de requerimientos, o si queremos aplicar el mismo modelo a otro contexto con un conjunto de datos de entrada diferente).

- Se asume que, en el nivel de abstracción adecuado, el razonamiento inteligente puede considerarse como una manipulación de **símbolos**. Los símbolos son artefactos que usamos los humanos para definir y representar cosas (e.j., perro, gato, elefante, taza), gente (maestro, director, policía), acciones y conceptos abstractos (amor, odio, etc) en nuestra mente. Los símbolos pueden organizarse en jerarquías, por ejemplo, un auto está hecho de puertas, ventanas, ruedas, asientos, motor, etc. Los símbolos están directamente ligados al lenguaje. Como humanos, poder comunicarnos por medio de símbolos es una de las características de nuestra inteligencia.
- Estos símbolos se representan por medio de un **lenguaje formal y estructurado** (en general un lenguaje lógico o matemático) y se almacenan en el sistema (manualmente o de manera incremental); es lo que se denomina una **Base de Conocimiento** (cualquier estructura de datos (una base de datos, por ejemplo) apropiada). El sistema disponibiliza ese conocimiento por medio de una interfaz; por ejemplo, podemos acceder al conocimiento haciendo consultas a la base de datos. Además, dependiendo del propósito del Sistema, por medio de la aplicación de reglas o modelos lógico-matemáticos se pueden manipular esos símbolos para extraer (**derivar o inferir**) nuevo conocimiento, sacar conclusiones y tomar decisiones basadas tanto en el conocimiento inicial como el derivado.
- Los algoritmos de **inferencia** utilizan modelos matemáticos o basados en lógica (no necesariamente clásica). Para capturar incertidumbre es común la utilización de modelos probabilísticos. Son algoritmos **de propósito general**; manipulan los símbolos independientemente de su significado. Los modelos se pueden complejizar permitiendo la representación y manipulación de otra información que provenga del contexto específico donde el sistema funciona, por ejemplo, preferencias sobre los símbolos, información sobre la fuente de datos o conocimiento, etc.
- No son sistemas eficientes y eficaces para el **razonamiento rápido** [7] sino que se enfocan en estrategias de razonamiento, de resolución de problemas y aprendizaje introspectivo.

Un ejemplo simple y claro de un sistema basado en conocimiento es un sistema basado en reglas: por ejemplo, podríamos pedir a expertos en un juego que “nos cuenten” las reglas que guían su comportamiento y codificarlas en un lenguaje que sea representable digitalmente. El sistema podría jugar al mismo juego utilizando distintas reglas de acuerdo a cuando aplican y cuando no. El sistema podría también tener la capacidad de abstraer nuevas reglas que el jugador humano utiliza intuitivamente o que no ha descubierto aún. Claramente, cuanto más complicado es el juego más complejo el sistema de reglas es y el tipo de inferencias que el sistema debe poder realizar. Por ejemplo, el sistema podría agregar (aprenderlo automáticamente o ser agregado por expertos a su vez) probabilidades que determinen la aplicación de reglas de acuerdo a lo más esperado en determinadas condiciones en la que se da el juego, eso requiere teorías lógicas más complejas para el funcionamiento correcto del sistema.

La IA basada en el conocimiento ha demostrado tener más éxito en tareas intelectuales como la resolución experta de problemas: aprendizaje conceptual, planificación, argumentación, toma de decisiones, razonamiento en general. Sin embargo, existen dos claras limitaciones que no han permitido un mayor despliegue de implementación práctica. Por un lado, cuanto más complejo es el conocimiento y método de razonamiento que se pretende representar, mayor es el costo computacional que los sistemas requieren en la práctica, y esta relación suele darse de manera exponencial llevando a que estos sistemas solo puedan usarse en entornos acotados o simples. Por otro lado, no está claro cómo lograr estructuras de conocimiento adecuadas de manera automática a partir de observaciones de bajo nivel; en este momento, este tipo de sistemas requiere que un grupo de seres humanos (ingenieros de conoci-

miento expertos en el dominio de aplicación) produzcan las representaciones y las reglas necesarias, lo cual también restringe la complejidad de los modelos que se pueden expresar.

3. ¿DÓNDE Y CUÁNDO USAMOS IA?

Esta sección intentará mostrar en más detalle dónde usamos IA, desde las cosas que nos sorprenden hasta las más cotidianas que pasan desapercibidas.

A medida que los artefactos tecnológicos se introducen en nuestra vida cotidiana, la forma en la que percibimos y actuamos en el mundo se ve impactada directamente. En principio, cualquier proceso industrial, estructurado y repetible, puede ser automatizado y/o digitalizado. En la actualidad, las dos clases de interacción más comunes entre sistemas de IA y sociedad, que todos experimentamos cotidianamente, se dan a través de los sistemas de recomendación en un sentido amplio, por un lado, y en la incursión de los sistemas de IA en los procesos creativos, por el otro. Si bien existen gran diversidad de dominios, en este apartado nos vamos a enfocar en estos dos.

Históricamente, podríamos decir que nuestro primer encuentro, como sociedad y de manera masiva, con la IA fue la introducción de la funcionalidad de detección de spam en nuestras aplicaciones de correo electrónico. Si bien, en su momento, las técnicas utilizadas funcionaban mucho peor que en la actualidad, estos sistemas ya constituían modelos simples de IA basada en conocimiento. Actualmente, además, se combinan con técnicas de Machine Learning (ML), lo que permite una evaluación más masiva de los correos a través de múltiples usuarios y servicios de email. Como mencionamos previamente, estos sistemas tienen también una parte de aprendizaje y ajuste a partir de la interacción con el usuario del email, como cuando nosotros mismos vamos a la bandeja de correo no deseado y marcamos alguno que si era deseado como tal; con suficientes interacciones, el algoritmo personaliza el filtrado de acuerdo a nuestro comportamiento.

Posiblemente, el segundo encuentro masivo con la IA ha sido la introducción de sistemas de recomendación, sobre todo en lo que concierne al mercado electrónico y consumo de productos de manera digital como material audiovisual (películas, series, música, etc.) y noticias. La habilidad que tienen estos sistemas de manipular grandes cantidades de contenidos de manera eficiente y prácticamente transparente para el usuario permite abaratar los costos en los que tradicionalmente se incurre para hacer disponible y crear contenido digital.

3.1 IA Y SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN

Los sistemas de recomendación funcionan de la siguiente manera: dado algún tipo de descripción de los productos que se ofrecen y de los usuarios que los demandan, los sistemas intentan asociarlos en base a una medida que maximice “cuanto le gusta” al usuario el producto recomendado. De la misma manera que un buen comerciante utiliza su conocimiento sobre sus clientes, sus preferencias, su historial de compra, etc., para satisfacer a sus clientes e incrementar las ganancias, un sistema de recomendación personaliza la oferta de productos y servicios en el ámbito del marketing digital online.

Los recomendadores, originalmente desarrollados para manejar la sobrecarga de información, se utilizan en aplicaciones online desde hace más de dos décadas. Los más usados comercialmente están basados en técnicas de aprendizaje automático (tanto supervisado, como no supervisado), sin embar-

go, existen modelos que implementan parte del sistema con técnicas de IA basadas en conocimiento o técnicas

híbridas. Los motores de búsqueda implementan variaciones de estas técnicas para personalizar búsquedas y responder preguntas con más precisión. En la actualidad, los sistemas de recomendación se utilizan también dentro del ámbito de las redes sociales, promoviendo interacciones e intercambios entre usuarios y compartiendo información multimedia en sus *feeds*.

FIGURA 6: EJEMPLOS DE APLICACIONES COTIDIANAS QUE UTILIZAN SISTEMAS DE RECOMENDACIÓN BASADOS EN IA.

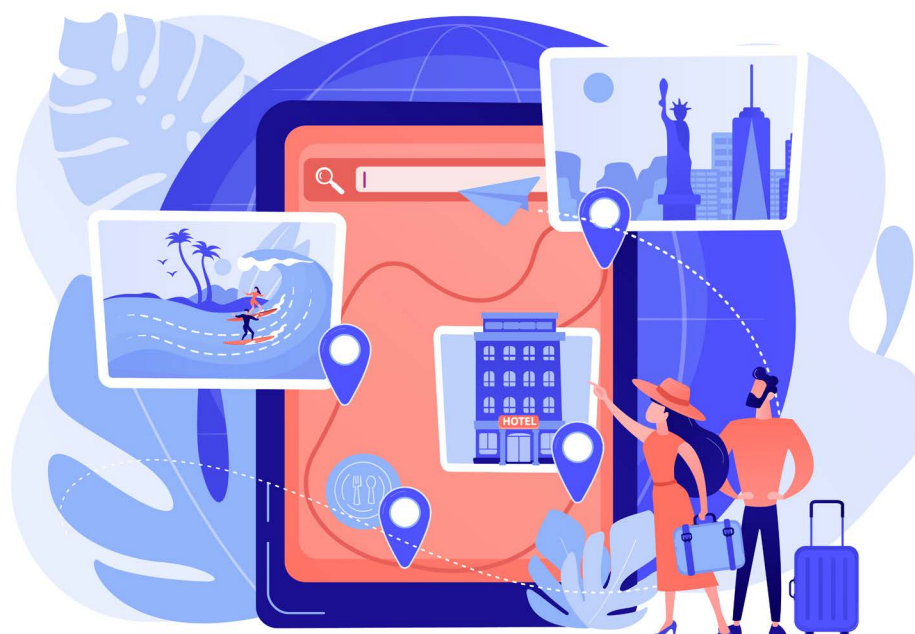


Gráfico: vectorjuice para Freepik

Distintos sistemas de recomendación utilizan distinto tipo de información sobre los clientes. A grandes rasgos, podemos dividir estos sistemas en tres tipos: i) los sistemas de recomendación basados en conocimiento, ii) los sistemas de recomendación basados en contenido y iii) los sistemas de colaboración basados en filtrado colaborativo [13, 19]. Estos últimos realizan la recomendación de productos a un cliente o usuario en función de productos similares consumidos en el pasado, ya sea basado en productos que gente “similar” al cliente (de acuerdo con el perfil que el usuario ha completado en la plataforma) ha consumido o comprado, o en productos similares a los que el cliente ha consumido previamente. Los sistemas basados en contenido, por su parte, más allá de la información del consumo del ítem o de ítems similares, examinan un conjunto de datos más rico relacionado con el cliente y el producto. Por ejemplo, si el sistema tiene información del género del cliente y algún consumo previo específico (e.j., mujer que consume documentales históricos), el sistema buscará recomendar sugerencias que incluyan la intersección de esas dos categorías, es decir, ítems que sean a la vez consumidos por mujeres y que sean catalogados como documental histórico. Finalmente, los sistemas basados en conocimiento se basan en metadatos; por ejemplo, permiten representar preferencias abstractas de los usuarios en relación con productos o categorías de productos y descripciones más ricas de las características de los productos (e.g., jerarquías, categorías, etc). En relación con las preferencias de los usuarios, se podría contar con rankings personales o comparaciones no solo entre productos, sino también sobre

las características más sobresalientes sobre los productos: por ejemplo, un usuario en su perfil de la plataforma buscadora de hoteles podría incluir el tipo de características sobre las instalaciones que le interesan y algún orden entre ellas, es decir, indicar que es más importante la ubicación que la limpieza y la disponibilidad de Wifi.

3.2 IA COMO AGENTE CREATIVO

BOX: BURBUJA DE FILTROS

Los sistemas de recomendación se han vuelto tan ubicuos que penetran nuestra vida cotidiana por completo, guiándonos en qué comprar, qué consumir, qué películas y series mirar, qué música disfrutar, que libros y noticias leer, etc. Si bien, por un lado, como usuarios nos facilita la vida en un mundo de hiperconectividad y saturación de información, existe la preocupación en cómo esta situación impacta en nuestra habilidad de tomar decisiones independientes y ver el mundo libremente. Los sistemas pueden sesgar y limitar fuertemente las elecciones de los usuarios, no permitiéndoles ver otras opciones u oportunidades, gobernando las decisiones en base a comportamiento pasado, esto es lo que se denomina, burbuja de filtros [12].

Un filtro burbuja es el resultado de una búsqueda personalizada en la Web o en alguna aplicación particular (entretenimiento, noticias, portal de ventas, etc.), que utiliza técnicas de recomendación que se basan en el historial de búsquedas o clics, o la localización geográfica del usuario, los productos que han buscado o comprado, las tendencias políticas que vierten en sus redes sociales. De esta manera el sistema tiende a recomendar productos o servicios muy parecidos a los que el usuario consume habitualmente, por un lado, alejándolo de aquellas opciones con las que no coincide en puntos de vista (por ejemplo, en términos de noticias o información) o que no conoce o frecuente, aislando al usuario en una burbuja cultural e ideológica donde solo le llegan contenidos ajustados a sus propias preferencias e intereses.

Desde el punto de vista social, se ha demostrado que esta condición puede incrementar la polarización de la sociedad. A la gente se le presenta más y más de lo que les gusta o de las ideas que ellos ya sostienen, raramente siendo expuestos a otros productos y puntos de vista de otros usuarios considerados “distintos”. Este fenómeno también puede tener impacto negativo reduciendo la creatividad y la innovación.

Además de encerrarnos en “marcos ideológicos” la burbuja de filtros puede contribuir fuertemente a expandir la difusión de las noticias falsas. A raíz del sesgo de confirmación que requerimos los seres humanos, se logra que validemos, sin darnos cuenta, titulares afines a nuestra visión del mundo que pueden o no ser verdaderos, ya que promovemos esos titulares sin chequear su veracidad.

De todas maneras, la Web ofrece innumerables posibilidades de ampliar nuestros puntos de vista, conocer ideas o productos distintos y hacernos eco de opiniones de otros usuarios. Como usuarios es importante entender la problemática y así poder buscar formas críticas y alternativas de profundizar en temas y puntos de vista diferentes con una actitud proactiva y perspectivas más amplias de búsqueda.

Existen también diversas técnicas para evitar los filtros de burbujas o minimizar su impacto: los usuarios podrán borrar los datos que las plataformas tecnológicas tengan de ellos, borrar las cookies y utilizar los navegadores o buscadores en modo incógnito para anonimizar las búsquedas lo más posible.

En la actualidad, la industria de la televisión y medios de comunicación, en general, ha sido altamente automatizada. Los procesos creativos que suceden a la concepción de la idea, que incluyen la grabación y la transformación y comunicación de la información, se soportan fuertemente en algoritmos basados en IA⁹. El argumento comúnmente usado en soporte de esta tendencia, tal como lo describe la BBC en su proyecto *"The AI Production project"*¹⁰, es que todas estas actividades repetitivas, que siguen una fórmula o receta bien especificada, pueden ser realizadas por máquinas y liberar tiempo de las personas para que lo ocupen en tiempo creativo. Una pregunta recurrente es hasta qué punto podemos, o debemos, reemplazar trabajos tradicionalmente realizados por humanos. Un argumento en contra de este tipo de automatización masiva es que probablemente la mayoría de la gente que realiza esas tareas repetitivas no están entrenadas para realizar un proceso creativo y probablemente no tengan las habilidades necesarias, por lo que estaríamos reemplazando sus actividades sin proveerles una salida laboral evidente.

El uso de IA en la industria creativa puede ayudar a reducir costos y ganar eficiencia. El proceso de retoques de efectos especiales o de edición puede verse abaratado en relación con horas de trabajo con la incorporación de IA. La IA es también utilizada en editoras y plataformas de música y videos para evaluar el impacto que el nuevo contenido creativo tiene en sus clientes, y predecir así el valor en cierta producción antes de realizarla. Los procesos de distribución de contenido de multimedia digital se han visto revolucionados utilizando algoritmos que generan recomendaciones de productos a sus clientes de manera más efectiva, aumentando el consumo o extendiendo el tiempo de permanencia de sus clientes en las plataformas. Alrededor de 20.000 nuevas canciones se agregan a la plataforma de Spotify cada día, la tarea de clasificar y generar recomendaciones de manera eficiente es imposible de usar sin técnicas de IA¹¹.

El periodismo automatizado es un área muy establecida donde se utilizan sistemas basados en IA para generar contenido de noticias: estos programas interpretan, organizan, y representan datos de manera que sean legibles por seres humanos [8, 9,10]. En el 2019, por ejemplo, la BBC publicó una batería de noticias sobre los resultados de las elecciones generales de manera personalizada para cada distrito y en dos idiomas (inglés y gales) [11]. Wordflow AI Articles¹², por otro lado, usa inteligencia artificial para poblar lo que se asemeja a la página de inicio de un sitio de noticias, pero lo completa con historias falsas de noticias escritas por IA.

En los últimos 4 años, los avances en la tecnología han permitido la creación de sofisticados modelos de IA que generan texto escrito que, en muchos casos, puede confundirse con aquellos generados por un ser humano. A mitad de 2020, la empresa *OpenAI* presentó GPT, un modelo de lenguaje natural basado en estadística a gran escala¹³. GPT fue creado para resolver la tarea de predecir la próxima palabra en

9 ARTIFICIAL INTELLIGENCE GETS CREATIVE:

<https://www.ibc.org/how-ai-is-being-used-to-boost-the-creative-process/2937.article>

10 <https://www.bbc.co.uk/rd/projects/ai-production>

11 The Amazing Ways Artificial Intelligence Is Transforming The Music Industry: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/07/05/the-amazing-ways-artificial-intelligence-istransforming-the-music-industry/#f94e35d50721>

12 <https://notrealnews.net/>

13 Ver por ejemplo Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2020). Energy and Policy Considerations for Modern Deep Learning Research. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 34(09), 13693-13696. <https://doi.org/>

una oración, algo parecido a la función de autocompletar que usamos en nuestros teléfonos móviles cuando escribimos un mensaje de texto. Por simple que parezca esta funcionalidad, se ha demostrado que GPT puede usarse para tareas mucho más complejas que involucran la creación y manipulación de lenguaje tales como crear gráficos, sitios web y programas a partir de descripciones de texto, escribir ensayos, canciones y poesía, con resultados sorprendentes. Hasta hace poco, el campo de la generación del lenguaje natural se basaba en formalizar la gramática en modelos estadísticos a pequeña escala y un gran conjunto de reglas heurísticas (mayormente técnicas de IA basada en conocimiento) [20]. El resultado era bastante limitado y frágil. GPT y otros LLMs, gracias a la capacidad de analizar una inmensa cantidad de textos generados por humanos, pueden internalizar algunas reglas del lenguaje sin programación, ni reglas explícitas. Estos sistemas aprenden el lenguaje a través de exposiciones repetidas; les mostramos de manera masiva como escriben los seres humanos, pero, al no contar con reglas explícitas y aprender de la repetición, muchas veces fallan en las tareas lingüísticas más simples.

Otro reciente ejemplo de creación artificial de contenido por medio de técnicas de IA con un potencial y riesgo inconmensurable, son aquellos sistemas que crean imágenes o videos a partir de una instrucción (*prompt*, en inglés). DALL.E, creado por la misma empresa que GPT, permite la creación de imágenes y arte realista, a partir de frases en lenguaje natural.

FIGURA 7: EJEMPLOS DE LA UTILIZACIÓN DE DALL.E; LA INSTRUCCIÓN (PROMPT)



Solicita el dibujo de un sillón con la forma de un aguacate o de un raviol. El sistema presenta diferentes opciones.

La Fig. 6, muestra las imágenes generadas ante la entrada “quiero un sillón con forma de aguacate” y otra con “quiero un dibujo de un sillón en forma de raviol”. El modelo puede generar imágenes realistas, que aparentan personas, animales, ubicaciones, etc.

Hoy en día existen una gran cantidad de aplicaciones donde modelos como este pueden ser usados y es probable que los futuros usuarios descubran aún más capacidades, lo cual hace imposible evaluar el impacto que estos modelos puedan tener en la sociedad.

Unos de los problemas éticos centrales de los modelos de lenguaje (o multimodales como DALL.E) es que son producidos mediante aprendizaje automático no supervisado con grandes cantidades de datos que provienen de fuentes como Wikipedia, Twitter, y otras plataformas sociales. No nos debería tomar por sorpresa entonces que puede generar texto racista, sexista e intolerante o discriminador, así como contenido que, aunque superficialmente parece correcto, si se mira en profundidad es inexacto. Cabe preguntarnos, ¿qué implicancias puede tener esto sobre la sociedad que, a medida que las aplicaciones basadas en IA proliferan, consumen este contenido de manera inadvertida? ¿Qué tipo de decisiones podrían influenciar o tomar directamente por nosotros de la manera que ya lo hacen?

4. ¿QUÉ LÍMITES TIENE LA IA EN LA ACTUALIDAD?

Esta sección pone el foco en los límites técnicos (descripción simple de los mismos) y éticos de la IA como la conocemos hoy, pero también de cualquier tecnología con autonomía a la que delegamos la toma de decisiones. El objetivo es poner al lector en el centro de la escena, que comprenda que es importante la mirada crítica ante el uso y ante la imposición tecnológica. Entre los límites éticos, el foco sería en el impacto social e individual de la IA: la problemática del sesgo, la privacidad y la desinformación (cómo la conjunción de las redes sociales y la IA desestabiliza el concepto de realidad y verdad).

Desde asistentes virtuales que nos escuchan y atienden en nuestras casas y oficinas, pasando por interpretación de imágenes para diagnóstico médico, hasta sistemas que toman decisiones judiciales, convivimos con sistemas inteligentes todo el tiempo. Algunas preguntas válidas que podemos hacernos es ¿Cuánto podemos confiar en esos sistemas? ¿Cómo sabemos que van a actuar de la manera que esperamos?

La mayoría de los sistemas comerciales y de uso diario basados en IA funcionan con distintos modelos de aprendizaje automático; es decir, la IA que mayoritariamente usamos hoy es una IA que se alimenta de datos para aprender patrones y ofrece soluciones a los más diversos problemas en base a esos patrones. Es importante entender las limitaciones de la tecnología para poder crear un vínculo de confianza y, sobre todo, tener expectativas reales en relación a cómo resuelve problemas y el origen de las recomendaciones que nos hace.

4.1 ALGUNOS LÍMITES TÉCNICOS DE LA IA BASADA EN DATOS

Como vimos en la Sección 2, los modelos de IA basados en datos tienen un alcance acotado al problema que pueden resolver, el problema para el que fueron entrenados y, quizás en el mejor de los casos, algunos problemas relacionados. Es así que debemos entender que:

- **Los datos son creados por humanos para propósitos específicos. Cuando pretendemos usar datos existentes para entrenar un modelo de IA puede que los datos tengan errores, puede que los datos disponibles no sean adecuados o puede que no sean representativos de, por ejemplo, la población que se intenta caracterizar con ellos. Además, en general, es muy difícil asegurarse que sean correctos o de que efectivamente capturan los fenómenos o las poblaciones que pretendemos.** Poniendo un ejemplo simple, si un sistema de reconocimiento de imágenes ha sido entrenado para reconocer caballos o perros, no podemos esperar que el mismo sistema funcione correctamente para reconocer camiones. Es verdad que la arquitectura del sistema puede ser equivalente, pero un modelo de IA de aprendizaje automático está atado a sus datos de entrenamiento, si cam-

biamos los datos tenemos otro modelo que resuelve otro problema, y si queremos cambiar la tarea, dependiendo de cuán lejana sea esta de la original, tendremos que, como mínimo, reentrenar el modelo o incluso modificar el propio conjunto de datos de entrenamiento.

Existen muchos modelos pre-entrenados hoy día que pueden descargarse libremente y utilizar en el desarrollo de otros sistemas; la práctica muestra que muchas veces la transferencia no es fácil y requiere mucha ingeniería y, aún así, los resultados pueden ser subóptimos. Ligado a esta dependencia está el hecho de que los modelos son tan buenos como lo son sus datos. Si los datos son de mala calidad, no son representativos de la población o del fenómeno que se quiere modelar, entonces el modelo, una vez implantado en un sistema de software, no será capaz de resolver las nuevas situaciones con las que se encuentre de manera correcta y, lo que es aún peor, puede ser impredecible en su comportamiento.

- **Los modelos de IA basados en datos pueden reproducir, perpetuar y masificar sesgos sociales en la toma de decisiones:** La mayoría de los sistemas de IA basados en datos encuentran patrones o correlaciones en datos históricos creados por humanos para propósitos específicos. Esto implica que si estas soluciones se utilizan para tomar nuevas decisiones, éstas estarán de alguna manera condenadas a repetir ese “pasado”. Esto puede verificarse en algunas aplicaciones; cuando entrenamos a un modelo de IA con datos que reflejan décadas de prácticas de segregación o discriminación en una sociedad o en una compañía, aun cuando esas prácticas puedan haber sido corregidas socialmente, la automatización basada en aprendizaje automático puede derivar en soluciones que ya no son aceptables, con sus perjuicios consecuentes.
- **El desempeño de los sistemas de IA se mide, en general, no teniendo en cuenta su alineación con valores o principios humanos.** Los sistemas de IA que hemos logrado diseñar en la actualidad están contruidos para resolver un problema en particular. Su objetivo es la funcionalidad -por ejemplo, reconocer con la mayor precisión posible un objeto en una imagen, encontrar la ruta más rápida libre de objetos, etc.-. No tienen espacio dentro de su construcción para evaluar soluciones en base a otros valores; los seres humanos, en cambio, evaluamos opciones al momento de tomar decisiones, como la equidad y la justicia, el impacto en el medio ambiente, etc. Esto es una limitación atada directamente a la manera en la que los sistemas funcionan, no a un uso indebido o erróneo de los mismos. Una pregunta que la comunidad científica vinculada a la IA se hace actualmente es cómo poder incorporar esos valores -cualesquiera que sean- dentro de la maquinaria de IA y que los sistemas no solo tomen decisiones óptimas, sino que tomen decisiones de la manera en que un ser humano lo haría en su lugar, asumiendo que ambos contarán con exactamente la misma información y conocimiento.

4.2 ALGUNOS LÍMITES ÉTICOS DE LA IA Y LA TOMA DE DECISIONES

Existe una suposición común que indica que los sistemas basados en IA, por ser justamente artificiales y no humanos, son neutrales. Esta creencia no es solo errónea, sino que peligrosa. Ningún sistema de IA puede ser neutral, ya que o bien se construye a partir de datos, o bien a partir de conocimiento, ambos generados por humanos -directamente o a través de sistemas. Esta falta de neutralidad puede llevar a representaciones de la realidad y resultados de los sistemas de IA sesgados.

A medida que le otorgamos a la tecnología capacidades de autonomía y toma de decisiones, por medio de la IA, las consideraciones éticas son inevitables. La ética pretende analizar y responder la pregunta “¿Qué debería hacer en esta situación?”. Permite delimitar “lo correcto” de lo que no lo es. En los últimos años, debido a la proliferación de herramientas informáticas basadas en IA y una gran cantidad de in-

cidentes relacionados a efectos no deseados del uso de las mismas, se debate en distintos foros sobre la ética de la IA. Como disciplina, es un ejemplo de la ética aplicada que se centra en los problemas concretos y normativos que plantea el desarrollo, despliegue y utilización de la IA. Han surgido además una serie de propuestas sobre cómo lograr una IA ética y confiable; estas incluyen esfuerzos tanto del sector privado como de entidades gubernamentales tanto a nivel nacional, regional e internacional. Entre ellos, la UNESCO creó el primer instrumento integral para establecer estándares globales para proporcionar a la IA una base ética sólida que proteja y promueva los derechos y la dignidad humana: la *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial* [22], que fue adoptada por unanimidad por los estados miembro en noviembre de 2021. La recomendación no es solo descriptiva, sino que es también normativa y provee a los estados con herramientas para poder realizar acciones efectivas para la evaluación y monitoreo del impacto del desarrollo, implementación y uso de sistemas de IA.

Estos son algunos de los valores y principios éticos de la IA globalmente aceptados.

Equidad y no discriminación:

Cuando los sistemas de IA que ayudan en procesos de toma de decisiones o que toman decisiones por sí mismos tienen que ser justos: es decir, sus decisiones no deben sistemáticamente privilegiar a un grupo arbitrario de usuarios sobre otros.

Existen muchas razones por las cuales un sistema de IA puede crear resultados injustos, la presencia de sesgo en los datos es una de ellas. Los sesgos

algorítmicos son esencialmente prejuicios internalizados en los modelos de IA. Los sesgos algorítmicos son errores repetibles y sistemáticos en un sistema de computadoras que crea resultados injustos, como, por ejemplo, privilegiar un sector de la población sobre otro. Un algoritmo sesgado puede tener un gran impacto en la sociedad, sobre todo en los sectores más vulnerables y menos representados¹⁴.

Transparencia y explicabilidad:

La transparencia en los sistemas de IA tiene varias aristas. Por un lado, se enfoca en que los sistemas de IA tienen que ser interpretables, en el sentido de que se debe poder comprender el funcionamiento interno de los modelos subyacentes. Si bien en principio se puede inspeccionar el código de cualquier sistema informático, la complejidad de los mismos puede obstaculizar la comprensión. Pero además en, el caso de sistemas de IA basados en datos, el programa es solo una parte del modelo, cómo se comportará el modelo dependerá directamente de los datos con los que se lo entrene, cuanto más grande es el modelo entonces, más difícil es para un humano poder comprenderlo de manera tal de poder predecir adecuadamente su comportamiento.

Transparencia también tiene que ver con la transparencia de los procesos involucrados en la

construcción y despliegue de los modelos de IA, la documentación, el estudio de riesgos, la metodología de recolección de datos y garantías sobre los mismos, como su procedencia, su calidad, veracidad, etc.

La explicabilidad, por otro lado, tiene que ver con la capacidad del sistema de IA de poder entregar a un ser humano no solo un resultado (una decisión o una recomendación) sino también una explicación adecuada de cómo es que se llegó a ese resultado. Adecuado aquí tiene que ver con que la explicación tiene que estar hecha a medida de la capacidad de comprensión de quien la recibe (e.g., un ingeniero en sistemas a cargo del mantenimiento de un sistema que determina la elegibilidad de personas para que se le otorgue un crédito no debería recibir la misma explicación que el usuario a quien se le ha denegado un crédito).

14 Ref: Joy Buolamwini Ted Talk: https://www.ted.com/talks/joy_buolamwini_how_i_m_fghting_bias_in_algorithms/transcript?language=es

Supervisión y decisión humanas

Los sistemas de IA deberían ayudar a las personas a tomar decisiones mejores y más informadas de acuerdo con sus objetivos. El bienestar general del usuario debe ser fundamental para la funcionalidad del sistema. La supervisión humana ayuda a garantizar que un sistema de IA no socave la auto-

nomía humana ni cause otros efectos adversos. En estos términos, cuanto menos supervisión pueda ejercer un ser humano sobre un sistema de IA, más pruebas exhaustivas y una gobernanza más estricta se requerirán¹⁵.

Responsabilidad y rendición de cuentas

Un sistema de IA nunca podrá reemplazar la responsabilidad final de los seres humanos y su obligación de rendir cuentas. Este principio establece que siempre se tiene que poder atribuir la

responsabilidad ética y jurídica, en cualquier etapa del ciclo de vida de los sistemas de IA, así como en los casos de recursos relacionados con sistemas de IA, a personas físicas o a entidades jurídicas.

Sostenibilidad:

Muchos de los sistemas de IA que pueblan el mercado tienden a consumir mucha energía por sí mismos, si bien los números son en general estimativos, se cree que, para 2027, la industria de la inteligencia artificial podría estar usando tanta energía como un país del tamaño de los Países Bajos¹⁶. Más allá del consumo de energía, la sostenibilidad de la IA también está relacionada con otras dimen-

siones humanas, sociales, culturales, económicas y ambientales. Después de todo la IA, está hecha de recursos naturales, combustible, extenso trabajo humano (muchas veces bajo de trabajo precarizado y de riesgo psicológico¹⁷), infraestructuras, logística, historia y clasificaciones sociales [21].

15 <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines/1.html>

16 <https://www.climatiq.io/blog/measure-greenhouse-gas-emissions-carbon-data-centres-cloud-computing#:~:text=Global%20emissions%20from%20cloud%20computing,that%20fuel%20our%20global%20economy.>

17 <https://www.linkedin.com/pulse/la-%C3%A9tica-de-ia-c%C3%B3mo-el-%C3%A9xito-chatgpt-se-basa-en-trabajo-frida-ruh/> <https://time.com/6247678/openai-chatgpt-kenya-workers/>

La IA está aquí para quedarse y no sería razonable, e incluso ético, no explotar todo el potencial que esta tecnología acarrea. Hemos desarrollado una herramienta que puede ayudarnos a crear una mejor sociedad, más justa, más eficiente, más consciente de sí misma. Pero para que ese sea nuestro futuro es necesario entender las capacidades y las limitaciones de los sistemas de IA, la implicancia de sus usos en nuestra vida cotidiana y exigir a los estados y las corporaciones el desarrollo y uso de una IA responsable y confiable.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA CITADA EN EL TEXTO:

- [1] Comunicación de la Comisión (Bruselas). *Inteligencia Artificial para Europa*. 2018
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52018DC0237>
- [2] Grupo Independiente de Expertos de Alto Nivel sobre Inteligencia Artificial Creado por la Comisión Europea (2018). Directrices éticas para un IA fiable:
<https://op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1>
- [3] Davenport, Thomas & Prusak, Laurence. (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. 10.1145/348772.348775.
- [4] *Declaración de Barcelona para el desarrollo y uso adecuado de la inteligencia artificial* (Marzo de 2017):
<https://www.iiia.csic.es/barcelonadeclaration/>
- [5] Mitchell, Tom. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill.
- [6] Goodfellow, I. & Bengio, Y. & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
- [7] Kahneman, Daniel (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Macmillan.
- [8] Graefe, Andreas (2016). *Guide to Automated Journalism*. New York City: Columbia Journalism Review.
- [9] Dörr, Konstantin Nicholas. Mapping the field of Algorithmic Journalism. *Digital Journalism*. 4 (6): 700–722.
- [10] Cohen, Nicole S. From Pink Slips to Pink Slime: Transforming Media Labor in a Digital Age. *The Communication Review*. 18 (2): 98–122.
- [11] Caswell, David & Dörr Konstantin. Automated Journalism 2.0: Event-driven narratives. *Journalism Practice*. 0 (4): 477–496.
- [12] Nguyen, Tien T. & Hui, Pik-Mai & Harper, F. Maxwell & Terveen, Loren & Konstan, Joseph A. (2014). *Exploring the filter bubble: the effect of using recommender systems on content diversity*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 677–686.
- [13] Mueller, John Paul Mueller & Luca Massaron (2016). *Machine Learning For Dummies*. Publisher(s): For Dummies.
- [14] Russell, Stuart J. & Peter Norvig (1995). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.
- [15] A PROPOSAL FOR THE DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (1955):
<http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>
- [16] “Can Machines Think?” Computing Machinery and Intelligence, *Mind*, Vol LIX, No 236 (1950)
- [17] *Inteligencia artificial centrada en los pueblos indígenas: perspectivas desde América Latina y el Caribe*. González Zepeda, Luz Elena, Martínez Pinto, Cristina Elena, González Zepeda, Luz Elena, Martínez Pinto, Cristina Elena. UNESCO Office Montevideo and Regional Bureau for Science in Latin America and the Caribbean. MTD/SHS/2023/PI/02 REV. 2023 - <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387814>

- [18] *Inteligencia artificial: promesas y amenazas*. UNESCO [68692]. CC BY-SA 3.0 IGO [12724]. 2018
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265211_spa.locale=en
- [19] O'Neil Cathy (2016). *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown Publishing Group, New York, NY, USA.
- [20] Elkins, Katherine, and Jon Chun. 2020. "Can GPT-3 Pass a Writer's Turing Test?" *Journal of Cultural Analytics* 5 (2). <https://doi.org/10.22148/001c.17212>.
- [21] *Atlas de inteligencia artificial: Poder, política y costos planetarios*. Kate Crawford. 2021. ISBN: 9789877193695
- [22] *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO SHS/BIO/PI/2021/1.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa

SOBRE LA AUTORA



La Dra. **María Vanina Martínez** obtuvo su doctorado en la Universidad de Maryland College Park y sus estudios postdoctorales en la Universidad de Oxford. Desde 2023 es Investigadora Ramon y Cajal en el Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (IIIA-CSIC) de Barcelona. En 2018, IEEE Intelligent Systems lo seleccionó como uno de los diez investigadores destacados en IA a seguir. Recibió el Premio Estímulo de la Academia Nacional Argentina de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 2021 en el área de Ciencias de la Ingeniería y el Premio Konex 2023 en Ciencia y Tecnología. Su investigación se centra en el área de representación y razonamiento del conocimiento, con enfoque en la dinámica del conocimiento, la gestión de la inconsistencia y la incertidumbre y el estudio del impacto ético y social de la Inteligencia Artificial. Durante 2023/2024 formar parte del Organo Consultivo de las Naciones Unidas en Inteligencia Artificial



OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE 9: **Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación**

La industrialización inclusiva y sostenible, junto con la innovación y la infraestructura, pueden dar rienda suelta a las fuerzas económicas dinámicas y competitivas que generan el empleo y los ingresos. Estas desempeñan un papel clave a la hora de introducir y promover nuevas tecnologías, facilitar el comercio internacional y permitir el uso eficiente de los recursos.

Sin embargo, todavía queda un largo camino que recorrer para que el mundo pueda aprovechar al máximo este potencial. En especial, los países menos desarrollados necesitan acelerar el desarrollo de sus sectores manufactureros si desean conseguir la meta de 2030 y aumentar la inversión en investigación e innovación científicas.

El crecimiento del sector manufacturero a nivel mundial ha ido disminuyendo constantemente, incluso antes del brote de la pandemia de la COVID-19. La pandemia está afectando gravemente a las industrias manufactureras y está provocando alteraciones en las cadenas de valor mundiales y en el suministro de productos..

Sepa más: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>



OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE 17: **Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible**

Los ODS solo se pueden conseguir con asociaciones mundiales sólidas y cooperación.

Para que un programa de desarrollo se cumpla satisfactoriamente, es necesario establecer asociaciones inclusivas (a nivel mundial, regional, nacional y local) sobre principios y valores, así como sobre una visión y unos objetivos compartidos que se centren primero en las personas y el planeta.

Ahora más que nunca es necesaria una sólida cooperación internacional con el fin de garantizar que los países que poseen los medios para recuperarse de la pandemia reconstruyan mejor y consigan los Objetivos de Desarrollo Sostenible. (acciones afectadas).

Sepa más: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/globalpartnerships/>

Oficina Regional de la UNESCO
en Montevideo

Luis Piera 1992, piso 2 (Edificio MERCOSUR)
Montevideo 11200 - Tel. (598) 2413 2075
Uruguay

montevideo@unesco.org

<https://www.unesco.org/es/fieldoffice/montevideo>