



Facultad de Ciencias Económicas

TESINA

“La Inteligencia Artificial”
su aplicación en las Empresas

Ciudad de Buenos Aires, Argentina 2020-2022

Alumna: SALADRIGAS, María Monserrat
ID: 15-4971
Carrera: Licenciatura en Comercio Exterior (304)
E-mail: monsaladrigas@gmail.com
Turno: Noche
Tutor: Prof. Carlos J. Cuniolo (Legajo 30.060)

ÍNDICE:

ABSTRACT:	3
INTRODUCCION:	3
PREGUNTA de INVESTIGACION:	4
OBJETIVOS:	4
OBJETIVO GENERAL:	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	4
MARCO TEÓRICO:	5
METODOLOGÍA:	8
Capítulo 1: Definiendo la Inteligencia Artificial: Pasado y Presente:	8
Capítulo 2: La Inteligencia Artificial como nuevo factor de Producción:	21
Capítulo 3: El impacto de la Inteligencia Artificial en el Empleo:	31
CONCLUSIÓN:	44
BIBLIOGRAFÍA	45

ABSTRACT:

Se realizó una descripción detallada acerca de la Inteligencia Artificial (IA), su evolución en los últimos años y la importancia que tiene hoy en día para las Empresas y sus procesos.

Se explicó cómo surge este fenómeno y cómo se fue desarrollando hasta llegar a lo que hoy conocemos. Luego se explicó por qué está adquiriendo mayor relevancia, cómo es que ya se habla de que es un nuevo factor de producción, y cómo creen los expertos que cambiará radicalmente los procesos de las Empresas.

Se analizaron las ventajas que traerá la IA en materia de productividad y los riesgos que podría ocasionar a la sociedad, especialmente en lo que respecta al empleo.

También se expusieron casos de aplicación de IA en las Empresas.

INTRODUCCION:

Se aborda el tema de la Inteligencia Artificial, cuya abreviación se conoce como IA, y cómo su desarrollo está cambiando la forma en que las Empresas hacen las cosas. Este concepto ha ido ganando protagonismo en los últimos años, en especial con el rápido y agresivo desarrollo de la tecnología y el impacto que esta última tiene en contribuir a mejorar la rentabilidad y el funcionamiento de las Empresas. Sin embargo, la IA se encuentra en las primeras etapas de desarrollo en lo que respecta a su rol en los procesos de las organizaciones.

Una rápida e intensa adopción tecnológica no es automática: requiere de Empresas dinámicas que puedan absorber las tecnologías asociadas con IA y, sobre todo, de una fuerza de trabajo con habilidades, capacidades y conocimientos compatibles y complementarios a esas tecnologías.

Muchas Empresas ven ahora a la inteligencia artificial como un componente central de su estrategia y un factor crítico para el futuro de su actividad principal.

La IA es una rama de la tecnología de la información que se ocupa de la automatización del comportamiento inteligente. Es el intento de programar un ordenador para que sea capaz de procesar problemas de manera independiente, similar a como lo haría un humano con la formación adecuada.

Este término, si bien ha sido utilizado con mayor frecuencia en los últimos tiempos, tuvo su primer acercamiento en la década de los 50 con Alan Turing, quien fue considerado el “padre de

la informática” y publicó en aquellos tiempos un artículo en donde se preguntaba si las máquinas podían pensar.

La importancia que fue adquiriendo este concepto se basa en la necesidad cada vez mayor de las Empresas de disminuir costos innecesarios y de aumentar su rentabilidad. Las ventajas que ofrece la IA van desde el ahorro de costos a través de la reducción de redundancias operativas y la mitigación de riesgos, hasta la previsión mejorada de la cadena de suministro y entregas rápidas a través de rutas más optimizadas para un mejor servicio al cliente.

No es novedad que la competencia entre organizaciones es cada vez más agresiva y aquellas que no se sumen al desarrollo tecnológico y que no logren innovar en sus procesos no podrán sobrevivir al mundo que se viene.

La presente investigación se realizó con la finalidad de poder comprender en profundidad en qué consiste este fenómeno, qué abarca y cómo puede contribuir a un aumento en la productividad de las organizaciones y consecuentemente, a una mejor calidad de vida.

PREGUNTA de INVESTIGACION:

En los últimos años se han experimentado grandes cambios tecnológicos que obligaron a las Empresas de todo el mundo a desarrollar nuevos procesos y nuevas formas de satisfacer las necesidades de sus clientes, en pos de una rentabilidad mayor. Estos cambios, a su vez, trajeron como consecuencia una transformación en el empleo y consumidores mucho más exigentes.

Ahora, ante el rápido desarrollo de la IA se plantea lo siguiente:

¿La implementación de la IA en las Empresas contribuyó a aumentar su rentabilidad y productividad, permitiendo a los consumidores gozar de una mejor calidad de vida?

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

- Analizar la Inteligencia Artificial en las Empresas

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Explicar la Inteligencia Artificial (IA), su evolución, características y potencial
- Analizar el impacto de la IA en el empleo

- Exponer Casos de aplicación de IA

MARCO TEÓRICO:

Para comenzar a comprender qué engloba la Inteligencia Artificial, es necesario primero entender qué es la inteligencia. La Real Academia Española la define así: “Capacidad de entender o comprender”; “Capacidad de resolver problemas”; “conocimiento, comprensión, acto de entender”. Por lo tanto, la IA se trata de todo lo dicho anteriormente, pero aplicado a las máquinas. Es la capacidad que tiene una máquina para entender, comprender y para resolver problemas. Siguiendo con las definiciones de la R.A.E, se considera a la Inteligencia Artificial como una “disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico.” Por lo tanto, se podría decir que la inteligencia artificial es aquella ciencia que incorpora conocimiento a los procesos o actividades para que éstos tengan éxito. Sin embargo, a diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez. Asimismo, la proporción de errores es significativamente menor en las máquinas que realizan las mismas tareas que sus contrapartes humanas.

Conceptos básicos relacionados con la Inteligencia Artificial:

Aprendizaje automático (Machine Learning): Este es uno de los enfoques principales de la Inteligencia Artificial. Sucede cuando las máquinas tienen la capacidad de aprender sin estar programadas para ello. Cuando se lanzaron al mercado las primeras computadoras personales, estaban programadas específicamente para realizar ciertas acciones. Por el contrario, gracias al aprendizaje automático, los dispositivos pueden obtener experiencia y conocimientos a partir de la forma en que son utilizados para poder ofrecer una experiencia al usuario personalizada. Así pues, los algoritmos intentan detectar patrones en las bases de datos existentes, con el fin de clasificar los datos o de realizar predicciones. Por ejemplo, los filtros de spam de correo electrónico utilizan este tipo de aprendizaje con el fin de detectar qué mensajes son correo basura y separarlos de aquellos que no lo son. Éste es un sencillo ejemplo de cómo los algoritmos pueden usarse para aprender patrones y utilizar el conocimiento adquirido para tomar decisiones.

Tipos de Aprendizaje Automático:

Aprendizaje supervisado → El aprendizaje supervisado es el tipo más común de aprendizaje automático, el algoritmo se presenta con una entrada (por ejemplo, imágenes), junto con la salida deseada (etiqueta). Los algoritmos usan datos que ya han sido etiquetados u organizados previamente para indicar cómo tendría que ser categorizada la nueva información. Con este método, se requiere la intervención humana para proporcionar retroalimentación.

Aprendizaje no supervisado → Los algoritmos no usan ningún dato etiquetado u organizado previamente para indicar cómo tendría que ser categorizada la nueva información, sino que tienen que encontrar la manera de clasificarlas ellos mismos. Por tanto, este método no requiere la intervención humana.

Aprendizaje reforzado → Con el aprendizaje reforzado, un algoritmo aprende de forma independiente la mejor estrategia para alcanzar un objetivo en el futuro. Los algoritmos aprenden de la experiencia. En otras palabras, hay que darles "un refuerzo positivo" cada vez que aciertan. La forma en que estos algoritmos aprenden se puede comparar con la de los perros cuando les damos recompensas al aprender a sentarse, por ejemplo.

El aprendizaje reforzado se utiliza en los casos en que el camino hacia el objetivo también juega un papel y no se dispone de información precisa sobre el resultado, sino que el resultado se evalúa en relación a la base anterior de conocimientos.

Aprendizaje profundo (Deep Learning): El aprendizaje profundo se produce mediante el uso de *Redes Neuronales*, que se organizan en capas para reconocer relaciones y patrones complejos en los datos. En este contexto, el término "profundo" se refiere al número de capas ocultas en la Red: las *Redes Neuronales* que se basan en el aprendizaje residual profundo, actualmente es el método más complejo utilizado para el reconocimiento de objetos, pueden contener mil o más capas de este tipo.

Las *Redes Neuronales*, se basan en el modelo del cerebro humano y apuntan a resolver problemas de manera similar a los humanos. Las neuronas son redes de elementos de procesamiento estrechamente conectados, que se conocen como "nodos". Éstos reciben

información del entorno o de otras neuronas, la procesan y la transmiten a otros nodos o al entorno.

Las Redes Neuronales constan de tres capas fundamentales:

- La capa de entrada
- (Potencialmente) una o más capas ocultas y
- La capa de salida

Las neuronas artificiales están modeladas y dispuestas en múltiples capas detrás o encima de la otra. Cada nivel de la red contribuye a lograr la salida correcta (con suerte). Esta extracción de características tiene lugar independientemente dentro de los niveles individuales. A su vez, la salida de las capas individuales sirve como entrada para el siguiente nivel. A través de grandes volúmenes de datos de entrenamiento de alta calidad, la red aprende a completar tareas específicas.

Ejemplo: es relativamente difícil para un ordenador reconocer el significado de una foto a primera vista de la misma forma que los humanos hacen. Discernir una forma significativa de un grupo de píxeles es una tarea altamente compleja, que es casi imposible de hacer directamente.

En el aprendizaje profundo, la red neuronal divide la imagen en muchas imágenes parciales, cada una de ellas procesada por una capa, por ejemplo, bordes, esquinas, contornos, etc. Entonces, por ejemplo, la primera capa oculta puede detectar bordes al comparar el brillo de píxeles adyacentes y pasa esta información a la segunda capa oculta, que luego busca esquinas o contornos (después de todo, estos no son más que un grupo de bordes). Basándose en esta información, la tercera capa oculta busca grupos de esquinas y bordes que son típicos de un objeto específico, etc., hasta que finalmente se identifica un determinado objeto.

A cada conexión entre los nodos se le asigna una ponderación, y esto se modifica en el curso del proceso de aprendizaje. Una ponderación positiva significa que una neurona está ejerciendo una influencia excitadora en otra neurona, mientras que una ponderación negativa significa que la influencia es de naturaleza inhibitoria. Cuando la ponderación es cero, una neurona no ejerce ninguna influencia sobre otra neurona. Al igual que en la vida cotidiana, donde es posible que no notemos una picadura de mosquito o una picadura de garrapata, las Redes Neuronales también requieren una "función de activación" que elimina los valores más pequeños y se concentra en las interrelaciones que son realmente significativas.

METODOLOGÍA:

Aquí realizo una investigación de tipo descriptiva, en donde se busca entender, de qué se trata la Inteligencia Artificial y cómo la misma contribuye y puede llegar a mejorar, los procesos que suceden dentro de las Empresas. Si bien el campo que abarca la IA es muy amplio, se reduce el mismo para poder focalizarse en lo que a esta Investigación respecta.

Capítulo 1: Definiendo la Inteligencia Artificial: Pasado y Presente:

El primer intento de definir la Inteligencia Artificial lo hizo el matemático Alan Turing, que es considerado como el padre de la computación. Este científico inglés es más conocido por la Máquina de Turing: una máquina conceptual que utilizó para formalizar los conceptos del modelo computacional que seguimos utilizando hoy en día.

En concreto demostró que con las operaciones básicas que podía desarrollar su máquina podría codificarse cualquier algoritmo, y que toda máquina capaz de computar tendría las mismas operaciones básicas que su máquina o un superconjunto de éstas.

En 1950 Turing publicó un artículo llamado "*Computing Machinery and Intelligence*" donde argumentaba que si una máquina puede actuar como un humano, entonces podremos decir que es inteligente. En el artículo proponía una prueba, llamada "Test de Turing", que permitiría afirmar si una máquina es o no inteligente. Para llegar a esa conclusión, un ser humano se comunicaría a través de una terminal informática con una entidad que se hallaría en una habitación contigua. Esta entidad podría ser un humano o una máquina inteligente. Si tras mantener una conversación la persona no es capaz de distinguir si lo que hay en la habitación es un humano o una máquina, entonces, en caso de ser una máquina, la podremos considerar inteligente.

El Test de Turing, pese a los años que han pasado, tiene una gran importancia, ya que exige una serie de capacidades a la máquina inteligente cuyo conjunto conforma, a grandes rasgos, lo que es la Inteligencia Artificial hoy en día. En efecto, una máquina que sea capaz de pasar el test de Turing debe reunir las siguientes capacidades:

- Reconocimiento del Lenguaje Natural
- Razonamiento
- Aprendizaje
- Representación del conocimiento

Además, existe una prueba llamada Test de Turing Total en la que la terminal informática que permite la comunicación dispone de cámara de video o imagen, por lo que la comunicación se produce como si fuera una videoconferencia. También se permite el paso de objetos a través de una puerta. Para pasar esta prueba, una máquina debe tener dos capacidades adicionales:

- Visión
- Robótica

Efectivamente, la máquina tiene que ser capaz de reconocer el lenguaje natural en el que hablamos los humanos. El habla se asocia a una inteligencia superior, y para que una máquina sea capaz de reconocerla y también de construir frases tiene que poder realizar complejos análisis morfológicos, sintácticos, semánticos y contextuales de la información que recibe y de las frases que genera. En la actualidad, el procesamiento del Lenguaje Natural o NLP (Natural Language Processing) es una rama de la Inteligencia Artificial se ocupa de las capacidades de comunicación de los ordenadores con los humanos utilizando su propio lenguaje.

La prueba propuesta por Turing también exige una capacidad de razonamiento automático. Los humanos somos capaces de llegar a conclusiones a partir de una serie de premisas. Un primer intento de conseguir que las máquinas razonaran fue llevado a la práctica mediante los llamados sistemas expertos. Estos tratan de llegar a conclusiones lógicas a partir de hechos o premisas introducidas a priori en el sistema. Actualmente se utilizan otras técnicas más versátiles como las redes probabilísticas, que permiten hacer predicciones y llegar a conclusiones incluso cuando hay cierto nivel de incertidumbre en las premisas.

El aprendizaje automático también es condición necesaria para que un ente artificial pueda ser considerado inteligente. Si una máquina no es capaz de aprender cosas nuevas, difícilmente será capaz de adaptarse al medio, condición exigible a cualquier ser dotado de inteligencia.

Para tener capacidad de razonamiento y aprendizaje, la computadora ha de ser capaz de almacenar y recuperar de forma eficiente la información que va obteniendo o infiriendo autónomamente, es decir, necesita mecanismos de representación del conocimiento. Por sí sola, esta es una rama de la Inteligencia Artificial que investiga las técnicas de almacenamiento de información de forma que sea fácilmente accesible, y sobre todo, utilizable por los sistemas inteligentes. De nada sirve almacenar datos si luego los sistemas no pueden acceder a ellos de forma que sean capaces de usarlos para sacar conclusiones u obtener nueva información que no poseían de forma directa.

Por último, para pasar el Test de Turing total la máquina tiene que tener capacidades de visión artificial y de manipulación de objetos, lo que en inteligencia artificial se denomina robótica. A través de una cámara, un ordenador puede ver el mundo que lo rodea, pero una cosa es obtener imágenes y otra comprenderlo. Un humano puede ser capaz de leer un texto separando las letras, palabras y frases que lo componen y atribuirles un significado. La visión artificial busca que los sistemas inteligentes sean capaces de interpretar el mundo que los rodea a partir de imágenes.

Por otro lado, la capacidad de manipular objetos debe hacer uso de la visión artificial (o, alternativamente, otro tipo de sensores) que permitan saber al sistema dónde está el objeto, qué forma tiene, hacerse una idea del peso del mismo, etc. Además, tiene que aplicar la presión exacta para no dañar el objeto, y saber qué movimientos tiene que hacer para trasladarlo a otro lugar.

Frente a la idea que proponía Turing de que una máquina será inteligente si actúa como un humano, otros investigadores y autores proponen nuevos paradigmas. Uno de ellos afirma que si una máquina piensa como un humano, entonces será inteligente. Otros, en cambio, defienden la idea de que una máquina será inteligente si piensa y actúa de forma racional. La afirmación de que una máquina será inteligente si piensa como un humano puede parecer muy similar a la idea que tenía Turing sobre la inteligencia, pero existe una gran diferencia: comportarse como un humano no significa que las máquinas recreen internamente el mismo proceso mental que ocurre en el cerebro humano; sin embargo, pensar como un humano implica que primero debemos saber cómo piensa realmente un humano. Las ciencias cognitivas tratan de descifrar cómo pensamos y cómo procesamos la información que llega a nuestros sentidos. Lo cierto es que aún estamos lejos de comprender todo el mecanismo cerebral, por lo que este enfoque resulta complicado. A pesar de ello, con lo que ya sabemos, es posible mejorar y crear nuevos algoritmos capaces de ampliar las fronteras de la Inteligencia Artificial.

Finalmente, los que proponen el modelo racional, es decir, consideran que una máquina es inteligente si piensa o actúa racionalmente, basan sus técnicas en la lógica y en el concepto de agentes. Según este enfoque, con una gran aceptación en la actualidad, los actos de un agente inteligente deben basarse en el razonamiento y en las conclusiones obtenidas a partir de la información que se posee. Estos agentes tomarán la decisión más conveniente a la vista de esos datos y del tiempo del que disponen: no es lo mismo tomar una decisión disponiendo de toda la información y todo el tiempo necesario que tomarla con información incompleta (incertidumbre) y poco tiempo para procesarla.

Actualmente, las principales líneas de investigación trabajan sobre el concepto de agente inteligente y lo hacen extensivo a grupos de agentes, que pueden tener capacidades diferentes, y que trabajan de forma conjunta colaborando entre ellos para resolver un problema. Son los llamados sistemas multiagente.

A pesar de que se considera a Turing como el padre de esta disciplina, no fue él quien le dio el nombre. El término inteligencia artificial fue acuñado en 1956 por John McCarthy en la ciudad universitaria de Hannover, New Hampshire (Estados Unidos), donde se encontraba el Dartmouth College.

En la Conferencia de Dartmouth se reunieron varios científicos (Entre ellos, el mismo John McCarthy y Marvin Minsky), representantes de diferentes disciplinas como matemáticas, psicología, neurología e ingeniería eléctrica. Lo que conectaba a un grupo tan diverso era que todos ellos utilizaban la misma herramienta para realizar sus investigaciones: la computadora.

Era más la forma en la que usaban las computadoras, y no el hecho de que lo hicieran, lo que distinguía su trabajo. Todos ellos, desde diferentes puntos de vista, estaban utilizando los ordenadores para simular distintos aspectos de la inteligencia humana.

Una nueva rama de la informática nació en esta conferencia, combinando elementos de distintas áreas de investigación en un campo unificado.

La Conferencia de Dartmouth es famosa no por los resultados que se obtuvieron en ella, si no porque el nombre de Inteligencia Artificial surgió durante la misma aplicado a un nuevo campo científico.

La conferencia de Dartmouth se desarrolló sobre la premisa de que cualquier aspecto del aprendizaje o cualquier otro rasgo inteligente puede ser descrito con tanta precisión que una máquina podría simularlo. Aspectos como el lenguaje natural y su procesamiento, las Redes Neuronales o la teoría de la computación fueron tratados en los dos meses del curso.

En 1959, Minsky y McCarthy fundaron el *MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory*, que sigue existiendo y funcionando en la actualidad. Minsky se quedó trabajando como profesor en el MIT hasta su muerte en enero de 2016.

De todos modos, en los comienzos de la IA, se pecó de un excesivo optimismo que condujo a una “época oscura” entre el año 1974 y 1980. Las partidas presupuestarias que se asignaron a los primeros proyectos no dieron los frutos esperados y se dejaron de financiar iniciativas en este campo. El desánimo cundió entre algunos profesionales. En parte, el responsable fue el propio

Minsky y su libro *Perceptrons*, que cuestionaba la validez de los métodos desarrollados hasta ese momento (1969).

Después habría varios momentos de recuperación del interés, como en la década de los 80, pero en forma de los llamados sistemas expertos. Más que inteligencia artificial, se trataba de un conjunto de datos y algoritmos capaces de extraer información a partir de los datos en materias concretas. De todos modos, eran caros de mantener y se basaban en reglas del tipo “if... then”, en las que el conocimiento estaba implícito y no se derivaba de “aprendizaje”. Es decir, un sistema experto necesita de un conocimiento previo, lo cual es radicalmente distinto al aprendizaje usando, por ejemplo, Redes Neuronales .

Desde principios del Siglo XXI, el interés por la IA se ha recuperado. Los progresos en el hardware, la adopción de la computación en la nube y fenómenos como el Big Data han hecho posible que se retomem proyectos que se habían dejado de lado en su día, como el del reconocimiento y procesamiento del lenguaje natural.

Desde su origen, la IA tuvo que lidiar con el conflicto de que no existía una definición clara y única de inteligencia; así es que no es de sorprender que aún en la actualidad, no exista una definición única de ella. A continuación se presentan algunas de las definiciones iniciales de esta área.

- Estudio de la computación que observa que una máquina sea capaz de percibir, razonar y actuar (Winston, 1992).
- Ciencia de la obtención de máquinas que logren hacer cosas que requerirían inteligencia si las hiciesen los humanos (Minsky, 1968).
- Un nuevo esfuerzo excitante que logre que la computadora piense.. . máquinas con mentes, en el sentido completo y literal (Haugeland, 1985).
- Rama de la ciencia computacional preocupada por la automatización de la conducta inteligente (Luger and Stubblefield, 1993).
- Máquina Inteligente es la que realiza el proceso de analizar, organizar, y convertir los datos en conocimiento, donde el conocimiento del sistema es información estructurada adquirida y aplicada para reducir la ignorancia o la incertidumbre sobre una tarea específica a realizar por esta (Pajares y Santos, 2006).

Originalmente la Inteligencia Artificial se construyó en base a conocimientos y teorías existentes en otras áreas del conocimiento. Algunas de las principales fuentes de inspiración y conocimientos que nutrieron a esta área son las ciencias de la computación, la filosofía, la lingüística, las matemáticas y la psicología. Cada una de estas ciencias contribuyó no solamente con los conocimientos desarrollados en ellas, sino con sus herramientas y experiencias también; contribuyendo así a la gestación y desarrollo de esta nueva área del conocimiento.

Los filósofos como Sócrates, Platón, Aristóteles, Leibniz desde el año 400 aC, sentaron las bases para la inteligencia artificial al concebir a la mente como una máquina que funciona a partir del conocimiento codificado en un lenguaje interno y al considerar que el pensamiento servía para determinar cuál era la acción correcta que había que emprender. Por ejemplo, Aristóteles, quien es considerado como el primero (300aC) en describir de forma estructurada la forma como el ser humano produce conclusiones racionales a partir de un grupo de premisas; contribuyó con un conjunto de reglas conocidas como silogismos que actualmente son la base de uno de los enfoques de la Inteligencia Artificial.

Sin embargo, la filosofía no es la única ciencia que ha heredado sus frutos a esta área; pues otras contribuciones no menos importantes son las siguientes:

Las matemáticas proveyeron las herramientas para manipular las aseveraciones de certeza lógica así como aquellas en las que existe incertidumbre de tipo probabilista; el cálculo por su lado, brindó las herramientas que nos permiten la modelación de diferentes tipos de fenómenos y fueron también las matemáticas, quienes prepararon el terreno para el manejo del razonamiento con algoritmos.

La Psicología ha reforzado la idea de que los humanos y otros animales pueden ser considerados como máquinas para el procesamiento de información, psicólogos como Piaget y Craik definieron teorías como el conductismo – psicología cognitiva.

Las Ciencias de la Computación comenzaron muy poco antes que la Inteligencia Artificial misma. Las teorías de la IA encuentran un medio para su implementación de artefactos y modelado cognitivo a través de las computadoras. Los programas de inteligencia artificial por general son extensos y no funcionan sin los grandes avances de velocidad y memoria aportados por la industria de la computación.

La Lingüística se desarrolló en paralelo con la IA y sirve de base para la representación del conocimiento (Chomsky). La lingüística moderna nació casi a la par que la Inteligencia Artificial y

ambas áreas han ido madurando juntas; al grado que existe un área híbrida conocida como lingüística computacional o procesamiento del lenguaje natural.

Los lingüistas han demostrado que el problema del entendimiento del lenguaje es mucho más complicado de lo que se había supuesto en 1957.

La economía, como una área experta en la toma de decisiones debido a que éstas implican la pérdida o ganancia del rendimiento; brindó a la IA una serie de teorías (Teoría de la decisión – que combina la Teoría de la Probabilidad y la Teoría de la utilidad; Teoría de juegos – para pequeñas economías; Procesos de decisión de Markov – para procesos secuenciales; entre otras) que la posibilitaron para la toma de “buenas decisiones”.

Finalmente, la Neurociencia, ha contribuido a la IA con los conocimientos recabados hasta la fecha sobre la forma en que el cerebro procesa la información.

En la actualidad, la IA trabaja en cuatro campos:

- Inteligencia automatizada (Automated Intelligence): orientada a la automatización de tareas manuales o cognitivas, y rutinarias o no rutinarias.
- Inteligencia asistida (Assisted Intelligence) : dirigida a ayudar a las personas a desarrollar las tareas de forma más ágil y eficiente.
- Inteligencia aumentada (Augmented Intelligence): tiene como objetivo ayudar a que las personas tomen mejores decisiones.
- Inteligencia autónoma (Autonomous Intelligence): se centra en automatizar procesos de toma de decisiones sin intervención humana.

De esta forma, la IA permite que las máquinas aprendan de la experiencia, se ajusten a nuevos contextos y actúen de forma similar a como lo haría un humano. Para ello, dos factores son clave:

- Una capacidad de procesamiento ilimitada , que permite llevar a cabo todos los procesos necesarios en el menor tiempo posible.
- El crecimiento de los macrodatos resulta imprescindible para poder alimentar y perfeccionar los sistemas de IA. Con más datos y de mayor calidad, se podrán conseguir mejores sistemas.

La importancia de los Datos:

Una frase muy conocida que se escucha con frecuencia en la comunidad tecnológica es que «los datos son el nuevo petróleo», cita célebre que se atribuye originalmente al matemático británico Clive Humby. Hoy en día, las Empresas más poderosas del mundo son a menudo las que tienen acceso a grandes cantidades de datos. Pero cabe destacar también que no es sólo el volumen de éstos lo que importa en los negocios, sino también la calidad. No obstante, hoy día, debido a que casi cualquier persona puede aprender los principios básicos de la IA y el aprendizaje automático, usar estas habilidades para crear herramientas valiosas y tener acceso a fuentes de datos gratuitos online con facilidad supone un nuevo escenario en el que todos podrán beneficiarse de ello.

En el mundo moderno, hay una gran cantidad de datos disponibles para su uso. Por el contrario, hace treinta años, no había tanta información sobre atención médica, tráfico, finanzas y otras industrias de importancia, por lo que era imposible encontrar soluciones basadas en la inteligencia artificial para problemas básicos en esas áreas. Lógicamente, es de suponer que las tecnologías que están presentes en la actualidad serán aún más poderosas dentro de diez años, a medida que haya mayor acceso a los datos. Un ejemplo de ello es el desarrollo que se vive en los vehículos autónomos y las ciudades inteligentes interconectadas. El componente subyacente que hace que esto sea posible es el volumen de datos que pueden recopilarse y analizarse para mejorar el rendimiento de los sistemas de IA.

El análisis de datos se basa generalmente en dos tipos de información: datos estructurados y datos no estructurados. Para comprender realmente los sistemas de inteligencia artificial, es importante reconocer las diferencias entre estos dos tipos de datos. Tradicionalmente, los datos estructurados se han utilizado con más frecuencia que los no estructurados. Los primeros incluyen la introducción de información, como valores numéricos, fechas, monedas o direcciones; los segundos contienen tipos de datos que son más complicados de analizar, como textos, imágenes y vídeos. Sin embargo, el desarrollo de la inteligencia artificial ha hecho posible examinar más datos no estructurados y los resultados pueden utilizarse para hacer recomendaciones y predicciones.

Los elevados volúmenes de datos o macrodatos (big data) también están ayudando a las grandes Empresas a mejorar sus operaciones internas y externas. Kai-Fu Lee, capitalista de riesgo y director ejecutivo de Sinovation Ventures, describe las razones por las que los datos son fundamentales para las grandes compañías tecnológicas mediante un esquema con los cinco pasos que éstas deben realizar para perfeccionar sus soluciones de inteligencia artificial.

Los pasos son los siguientes:

1. Obtención de más datos: la idea clave en este paso es que las Empresas tecnológicas puedan crear servicios tan útiles que la gente esté dispuesta a permitir que sus datos sean utilizados por el servicio. Un ejemplo de ello es el motor de búsqueda de Google, que abarca una gran cantidad de datos. De igual manera, Facebook no sería una red social tan poderosa si no tuviera acceso a la información sobre las tendencias sociales de sus usuarios.

2. Mejores productos basados en la IA: en Empresas como Google y Facebook, la experiencia de usuario se personaliza para que sea importante y relevante para éste, lo que es posible gracias a que la IA mejora sus productos.

3. Mayor número de usuarios: cuando una persona tiene una experiencia satisfactoria con un producto o servicio, tiende a recomendarlo a sus amigos.

4. Mayores ingresos: un número mayor de usuarios casi siempre equivale a mayores ingresos.

5. Más expertos y científicos en IA: a medida que las Empresas aumentan sus ingresos, están más capacitadas para atraer a los mejores expertos y científicos en IA. Con el tiempo, cuantos más científicos de datos y expertos en aprendizaje automático trabajen para una compañía, más importante podrá ser su investigación sobre inteligencia artificial, lo que permite no sólo que la empresa sea más valiosa, sino también que esté mejor preparada para el futuro.

Debido a que los datos son una pieza vital en el desarrollo de la IA, muchos expertos han exigido que las grandes Empresas tecnológicas liberen parte de los datos que poseen, de manera que un mayor número de compañías los puedan utilizar para sus aplicaciones y productos.

Lo primero que hay que saber para entender por qué la Inteligencia Artificial está ya presente en cada aspecto del día a día es que cualquier cosa en el mundo puede ser transformada en un número. La voz se caracteriza por una cierta frecuencia (número de repeticiones por unidad de tiempo), una galleta pesa tantos gramos, una imagen tiene una cierta cantidad de rojo, verde y azul. Si todo puede numerarse, todo puede calcularse; y el trabajo de resolución de problemas que hace un cerebro humano puede ser imitado -con más o menos acierto- por un procesador, mediante el uso de algoritmos.

Algoritmo Clasificador:

Los algoritmos de IA suelen ser bastante sofisticados. Más que intentar entender cómo funcionan, es importante saber para qué se utilizan. Una de las tareas básicas es la de clasificación. Muchos algoritmos sirven para reducir fenómenos naturales a “características”,

valores útiles a la hora de clasificar cosas. Es difícil que con solo dos variables un algoritmo -o una persona- sea capaz de determinar si un objeto es A o B con un 100% de acierto, pero se le puede entrenar para que el error sea mínimo. La IA se apoya mucho en la estadística, como se vio anteriormente, una disciplina que lleva desarrollando la toma de decisiones basadas en datos desde mucho antes de que existieran los ordenadores.

Machine Learning:

Son algoritmos que otorgan a un ordenador la habilidad de aprender de los datos, y en base a ellos, hacer predicciones y tomar decisiones. Distinguir un correo normal del spam, detectar una frecuencia cardíaca anómala, qué publicidad recibe un usuario en base a su comportamiento en la web.. Aunque todas estas funciones son útiles, tampoco es que se pueden calificar de inteligentes, al menos no en comparación con la inteligencia humana. La clave para saber si un sistema de Redes Neuronales está aprendiendo de verdad o no es proponer nuevos problemas, situaciones hipotéticas que no son conocidas.

También existe el problema de las falsas correlaciones, relacionado con la importancia de elegir bien los datos con que se alimenta un sistema de inteligencia artificial, así como de mantener una arquitectura simple para su análisis. Ya que, de lo contrario, pueden extraerse conclusiones sin validez.

Redes Neuronales:

El cerebro humano toma decisiones utilizando 100 billones de neuronas, con trillones de conexiones entre ellas. Una solución matemática para tomar decisiones es utilizar Redes Neuronales artificiales. También son muy apropiadas para, entre otras cosas, el reconocimiento de imagen. Un programa sin IA podría analizar si dos fotografías de una persona son idénticas comparando la información contenida en cada pixel, en cada punto de color. Sin embargo, la IA permite distinguir a la misma persona en dos fotos diferentes, donde la postura, la luz y el contexto no son ni siquiera parecidos. Este sistema de reconocimiento facial es el que utiliza Facebook en el etiquetado de personas. Las Redes Neuronales se aplican en situaciones para las cuales no se puede utilizar solo un modelo o una fórmula matemática. Cuando un problema se puede resolver mejor por observación continua, se entrena la red para identificar lo que se busca.

Las Redes Neuronales artificiales constan de una capa de entrada de datos en forma de números y otra capa de salida, con un número indefinido de capas ocultas en medio donde se encuentran las neuronas artificiales. Cada una de ellas analiza los datos con una finalidad

específica. Ahora bien, estos sistemas pueden necesitar una inmensa capacidad de procesamiento.

Deep Learning:

Cuanto más capas ocultas se incluyen en la red neuronal, más profundo o complejo es el cálculo que realizan. De aquí se deriva el término “Deep Network” o “Deep Learning”. Cuanto más capas ocultas hay en una red neuronal, más abstractos se vuelven los cálculos.

Aunque la teoría de las Redes Neuronales tiene más de 50 años, las Redes Neuronales complejas no se pudieron implementar hasta que el desarrollo tecnológico permitió una alta capacidad de computación.

Tabla 1.

El aprendizaje automático puede ayudar a resolver problemas de clasificación, predicción y generación

Clasificación	Clasifica/etiqueta objetos visuales	Identifica objetos, caras en imágenes y vídeo
	Clasifica/etiqueta escritura y texto	Identifica letras, símbolos, palabras en muestra de escritura
	Clasifica/etiqueta audio	Clasifica y etiqueta canciones a partir de muestras de audio
	Clúster, agrupaciones de otros datos	Segmenta objetos (por ej. clientes, características de productos) en categorías, clústeres
	Descubre asociaciones	Identidad de las personas que ven ciertos programas de televisión y también leen ciertos libros
Predicción	Predice probabilidad de resultados	Predice la probabilidad de que un cliente elija otro proveedor
	Pronóstico	Entrenado en datos históricos, previsión de demanda de un producto
	Estima función de valor	Entrenado en miles de juegos, predice/estima recompensas de acciones de situaciones futuras de juegos dinámicos
	Genera objetos visuales	Formado en un conjunto de pinturas de artistas, genera una nueva pintura del mismo estilo
	Genera escritura y texto	Entrenado en texto histórico, completa las partes faltantes de

Generación		una única página
	Genera audio	Genera una nueva grabación potencial en el mismo estilo/género
	Genera otros datos	Con conocimiento sobre los datos meteorológicos de ciertos países, completa los puntos de datos faltantes para países con baja calidad de datos

El Machine Learning, nació como una idea ambiciosa de la IA, en la década de los 60. Para ser más exactos, fue una subdisciplina de la IA, producto de las ciencias de la computación y las neurociencias.

Lo que esta rama pretendía estudiar era el reconocimiento de patrones (en los procesos de ingeniería, matemáticas, computación, etc.) y el aprendizaje por parte de las computadoras. En los albores de la IA, los investigadores estaban ávidos por encontrar una forma en la cual las computadoras pudieran aprender únicamente basándose en datos. Es la idea de que existen algoritmos que pueden darte hallazgos o conclusiones relevantes obtenidas de un conjunto de datos, sin que el ser humano tenga que escribir instrucciones o códigos para esto.

El propósito del machine learning es que las personas y las máquinas trabajen de la mano, al éstas ser capaces de aprender como un humano lo haría. Precisamente esto es lo que hacen los algoritmos, permiten que las máquinas ejecuten tareas, tanto generales como específicas.

El principal objetivo de todo aprendiz (learner) es desarrollar la capacidad de generalizar y asociar. Cuando traducimos esto a una máquina o computadora, significa que éstas deberían poder desempeñarse con precisión y exactitud, tanto en tareas familiares, como en actividades nuevas o imprevistas.

¿Y cómo es posible esto? Haciendo que repliquen las facultades cognitivas del ser humano, formando modelos que “generalicen” la información que se les presenta para realizar sus predicciones. Y el ingrediente clave en toda esta cuestión son los datos.

En realidad, el origen y el formato de los datos no es tan relevante, dado que el machine learning es capaz de asimilar una amplia gama de éstos, lo que se conoce como big data, pero éste no los percibe como datos, sino como una enorme lista de ejemplos prácticos.

Podríamos decir que sus algoritmos se dividen principalmente en tres grandes categorías: supervised learning (aprendizaje supervisado), unsupervised learning (aprendizaje no supervisado) y reinforcement learning (aprendizaje por refuerzo).

Supervised Learning:

Depende de datos previamente etiquetados, como podría ser el que una computadora logre distinguir imágenes de coches, de las de aviones. Para esto, lo normal es que estas etiquetas o rótulos sean colocadas por seres humanos para asegurar la efectividad y calidad de los datos.

En otras palabras, son problemas que ya han sido resueltos, pero que seguirán surgiendo en un futuro. La idea es que las computadoras aprendan de una multitud de ejemplos, y a partir de ahí puedan hacer el resto de cálculos necesarios para que los humanos no tengan que volver a ingresar ninguna información.

Ejemplos: reconocimiento de voz, detección de spam, reconocimiento de escritura, entre otros.

Unsupervised Learning:

En esta categoría lo que sucede es que al algoritmo se le despoja de cualquier etiqueta, de modo que no cuenta con ninguna indicación previa. En cambio, se le provee de una enorme cantidad de datos con las características propias de un objeto (aspectos o partes que conforman a un avión o a un coche, por ej.), para que pueda determinar qué es, a partir de la información recopilada.

Ejemplos: detectar morfología en oraciones, clasificar información, etc.

Reinforcement Learning:

En este caso particular, la base del aprendizaje es el refuerzo. La máquina es capaz de aprender con base a pruebas y errores en un número de diversas situaciones.

Aunque conoce los resultados desde el principio, no sabe cuáles son las mejores decisiones para llegar a obtenerlos. Lo que sucede es que el algoritmo progresivamente va asociando los patrones de éxito, para repetirlos una y otra vez hasta perfeccionarlos y volverse infalible.

Ejemplos: navegación de un vehículo en automático, toma de decisiones, etc.

Muchas compañías han empezado a incorporar esta tecnología a sus sistemas operativos, con grandes expectativas de mejorar y automatizar sus procesos.

Capítulo 2: La Inteligencia Artificial como nuevo factor de Producción:

Según una definición general, la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos, trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios. Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo. La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. Cuanto menor tiempo lleve lograr el resultado deseado, más productivo es el sistema. Es importante distinguir entre la eficiencia y la productividad, debido a que son conceptos diferentes. Mientras que la eficiencia requiere lograr los resultados pretendidos con la menor cantidad de recursos posibles (el punto clave en esta definición es ahorro o reducción de recursos al mínimo), la productividad relaciona la producción alcanzada con los recursos empleados, haciendo hincapié en el adecuado control de la calidad. A diferencia de la eficiencia, puede medirse en unidades físicas o monetarias. Por ejemplo, de tantas unidades por trabajador o por máquina.

Según estudios realizados por Empresas consultoras como Accenture, pwc, CB Insights, The Boston Consulting Group reportan la IA como factor que acelera la eficiencia de los sistemas mediante tres formas: mediante la creación de una fuerza de trabajo virtual, en segundo lugar con el aumento de las capacidades de la fuerza de trabajo actual y por último, mediante la creación de innovaciones en la economía. La inteligencia artificial no solo permitirá hacer las cosas de una mejor forma, sino que hará cosas diferentes.

La IA brinda ventajas competitivas como un nuevo factor de producción conjugando un capital humano y cibernético para crear valor en los sistemas donde se aplica. El modelo tradicional para calcular el crecimiento de la productividad se basaba en los factores capital, trabajo y tecnología. Al aplicar IA, como tecnología disruptiva, cambia el paradigma de las tecnologías creadas hasta este momento, debido a su capacidad de aprendizaje y mejoramiento continuo. Es así como USA y China hacen esfuerzos por mantenerse como líderes mundiales de la economía de la IA, por otra parte regiones como Latinoamérica ven en la IA un nuevo factor que impulsa sus economías para emerger de una década de decrecimiento económico, sin embargo el beneficio de la IA depende de cómo se maneje la transición en la aplicación de esta tecnología.

Para integrar la IA al modelo clásico de productividad, se agrega como nuevo factor de producción capaz de generar grandes cambios no sólo en la velocidad para generar los productos y servicios, sino en nuevas formas de hacerlo y en la generación de productos y servicios a partir de la IA que aún están por crearse.

Debido a que este tipo de tecnología posee algo que hasta el momento era exclusivo de los humanos, la inteligencia y la capacidad de aprender, se debe esperar mucho más de lo que se esperaría de una máquina construida para operar a ciertos niveles de eficiencia, por lo tanto la productividad de la IA está estrechamente relacionada a su programación y funciones. No se trata de que las máquinas sustituyan a las personas, sino que los humanos puedan ser capaces de dedicarse a labores más relacionadas al pensamiento creativo e innovador.

Además, este nuevo factor de producción se está desarrollando a través de iniciativas particulares y no de grandes corporaciones como se solían dar las innovaciones disruptivas. En términos de IA se presencia un cambio notable en la forma de innovar, en lugar de provenir de grandes Empresas multinacionales, la innovación ahora proviene en gran medida de laboratorios de investigación, plataformas digitales y startups. Estos son los actores que crean algoritmos y desarrollan casos de uso, son el cerebro detrás de las innovaciones en reconocimiento de imágenes, procesamiento de lenguaje natural y conducción automatizada. Las startups que producen tecnología IA son un híbrido entre Empresas y laboratorios de investigación en términos de sus áreas de enfoque, composición del equipo, duración del desarrollo del producto, al menos. La investigación y salida al mercado ocurren simultáneamente, requiriendo un rediseño de los esquemas tradicionales de transferencia de tecnología.

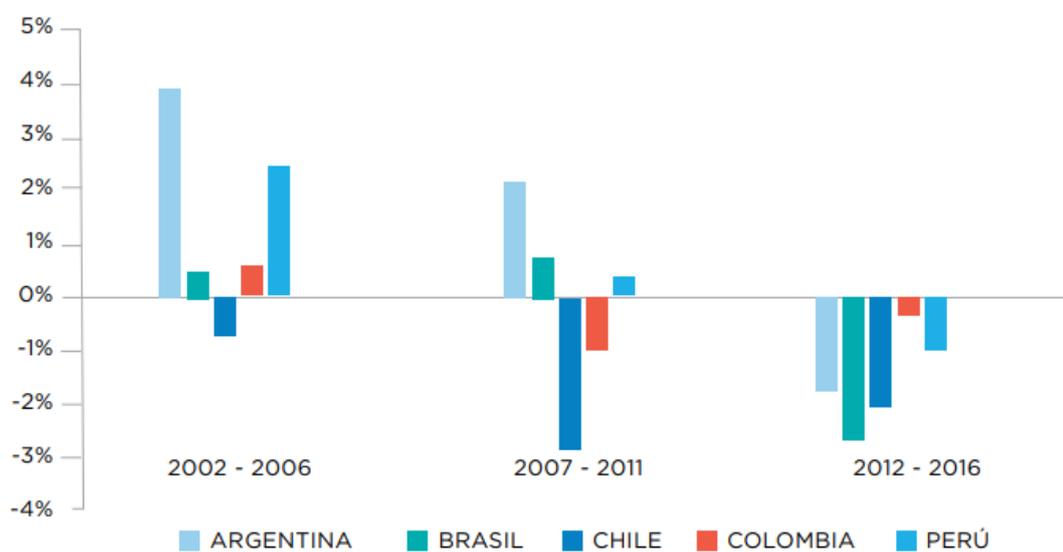
En los últimos 30 años, las tasas de crecimiento del producto interno bruto (PIB) están descendiendo en muchos países. Los principales indicadores de eficiencia económica permiten observar una clara tendencia a la baja, a la vez que los niveles de mano de obra en el mundo desarrollado se mantienen casi paralizados o incluso descienden en ciertos países. Desde el año 1980, el crecimiento del PIB se ha frenado en muchas economías desarrolladas. Además, el impacto de la pandemia mundial causada por la COVID-19 está provocando notables caídas en las previsiones económicas de crecimiento de los países más afectados.

La productividad total de los factores (PTF) es un indicador que permite conocer la eficacia con la que una economía hace uso de su capital y su fuerza laboral. Los datos indican un descenso de la PTF, fundamentalmente en los últimos 10 años. (Gráfico 1)

Los economistas siempre han pensado en las nuevas tecnologías como impulsores del crecimiento a través de su capacidad de aumentar la PTF. Esto tenía sentido para las tecnologías que habían hasta ahora: los grandes adelantos tecnológicos de los últimos dos siglos potenciaron de manera extraordinaria la productividad. Hoy en día, se vive el surgimiento de otro

conjunto de tecnologías transformadoras, comúnmente llamado “inteligencia artificial”. Muchos consideran que la IA se asemeja a las innovaciones tecnológicas del pasado. Si esto es cierto, entonces se puede esperar algo de crecimiento, pero no una transformación. No obstante, la IA tiene potencial para convertirse no solo en otro impulsor de la PTF, sino en un nuevo factor de producción en sí mismo. La clave está en darse cuenta de que la IA es mucho más que simplemente una nueva ola de tecnología. Es un híbrido único de capital y trabajo.

Gráfico 1: Caída de la productividad Sudamericana



Variación anual promedio de la PTF durante el período.

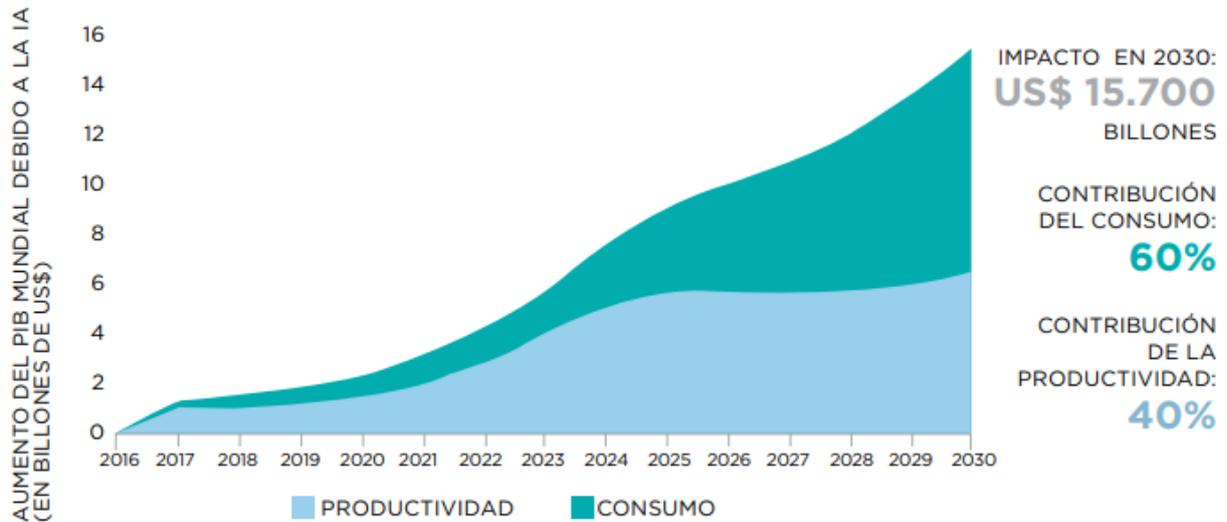
Fuente: Accenture (a partir de datos económicos de la base de datos Total Economy Database de The Conference Board).

Consulta: 5 de febrero de 2022

Según el análisis conducido por PWC, el PIB mundial podría crecer hasta un 14% en 2030 como resultado de una aceleración del desarrollo y la adopción de la IA. Ello significa llegar a generar USD 16,5 billones (gráfico 2), cifra que evidencia la magnitud de su impacto económico, que estaría principalmente impulsado por:

- Un aumento de la productividad, como consecuencia de la adopción por parte de las Empresas de sistemas de inteligencia automatizada, tales como robots o vehículos autónomos, y de sistemas de inteligencia asistida e inteligencia aumentada para ayudar a los empleados.
- Un incremento del consumo, resultado de la aparición en el mercado de nuevos productos y servicios perfeccionados y personalizados, y por tanto más atractivos y de mayor valor.

Gráfico 2: Impacto de la IA sobre el PIB mundial hasta 2030



Fuente: Análisis de PwC

Con estas previsiones puede deducirse que la IA no es solamente un motor de crecimiento con potencial para aumentar la PTF, sino que se la puede considerar como un híbrido entre capital y trabajo. Permitirá realizar tareas laborales a mucha mayor velocidad y escala, e incluso posibilitará la realización de tareas que son imposibles de llevar a cabo por personas, con los beneficios económicos que ello conlleva para las Empresas. Por otra parte, la IA también puede adoptar la forma de capital físico, como robots o máquinas con notable nivel de inteligencia. A su vez, contrariamente a lo que sucede con el capital convencional (como inmuebles o máquinas tradicionales) puede incrementar su valor en el tiempo, gracias a su capacidad de autoaprendizaje y mejora. Así pues, podría considerarse que la IA es un nuevo factor de producción, y no solo un impulsor de la productividad (gráfico 3)

Gráfico 3: El modelo de crecimiento de la IA



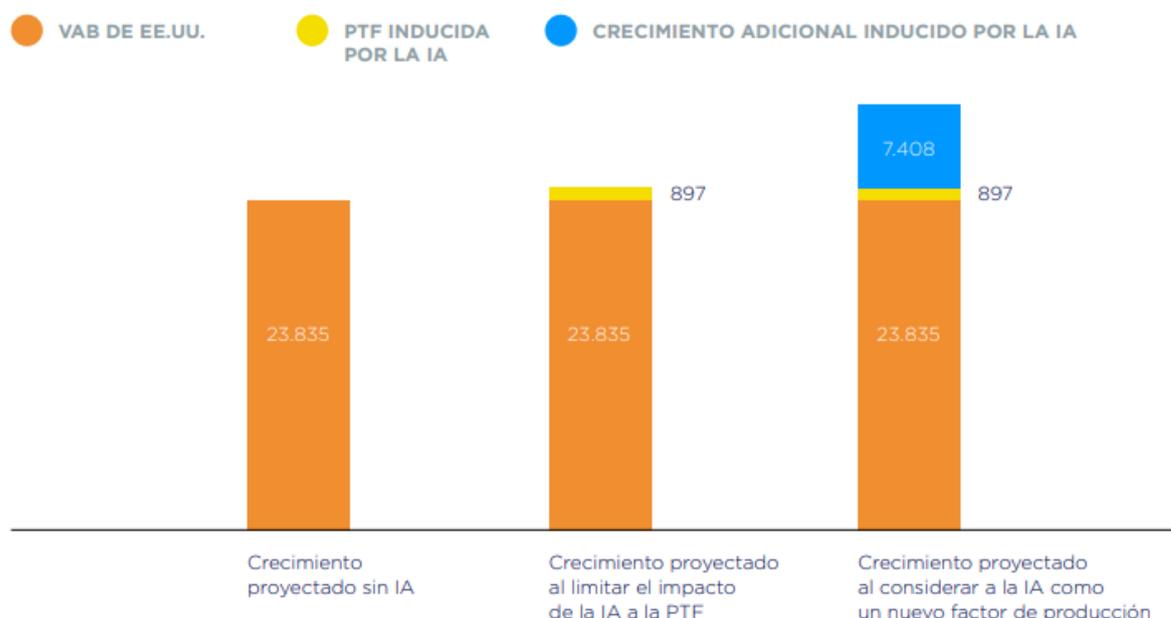
Nota: ▲ Indica el cambio en ese factor.

Fuente: Accenture

El verdadero potencial de la IA está en la capacidad que posee para complementar y enriquecer los factores de producción tradicionales, dando lugar a un replanteamiento de las relaciones económicas básicas y de la forma en la que se genera valor. Se trata de un nuevo factor de producción que tiene la capacidad de transformar las bases de crecimiento en todos los países del mundo.

Accenture y Frontier Economics han elaborado una previsión del impacto en el crecimiento del PIB de Estados Unidos en los siguientes tres casos: i) suponiendo que la IA no tiene ningún efecto; ii) considerando a la IA como impulsor de la PTF, donde el impacto en el crecimiento es limitado, y iii) tomando a la IA como un nuevo factor de producción, donde las perspectivas de crecimiento aumentan de forma notable (gráfico 4).

Gráfico 4: Tres modelos de crecimiento para la economía de Estados Unidos, VAB de EEUU en 2035 (miles de millones de USD).



Fuente: Accenture y Frontier Economics.

Nota: VAB = valor añadido bruto.

Visto como el nuevo factor de producción, hay, al menos, tres maneras fundamentales por medio de las cuales la IA puede impulsar el crecimiento. En primer lugar, puede crear una nueva fuerza de trabajo virtual –a esto se le llama “automatización inteligente”–. En segundo lugar, la IA puede complementar y mejorar las aptitudes y habilidades de la fuerza de trabajo y del capital físico existentes. En tercer lugar, como sucedió con otras tecnologías anteriores, la IA puede dar lugar a innovaciones en la economía y apoyar de esa manera la PTF.

Automatización Inteligente:

La nueva ola de automatización inteligente impulsada por la IA ya está generando crecimiento a través de una serie de características distintas de aquellas de las soluciones automatizadas tradicionales.

La primera característica es su capacidad de automatizar tareas complejas del mundo físico que requieren adaptabilidad, agilidad y aprendizaje. Piénsese en las dificultades y los riesgos a los que se exponen quienes detectan gases peligrosos en las minas. Los investigadores de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú (UNI) desarrollaron un robot autónomo de cuatro ruedas que explora las minas para detectar metano, dióxido de carbono y amoníaco. El robot utiliza sensores para detectar su ubicación y luego genera las mejores rutas y acciones a aplicar en la mina, a medida que recopila la información sobre los niveles y las tendencias de dichos gases (Andina, 13 de julio, 2016).

A diferencia de la tecnología de automatización tradicional, que es específica para cada tarea, el segundo rasgo distintivo de la automatización inteligente impulsada por la IA es su capacidad de resolver problemas en diferentes industrias y puestos de trabajo. Basta con observar la adopción generalizada de los bots conversacionales (o chatbots) en los servicios de atención al consumidor, estos asistentes virtuales que ayudan a la gente en su lengua materna. En la actualidad, estos robots son utilizados con entusiasmo por numerosas Empresas, desde el Banco Galicia en Argentina hasta la aerolínea colombiana Avianca y la plataforma de comercio electrónico brasileña Shop Fácil.

La tercera característica y la más poderosa de la automatización inteligente es el autoaprendizaje logrado gracias a la repetitividad a escala. La startup chilena The Not Company (o NotCo) desarrolló un algoritmo, llamado Giuseppe, que analiza los productos alimenticios basados en proteína animal y genera recetas para preparar alternativas veganas que tengan no solo el mismo sabor y la misma textura, sino también un mayor valor nutricional. Para hacerlo, Giuseppe analiza la estructura molecular de los alimentos y encuentra estructuras similares basadas en combinaciones de ingredientes veganos. Por ejemplo, hace mayonesa de fécula de papa, proteína de arvejas y hojas de romero. Cuanto más crece su base de datos, más algoritmos aprende el “chef” –y más combinaciones puede producir– (Baer, 26 de abril, 2016). Este aspecto de la IA relacionado con el autoaprendizaje es un paso adelante fundamental. Mientras que el capital de la automatización tradicional se degrada con el tiempo, los activos de la automatización inteligente pueden mejorar constantemente.

Enriquecimiento del capital y del trabajo

Una parte significativa del crecimiento económico generado por la IA no provendrá de reemplazar el trabajo y el capital existentes, sino de permitir que su uso sea mucho más eficiente. Por ejemplo, la IA puede permitir que los trabajadores centren su labor en aquellas funciones que suman más valor agregado. Piénsese, por ejemplo, en un proceso tan engorroso y que lleva tanto tiempo como la incorporación de personal. La empresa chilena AIRA (asistente virtual de recursos humanos) desarrolló un sistema para publicar anuncios de oferta de trabajo en los sitios de empleo más utilizados de la web, leer y armar un ranking de todos los currículums, realizar pruebas psicométricas y llevar a cabo videoentrevistas con los postulantes. El desempeño de los postulantes se analiza con analítica de las emociones, que traduce en números sus niveles de atención y sus expresiones faciales. Al final de este breve proceso, los seleccionadores humanos pueden aprovechar el poco tiempo con el que cuentan para realizar entrevistas profundas con los candidatos mejor calificados (Pulsosocial, 20 de octubre, 2016).

Asimismo, la IA incrementa la mano de obra al complementar las capacidades humanas, ofreciéndoles a los empleados nuevas herramientas para potenciar su inteligencia natural. Por

ejemplo, en Brasil, una serie de Empresas se están preparando para incorporar sistemas de inteligencia híbrida en sus servicios de soporte posventa. Esto implica que un robot recopila información sobre los consumidores a partir de sus interacciones previas con la empresa, como las compras de productos, las comunicaciones directas o referencias a través de las redes sociales. Luego, le brinda al asistente humano información sobre el estado de ánimo y los reclamos efectuados por el consumidor, y también puede sugerirle promociones que podrían ser relevantes para cada nuevo cliente de manera individual.

La IA también puede mejorar la eficiencia del capital, lo cual es muy importante para los vastos sectores industriales y manufactureros de América del Sur. Tómese el caso de Ubivis, una startup brasileña fundada en 2014 con la ambición de ayudar a las Empresas manufactureras a entrar en la era de la internet de las máquinas inteligentes. Ubivis instala sensores y controladores externos en las máquinas industriales existentes para recopilar enormes cantidades de datos sobre sus operaciones. Estos macrodatos se almacenan luego en la nube y se utilizan como insumo para procesos de aprendizaje automático que tornan increíblemente más productivos los activos del cliente a través de, por ejemplo, el mantenimiento predictivo, que resuelve los problemas antes de que se vuelvan costosos.

Difusión de innovaciones

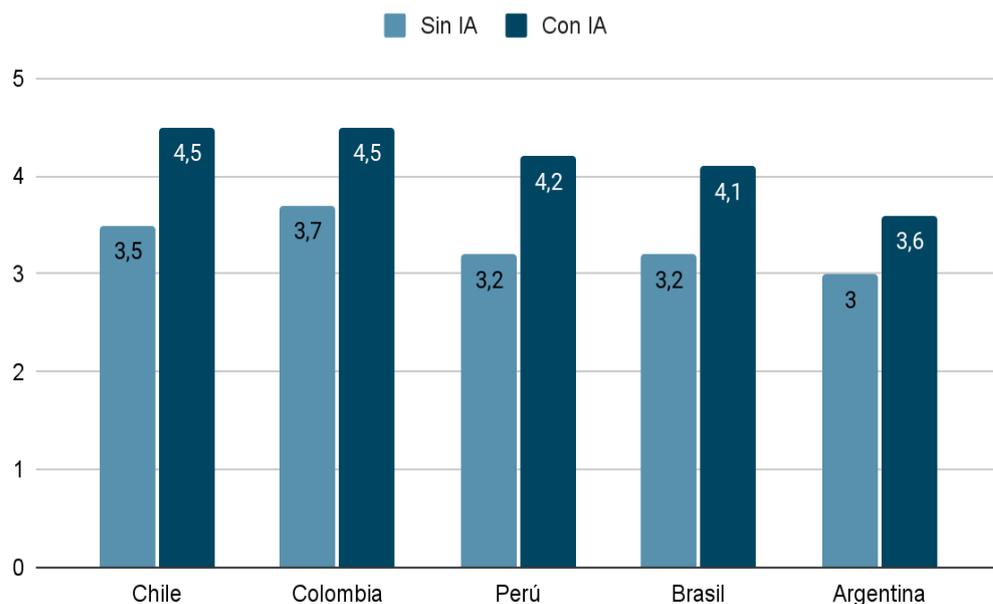
Uno de los beneficios menos analizados de la IA es su capacidad para impulsar innovaciones originales a medida que se difunde en toda la economía. Tómese el caso de los vehículos sin conductor, probablemente el producto más publicitado del desarrollo de la IA hasta ahora. A medida que la innovación engendre más innovación, el impacto de los vehículos sin conductor sobre las economías eventualmente se extenderá mucho más allá de la industria automotriz. Por ejemplo, mientras viaja, el pasajero –que ya no conduce– bien puede estar utilizando servicios móviles, lo cual abre nuevas oportunidades para las agencias de publicidad, el comercio minorista, las Empresas de medios y otros que podrían innovar en el desarrollo de nuevas ofertas. Las compañías de seguros podrían generar evaluaciones de riesgo más precisas y flujos de ingresos nuevos a partir de las grandes cantidades de datos que producen los vehículos autoconducidos y los controladores que tienen conectados. También se abren oportunidades de innovación en el sector público, ya que los datos precisos y en tiempo real sobre el tránsito y las rutas que generan los vehículos y otras fuentes dan lugar a nuevas formas de cobrar por el uso de las carreteras y de controlar la congestión y la contaminación. Podrían lograrse, incluso, beneficios sociales significativos. Se espera que los vehículos sin conductor reduzcan drásticamente la cantidad de accidentes de tránsito y las muertes relacionadas con estos. También podrían devolverles la independencia a aquellos que no pueden manejar un vehículo debido a alguna discapacidad, permitiéndoles acceder a trabajos de los que anteriormente se hallaban excluidos.

Para comprender el valor de la IA como un nuevo factor de producción, Accenture, en colaboración con Frontier Economics, modeló el impacto potencial de la IA en cinco economías que juntas generan un 85% del producto económico de América del Sur. El resultado reveló que hay oportunidades destacables para la creación de valor. Se halló que la IA tiene el potencial de añadir hasta un 1% a las tasas de crecimiento económico anual de estos países –un remedio poderoso para las bajas tasas de crecimiento de los últimos años–. Para estimar el potencial económico de la IA se comparó dos escenarios para cada país. El primero es la línea de base, que muestra la tasa de crecimiento económico anual esperada bajo los supuestos actuales acerca del futuro. El segundo es un escenario con IA, que muestra el crecimiento económico esperado una vez que el impacto de la IA haya sido absorbido por la economía. Como el impacto de toda nueva tecnología tarda cierto tiempo en dar frutos, se tomó el 2035 como el año base para la comparación.

Gráfico 5: El impacto económico de la IA:

La IA tiene potencial para incrementar las tasas de crecimiento económico anuales de América del Sur en hasta 1 punto porcentual en términos de valor agregado bruto.

El impacto económico de la IA



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Accenture y Frontier Economics

PwC llevó a cabo un estudio en su informe llamado *Sizing the prize: What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?* donde se analizó en qué sectores tendrá más impacto la IA y cuáles son los plazos estimados para su adopción total.

Estos son los resultados:

Tabla 2: Impacto de la IA por sectores

Sector	Subsector	Impacto potencial de la IA
Salud	Proveedores: Servicios Sanitarios Farmacia Seguro Médico Salud del consumidor	3.7
Industria Automotriz	Postventa y reparación Proveedores de Componentes Movilidad personal como Servicio OEM	3.7

	Financiación	
Servicios Financieros	Gestión de Patrimonios, Banca, Capital y Seguros	3.3
Transporte y Logística	Transporte Logística	3.2
Tecnología, Comunicaciones y Entretenimiento	Tecnología Entretenimiento, medios de comunicación y Comunicación	3.1
Venta al por menor	Productos de consumo Venta al por menor	3
Energía	Petróleo y Gas, Energía y Servicios Públicos	2.2
Fabricación	Fabricación Industrial: Productos Industriales y Materias primas	2.2

Puntuaciones basadas en la evaluación del índice de impacto de la IA de PwC. Las puntuaciones potenciales van del 1 al 5, siendo 5 el mayor impacto potencial debido a la IA, y 1 el menor.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de PwC

Capítulo 3: El impacto de la Inteligencia Artificial en el Empleo:

“La IA es una de las cosas más importantes que la humanidad está desarrollando. Es más profundo que la electricidad o el fuegopero [el fuego] también mata a la gente. Aprendimos a utilizar el fuego por el bien de la humanidad, pero también tenemos que superar sus inconvenienteses razonable estar preocupado por la IA.” — Google CEO Sundar Pichai

El progreso siempre ha venido acompañado de voces que se alzan en su contra, con mayor o nulo acierto en sus planteamientos y sus consecuencias. Cuanto mayor es el avance, mayor es el debate sobre sus riesgos y sus bondades. Sundar Pichai, CEO de Google, o Elon Musk, CEO de Tesla y copresidente de OpenAI, advierten sobre los peligros de un mal uso de la IA. Musk considera a la AI más peligrosa que una guerra nuclear. Siendo OpenAI una empresa de investigación sin ánimo de lucro para el descubrimiento y el desarrollo seguro de una IA Fuerte, las palabras de Musk cobran especial relevancia.

Por muy peligrosa que sea una tecnología, no se puede dejar de lado si los beneficios son sustanciosos. En el caso de la AI, las ventajas son enormes. Así, la capacidad de procesamiento

de enormes cantidades de información en Big Data, la detección en tiempo real de rostros, la evaluación de fraude en transacciones bancarias, diagnóstico automático de enfermedades, la conducción autónoma de vehículos o la predicción de ventas de un determinado producto son algunas de las capacidades actuales de la IA. Si en el futuro se consigue el desarrollo de IA Fuertes (simulando comportamientos humanos), las ventajas serán todavía mayores, siempre que los desarrollos sean éticos y que los riesgos sean eliminados o minimizados a niveles aceptables.

Los riesgos que entraña la IA pueden dividirse, en términos generales, en seis categorías con impactos variables sobre los individuos, las organizaciones y la sociedad. A continuación se analizará brevemente cada uno de ellos:

1. Riesgos del Rendimiento:

Como cualquier otro sistema de software, los sistemas de IA necesitan ser verificados y validados utilizando metodologías estándar. No obstante, los sistemas de IA –en particular, los de aprendizaje automático (AA)– difieren significativamente de los sistemas de software estándar. Hay fundamentalmente dos fases en la construcción de un sistema de AA (Dietterich, 1988; Hall, Phan y Ambati, 2017). En primer lugar, el desarrollador entrena al sistema introduciéndole grandes volúmenes de datos de entrada, así como datos de salida. Por ejemplo, si uno quiere que el sistema de AA identifique un gato en una serie de imágenes, el desarrollador alimenta el sistema con cientos de miles de imágenes, de las cuales un subconjunto claramente identificado contiene gatos. El sistema de AA entonces aprende a identificar las características distintivas de los gatos. Una vez que el sistema ha sido entrenado adecuadamente, se lo despliega en un modo de producción, en el cual, dada cualquier imagen, dicho sistema de AA identificará si hay un gato en ella o no. Hay que asegurarse de que los datos proporcionados sean representativos, de que no contengan sesgos, de que se entienda de qué modo el sistema está identificando las características distintivas y de qué modo está haciendo sus recomendaciones. La dificultad que entraña hacer esto en muchos de los algoritmos de AA los convierte en una caja negra, que hace a su vez difícil afirmar si el rendimiento o los resultados de los algoritmos de IA son acertados o deseables. Las investigaciones actuales tratan de reducir el sesgo del modelo, producto de los sesgos de los datos de entrenamiento, y mejorar la estabilidad de su rendimiento. Por lo tanto, es esencial que los seres humanos sigan estando involucrados en la auditoría de los resultados de los algoritmos para atenuar estos sesgos no deseados y otros riesgos más generales del rendimiento. Ejemplo: una serie de bancos y compañías de seguros están utilizando modelos de AA para tomar decisiones respecto del otorgamiento de créditos al consumo, tarjetas de crédito y pólizas de seguro. Si los datos que utilizan estas organizaciones están sesgados o no son representativos de toda la población, o si el sistema de AA no puede explicar la lógica de sus recomendaciones de un modo que los consumidores

puedan comprender, entonces se corre el riesgo de adoptar estas técnicas generalizadamente, ya que los consumidores perderán la confianza en las recomendaciones del sistema.

2. Riesgos de Seguridad:

El uso inapropiado de la IA por parte de piratas informáticos es un riesgo grave, ya que muchos algoritmos desarrollados con buenas intenciones (por ejemplo, para los vehículos autónomos) pueden ser repensados para hacer daño (por ejemplo, para obtener armamentos autónomos). Esto plantea nuevos riesgos para la seguridad mundial (Brundage et al., 2018).

Para poder construir algoritmos aplicables, transparentes y validados se debe contar con una gobernanza adecuada (Easterbrook, 30 de noviembre, 2010), y esto incluye trazar una línea entre la IA beneficiosa y la perjudicial (Holdren y Smith, 2016). Los modelos de AA (especialmente, los de aprendizaje profundo) también pueden ser engañados por datos de entrada maliciosos, llamados “ataques adversarios”. Por ejemplo, es posible hallar combinaciones de datos de entrada que desencadenen resultados perversos de los modelos de AA, de hecho, hackeándolos.

Ejemplo: los hackers podrían acceder a los sistemas de alerta automatizados, a las redes de distribución eléctrica o a las plataformas interconectadas de vehículos autónomos de transporte y generar complicaciones en una región. Se necesita la gobernanza apropiada para asegurar una IA respetuosa de los seres humanos y del planeta y para evitar el mal uso. El uso inapropiado de la IA también podría producirse cuando los sistemas caen en las manos equivocadas. Por ejemplo, los cazadores furtivos podrían beneficiarse de las herramientas de IA para el rastreo de especies animales en peligro de extinción, destinadas a contribuir a los esfuerzos conservacionistas.

3. Riesgos de Control:

Algunos sistemas de IA trabajan de manera autónoma e interactúan entre sí generando mecanismos de retroalimentación entre las máquinas que pueden provocar resultados inesperados. Los vehículos autónomos o semiautónomos, la maquinaria pesada equipada con sensores, los drones, los robots y muchos otros dispositivos y equipos tendrán cada vez más IA incorporada. La incapacidad de los humanos de controlar estos sistemas semiautónomos o autónomos implica riesgos de control considerables (Brundage et al., 2018). Ejemplo: en 2010, las interacciones de múltiples bots en las negociaciones de alta frecuencia causaron una crisis financiera que infló los mercados artificialmente. Asimismo, los hackers han demostrado de qué modo pueden tomar el control de los vehículos y manejarlos de manera remota. Si caen en las manos equivocadas, estas herramientas pueden entrañar riesgos significativos para las personas y para la propiedad. Son necesarios el control proactivo, el monitoreo y las salvaguardas para poder detectar estas acciones antes de que se conviertan en un problema. El control de los

sistemas de IA o la intervención humana de emergencia deben ser tenidos en cuenta en el diseño de estos sistemas.

4. Riesgos Económicos:

A medida que las Empresas adoptan IA, esta puede alterar el escenario de la competencia creando ganadores y perdedores. Los que más rápido pueden mejorar sus procesos de toma de decisiones a través de la IA pueden ver cómo los beneficios aumentan aceleradamente, mientras que los que tardan más en adoptarla pueden quedar atrás. Las Empresas que enfrentan más problemas en la transición hacia la IA pueden verse forzadas a reducir la inversión, lo cual es probable que perjudique su rentabilidad y, eventualmente, su existencia. Dados los rendimientos acelerados sobre el capital cognitivo (la combinación de la inteligencia humana y artificial), los que primero actúen con la información y los expertos apropiados podrán monopolizar velozmente el mercado. En virtud de la naturaleza global del mundo digital, esto podría desencadenar de inmediato una carrera por la supremacía mundial, lo cual forzaría a los Gobiernos a intervenir para proteger a sus industrias locales y allanaría el camino para un potencial aumento del proteccionismo y una menor globalización. Ejemplo: el aumento de la productividad generado por la automatización, más el aumento del consumo debido a las mejoras en la personalización y el diseño de los productos y a las campañas de marketing basadas en información de la IA cambiarán la cantidad de gente necesaria para proveer estos bienes y servicios y podrían también modificar la naturaleza de las habilidades imprescindibles para sobrevivir en el nuevo mundo de la IA.

5. Riesgos Éticos:

El uso ético y responsable de la IA, involucra tres elementos clave: la utilización de los macrodatos; la creciente dependencia de algoritmos para llevar adelante tareas, diseñar alternativas y tomar decisiones; y la reducción gradual de la participación humana en muchos procesos. En conjunto, estos plantean cuestiones relacionadas con la justicia, la responsabilidad, la igualdad y el respeto de los derechos humanos. Asimismo, si bien ciertos resultados sesgados de la IA pueden plantear preocupaciones importantes respecto de la privacidad, muchas opiniones y decisiones acerca de los individuos se basan en los atributos que se deducen del grupo o la comunidad de pertenencia. Por consiguiente, la evaluación del daño que podría hacer la IA debe encuadrarse más allá del nivel individual y reconocer que la privacidad no es el único aspecto. Ejemplo: en el futuro, es probable que un vehículo autónomo enfrente situaciones en las que quizás tenga que tomar decisiones morales (por ejemplo, si se encuentra ante dos alternativas, la de matar a uno de los pasajeros del vehículo o a dos que están en la calle, ¿qué decidirá?). Los seres humanos toman diferentes decisiones sobre la base de sus valores, y cómo

impartir esos valores a las máquinas o, al menos, alinear los valores de las máquinas con los de los humanos constituye un gran desafío.

6. Riesgos Sociales:

La automatización a gran escala amenaza con reducir el empleo en el transporte, la industria manufacturera, la agricultura y el sector de servicios, entre otros. El aumento de las tasas de desempleo podría llevar a una mayor inequidad social. Además, los algoritmos diseñados por un subconjunto de la población a nivel nacional y mundial pueden estar sesgados inconscientemente y llevar, quizás, a resultados que marginen a las minorías o a otros grupos. El armamento autónomo también plantea una amenaza significativa para la sociedad y entraña la posibilidad de llevar a conflictos más acelerados y de mayor escala. Una vez desatados, estos pueden a su vez provocar daños de gran magnitud en el medio ambiente e, incluso, un escenario apocalíptico, donde una IA militarizada supondría un riesgo existencial para la humanidad. Ejemplo: los camiones y automóviles autónomos, junto con la fabricación energéticamente inteligente de la internet de las cosas, conllevan beneficios medioambientales considerables, pero también pueden traer aparejada una pérdida de empleo importante (Goldman Sachs estima que solamente en EE. UU. se perderán aproximadamente 300.000 puestos de trabajo por año cuando la saturación de IA alcance su punto máximo). A esto también podría sobrevenir una caída económica regional con el consiguiente agravamiento de la inequidad y del descontento social.

En investigaciones recientes sobre el futuro de los mercados de trabajo en América Latina, Accenture halló que uno de cada tres trabajadores empleados en la economía formal de la mayor parte de los mercados más grandes de la región dedicaba el 75% de su tiempo a tareas rutinarias. Dado que esas son las tareas que más probablemente lleven a cabo las máquinas inteligentes –las computadoras y los robots–, dichos trabajadores son los que corren el mayor riesgo de que sus trabajos se transformen o se pierdan en los próximos años a causa de la automatización.

Esto no significa que la pérdida de puestos de trabajo sea inevitable. El hecho de que los trabajos se puedan automatizar no significa que esto necesariamente vaya a ocurrir. También la tecnología puede ayudar a esos trabajadores a adquirir las capacidades que necesitarán para desempeñarse en los trabajos que se crearán, a través de medios que van desde los cursos en línea hasta los programas de capacitación que utilizan realidad virtual y aumentada. Asimismo, después de que algunas tareas se hayan automatizado, los empleadores podrán reconfigurar los puestos de trabajo, manteniendo a los trabajadores existentes, pero asignándoles nuevas funciones. No obstante, los países latinoamericanos no pueden escapar a la necesidad de elevar

la capacitación de los trabajadores vulnerables y asegurarse de que las personas jóvenes ingresen al mercado de trabajo con la formación necesaria.

Un estudio de Frontiers resume los tipos de trabajos más sujetos a la automatización:

- ❖ Aquellos en los que se necesita un menor nivel de estudios (operarios de fábricas, servicios de hotelería, administrativos, etc.). Por el contrario, los puestos con requisitos de formación muy superiores son los menos expuestos al riesgo.
- ❖ Aquellos puestos en donde no es necesario un grado de interacción con personas muy sofisticado y complejo (en estos casos, se entiende por grado de interacción elevado el que se produce cuando se realizan actividades como la supervisión y gestión de equipos, consultoría y asesoramiento especializado, asistencia y atención médica, formación, etc.).
- ❖ Aquellas ocupaciones que requieren habilidades manuales.

Otros análisis sugieren otro enfoque más positivo. Así, en un estudio del MIT Sloan School of Management se ha analizado el potencial impacto de las técnicas de machine learning en alrededor de 900 puestos de trabajo de la Oficina Federal de Estadísticas de Trabajo estadounidense, derivando que se verá afectada por igual toda la escala salarial que abarcan estos puestos, desde los CEO hasta los conductores de camión. El estudio concluye que la inteligencia artificial no desplazará en muchos casos un puesto de trabajo en su totalidad, sino que sustituirá muy probablemente tareas específicas, de forma que la automatización inteligente se centrará en aquello que mejor sabe hacer y le dejará a los humanos otras tareas para las que la especie aún es más competente.

De acuerdo al estudio realizado por Frontier Economics, durante los años 1980 y 2000 ha sucedido un proceso llamado "polarización del trabajo". Esta polarización hace referencia a una disminución en el número de trabajos de "educación media", que son los trabajos para los cuales se requiere el título de secundario completo o un nivel académico medio, y paralelamente a esto ha habido un incremento en los trabajos de "educación superior", para los cuales se requiere un título universitario. Al mismo tiempo, se da un aumento en la desigualdad de ingresos.

Existe un consenso amplio, aunque no universal, en la literatura económica de que la polarización del empleo se explica en gran parte por la creciente importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

El mecanismo a través del cual las TIC conducen a la polarización se ha explicado utilizando un modelo económico "basado en tareas" (Autor, Levy y Murnane, 2003, Acemoglu y Autor, 2011). Este modelo considera una situación inicial en la que los trabajadores son asignados a los puestos de trabajo de la siguiente manera: los trabajadores con poca formación realizan principalmente tareas cognitivas rutinarias y tareas manuales no rutinarias; los trabajadores con

un nivel educativo medio realizan principalmente tareas cognitivas rutinarias; los trabajadores con un nivel educativo alto realizan principalmente tareas cognitivas no rutinarias. El modelo supone que las TIC sustituyen a los trabajadores en la realización de tareas rutinarias, mientras que complementan las tareas cognitivas no rutinarias. Esto implica lo siguiente:

- Los trabajadores de educación media que realizan principalmente tareas rutinarias son desplazados.
- Los trabajadores con educación media suelen comenzar a realizar tareas que son realizadas por trabajadores con una educación baja, frenando el crecimiento salarial de los trabajadores con poca formación. Esto se debe a que los trabajadores con educación superior tienen una fuerte ventaja comparativa sobre los trabajadores con educación media en la realización de tareas cognitivas no rutinarias, y por lo tanto los trabajadores con educación media no podrán pasar a ocupar cargos de alta educación.
- La demanda de los trabajadores con un alto nivel educativo aumenta.

Este modelo es coherente con las pruebas de polarización descritas anteriormente, en las que las ocupaciones de baja y alta formación crecen a expensas de las ocupaciones de formación media y los ingresos de los trabajadores de alto nivel educativo crecen en relación con los de los demás trabajadores.

Paralelamente a la polarización del empleo, también se ha observado que los trabajadores con alto nivel educativo se han distribuido principalmente en Estados Unidos y en otras economías avanzadas (Diamond, 2016). Los trabajadores con alto nivel de educación se han separado no sólo en términos de ingresos, sino también en términos de ubicación.

En este estudio, Frontier Economics también analiza el impacto de la IA en el empleo y en el ingreso promedio de los trabajadores.

Para simplificar el análisis, Acemoglu y Restrepo (2018) analizan primero los efectos del cambio tecnológico en los trabajadores considerándolos como un grupo:

- A corto plazo, la IA sustituye a la mano de obra en la realización de tareas específicas que se automatizan. Esto puede conducir a la pérdida de puestos de trabajo (desplazamiento), reducir la proporción de ingresos que fluye a los trabajadores (en comparación con los propietarios del capital) y la caída de los ingresos.

Sin embargo, esta pérdida de los empleos es compensada por los siguientes efectos:

- Efectos de productividad: los bienes y servicios cuya producción está cada vez más automatizada se abarata o aumenta su calidad. Esto lleva a que los consumidores demanden más productos, ya sea de sectores cada vez más automatizados o de otros sectores. En consecuencia, aumenta la demanda de mano de obra.

- Introducción de nuevas tareas: A medida que se introducen nuevas tecnologías y la demanda de productos y servicios aumenta, aparecen nuevas tareas. Acemoglu y Restrepo (2016) señalan que esto ya ha sucedido antes en períodos de cambio tecnológico, y que las nuevas tareas representan alrededor de la mitad de la creación de nuevos empleos en Estados Unidos entre 1980 y 2000. Luego se analizará este punto más detalladamente.

La introducción de los cajeros automáticos y de la banca electrónica, por ejemplo, provocaron la pérdida de 40.000 puestos de cajero de banco entre los años de la década de 1990 y 2014. Si bien la transición no ha sido siempre indolora, el efecto neto generalmente fue más una creación de empleo que una pérdida de puestos de trabajo. En el mismo período en el que se perdían los puestos de cajero de banco, surgían 60.000 puestos de asesor financiero, una ocupación menos susceptible de automatización porque requiere un pensamiento más creativo y habilidades interpersonales (Hajkowicz et al., 2016).

La lección que nos dejan los procesos de cambio anteriores es que invertir en nuevas tecnologías y adoptarlas es mejor para el crecimiento y para el empleo a largo plazo, pero también que, a lo largo del proceso, la transición probablemente genere ganadores y perdedores en el mercado de trabajo. Cuántas personas caerán en el grupo de los ganadores y cuántas en el de los perdedores durante la próxima transición a las tecnologías de IA dependerá de la facilidad con la que la economía cree nuevos puestos de trabajo y de la medida en que los trabajadores adquieran las aptitudes y cuenten con las oportunidades necesarias para lograr la transición hacia esos nuevos puestos.

En los modelos utilizados por Acemoglu & Restrepo (2018) y por Caselli & Manning (2017), en el corto plazo el efecto de sustitución de trabajo va a dominar, pero en el largo plazo los aumentos de productividad serán de tal magnitud que compensarán los trabajos perdidos. Los salarios reales aumentan en comparación con el período anterior sin automatización.

Este debate compara una situación inicial sin automatización con un nuevo escenario en el que se ha introducido una mayor automatización. Korinek y Stiglitz (2017) también consideran la transición entre estos dos estados. En el período de transición el desempleo puede aumentar incluso si los efectos compensatorios vistos anteriormente son lo suficientemente fuertes como para compensar el desplazamiento. Los nuevos puestos de trabajo pueden requerir diferentes habilidades o podrían estar en diferentes áreas en comparación con los puestos de trabajo que disminuyen o se transforman como resultado de la automatización.

Creación potencial de empleo producto de la IA:

- Wilson, Daugherty y Morini-Bianzino (2017) sugieren que los "formadores" (trabajadores que realizan tareas útiles para entrenar a los sistemas de IA), los "explicadores" (trabajadores que interpretan los resultados generados por los sistemas de IA para que

las organizaciones que los utilizan puedan rendir cuentas internamente y a los demás stakeholders) y los "supervisores" (trabajadores que supervisan el trabajo de los sistemas de IA para prevenir y mitigar cualquier consecuencia no deseada) pueden ser puestos de trabajo del futuro.

- Eurofound (2017) sugiere que los avances en robótica industrial podrían generar empleo en la prestación de servicios de apoyo a la robótica a las Empresas manufactureras, así como en la fabricación de robots. Los puestos de trabajo en estas áreas incluirían programadores y especialistas en mantenimiento de robots. Si bien estas ocupaciones no serían totalmente nuevas, implicarían nuevas combinaciones de competencias y habilidades.
- Francois (2018) señala la necesidad de que las personas participen en el desarrollo de los "valores" de la IA - incluso en el caso de que los sistemas de IA llegaran a una etapa muy avanzada de desarrollo, en el que una gran mayoría de las tareas laborales podrían ser automatizadas.
- Hablando más en general, Agrawal, Gans y Goldfarb (2017) definen la IA como una "máquina de predicción", y sugieren que su implementación va a aumentar la demanda de tareas que contribuyan a realizar predicciones.

Caso de Análisis: Australia

Australia no tiene buenos antecedentes en el manejo de las transiciones del trabajo y las calificaciones en el pasado, particularmente, en cuanto al ingreso de los jóvenes al empleo de tiempo completo y a la reubicación laboral o la recapitación de los trabajadores varones menos calificados, a medida que fueron desapareciendo ciertos trabajos tradicionales. Este caso demuestra que mejorar la velocidad y la facilidad con la que los australianos cambian de trabajo y de calificación fue un factor crítico para minimizar los efectos negativos de los shocks económicos y tecnológicos.

A lo largo del siglo xix y de la primera mitad del xx, la economía australiana dependía de la minería y los recursos naturales, la agricultura, las manufacturas y la construcción para alcanzar sus niveles de empleo y crecimiento. Sin embargo, en los últimos 70 años, este país progresivamente fue atravesando una transición hacia una economía basada en los servicios, con cerca de un 80% de los australianos actualmente empleados en dicho sector, aunque otros sectores, como la minería y la agricultura, sigan dominando las exportaciones. Durante las últimas tres décadas, la economía también sufrió cambios estructurales significativos, motivados por cambios en la política económica y comercial, así como por cambios globales, tanto económicos como tecnológicos. En general, estos cambios vinieron acompañados por un

período de 26 años de crecimiento económico sostenido, pero, a lo largo del proceso, algunos trabajadores, especialmente los trabajadores de mayor edad, perdieron sus empleos y nunca volvieron a trabajar.

El rasgo más distintivo de la ola actual de automatización no es que esta se esté produciendo a mayor velocidad, sino que se produjo un desplazamiento hacia el sector de los servicios.

Durante los últimos 25 años, se produjo un desplazamiento significativo de trabajadores australianos desde las industrias tradicionales hacia las emergentes (Lowe, 2017). A lo largo del proceso, tres cuartos de un total de un millón de puestos de trabajo de obreros y operarios de máquinas desaparecieron, pero se crearon más de un millón de puestos de trabajo en los servicios profesionales y asistenciales. Algunos cambios fueron impulsados por la adopción de tecnologías digitales, automatización y TIC.

Durante los períodos anteriores, Australia demostró ser mejor como adoptante de las TIC que como creador o exportador. Si bien, entre 2000 y 2017, los flujos comerciales relacionados con las TIC se incrementaron unos US \$5.700 millones, Australia siguió siendo un importador neto de TIC durante ese período (Australian Computer Society, 2017). Además, aún muestra cierto rezago respecto de los líderes tecnológicos mundiales de la actualidad. En Australia, las Empresas tecnológicas dan cuenta de apenas el 3% de las 200 firmas más importantes del país, y el crecimiento de la capitalización en el mercado de las TIC está significativamente atrasado en relación con el de Estados Unidos, que, desde 2011, muestra un incremento del 168% en el índice mensual de Empresas tecnológicas, comparado con el índice australiano, cuyo incremento fue del 68%.

No obstante, las inversiones públicas y privadas a largo plazo en capacidades de investigación básica relacionada con IA y automatización –como aquellas en robótica, sistemas autónomos, aprendizaje automático y computación cuántica– demuestran que Australia se introdujo en esta nueva ola de innovación tecnológica mejor posicionada para ser un creador de tecnología que en épocas anteriores.

En 2001, el Gobierno australiano creó un instituto nacional de investigaciones sobre TIC, que actualmente aporta sus capacidades investigadoras de primer nivel mundial en áreas clave, como los sistemas ciber-físicos, la analítica de datos y la optimización, y la ciberseguridad.

Australia también está mejor posicionada para comercializar la próxima ola de tecnologías digitales. Su composición económica es la apropiada para los tipos de tecnologías y aplicaciones que surgen de los avances en IA y automatización. Si bien la última revolución digital, producida en la década de 2000, se centró principalmente en aplicaciones y tecnologías para el consumidor, esta ola de IA tiene muchos usos industriales, que encajan más naturalmente en la

composición económica interna australiana –más orientada a las finanzas, los recursos, la industria y la energía– y en sus fortalezas como exportador.

Un análisis de las tendencias del mercado laboral realizado por Alphabet (2017) muestra que, entre 2000 y 2015, la automatización redujo dos horas por semana el tiempo que un trabajador promedio australiano dedica a tareas rutinarias automatizables. Estas incluyen tareas físicas, como levantar o trasladar productos, y tareas cognitivas, como el análisis de información básica – por ejemplo, el análisis de tendencias de los informes empresariales de rutina–. Si se mantiene el ritmo actual de automatización, es probable que los trabajadores dediquen dos horas menos por semana a tareas rutinarias automatizables antes de 2030.

Esto sugiere que el 71% del cambio esperado en el empleo se producirá dentro del puesto de trabajo. Es decir, la mayor parte de esta reducción de dos horas semanales de trabajo rutinario estará motivada por el hecho de que las personas desarrollarán su trabajo de otra manera, por ejemplo, pasando de realizar tareas manuales repetitivas a tareas más complejas e interactivas. El otro 29% del cambio esperado en el empleo para 2030 se deberá a que los trabajadores cambiarán de puesto, allí donde la automatización de tareas signifique que se necesitan menos personas para realizar un trabajo (AlphaBet, 2017).

La maximización de los beneficios económicos de la automatización depende de si los trabajadores desplazados logran una transición exitosa hacia un nuevo empleo. Manejar adecuadamente las transiciones de la fuerza de trabajo es crucial, ya que, cuando los trabajadores son desplazados durante períodos de tiempo prolongados, esto resulta costoso para los individuos y para la economía (porque incrementa los costos de la asistencia social, devalúa sus habilidades y puede causar estrés social y económico en los trabajadores afectados).

Para muchos trabajadores, los cambios provocados por la automatización serán positivos. Estos trabajadores dedicarán más tiempo a la resolución de problemas, al pensamiento estratégico y creativo y a la interacción con sus colegas, con los clientes y con otras personas. Su trabajo será más satisfactorio y mejor pago, ya que una hora de trabajo no automatizable percibe salarios un 20% más altos que una hora de trabajo automatizable. Los trabajos también se tornarán más seguros, ya que la automatización los libera de las tareas manuales rutinarias, donde la incidencia de accidentes de trabajo es mayor (AlphaBet, 2017). Sin embargo, es probable que aquellos trabajadores de mayor edad y menor calificación que pierdan sus trabajos se encuentren entre los más vulnerables a los efectos negativos de la transición. Australia no tiene buenos antecedentes en cuanto a haber ayudado a estos trabajadores a asumir nuevos roles cuando se perdieron sus anteriores puestos de trabajo. Entre 1990 y 2015, casi uno de cada diez

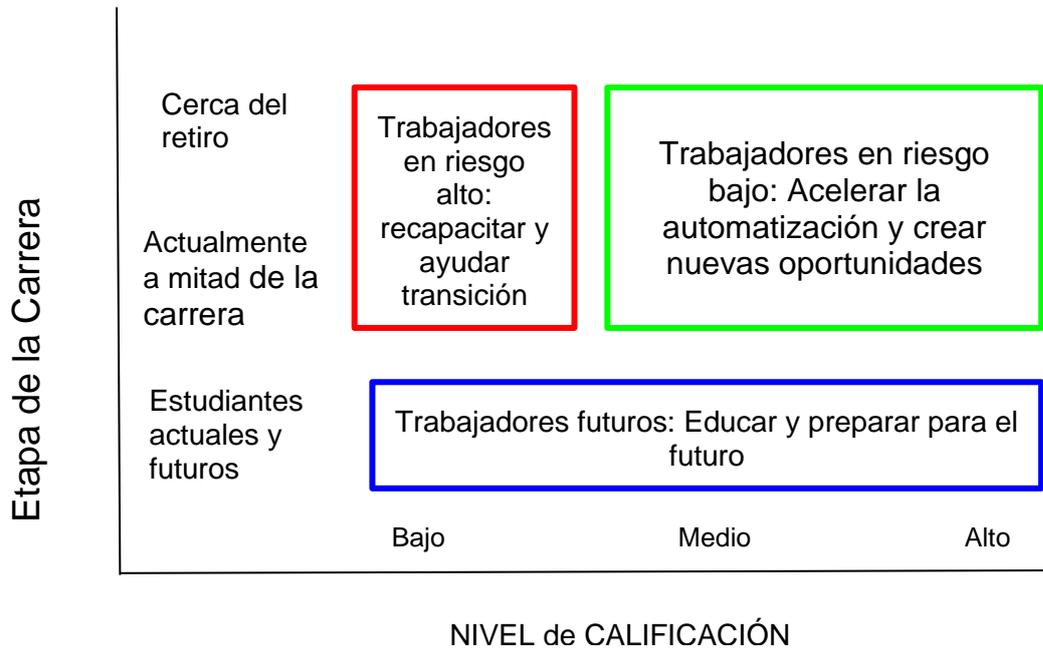
hombres de bajo nivel de calificación que había perdido su empleo no volvió a formar parte de la fuerza de trabajo.

Los futuros trabajadores, como los estudiantes que actualmente son alumnos de las escuelas y de la educación terciaria, necesitan estar bien equipados para el trabajo del futuro y motivados para capacitarse y procurarse trayectorias relacionadas con las industrias en franco crecimiento y las ocupaciones menos expuestas a la automatización. Si bien esto parece sencillo, una gran cantidad de jóvenes actualmente se está capacitando para tareas que están en riesgo de automatización o, incluso, ingresando a puestos de trabajo que lo están. Cerca del 60% de los estudiantes australianos (el 70% de los que reciben capacitación y formación profesional) está estudiando o capacitándose para ocupaciones en puestos que involucran una parte sustancial de tareas que podrían automatizarse antes de 2030. Aproximadamente el 70% de los jóvenes australianos está accediendo a su primer empleo en puestos que o bien serán muy diferentes o se perderán por completo debido a la automatización a lo largo de los próximos 10 a 15 años (FYA, 2015).

Los jóvenes australianos enfrentan un segundo desafío cuando transitan hacia empleos de tiempo completo. Esta modalidad de trabajo –definida como realizar trabajos pagos durante al menos 35 horas por semana, ya sea en un empleo o en varios– es un potenciador fundamental de los ingresos a largo plazo, así como de la salud y de las posibilidades de ascenso en la carrera. Sin embargo, es cada vez menos común entre los jóvenes. Las tendencias laborales muestran que a los jóvenes les resulta mucho más difícil conseguir empleos de tiempo completo.

La participación de jóvenes australianos (de entre 15 y 24 años de edad) en puestos de jornada completa cayó sustancialmente –del 53% en 1980 a cerca del 26% en 2015–.² La proporción de empleados a tiempo completo de 25 años de edad se redujo del 57% al 51% a lo largo del decenio que finalizó en 2016 (Australian Bureau of Statistics, 2006, 2011, 2016). En otras palabras, solo uno de cada dos jóvenes australianos de 25 años está trabajando a tiempo completo, el resto está principalmente en empleos de tiempo parcial, desempleados o fuera del mercado de trabajo.

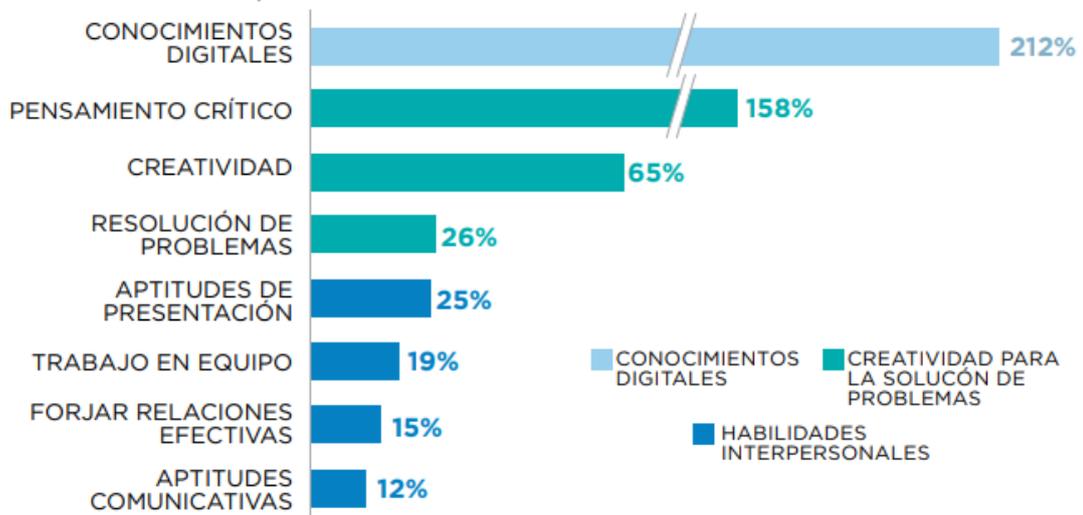
Gráfico 6: Grupos afectados por la automatización



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7: Nuevas aptitudes demandadas por los empleados

AUMENTO DE LOS REQUERIMIENTOS DE HABILIDADES EN LOS AVISOS DE OFERTA EMPLEO. % DE CRECIMIENTO EN RELACIÓN CON LOS TRABAJOS DE "INICIO DE CARRERA" QUE REQUIEREN ESTAS HABILIDADES, 2012-2015



Fuente: AlphaBeta en línea y avisos clasificados de ofertas de trabajo. Relevamiento de 4,2 millones de avisos de oferta de empleo en Australia llevado a cabo por FYA (2016)

CONCLUSIÓN:

La inteligencia artificial ya está presente en la mayoría de las Empresas, y si no lo está todavía, lo estará en los próximos años. Las ventajas que la IA proporciona son innumerables, siendo la principal el aumento de la productividad; que viene siendo un problema para las economías, en especial para las de los países en desarrollo, desde hace varios años. Por lo tanto, la implementación de la IA es una oportunidad para aquellas Empresas que quieran ser líderes en el futuro. Dentro de los próximos años, probablemente las Empresas líderes en el mercado, serán aquellas, de las que todavía no hemos oído hablar hoy.

Es fundamental entonces que todas las organizaciones incluyan en sus estrategias a la IA, y que comiencen ahora. Ya se ha aprendido de la Revolución Tecnológica anterior, que aquellas Empresas que se adelanten al resto en materia de innovación, tendrán una ventaja competitiva sostenible en el tiempo.

La Inteligencia Artificial es considerada un nuevo factor de la producción, no solamente porque trae consigo aumentos en la eficiencia, reducciones de costos, y mejoras en los procesos, sino porque permite hacer las cosas de manera diferente. Gracias a la IA, aparecerán nuevas formas de atender a los clientes y de responder a sus necesidades y demandas, así como también permitirá que los trabajadores se dediquen a realizar tareas enfocadas en la creatividad y en la innovación.

Si bien las ventajas son muchas, es importante también saber que, siempre que se produce una disrupción tecnológica, hay consecuencias no tan positivas en el corto plazo. El aumento del desempleo es un hecho, ya que con los sistemas de IA se podrán automatizar muchas tareas, en especial las rutinarias. Sin embargo, a pesar de que se perderán algunos empleos, la IA llevará también a la creación de muchos otros. Los nuevos trabajos creados por la IA son diferentes de los que conocemos actualmente, por eso es importante contar con gente capacitada y motivada para el cambio que viene. Las aptitudes más demandadas serán los conocimientos digitales, el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas, y todos aquellos conocimientos que tengan bajo riesgo de automatización.

La IA se encuentra en su fase más prematura, pero se sabe que el impacto que generará en las Empresas en un futuro será enorme.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- SOSA SIERRA, M.D.C. (2007). *Inteligencia artificial en la gestión financiera empresarial*. Colombia: Pensamiento & Gestión.
- STUART J. RUSSELL Y NORVIG, P. (2004). *Inteligencia Artificial, un enfoque moderno*. Madrid, España: Pearson Educación.
- DELGADO, M. (1997). *Inteligencia Artificial, realidad de un mito moderno*. Granada, España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada.
- LÓPEZ DE MÁNTARAS, R. (2018). *El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes*. Madrid, España: OpenMind BBVA.
- MOORE, P. V. (2019). *Inteligencia artificial en el entorno laboral. Desafíos para los trabajadores*. Madrid, España: OpenMind BBVA.
- ROUHIAINEN, L. (2018). *Inteligencia artificial, 101 cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Barcelona, España: Editorial Planeta.
- KAPLAN, J. (2016). *Artificial Intelligence, What everyone needs to know*. Estados Unidos: Oxford University Press.

ACCESOS ON LINE:

- REVISTA INTEGRACIÓN y COMERCIO (2018). Algoritmolandia: Inteligencia Artificial para una integración predictiva e inclusiva de América Latina
<file:///C:/Users/SaladrM/OneDrive%20-%20BDF%20Group/Downloads/Revista-Integraci%C3%B3n--Comercio-A%C3%B1o-22-No-44-Julio-2018-Algoritmolandia-inteligencia-artificial-para-una-integraci%C3%B3n-predictiva-e-inclusiva-de-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>
Consulta: 30 de enero de 2022
- BANCO INTERAMERICANO de DESARROLLO (2020). Inteligencia Artificial: Gran oportunidad del siglo XXI
<file:///C:/Users/SaladrM/OneDrive%20-%20BDF%20Group/Downloads/Inteligencia-artificial-Gran-oportunidad-del-siglo-XXI-Docmento-de-reflexion-y-propuesta-de-actuacion.pdf>
Consulta: 2 de febrero de 2022
- FRONTIER ECONOMICS (2018). The Impact Of Artificial Intelligence on Work.
<https://www.frontier-economics.com/media/3118/ai-and-work-evidence-review-full-report.pdf>
Consulta: 23 de enero de 2022

- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2020). La Inteligencia Artificial al servicio del bien social en América Latina y el Caribe.
<file:///C:/Users/SaladrM/OneDrive%20-%20BDF%20Group/Downloads/La-inteligencia-artificial-al-servicio-del-bien-social-en-America-Latina-y-el-Caribe-Panor%C3%A1mica-regional-e-instant%C3%A1neas-de-doce-paises.pdf>
Consulta: 2 de febrero de 2022
- CIPPEC (2018). Inteligencia Artificial y crecimiento económico. Oportunidades y desafíos para Argentina
<https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2018/11/ADE-ARG-vf.pdf>
Consulta: 12 de febrero de 2022
- ACCENTURE (2016). Why Artificial Intelligence is the future of growth.
<https://dl.icdst.org/pdfs/files2/2aea5d87070f0116f8aaa9f545530e47.pdf>
Consulta: 5 de febrero de 2022
- PWC (2017). Sizing the prize What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?
<https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
Consulta: 27 de enero de 2022
- TATA CONSULTANCY SERVICES (2017). How 13 Global Industries Use Artificial Intelligence
<https://www.tcs.com/content/dam/tcs/pdf/Industries/global-trend-studies/ai/TCS-GTS-how-13-global-industries-use-artificial-intelligence.pdf>
Consulta: 16 de enero de 2022
- LA NACIÓN (2021). Logística 4.0: se afianza la robótica y la inteligencia artificial
<https://www.lanacion.com.ar/economia/comercio-exterior/logistica-40-se-afianza-la-robotica-y-la-inteligencia-artificial-nid26082021/>
Consulta: 9 de febrero de 2022
- MITSloan (2017). What to Expect From Artificial Intelligence
<https://sloanreview.mit.edu/article/what-to-expect-from-artificial-intelligence/>
Consulta: 9 de febrero de 2022