



El futuro digital
es de todos

MinTIC

[OBSERVATORIO CT+i]

Informe de inteligencia global
INTELIGENCIA ARTIFICIAL

CRÉDITOS EDITORIALES

Concepción y dirección general:

- Víctor Tamayo Bustamante

Dirección técnica:

- Óscar Eduardo Quintero Osorio

Coordinación equipo de vigilancia:

- Alvaro Agudelo Arredondo

Vigías:

- Santiago Quevedo Upegui
- Ana María Osorio
- Santiago Montoya Gallón
- Catalina Campo Herrera

Dirección de diseño y diagramación:

- Santiago Córdoba Vasco

Apoyo en diseño:

- Luisa Fernanda González
- Juan David Vargas Torres

Corrección de estilo:

- Carlos Mauricio Botero Rico

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MINTIC:

Subdirección de Digitalización Sectorial

- Giovany Gómez Molina . Subdirector
- Hernando Sarmiento Guerrero. Especialista Temático
- Germán Ricardo Rodríguez. Especialista Temático

Subdirección de Comercio Electrónico

- Juliana Gómez Puentes . Especialista Temático



TABLA DE CONTENIDO

01 ELEMENTOS PRELIMINARES

Elementos preliminares

- 1.1. Introducción
- 1.2. Tecnologías priorizadas
- 1.3. Como se relacionan las tecnologías
- 1.4. Alcance del informe

02 TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

Tendencias Tecnológicas En Ai

- 2.1. Ficha de la tecnología
- 2.2. ¿Qué es Inteligencia Artificial?
- 2.3. Características fundamentales
- 2.4. Relevancia de la AI
- 2.5. Focos de investigación y desarrollo
- 2.6. Generación de conocimiento y actividad patentable
- 2.7. Actores
- 2.8. Retos y desafíos
- 2.9. Atributos
- 2.10. Casos y ejemplos

03 TENDENCIAS DE MERCADO

Tendencias de mercado de la tecnología

- 3.1. Retos para la industria
- 3.2. Impacto de la tecnología
- 3.3. en el mercado
- 3.4. Casos y ejemplos
- 3.5. Principales actores
Los ODS como drivers de demanda de las tecnologías 4IR

04 TENDENCIAS DE REGULACIÓN

Tendencias De Regulación En Ai

- 4.1. Resumen
- 4.2. Marco normativo para la tecnología
- 4.3. Impacto de la normatividad en la tecnología
- 4.4. Barreras y desafíos en la regulación
- 4.5. Estrategias o iniciativas nacionales que apalancan la tecnología
- 4.6. Casos y ejemplos
- 4.7. Conclusiones

05 ESPACIOS DE CONVERGENCIA

Espacios de convergencia

06 ANEXO I

Anexo II: Metodología de trabajo

- 6.1. Identificación de Tendencias y Macrotendencias
- 6.2. Metodología para la selección de atributos
- 6.3. Listado de Atributos
- 6.4. Metodología de priorización de ODS
- 6.5. Metodología para la identificación de documentos legales y normativos

07 ANEXO II

Anexo II: Glosario

08 ANEXO III

Anexo III: Referencias Bibliográficas

PARA



El futuro es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRE FOR THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

OPERA:

ruta⁷¹
MEDÉLLIN
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

VISA

01

ELEMENTOS
ELEMENTOS

PRELIMINARES
PRELIMINARES

1.1. INTRODUCCIÓN

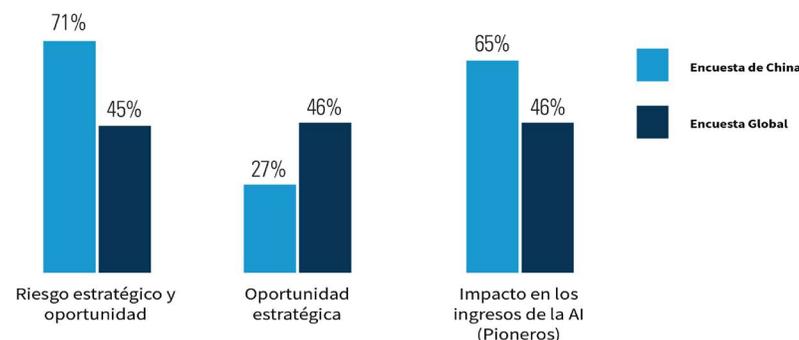
La cuarta revolución industrial se ha constituido en el hito más relevante del siglo XXI, por sus efectos transformadores sobre la sociedad en su conjunto. Es una realidad que está cambiando los modelos de relacionamiento empresariales, de los gobiernos y de las personas de una manera profunda y exige de la comprensión de todos los aspectos que involucra, entre otros, el desarrollo de nuevas competencias y habilidades, tecnologías y sistemas, que permitan la adaptación al entorno competitivo que genera. Colombia, al igual que otros países en desarrollo, presenta un rezago en indicadores de productividad y competitividad. En la versión 2019 del Reporte Global de Competitividad, el cual enfatiza en el “rol de capital humano, la innovación, la resiliencia y la agilidad, no solo como habilitadores sino como características definitivas de éxito económico en la cuarta revolución industrial” (WEF, 2019a), Colombia presenta una brecha importante en indicadores como habilidades de las personas, la capacidad de innovación, la adopción de TIC y las instituciones. En este último indicador se identifican subíndices con puntajes notablemente bajos, como se observa en la siguiente tabla, como respuesta del Gobierno al Cambio, Corrupción, y Adaptabilidad del Marco legal a modelos de negocios digitales (WEF, 2019b).

Tabla 1 Índice Global de competitividad 2019 – Indicadores rezagados en Colombia. Adaptado de (WEF, 2019b).

INDICADOR	PUNTAJE
General	63/100
Habilidades	60/100
Capacidad de Innovación	36/100
Instituciones	49/100
Adopción de TIC	50/100

La adopción de nuevas tecnologías requiere de cambio de mentalidad y cultura frente a los riesgos y oportunidades que implican las inversiones en el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos negocios. Por ejemplo, un estudio publicado por Boston Consulting Group y MIT Sloan Management Review en octubre del 2019, muestra las diferentes percepciones a nivel

global, comparadas con las de China, frente al riesgo estratégico que representa la Inteligencia Artificial, y a la oportunidad de generar nuevos ingresos y reducir costos para las empresas, tal como se puede observar en la siguiente figura. Resaltan los autores, como el 71% de los encuestados en China perciben mayor riesgo con la inteligencia artificial, pero el 65% de los pioneros en inversión identifican un impacto positivo en los ingresos al incorporar esta tecnología (Ransbotham, S.; Khodabandeh, S; Fehling, R.; LaFountain, B & Kiron, D., 2019).



(Riesgo estratégico y oportunidad incluye encuestados que están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que la AI es tanto un riesgo estratégico como una oportunidad o un riesgo estratégico)

Figura 1 Percepción de riesgo y oportunidad de la inversión en inteligencia artificial. Adaptado de (Ransbotham, S.; Khodabandeh, S; Fehling, R.; LaFountain, B & Kiron, D., 2019).

El impacto en el ingreso de las compañías en los próximos años, debido a la incorporación de nuevas tecnologías, será cada vez más relevante. En el caso de Internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), investigaciones realizadas por McKinsey & Company, estiman un crecimiento compuesto anual del 23 % hasta USD\$ 30.2 mil millones a nivel global, donde el IoT aportará el 48 % de este (McKinsey, 2019).

A nivel macroeconómico, es de esperarse que las tecnologías de la cuarta revolución industrial generen efectos positivos con respecto al PIB, y efectos negativos en empleos con tareas rutinarias codificables que requerirá del esfuerzo de los gobiernos para adaptarse a estos cambios

y preparar a su población (Banco Mundial, 2019), (UNDP, & WEF., 2019). Las nuevas tecnologías generan oportunidades para el crecimiento económico, los modelos comerciales de economía circular, como la “extensión de la vida del producto” o el “producto como servicio” pueden ayudar a los fabricantes generar oportunidades económicas globales de más de USD 4.5 miles de millones, aprovechando nuevas tecnologías y procesos 4IR (WEF, 2019a). Por su parte PWC realizó en el 2018 una investigación que permitió estimar, por ejemplo, el impacto en el PIB Global de la Inteligencia Artificial en un 14 % al 2030 frente a la línea base proyectada, siendo los principales habilitadores de este crecimiento la productividad por automatización o apoyo a las personas, y el aumento de demanda a través de la personalización de productos y mejoras de la calidad (Ver Figura) (PWC, 2017a).

¿DE DÓNDE VENDRÁN LAS GANANCIAS DE VALOR CON LA IA?

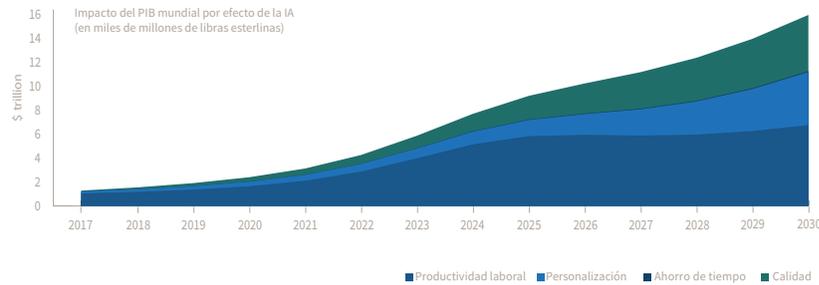


Figura 2 Impacto en el PIB global por efecto de la AI, escenario principal. Adaptado de: (PWC, 2017a).

El gran desafío es lograr desarrollar completamente el potencial impacto que las tecnologías de la cuarta revolución industrial generarán en la productividad, y adicionalmente aprovechar las oportunidades de crear nuevos empleos, prestar servicios públicos eficaces, generar nuevos sectores y nuevas tareas (Banco Mundial, 2019). Serán por lo tanto los resultados de adopción de estas tecnologías en los diferentes países los que den la razón, o no, sobre los temores existentes frente a la destrucción de empleos en la industria. En el caso de América Latina, estarían en alto riesgo hasta el 75 % de los trabajadores, como son los casos de Guatemala y El Salvador (BID, 2018).

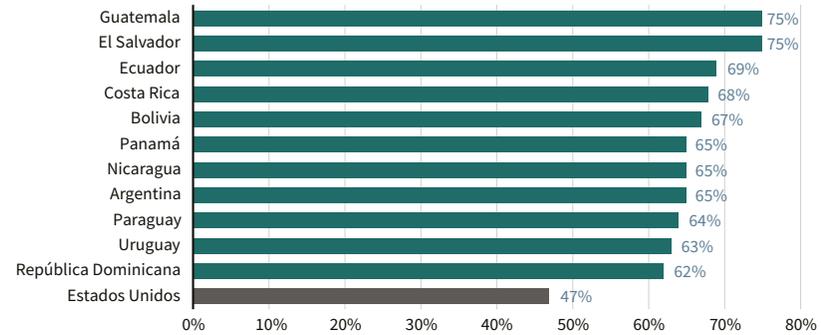


Figura 3 Porcentaje de trabajadores que se encuentran en ocupaciones con alto riesgo de automatización. Adaptado de (BID, 2018).

Por otra parte, El incremento en la utilización de las tecnologías 4IR contribuirá a un alza en los requerimientos de personal especializado en este sector, generando una demanda de empleos que podría llegar a 46 millones de trabajadores especializados en 2030, de los que cerca de 25 millones serían empleos directos en sectores tecnológicos avanzados y los 21 millones restantes corresponderían a empleos indirectos, todo esto gracias a la automatización. Estos serán una mezcla de trabajadores altamente calificados, como ingenieros de software e ingenieros eléctricos, así como trabajadores de habilidades medianas, incluidos desarrolladores web y técnicos electrónicos (Mckinsey, 2017c).

Históricamente, la incorporación de nuevas tecnologías transforma los tipos de empleo y los países en donde se generan, pero permanece la tendencia creciente de la fuerza laboral total gracias a estos cambios.

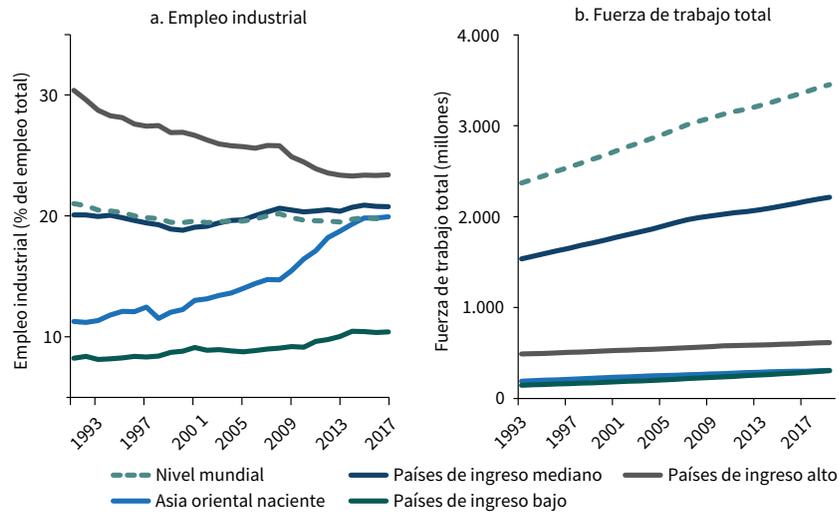


Figura 4 Cambio en el número de puestos de trabajo en la industria. Adaptado de (Banco Mundial, 2019):

Además, de acuerdo con información del Banco Mundial, en los países de ingresos más altos, aunque el empleo industrial disminuye la proporción de ingresos tributarios de los países aumenta, con lo cual se genera una posibilidad fiscal para la generación de estrategias que prevengan los impactos negativos. Algunas de estas estrategias pueden ser (Banco Mundial, 2019):

- Invertir en Capital Humano para desarrollar capacidades cognitivas de orden superior.
- Mejorar la protección social mediante reformas laborales y seguridad social.
- Generar espacio fiscal para financiar el desarrollo de capital humano y la protección social con recursos públicos.

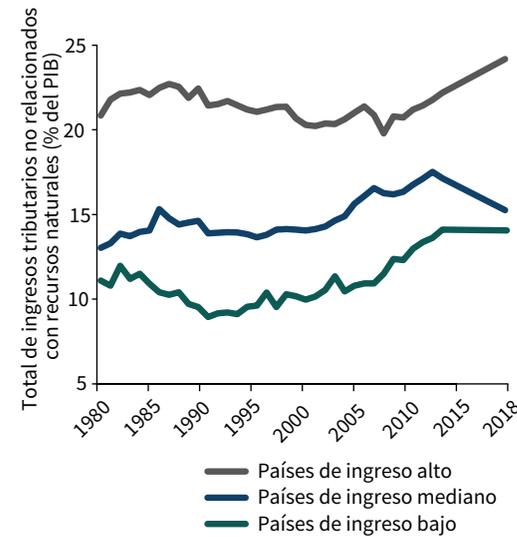


Figura 5 Diferencias entre ingresos tributarios de países de alto, mediano y bajo nivel de ingresos. Adaptado de: (Banco Mundial, 2019).

Teniendo en cuenta lo anteriormente enunciado, sin ser exhaustivo en el campo, se puede evidenciar la dimensión de la cuarta revolución industrial y su impacto en la sociedad, por ello, profundizar en los diferentes aspectos que constituyen las tecnologías 4IR es condición fundamental para tomar el máximo beneficio de la transformación que traen con ellas y minimizar los impactos negativos que de ellas pueden desprenderse.

1.2.TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS

El C4IR propende por el desarrollo de proyectos para el desarrollo de políticas relacionadas con las tecnologías de la cuarta revolución industrial, dentro de los cuales, para la vigencia 2019, Colombia eligió trabajar en las siguientes temáticas:



Inteligencia Artificial (IA) y capacidad de aprendizaje de las máquinas: Incorporación de robots al interior de hogares, negocios, manejando autos, cuidando jóvenes y ancianos, entre otras prácticas. A través de la generación de marcos políticos y protocolos de gobernanza se espera alcanzar: primero, la

optimización de la responsabilidad, la transparencia, la privacidad, la imparcialidad en pro de incrementar la confianza; y segundo, la garantía de beneficios sociales, reduciendo los riesgos que con la transformación tecnológica puedan generarse.



Internet de las cosas (IoT) y dispositivos conectados: Contempla el incremento que los aparatos tecnológicos conectados a la red. Ante tal panorama apremia otorgar más importancia y urgencia al trato de la propiedad y seguridad de datos, la seguridad cibernética y la privacidad. Para el año 2020 se espera que los dispositivos electrónicos superen los 20 mil millones.



Blockchain- Flujos de trabajo, “tecnología que permite el almacenamiento y transferencia de información de manera descentralizada y segura”. Las áreas del proyecto incluyen: identidad digital, integración de la cadena de suministro, propiedad de datos y sistemas monetarios. De ello resulta la reducción de la corrupción, el aumento de confianza, la potencialización de otros sectores como medios de comunicación y transporte marítimo. A través del desarrollo de proyectos puntuales asociados a este portafolio de tecnologías, el Centro busca promover la adopción de tecnologías maximizando los beneficios que se pueden extraer de ellas a la vez que se minimizan los riesgos a través de la elaboración de marcos de política pública.

1.3.COMO SE RELACIONAN LAS TECNOLOGÍAS

Las nuevas tecnologías comparten características únicas en su tipo, capacidades y promesas de mejora en todas las esferas del conocimiento, pero entre estas características se puede contar que su capacidad para generar impacto crece en la medida que interactúan entre sí, aprovechando el potencial que generan los datos como insumo principal para las tres tecnologías. Estas se suman para agregar valor y de esta forma cambiar los entornos en los que se aplican.

Ciclo de agregación de valor desde la información

Tomando como ejemplo el “information value loop” de Deloitte (2016a), se puede apreciar como los elementos antes mencionados se conjugan desde el punto de vista de la información para generar un círculo virtuoso

de agregación de valor.

De esta forma, mediante el uso de sensores se GENERA información sobre un evento físico o estado, el cual, mediante redes y protocolos especializados, es COMUNICADO desde el origen de los datos a otro lugar donde la información es CONSOLIDADA con información proveniente de otros dispositivos con funciones que pueden ser iguales o diversas. Dependiendo de la información sensada, estos bloques de información, que pueden incluso ser considerados como BigData, son ANALIZADOS utilizando técnicas de inteligencia aumentada o AI, para discernir patrones o relaciones respecto a un fenómeno específico, lo que permitirá describir, predecir o prescribir acciones o comportamientos. Este último elemento, la ACCIÓN, implica iniciar, mantener o cambiar un evento físico o estado, lo que llevará a un nuevo ciclo de sentido donde se GENERAN nuevos datos o información.

Todo lo anterior pensado para cubrir requerimientos de uso, o drivers de valor, relacionados con las magnitudes o elementos a sensar, riesgo asociados a la toma, análisis y acción sobre los datos, y tiempos de interacción con la información.

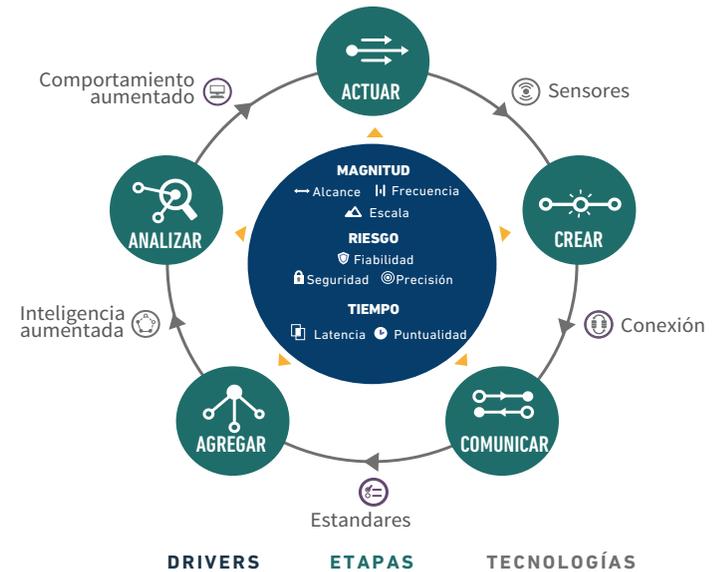


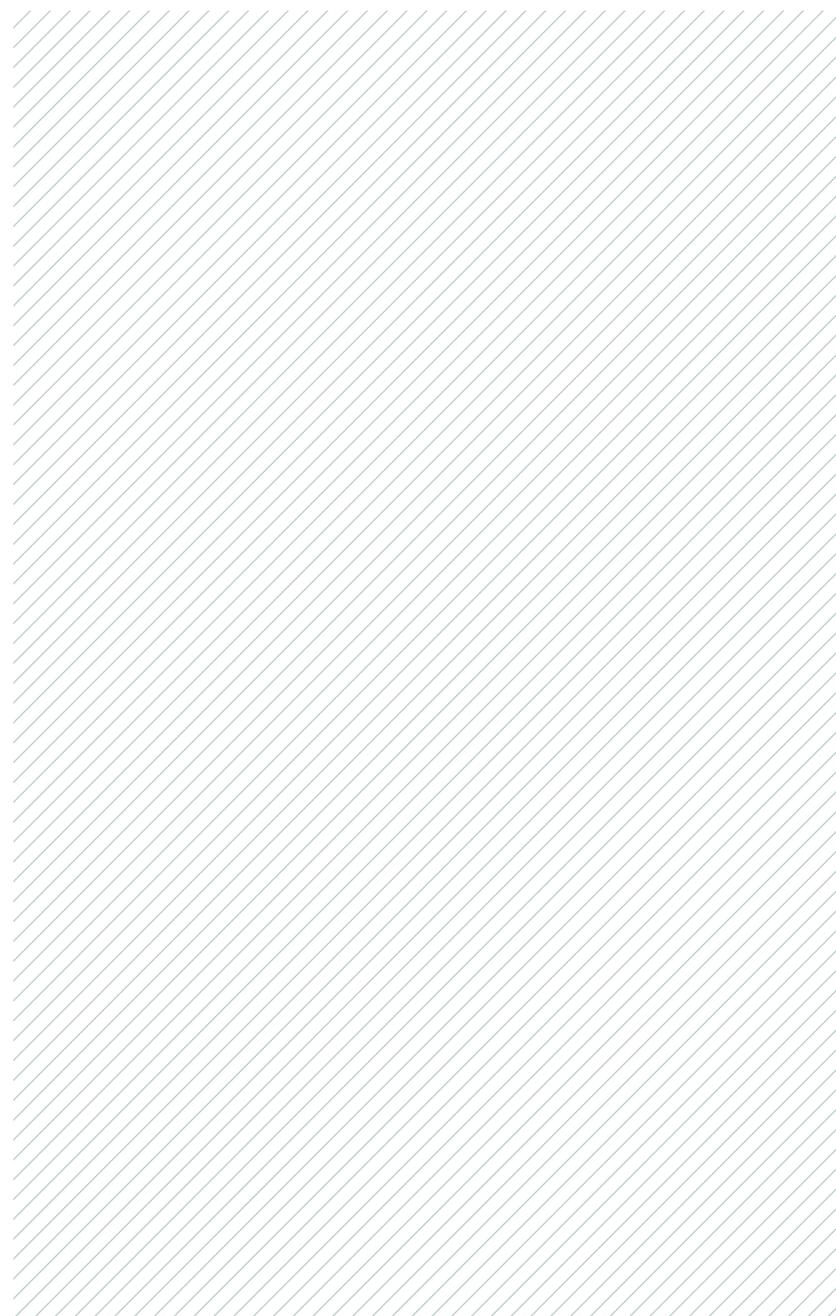
Figura 6 Ciclo de agregación de valor desde la información, fuente Deloitte Insights (Holdowsky et al,2019)

1.4. ALCANCE DEL INFORME

El presente documento hace parte de una serie de 3 informes relacionados con cada una de las tecnologías anteriormente mencionadas y que han contado con apoyo financiero y técnico por parte del Ministerio de la Información y las Telecomunicaciones -MINTIC; para este, serán desarrollados los temas referentes a la tecnología Inteligencia Artificial.

Este documento ha sido construido con el propósito de presentar los principales elementos tecnológicos, de mercado y normativos que están relacionados con las tecnologías priorizadas por el Centro para la Cuarta Revolución Industrial -C4IR, que tiene su sede en Medellín, Colombia. Se presentan elementos que permitirán dimensionar problemáticas tecnológicas y sociales relevantes para el contexto regional, así como cambios en los hábitos de consumo, de aplicación y de negocio en un marco global. Se identifican los elementos principales de la tendencia: los retos que representa, sus implicaciones o impactos, tanto en el mercado (sociedad) como en la economía. Finalmente, se relacionan con la tendencia de mercado y los actores más relevantes actualmente en cuanto a la generación de soluciones prácticas para la sociedad.

Por otra parte, aborda los retos globales desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que representan la intención global de cambio y mejora en las condiciones sociales reinantes. Así, se presenta como un elemento direccionador de políticas públicas y esfuerzos hacia la solución de necesidades mundiales.



PARA

El futuro
es de todos

MINTIC

Colombia
CENTRO PARA LA CUARTA INDUSTRIAL REVOLUCIÓN

OPERA:

ruta⁷¹
MEDÉLLIN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TALENTO

VISA

02

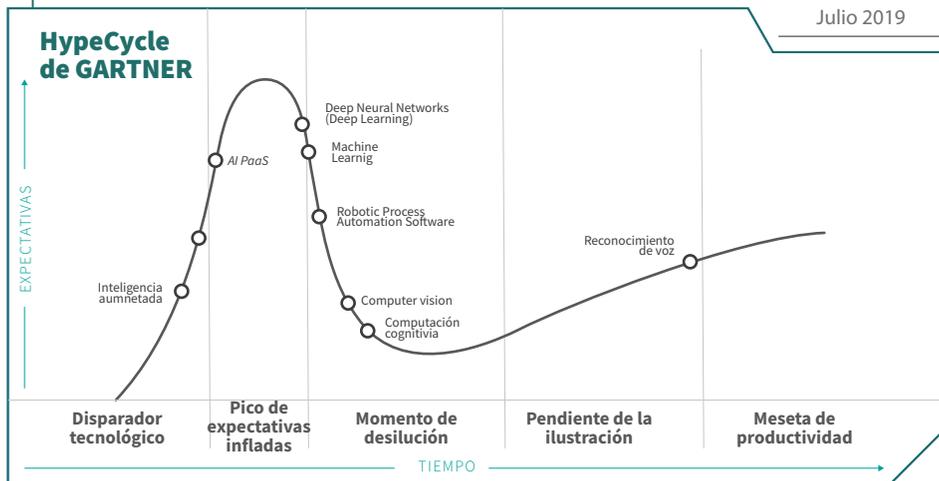
TECN
TENDENCIAS

TECNOLÓGICAS



INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial, o AI, por sus siglas en inglés, es aquella tecnología que permite el desarrollo de sistemas informáticos capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Las tecnologías que emanan de esta ciencia son llamadas tecnologías cognitivas, que incluyen, entre otras, aprendizaje autónomo, visión por computador, procesamiento natural del lenguaje, reconocimiento de voz, robótica, sistemas basados en reglas, planificación y programación (Deloitte, 2018a). El aprendizaje autónomo se refiere a la capacidad de los sistemas informáticos para mejorar su rendimiento por exposición a datos, sin la necesidad de seguir instrucciones programadas explícitamente (Deloitte, 2018)



Aplicaciones actuales de la Inteligencia Artificial:

- Habilitar la visión por computadora en vehículos autónomos/semiautónomos
- En el área de la robótica permite automatizar la programación de tareas y procesos en entornos industriales, así como la realización de mantenimientos predictivos
- Transformar el proceso de venta de entradas en una experiencia sin complicaciones y personalizada (Deloitte, 2018)

Futuras aplicaciones de la Inteligencia Artificial:

- Aprovechamiento – perfeccionamiento de la visión por computadora para aumentar la seguridad en vehículos y aviones
- Integración con otras tecnologías exponenciales como el IoT, la robótica y los drones, entre otros.
- Brindar la posibilidad de contar con un reemplazo artificial completo para copilotos humanos en vehículos, aéreos o terrestres, nuevos y autónomos (Deloitte, 2018)

Principales retos de la tecnología:

- Elementos legales y éticos del uso de la Inteligencia Artificial
- La aceptación del consumidor todavía es baja
- Aumento en la capacidad de procesamiento.
- La dificultad de interpretar y conocer los modelos complejos elaborados con Inteligencia Artificial implica un reto para la transparencia de sus procesos
- Todavía es costoso desarrollar algoritmos predictivos

Atributos



Personalización



Transparencia



Seguridad



Interoperabilidad



Optimización



Agilidad



Reproductibilidad

2.2. ¿QUÉ ES INTELIGENCIA ARTIFICIAL?

La Inteligencia Artificial suele pensarse en términos humanos, es decir: autoconocimiento, capacidad de pensamiento independiente, capacidad de razonar, toma de decisiones autónomas en un contexto amplio, entre otros. No obstante, la implementación actual de la Inteligencia Artificial se encuentra aún lejos de alcanzar estas capacidades (ACS, 2018). Actualmente, la Inteligencia Artificial se limita a tareas específicas y altamente enfocadas, tales como al procesamiento de datos (bases de datos, documentos, correos electrónicos, voz, imágenes, películas, música, entre otros) de forma que se pueden realizar análisis más sofisticados. La capacidad de la AI de buscar reconocer y aprender patrones al procesar grandes volúmenes de información, le permite, en casos muy particulares, obtener resultados más allá de la capacidad humana. Se parte de la premisa de que entre más datos se tienen, más refinado es el resultado (ACS, 2018).

La mayor parte de lo que se desarrolla actualmente en Inteligencia Artificial gira en torno al aprendizaje de maquina (en inglés Machine Learning), es decir, un método para construir modelos analíticos basados en algoritmos, que permiten aprender datos, identificar patrones y tomar decisiones con una intervención humana mínima. Otras aplicaciones implementadas son: reconocimiento de imagen y de voz, procesamiento de lenguaje natural y en campos como analítica predictiva, optimización de procesos, entre otros, así como todas las formas en que estas tecnologías pueden ser combinadas, para producir soluciones nuevas e innovadoras (ACS, 2018).

En general, es aceptado que los sistemas relacionados con AI compartan los elementos que se aprecian en la siguiente figura, donde confluyen diversos componentes como la capacidad de procesar cantidades masivas

de datos, la habilidad de aprender basándose en patrones históricos, razonar de manera inductiva o deductiva basado en el contexto y de resolver problemas reales y complejos en multitud de dominios (Deloitte, 2018a).

BIG DATA

Capaz de procesar grandes cantidades de datos estructurados y no estructurados, que pueden cambiar constantemente.

Habilidad para aprender basado en: los patrones históricos, los aportes de expertos y la retroalimentación constante del usuario.

APRENDIZAJE

RAZONAMIENTO

Habilidad para razonar (deductivo o inductivo), e inferir basado en la situación. Contextualiza los impulsos conscientes del sistema.

Capacidad de analizar y resolver con solvencia problemas complejos para propósitos especiales o dominios de uso general.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

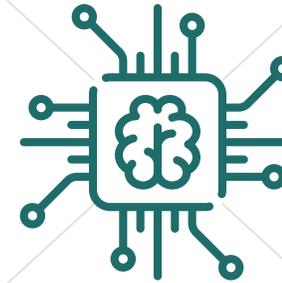


Figura 7 Características clave de un sistema de Inteligencia Artificial. Fuente (Deloitte, 2018a)

De igual forma, se debe considerar que el término AI contiene una referencia explícita a la noción de inteligencia, sin embargo, dado que la inteligencia (tanto en máquinas como en humanos) es un concepto difuso, algunos psicólogos, biólogos, neurocientíficos e investigadores, prefieren utilizar la noción de “Racionalidad”. Es decir, la capacidad de elegir la mejor acción para lograr un objetivo determinado, con base en elementos susceptibles de ser optimizados y los recursos disponibles Russell (2016).

Articulación De Niveles En La Ai

La AI es un campo de muy amplio alcance que articula diferentes tecnologías, metodos, y areas. Los diferentes niveles que subyacen a la AI se relacionan a continuación:

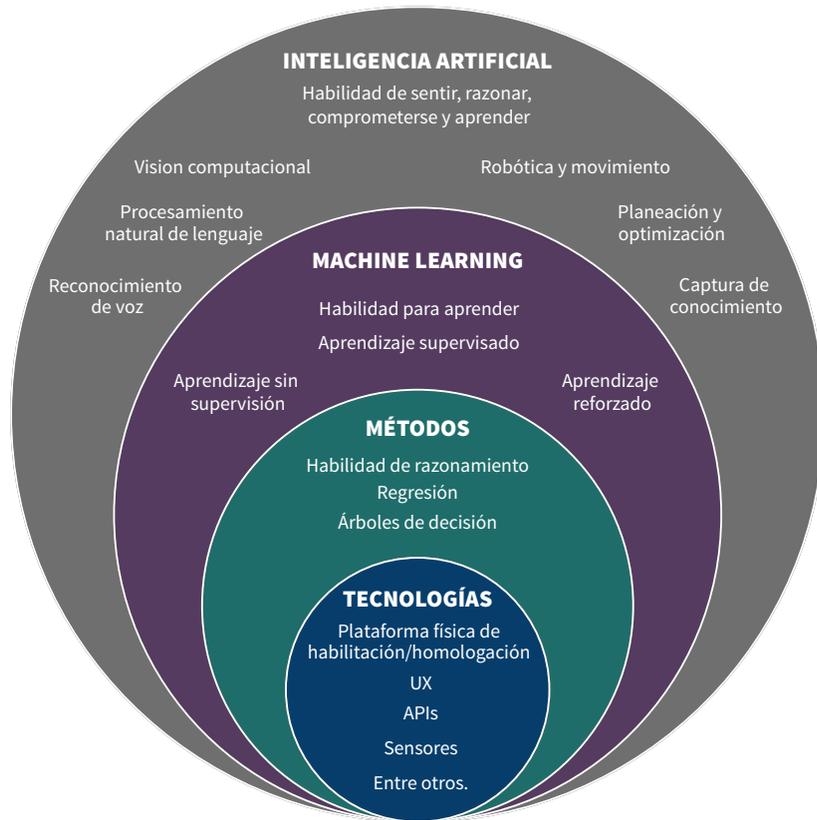


Figura 8 Relación entre AI, Machine Learning y los métodos e infraestructura subyacentes. Adaptada de Deloitte (2018a)

Principales Tecnologías Asociadas a La Ai

Las principales tecnologías asociadas a la AI y que la apalancan son:



Automatización robótica de procesos (en inglés Robotic Process Automation - RPA): Corresponde a la automatización de procesos repetitivos basados en reglas, procesos que son generalmente realizados por personas. Al interactuar con las aplicaciones

tal como lo harían los humanos, los robots de software pueden realizar tareas que imitan la acción humana, como abrir archivos adjuntos de correo electrónico, completar formularios electrónicos, registrar y volver a escribir datos, entre otras.



Visión por computadora (en inglés Computer Vision): es la capacidad de extraer el significado y la intención de elementos visuales, como personajes (en el caso de la digitalización de documentos) o la categorización de contenido en imágenes como caras, objetos, escenas y actividades.



Aprendizaje automático (en inglés Machine Learning): es la capacidad de implementar modelos estadísticos para desarrollar capacidades y mejorar el rendimiento sin la necesidad de seguir instrucciones explícitamente programadas.



Procesamiento o generación de lenguaje natural (en inglés Natural Language Processing/Generation - NLP/G): es la capacidad de extraer o generar significado e intención del texto en una forma legible, estilísticamente natural y gramaticalmente correcta.



Reconocimiento de voz (en inglés Speech Recognition): es la capacidad de reconocer el habla humana, así como transcribirla automáticamente y con precisión.



Sistemas basados en reglas (en inglés Rules-based / Knowledge Based Systems): es la capacidad de usar bases de datos de conocimiento, así como reglas, para automatizar el proceso de hacer inferencias sobre la información.

Implementación De Las Tecnologías Cognitivas En La Actualidad

La siguiente gráfica ilustra las principales aplicaciones y proyectos en los que diferentes organizaciones están implementando tecnologías cognitivas:

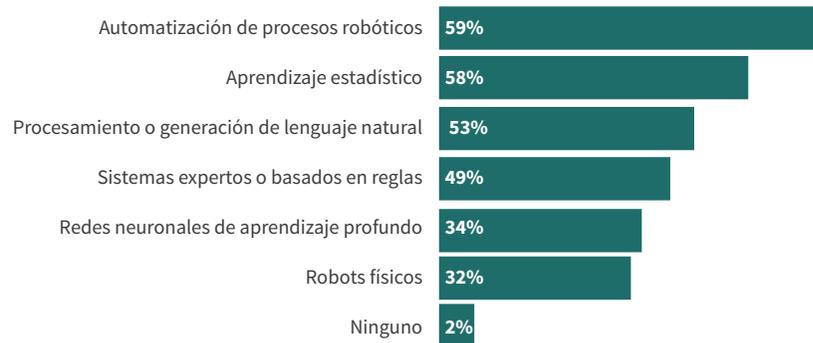
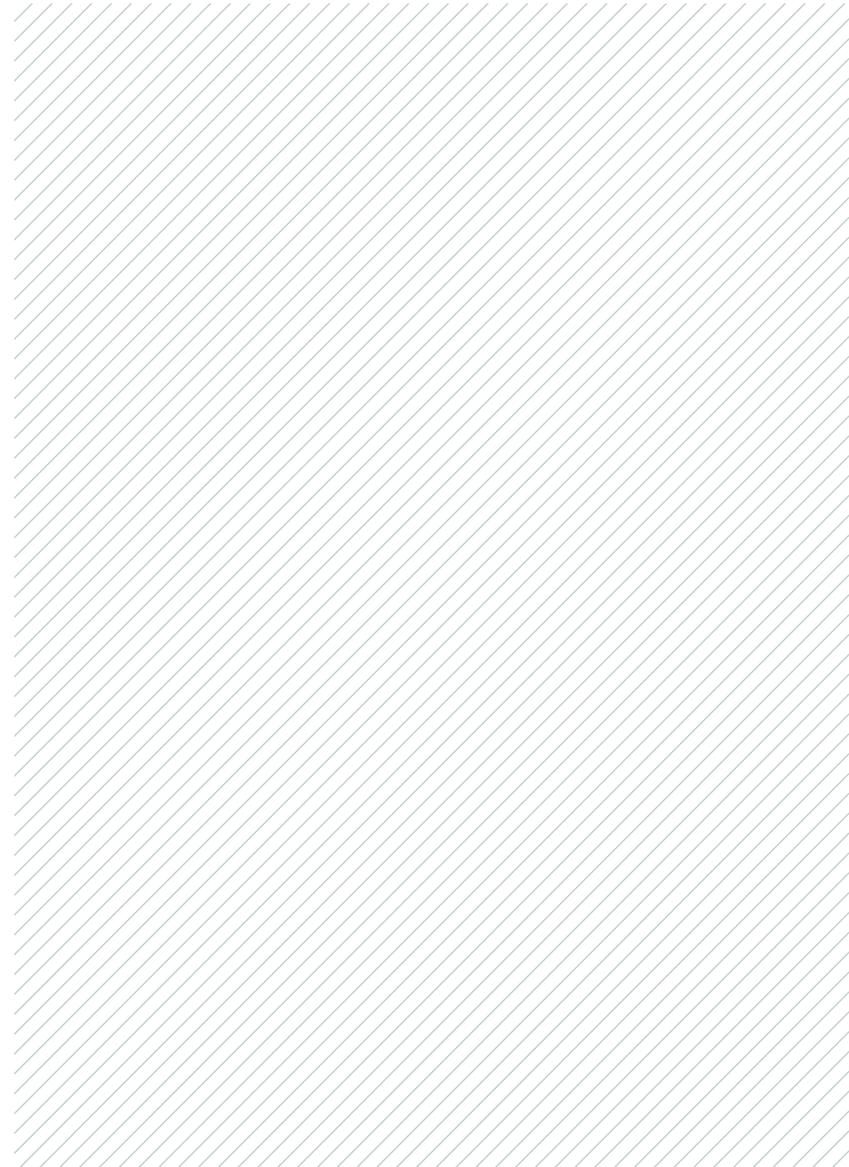


Figura 9 ¿Qué tipos de AI están desplegando las empresas hoy? Adaptada de: Deloitte, 2017c.

Al respecto, se encuentra que el 59 % de las organizaciones está explorando tecnologías maduras, como Robotic Process Automation (RPA), que se articulan con otras tecnologías de AI, con el fin de automatizar tareas basadas en la percepción y el juicio, extendiendo los procesos de automatización a otras áreas, y permitiendo así mayor agilidad y eficiencia.

El 58 % de las empresas está desplegando tecnologías de aprendizaje automático estadístico, tecnología que permite aumentar la velocidad, escala y granularidad de los modelos analíticos. El procesamiento o generación de lenguaje natural, por su parte, representa el 53 %. Seguidamente se encuentran los sistemas basados en reglas y expertos, con el 49 %, las redes neuronales de aprendizaje profundo, tecnología usada comúnmente para el reconocimiento de imagen y habla, con el 34

% y los robots físicos, con el 32 %.



2.3. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES

El término “sistema de inteligencia artificial” es utilizado para referirse a cualquier componente, software o hardware basado en AI. De hecho, por lo general, los sistemas de inteligencia artificial están integrados como componentes de sistemas más grandes, en lugar de ser sistemas independientes. En el mismo sentido, un sistema de AI es ante todo, un sistema racional, y esta racionalidad sólo se consigue: (i) percibiendo y recolectando datos del entorno en el que el sistema está inmerso a través de sensores, (ii) interpretando los datos sensados, razonando sobre lo que se percibe o procesando la información derivada de estos datos, decidiendo cuál es la mejor acción a seguir y finalmente, (iii) actuando en consecuencia a través de algunos actuadores, modificando a su vez el entorno (Russell, 2009). Los sistemas de AI pueden usar reglas simbólicas o aprender un modelo numérico, y también pueden adaptar su comportamiento al analizar cómo el medio ambiente se ve afectado por sus acciones anteriores. La siguiente figura ilustra el concepto:

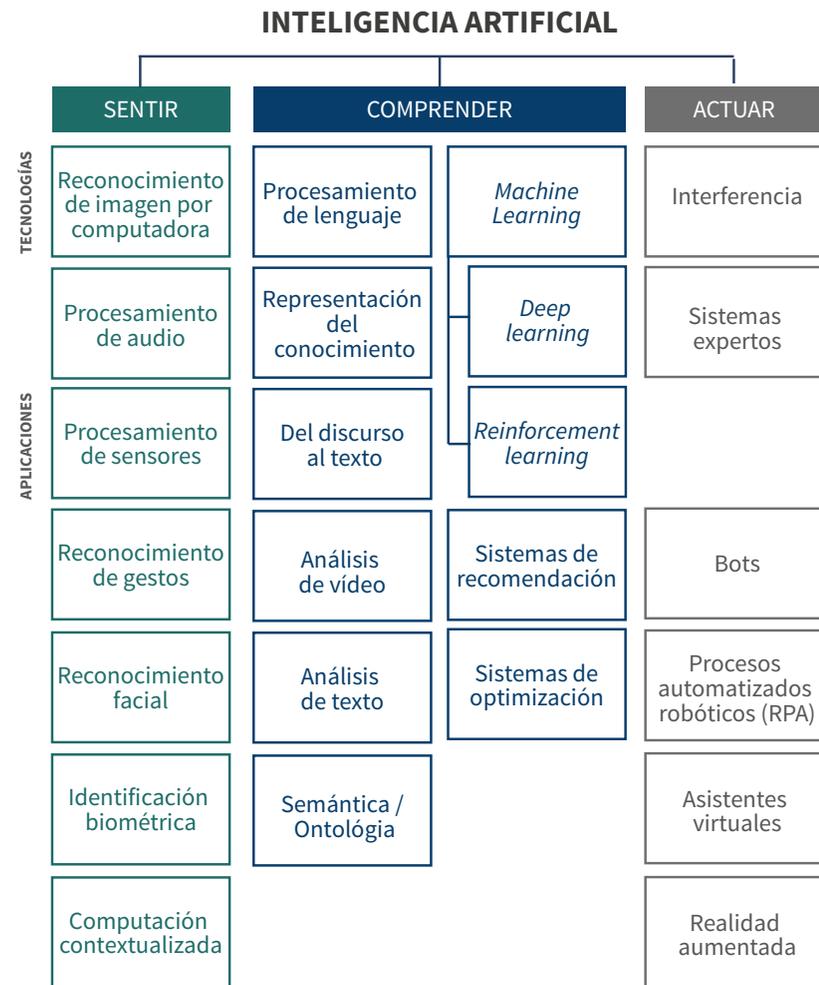


Figura 10 características o capacidades relacionadas con los sistemas inteligentes. Adaptado de ACS (2018)

- **Sensar o percibir:** en general, se debe proporcionar al sistema de inteligencia artificial los sensores que sean adecuados para percibir aquellos datos del entorno que sean relevantes para el objetivo para

el cual fue diseñado. Esta información le permite al sistema tener contexto del lugar (Físico o virtual) donde se encuentra.

- **Comprender / razonar / procesar información y tomar decisiones:** en el núcleo de un sistema de AI se encuentra su módulo de razonamiento / procesamiento de información, que toma como entrada los datos provenientes de los sensores y propone una acción a tomar, dado el objetivo a alcanzar. Esto significa que los datos recopilados por los sensores deben transformarse en información que el módulo de razonamiento / procesamiento de información pueda comprender.
 1. Interpretar los datos. En general, esto significa poder transformar los datos en información y modelar dicha información de manera sucinta, lo que sin embargo debería incluir todos los datos relevantes o de contexto.
 2. Razonar sobre este conocimiento o procesar esta información para producir un modelo numérico (es decir, una fórmula matemática) que le permita decidir cuál es la mejor acción.
- **Actuar.** Los actuadores le permiten al sistema de AI exteriorizar su respuesta y pueden ser de software o hardware. La acción realizada puede modificar el entorno en el que se encuentra el sistema, por lo que en la siguiente iteración la información percibida por sus sensores y en general el contexto pueden ser diferentes al estado inicial, generando todo un nuevo bucle de sensor, procesar y actuar.

Mecanismos De Entrenamiento

En términos generales, pueden definirse tres mecanismos que se usan para el entrenamiento en AI, de acuerdo con el resultado que se busca obtener.

Estos son el aprendizaje supervisado, el aprendizaje no supervisado y el aprendizaje de refuerzo. A continuación, se describen cada uno de ellos (ACS, 2018):

Aprendizaje supervisado: el modelo recibe las entradas y el aspecto que deben de tener las salidas, aprende comparando sus propios resultados con la salida correcta y ajustando los errores. Esto es útil para predecir eventos futuros a partir de datos pasados.

Aprendizaje no supervisado: al sistema no se le indica cuál es la respuesta correcta, por lo que el algoritmo debe descubrir lo que se muestra y determinar sus propias relaciones. Lo anterior representa utilidad para encontrar patrones en un conjunto de datos.

Aprendizaje de refuerzo: el algoritmo descubre por sí mismo, a través de prueba y error, cuáles acciones producen la mayor recompensa dentro de un entorno particular. En su forma más simple, esto podría llamarse “aprender de la acción”, y es usado a menudo en robótica o en el desarrollo de juegos.

2.4.RELEVANCIA DE LA AI

El impacto de la AI se puede identificar en múltiples espacios y dimensiones, siendo los principales:

Dimensiones Del Impacto Económico De La Inteligencia Artificial

El desarrollo de la AI supone una marca de interesante valor sobre la economía mundial ya que significará una reinención de operaciones y labores antes no contempladas. Por lo anterior se han realizado esfuerzos por identificar los móviles que están llevando a esta tecnología

a la cúspide del desarrollo tecnológico, descubriendo que es a través de siete dimensiones que se desglosa el impacto sobre la economía, a saber: tres son de factores internos, o “canales de producción” y las otras cuatro corresponden a factores externos, o “canales de externalidades” (McKinsey, 2018).

Las anteriores dimensiones son conectadas para evaluar el impacto que cada una genera sobre la economía, unas son vistas como impulsoras del desarrollo (que aportan sobre la producción mundial), mientras que otras se contemplan como limitantes (pues terminan por restar aportes sobre la producción). Al final del segmento se ubica una gráfica que alimenta, a manera de síntesis, las dimensiones descritas y su impacto sobre la economía.

Las dimensiones que se analiza a continuación marcan el impacto que la AI tendrá sobre la economía pues, por esencia, se pueden concebir como las primeras etapas de inversión, implementación y explotación económica, razón por la cual habrá un desarrollo potencial para esta tecnología en un contexto que recurre cada vez más a los procesos rentables y con mejor relación costo-beneficio. El marco productivo que las engloba contempla que la economía es una mejora de productividad, un ahorro y optimización de capitales y, también, visualiza la innovación como un factor dinamizador del desarrollo.

Primera dimensión - incremento de la inversión: el incremento de los capitales de inversión para el desarrollo de la tecnología y su utilización en diversos mercados y sectores económicos, lo que acarrea el impulso del sector tecnológico ya que recurre a la demanda de mano de obra para adaptar la tecnología los contextos específicos y luego la libera para su participación en tareas de alto valor en la administración y manipulación de las herramientas tecnológicas (McKinsey, 2018). Se prevé que esta

dimensión genere impacto positivo sobre la economía, dado que se acarreará un aumento en la demanda de mano de obra calificada para atender los requerimientos de procesos e infraestructura necesaria para implementar la tecnología.

Segunda dimensión – sustitución: la segunda dimensión concierne a la sustitución, principalmente, de operaciones productivas. Ya incorporados procesos de auto ejecución y automatización, la AI optimizará las operaciones de múltiples industrias, lo que se traduce en un balance positivo en las relaciones costo-beneficio y esto, a su vez, en una mayor rentabilidad en la producción.

Tercera dimensión - innovación de productos y servicios: el mayor impacto sobre la economía venidera lo aporta la tercera dimensión, que se refiere a la innovación de productos y servicios, área potenciada por la cadena de optimización de recursos y materiales, lo que permitirá, a su vez, el desarrollo y consolidación de amplias carteras de productos, diversificados y adaptados a las necesidades dinámicas del mercado. Nuevos y mejores productos y servicios son contemplados como el acelerador de la economía. por lo que se espera que la adopción de la AI potencie un 3 % los indicadores para el 2023 y que para el año 2030 signifique un alza del 24 % (McKinsey, 2018), crecimiento que corresponde a los resultados de automatizar radicalmente los procesos que componen la cadena de valor de productos y servicios.

Cuarta dimensión: beneficios por flujos y conexiones globales: la apropiación de la AI permitirá que se desarrolle, a partir del macro análisis de datos que arrojarán sus procesos, un área potencial para el desarrollo económico dado que generará todo un modelo de negocio en torno a la interconexión, flujo y procesamiento de datos cuyo impacto en la economía, se estima, sea en torno al 1% - 2% para 2023 y 2030 (McKinsey, 2018). El

control y procesamiento de los flujos de datos significa la comprensión de dinámicas multilaterales que aportan al desarrollo económico mundial, por lo que el uso de AI para realizar el análisis correspondiente permite generar un panorama amplio que dé cuenta de la forma en que se interconecta el mundo y cómo la información que genera es una piedra angular para el desarrollo de las sociedades y las tecnologías (McKinsey, 2018).

Quinta dimensión - generación de riqueza y reinversión: a partir de los beneficios directos que genera la AI se establece un potencial de reinversión y de multiplicación en la economía de este valor. Se establece un mecanismo de transmisión, vía la reinversión, que se puede dirigir a la potenciación de infraestructura, equipos, talento y herramientas para aumentar la capacidad productiva, a la vez que se invierte en la sofisticación de la tecnología (McKinsey, 2018). El aumento de la producción aumenta el volumen de las ganancias, que se transmiten a los trabajadores en forma de salarios e incentivos para optimizar los recursos de la mano a una explotación efectiva de la tecnología, lo que se retorna a las industrias en posibilidades de reinversión en tecnología y, así de nuevo, completar el ciclo de ganancias.

Sexta dimensión - costos de transición e implementación: asumir los costos iniciales para implementar la tecnología implica altas inversiones con retorno en un horizonte a determinar en función al tipo de tecnología y área de la AI en la cual se esté invirtiendo. En cualquier escenario, existe un periodo entre la inversión y la materialización de los beneficios, tiempo que implica costos de capital. En esta dimensión hay un impacto de factores que incluyen el costo de reestructuración física y de personal que implican las adecuaciones para la implementación de la tecnología, lo que se puede traducir en desempleo y migración laboral. Igualmente, las

empresas también necesitan desarrollar capacidades para operar nuevas herramientas de AI, lo que lleva a contratar nuevos trabajadores e incurrir en costos como tarifas asociadas con publicidad y cazatalentos, entre otros (McKinsey, 2018).

Séptima dimensión - otros factores negativos: Complementario al punto anterior, se espera que el fenómeno de automatización reemplace la mano de obra de muchas industrias, por lo que habrá durante varios años una gran cantidad de población cesante, lo que traduce baja capacidad de consumo y decrecimiento económico. Es probable que, durante la transición, haya un impacto negativo en la economía, como también es probable que trabajadores pierdan su empleo y, por lo tanto, no tengan ingresos y reduzcan su consumo (además de no contribuir temporalmente a la producción económica).

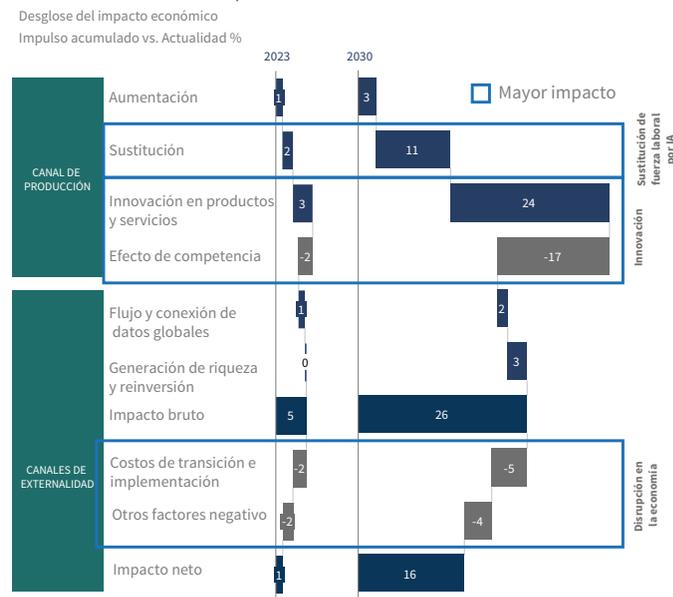


Figura 11 Impacto económico de las 7 dimensiones de la AI. Adaptado de (McKinsey,2018)

El gráfico anterior permite concluir que, por un lado, el uso de la automatización de labores impulsadas por la AI tenderá a sustituir mano de obra industrial, la cual deberá ser acomodada en otros sectores de la economía, especialmente, en tareas que permitan el desarrollo e implementación de mejores procesos a partir de la AI. Por otro lado, la aplicación de AI creará nuevos y mejores productos y servicios. Así mismo, se liderarán pujas entre competidores en el mercado, al igual entre las industrias, dado la reestructuración operativa y cosmogónica que trae consigo la AI (McKinsey, 2018).

Para el 2023, la simulación económica encontró que el impacto de las dimensiones que componen el proceso de implementación y estabilización de la tecnología de AI tendrá un impacto bruto del 5 % sobre la economía mundial, mientras que para el 2030 se espera un incremento del 26 % (McKinsey, 2018).

Complementario a lo que se ha expuesto, también es preciso apuntar que los beneficios económicos que traerá consigo la tecnología no la exime de los retos advenidos por la suplantación de los puestos de trabajo que esta conlleva, sin embargo, no se puede despreciar que el aporte bruto planteado por la AI al PIB para el año 2030 ronda en un 11%, traducido en nueve millones de millones de dólares, lo que debe replantear las operaciones llevada a cabo por mano humana para que destinen su trabajo en actividades de mayor valor y complementariedad para la tecnología (McKinsey, 2018).

El aporte que esta tecnología hará a la industria y, a su vez al PIB, parte de reconocer la arista de innovación como la más importante para su desarrollo, dado que estiman para el mismo año (2030) un aporte neto de seis millones de millones de dólares al PIB (un 7%), lo que implicará que todas las industrias deban prepararse para asumir los retos que

trae consigo esta tecnología (McKinsey, 2018). Finalmente, los factores negativos externos limitarán el potencial desarrollo de esta tecnología y, por lo tanto, el crecimiento del índice de productividad, dado que castigará casi a la mitad del aporte bruto y consolidando un aporte neto muy reducido respecto a lo deseado (McKinsey, 2018).

¿Qué se espera lograr con las tecnologías cognitivas?

Con relación a lo que esperan las organizaciones mediante la implementación de tecnologías cognitivas, se encuentra que el principal interés radica en mejorar las características, funciones y/o rendimiento de los productos y/o servicios que ofrecen, es decir, lograr que los productos y/o servicios ofrecidos sean “más inteligentes”, el 51% de las organizaciones clasificaron este interés en primer, segundo o tercer lugar de prioridad, como se ilustra en la siguiente gráfica:



Figura 12 Beneficios del AI para las compañías. Adaptado de: Deloitte, 2017c.

Seguidamente se encuentra el interés por ayudar y apoyar la labor humana. De esta manera, las organizaciones buscan liberar a los

trabajadores de ciertas funciones, mediante la automatización de tareas (36 %), de forma que tengan mayor libertad para explotar su creatividad. Las tecnologías cognitivas se emplean también para respaldar una mejor toma de decisiones (35 %). La inteligencia artificial puede mejorar la toma de decisiones al predecir con precisión los resultados y examinar datos no estructurados, dando respuesta así a preguntas de diversa índole (Deloitte, 2017c).

Un tercer bloque agrupa las preocupaciones en torno al desarrollo de productos y servicios cognitivos, con el fin de mejorar exponencialmente el portafolio actual. Así, el 32 % de las organizaciones emplea tecnologías cognitivas para crear nuevos productos, mientras que el 25 % busca perseguir nuevos mercados.

El mejoramiento de las operaciones comerciales es también un objetivo principal para las organizaciones. De esta manera, el 36 % busca mejorar el rendimiento mediante la optimización de las operaciones comerciales internas, y el 30 % busca optimizar procesos externos como marketing y ventas. Lo anterior implica adaptar las operaciones, para con el fin de optimizar las cadenas de suministro, reducir el consumo de energía y maximizar los retornos de la inversión, entre otros aspectos (Deloitte, 2017c).

Finalmente, es importante mencionar que el ítem que registró el menor valor fue “reducir el personal a través de la automatización”.

2.5.FOCOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

La AI es susceptible de avance siempre y cuando se inviertan los esfuerzos necesarios para atender los requerimientos específicos de la tecnología en el contexto que actualmente la demanda; de esta forma, a

las problemáticas comunes que emergen, se han erigido respuestas que apuntan a mejorar las condiciones que posibilitan esta tecnología. Hay cuatro tendencias principales de investigación y desarrollo que afectan y permiten la dinamización la AI:

1. Entrenamiento a partir de etiquetado: pese al desarrollo tecnológico exponencial que se ha dado en las últimas décadas, aún no es posible que las máquinas aprenden solas; necesitan una supervisión que facilite su enseñanza y la adaptación a los diferentes contextos, por ello se está incursionando en la investigación de mecanismos que automaticen y aceleren la codificación y etiquetado de procesos para que los sistemas puedan asimilarlos rápidamente. Estos procesos I+D han tenido como resultado técnicas para reducción de tiempo en etiquetado y aprendizaje a través de métodos de competición entre sistemas, llamado redes adversas generativas (o sus siglas en inglés GAN).

2. Obtención de grandes volúmenes de data: para aumentar la competencia y eficacia de la Inteligencia Artificial es necesario nutrirla de gran cantidad de datos que le sean útiles para realizar conjeturas predictivas y acertadas de cara las necesidades sectoriales; sin embargo, el mapa de información requerida es difuso, por lo que actualmente se investiga en los mecanismos apropiados para suministrar información precisa. Actualmente se investiga para generar una técnica que reduzca el tiempo y los recursos necesarios para la generación y traslado de gran cantidad de datos para alimentar los sistemas que posibilitan la AI.

3. Resultados aprehensivos: dada la gran cantidad de procesos que posibilitan el desarrollo de herramientas de AI, hay una confusión en torno a los resultados que arrojan los ejercicios de procesamiento de datos por múltiples lenguajes utilizados, de allí que actualmente se esté desarrollando aplicaciones a partir de modelos generalizados para obtener

resultados estándares con información reconocible por diversos actores. Este proceso se caracteriza por utilizar modelos de una sola característica para que los usuarios puedan interpretar fácilmente los resultados.

4. Aprendizaje y transferencia: de la mano al anterior punto de investigación y desarrollo, se están formando proyectos para capacitar y formar mano de obra especializada en lenguajes comunes de programación, para así generar un modelo de AI que se replique en fácilmente en múltiples escenarios. El objetivo de estos proyectos es generalizar las prácticas de enseñanza, supervisión y monitoreo que se les brinda a las herramientas sustentadas en Inteligencia Artificial.

2.6. GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y ACTIVIDAD PATENTABLE

La actividad científica y tecnológica asociada a la AI, medida desde publicaciones y patentes, se ilustra a continuación. Este análisis permite identificar qué es lo que está pasando respecto a las tecnologías, quiénes son sus principales exponentes y quiénes están desarrollando la mayor cantidad de aplicaciones relacionadas. Las búsquedas se realizaron teniendo en cuenta un espacio de tiempo de 20 años, tomando solo las publicaciones realizadas entre 1998 y 2018, puesto que antes del rango indicado el número de publicaciones anuales realizado era insignificante. En aras de obtener datos consolidados, se obviaron los resultados obtenidos entre 2019 y 2020.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos:

Publicaciones Científicas

En la búsqueda realizada en la plataforma LENS respecto a AI, se identificaron más de 490.000 resultados, entre artículos científicos, actas y artículos de congresos y libros, en el rango comprendido entre 1998 y 2018. En comparación a las demás tecnologías, esta es la de mayor desarrollo teórico, puesto que las primeras publicaciones al respecto se remiten incluso a la década de 1950. Teniendo en cuenta lo anterior, se generaron los siguientes resultados:

Tal como se puede apreciar en la siguiente figura, en cuanto a las publicaciones por país, se identificaron los diez países más activos en generación de contenidos AI en los últimos 20 años, estos son China, Estados Unidos, Reino Unido, Japón, Alemania, India, España, Canadá, Francia y Australia. En este caso es de resaltar el importante crecimiento generado en el 2018, comparado con la tendencia que traía de los años anteriores, cuando incluso se puede pensar que la generación de conocimiento relacionado con AI estaba a punto de llegar a nivel de saturación, lo que nos presenta un posible nuevo ciclo de crecimiento expectativa de la tecnología, liderado por Estados Unidos y China, quienes se presentan como líderes actuales de la generación de conocimiento.

Por otra parte, cabe notar también que Estados Unidos ha sido el líder histórico en generación de conocimiento relacionado con AI, y de manera similar el Reino Unido se ha mantenido como un importante actor, pero en los últimos 20 años China ha recortado camino y desplazado a estos dos países.

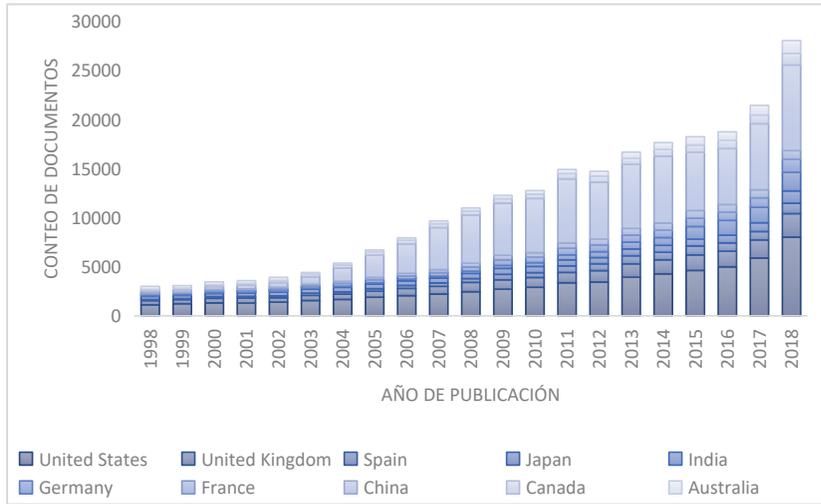


Figura 13 Producción científica por país entre los años 1998 y 2018. Fuente elaboración propia con datos de LENS

Teniendo en cuenta la producción de conocimiento a nivel global, en contraste con los principales campos de estudio abordados, se encuentra que la AI está siendo abordado principalmente desde los campos de la inteligencia artificial, el aprendizaje de máquinas, las ciencias de la computación, las matemáticas y el reconocimiento de patrones. Machine learning, como subcategoría de AI se presenta como un área de conocimiento de muy alta relevancia para la temática.

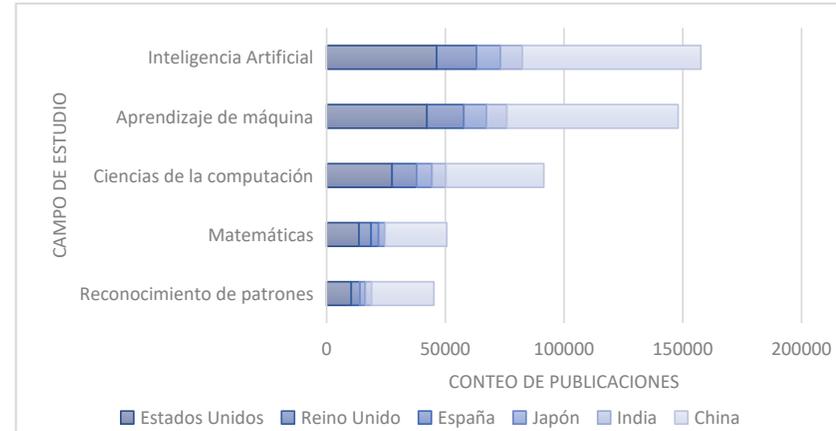


Figura 14 Producción científica por campo del conocimiento. Fuente elaboración propia con datos de LENS

Patentes

La Inteligencia artificial no es una ciencia nueva, esta viene desarrollándose desde hace más de 60 años, pero es solo recientemente cuando la tecnología ha logrado verdaderamente despegar en cuanto a aplicaciones prácticas. Este fenómeno es muy notorio en los últimos cinco años, posiblemente debido a la disrupción tecnológica y de la capacidad de computo disponible, que, sumado al ímpetu que se le ha dado a la producción científica, ha logrado llevar a la AI a nuevas aplicaciones prácticas. Utilizando los datos de la plataforma LENS se encontró como resultado, para los últimos 20 años, que se presentaron más de 80.000 solicitudes de patentes relacionadas con AI, de las cuales más de 19.000 han sido otorgadas oficialmente.

Al relacionar las patentes por su IPC (International Patent Clasification), se identifica que la Inteligencia Artificial está focalizada principalmente bajo 2 campos fundamentales: Física (G06F17/30) y Electricidad (H04L29/06). En el campo de la física se han otorgado patentes sobre todo en cálculo y conteo computacional, en el Procesamiento electrónico de datos digitales en la categoría de equipos o métodos de computación o procesamiento de datos digitales, especialmente adaptados para funciones específicas, específicamente recuperación de información y por ende, estructuras de bases de datos, según la Clasificación Internacional de Patentes (IPC).

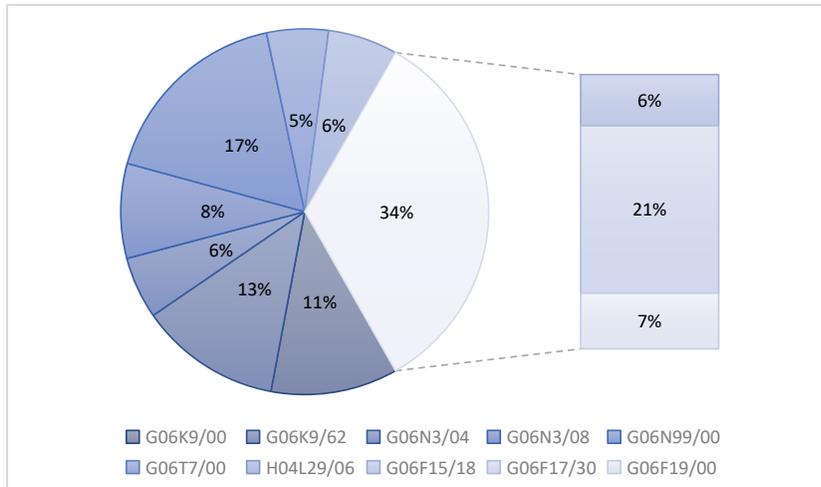


Figura 18 Principales regiones donde se están realizando solicitudes de patente relacionadas con AI. Fuente elaboración propia con resultados de LENS

Paralelamente, pero en una cantidad menor está el campo de la Electricidad, donde se han protegido tecnologías especialmente en técnicas de comunicación eléctrica, bajo la categoría de transmisión de información digital, por ejemplo, arreglos comunes de comunicación telegráfica a comunicación telefónica y telegráfica, para finalmente llegar a las tecnologías de dispositivos, aparatos, circuitos o sistemas

que no están cubiertos por uno solo de los grupos y además que estén caracterizados por un protocolo.

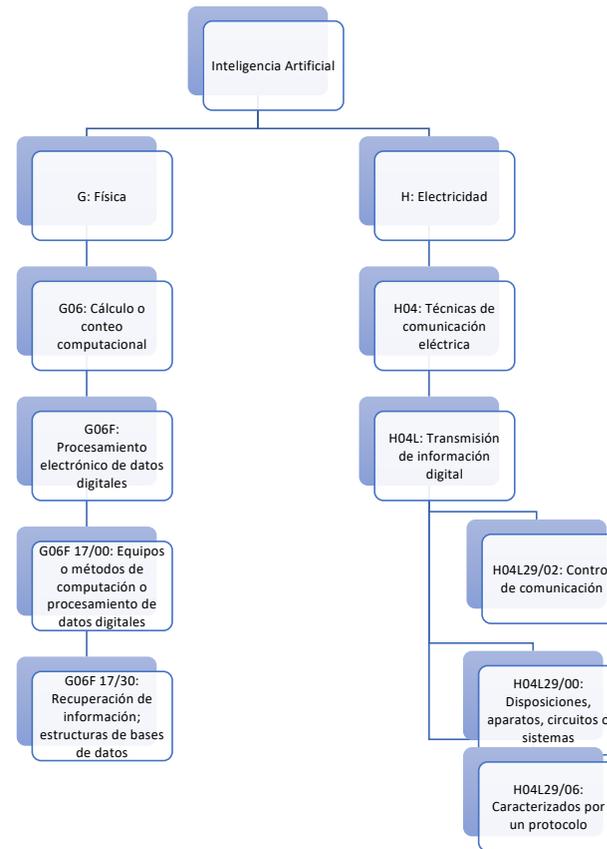


Figura 19 Patentes más citadas. Fuente elaboración propia con datos LENS

Al analizar la información de patentes fue posible identificar aquellas que aparecen como referentes tecnológicos, dado su nivel de citación. Se encontró que la patente US_6400996_B1 es la más reconocida, con 1653 citaciones, tratándose esta de un “Sistema y método de control basado en reconocimiento de patrones adaptativos”. De manera similar, las

demás patentes tratan de sistemas y métodos de aprendizaje adaptativo y sistemas de toma de decisiones autónomas.

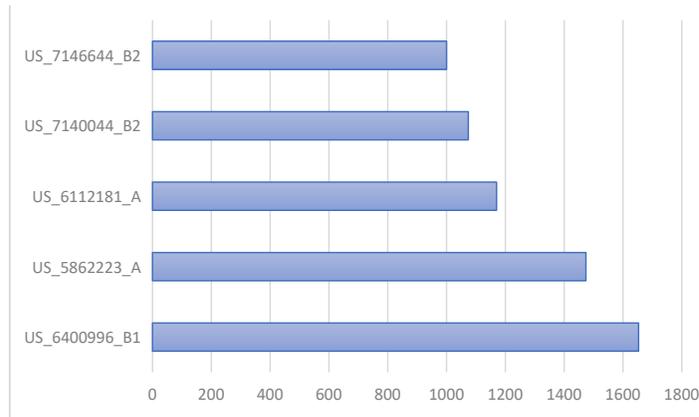


Figura 20 Desglose de los principales IPC que caracterizan las patentes solicitadas en AI. Fuente elaboración propia con datos LENS y WIPO

2.7. ACTORES

Teniendo en cuenta la información de patentes y de publicaciones científicas, se identificaron los principales actores en cuanto a generación de conocimiento. En la siguiente figura se pueden identificar las instituciones que más han aportado a la construcción de conocimiento en la materia. Especialmente se puede identificar que la actividad de generación de conocimiento ha estado liderada por instituciones educativas y por el gobierno. De estas, es importante notar la Academia China de Ciencias, que aparece tanto como institución gubernamental como educativa.

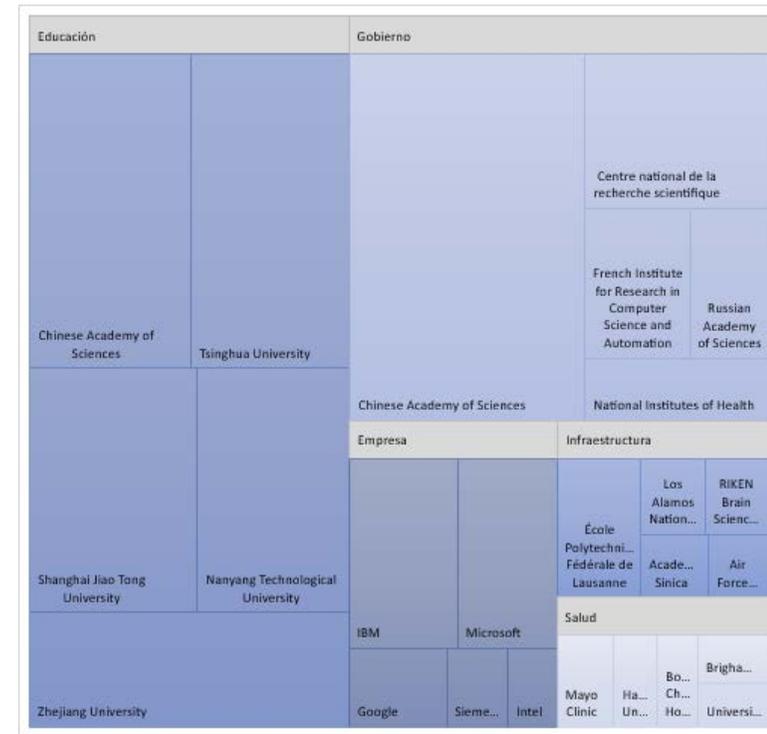


Figura 21 Principales instituciones en generación de conocimiento, por tipo. fuente elaboración propia con datos de LENS

Desde el punto de vista de quienes están solicitando las patentes, se encuentra que Microsoft es el líder en aquellas relacionadas con AI, esto debido a que se suman los portafolios de Microsoft y de la recientemente creada Microsoft Technology Licensing, empresa encargada de manejar el portafolio de patentes. También es importante evidenciar el gran peso que ejercen las gigantes de la tecnología, como IBM, Facebook, Google, Samsung y demás. Es interesante además identificar a la Universidad de California como una de las diez instituciones que más solicitudes tiene.

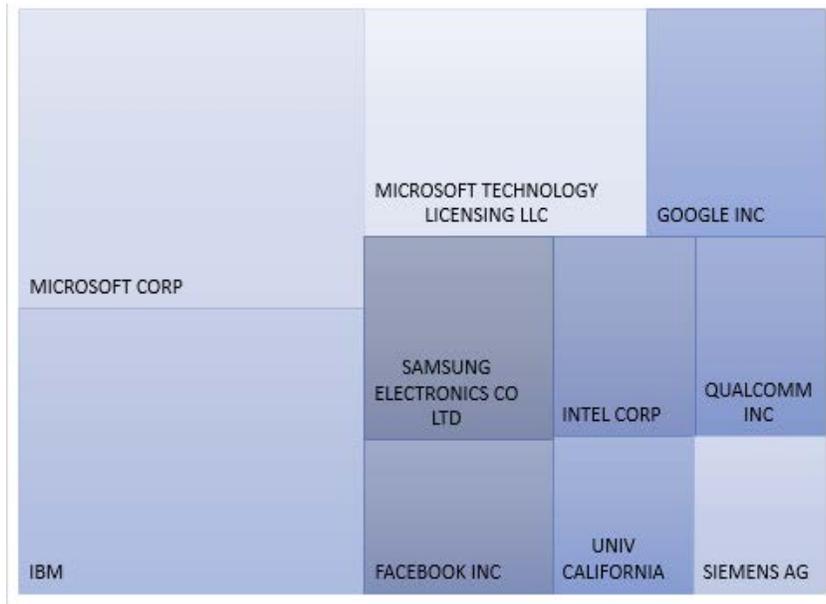


Figura 22 Principales regiones donde se está generando el conocimiento relacionado con la tecnología AI. Fuente elaboración propia con resultados de LENS

Producción de conocimiento Científico Tecnológico

PAÍSES

Tal como se pudo apreciar en la figura relacionada con la producción de propiedad intelectual, los principales países donde se está generando conocimiento relacionado con AI son China con 81.796 publicaciones, Estados Unidos con 62.335 y en tercer lugar Reino Unido con 20.723. Esto recalca la importancia que tienen China y Estados Unidos en el desarrollo de la tecnología, puesto que lideran, tanto el número de publicaciones científicas, como el de patentes.



Figura 23 Publicaciones científicas por país en los últimos 20 años. Fuente elaboración propia con resultados de LENS (los tamaños son representativos, no son directamente proporcionales al número de solicitudes).

En este caso se puede apreciar como los cinco principales generadores de conocimiento alrededor de la tecnología AI superan la producción intelectual del resto del mundo en la materia. Es de resaltar que, en este caso, Australia no aparece entre los primeros cinco, aun cuando corresponde a una de las principales regiones donde se está solicitando protección por patente para desarrollos relacionados con la tecnología.

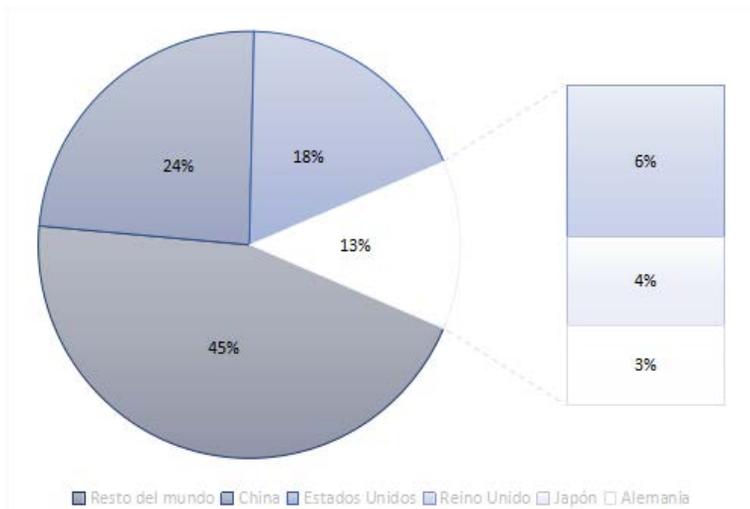


Figura 24 Principales regiones donde se está generando el conocimiento relacionado con la tecnología

AI. Fuente elaboración propia con resultados de LENS

Publicaciones científicas

 Entidad	Chinese Academy of Sciences	
<p>La Academia de Ciencias de China es la pieza clave del impulso de China para explorar y aprovechar la alta tecnología y las ciencias naturales en beneficio de China y el mundo. Compuesto por una red integral de investigación y desarrollo, una sociedad erudita basada en el mérito y un sistema de educación superior, CAS reúne a científicos e ingenieros de China y de todo el mundo para abordar problemas teóricos y aplicados utilizando enfoques científicos y de gestión de clase mundial.</p> <p>Fortalezas en la tecnología. El Institute of Intelligent Machines (IIM), de la Academia China de Ciencias es un instituto especializado en ciencias de la computación e Inteligencia Artificial, el instituto cuenta con más de 50 científicos de tiempo completo y personal técnico, además, cada año más de 200 estudiantes de posgrado (maestrías y doctorados) hacen sus estudios en el instituto. El IIM ofrece programas de formación de doctorado en "Reconocimiento de patrones y sistemas inteligentes", y dos programas de formación de maestría en "Reconocimiento de patrones y sistemas inteligentes" y "Tecnología de instrumentación y dispositivos automáticos". La revista International Journal of Information Acquisition y la revista china Pattern Recognition and Artificial Intelligence son patrocinadas y copatrocinadas por IIM. En cuanto al emprendimiento, IIM ha cofundado Anhui Zhongke Intelligent High-Tech Co., Ltd., Inco Intelligent Control Co., Ltd., USTC Chuangxin Co., Ltd., Rongshida Keyuan Sensor System and Engineering Co. Ltd. y Aleph Intelligent Co. Ltd. etc.</p>		
Nº. de publicaciones	4673	

 Educación	Tsinghua University	
<p>Universidad localizada en Pekín, República Popular China, miembro de la Liga C9 de universidades chinas. Singhua es considerada como una de las mejores instituciones académicas en China y Asia.</p> <p>Fortalezas en la tecnología. La universidad fundó en 2018 el Instituto de Inteligencia Artificial, el Instituto de AI se centra en el estudio teórico fundamental destinado a fortalecer la colaboración interdisciplinaria y avanzar en la industrialización de la AI. En instituto trabaja de manera conjunta con otros departamentos de Tsinghua además de otras compañías tecnológicas como Google, Tencent, Sogou y Horizontal Robotics en la construcción de algoritmos core, nuevos tipos de hardware especializado en inteligencia artificial y demás.</p>		
Nº. de publicaciones	2573	

 Empresa	IBM	
<p>IBM es una multinacional norteamericana que fabrica y comercializa hardware y software, y ofrece servicios de infraestructura, alojamiento de Internet y consultoría en una amplia gama de áreas relacionadas con la informática, desde equipos centralizados hasta nanotecnología. IBM alberga más patentes que ninguna otra empresa de tecnología de Estados Unidos, y tiene doce laboratorios de investigación dedicados a diferentes áreas del conocimiento.</p> <p>IBM Research es el área de investigaciones de la empresa, esta explora tecnologías y técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Su portafolio de investigación está enfocado en tres tareas principales: Avanzar la IA, Escalar la IA y Confiar en la IA.</p>		
Nº. de publicaciones	1155	

Solicitud de Patentes

 Empresa	MICROSOFT CORP y MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING LLC	
<p>Microsoft es una corporación multinacional estadounidense que desarrolla, fabrica, licencia, respalda y vende una gama de productos y servicios de software. Su segmento comercial ofrece servicios empresariales, incluidos servicios de soporte de primer nivel y servicios de consultoría de Microsoft; nube comercial que comprende Office 365 Comercial, otras ofertas en línea de Microsoft Office, Dynamics CRM Online y Microsoft Azure; y otros productos comerciales y servicios en línea.</p> <p>Aunque esta subsidiaria de Microsoft esta dedicada a la gestión de su propiedad intelectual, su casa matriz desarrolla proyectos dedicados a generar avances en Inteligencia Artificial, Machine Learning y otras áreas relacionadas, especialmente desde su servicio especializado AZURE.</p>		
Nº. de Solicitudes	2561	

 Empresa	IBM	
<p>IBM es una multinacional norteamericana que fabrica y comercializa hardware y software, y ofrece servicios de infraestructura, alojamiento de Internet y consultoría en una amplia gama de áreas relacionadas con la informática, desde equipos centralizados hasta nanotecnología. IBM alberga más patentes que ninguna otra empresa de tecnología de Estados Unidos, y tiene doce laboratorios de investigación dedicados a diferentes áreas del conocimiento.</p>		
<p>IBM Research es el área de investigaciones de la empresa, esta explora tecnologías y técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Su portafolio de investigación está enfocado en tres tareas principales: Avanzar la IA, Escalar la IA y Confiar en la IA.</p>		
Nº. de Solicitudes	983	

 Empresa	GOOGLE INC	
<p>Google LLC es una compañía principal subsidiaria de la multinacional estadounidense Alphabet Inc., cuya especialización son los productos y servicios relacionados con Internet, software, dispositivos electrónicos y otras tecnologías.</p>		
<p>La gigante tecnológica dedica sus esfuerzos a la generación de soluciones de inteligencia artificial que se articulan en su plataforma Google Cloud Services.</p>		
Nº. de Solicitudes	621	

A partir del año 2015 se han presentado aumentos significativos en la solicitud y otorgamiento de patentes en el campo de la inteligencia artificial por parte de múltiples organizaciones. Sin embargo, las empresas listadas en la siguiente tabla dan cuenta del crecimiento exponencial de estas a partir de una cantidad considerada significativa de patentes producidas (desde 100 patentes en adelante).

De esta manera se puede observar en la siguiente tabla organizaciones como Ping An Tech Shenzhen que pasó de producir 29 patente a 299 en tan solo un año (2018 a 2019), o GOOGLE que en los últimos 3 años ha mostrado particular interés en el campo, reflejándose en su crecimiento en la solicitud de patentes. De la misma manera podemos encontrar a Accenture Global Solutions, Siemens Healthcare, Univ Electronic & Tech China, Koninklijke Philips y Beijing.

Tabla 2 Principales solicitantes de patente en los últimos 5 años. Fuente elaboración propia con datos

LENS

ORGANIZACIÓN	2016	2017	2018	2019	Total general
ALIBABA GROUP HOLDING		3	26	197	226
IBM		6	64	117	187
BIZMODELINE				104	104
NCHAIN HOLDINGS		17	13	36	66
CHINA UNICOM		3	33	21	57
MASTERCARD INTERNATIONAL	1	7	22	24	54
WALMART APOLLO			14	35	49
COINPLUG	1	2	32	11	46
BANK OF AMERICA		2	5	30	37
PING AN TECH SHENZHEN			10	25	35
SHENZHEN LAUNCH TECH			18	15	33
ZHONGAN INFORMATION TECH SERVICE		1	11	17	29
VISA INT SERVICE			12	17	29
INTEL		1	7	21	29
HANGZHOU FUZAMEI TECH		2	13	13	28
BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY BEIJING			15	13	28
NOKIA TECHNOLOGIES			20	7	27
ACCENTURE GLOBAL SOLUTIONS		3	7	17	27

2.8.RETOS Y DESAFÍOS

La AI afronta grandes retos y desafíos en la actualidad para lograr afianzarse y llenar las expectativas que en torno a ella se han creado. Desde la perspectiva de las organizaciones los principales retos a resolver para lograr esta apropiación de la tecnología y materialización de beneficios son:

Modelo nativo de la nube: la eliminación de la latencia en el paso de

información comenzará a ser una necesidad latente entre las empresas, ya que éstas están apostando por tecnología de AI basada en la nube. De estas, el 70 % obtendrá capacidades de AI a través de software empresarial basado en la nube, y un 65 % creará aplicaciones de AI usando aplicaciones basadas en la nube de desarrollo, llevando a la conclusión de que es concebible que una plataforma AI-as-a-service llegue a ser el próximo gran sistema operativo (Deloitte, 2019).

Gestión de datos: es cierto que la AI ofrece una oportunidad para procesar, analizar y actuar sobre los datos a velocidades increíbles y con resultados sorprendentes. Sin embargo, es indispensable que los datos sean de alta calidad. Dicho esto, es necesario una gestión avanzada de datos con un almacenamiento y arquitectura sólidos, pero con base en una gobernanza de datos más dinámica (Deloitte, 2019).

Entrenamiento para el aprendizaje de la máquina: la AI se basa en algoritmos de machine learning que operan dentro de redes neuronales que deben ser “entrenadas” en volúmenes masivos de datos. Este panorama y debido a las diferentes regulaciones sobre el acceso a datos, genera un limitante para entrenar algoritmos. En algunas naciones han optado por utilizar simulaciones y entornos creados para el aprendizaje de la AI, sin embargo, no se tiene plena seguridad sobre la efectividad de estas prácticas en comparación con el aprendizaje con datos reales (Deloitte, 2019).

Gestión del talento: sólo las empresas más grandes y con grandes recursos serán, probablemente, las que tengan la oportunidad de mantener el talento líder en la industria de forma permanente. Esto a su vez hará que la competencia por la experiencia aumente de manera indiscriminada y se genere alta competencia en el mercado de talentos (Deloitte, 2019).

Explicabilidad y transparencia de uso: La explicabilidad es crucial para conseguir que los usuarios confíen en los sistemas de AI y para mantener dicha confianza. Esto significa que los procesos han de ser transparentes, que es preciso comunicar abiertamente las capacidades y la finalidad de los sistemas de AI y que las decisiones tomadas deben poder explicarse, en la medida de lo posible, a las partes que se vean afectadas por ellas de manera directa o indirecta. Sin esta información, no sería posible refutar adecuadamente una decisión tomada a partir de un algoritmo AI. No siempre resulta posible explicar por qué un modelo ha generado un resultado o una decisión particular (ni qué combinación de factores contribuyeron a ello). Esos casos, que se denominan algoritmos de «caja negra», requieren especial atención. En tales circunstancias, puede ser necesario adoptar otras medidas relacionadas con la explicabilidad (por ejemplo, la trazabilidad, la auditabilidad y la comunicación transparente sobre las prestaciones del sistema), siempre y cuando el sistema en su conjunto respete los derechos fundamentales. El grado de necesidad de explicabilidad depende en gran medida del contexto y la gravedad de las consecuencias derivadas de un resultado erróneo o inadecuado (European Commission, 2019).

Propiedad intelectual: La creación de obras por medio de la inteligencia artificial podría tener implicaciones muy importantes para el derecho de autor. Tradicionalmente, la titularidad del derecho de autor sobre las obras generadas por computadora se asignaba fácilmente debido a que el programa o software actuaba como herramienta para el desarrollo de la obra, y esta no intervenía en el proceso creativo, en este caso el ser humano era el encargado de la obra creativa. En otros casos el software es programado para simular el proceso creativo, siguiendo reglas diseñadas específicamente por un programador, en este caso muchas jurisdicciones adoptan como obra derivada aquellas “creaciones” generadas por

software. Sin embargo, en estos momentos el software basado en AI pueden tomar prácticamente todas las decisiones de creación de una obra de manera independiente, y su proceso de entrenamiento para la toma de estas decisiones no siempre es claro o supervisado por un humano, por lo que este tipo de creaciones entrarían en una zona gris en cuanto a las leyes de protección de Propiedad Intelectual.

Principales Retos Para La Implementación De Tecnologías Cognitivas

Entre los principales desafíos para la adopción e implementación de tecnologías cognitivas que las compañías han encontrado, en un 47 %, se encuentra la dificultad de integrar este tipo de tecnologías con los sistemas y procesos existentes, como se puede evidenciar en la siguiente gráfica:



Figura 25 Retos en la implementación de tecnologías. Adaptado de Deloitte, 2017c.

Se observa como el principal desafío percibido por las organizaciones es la integración de la tecnología AI a los procesos y proyectos existentes. Seguidamente se encuentran el alto costo de las tecnologías y la

experticia, con el 40 %; el poco entendimiento de los gerentes acerca de las tecnologías cognitivas y la manera en que funcionan, con el 37 %; la dificultad para encontrar personas expertas en la tecnología, con el 35 %; y la inmadurez de las tecnologías, con el 31 %. Finalmente, un porcentaje menor, equivalente al 18 %, considera que las tecnologías cognitivas se han sobrevendido en el mercado generando infladas expectativas sobre la misma.

Consideraciones Éticas De La Inteligencia Artificial

El desarrollo de la AI implica la generación de tecnología que permite a los sistemas la evaluación autónoma de información, la toma de decisiones asociada a dichos datos y los procesos lógicos de razonamiento del sistema. Esto implica múltiples consideraciones éticas respecto a temas como la responsabilidad asociada a dichas decisiones, la privacidad y el uso de los datos, el respeto a privacidad, entre otras. Las consideraciones éticas aplicadas a la tecnología abarcan, en términos generales, los siguientes campos:

- **Ética informática:** hace referencia al comportamiento hacia las computadoras y la información, es decir, a la conducta profesional y social respecto a la tecnología y la industria de la tecnología en su conjunto (ACS, 2018).
- **Ética robótica:** hace referencia al comportamiento de las personas al momento de crear robots e AI, es decir al impacto de la tecnología en la sociedad y cómo estas tecnologías pueden diseñarse para operar de manera ética (ACS, 2018).
- **Ética de la máquina:** hace referencia al comportamiento de los robots y de la AI, es decir, las acciones de las creaciones que hacen los

humanos (ACS, 2018).

- **Ética de los datos:** hace referencia a la manera cómo se generan, registran y comparten los datos recopilados y utilizados por la AI. La custodia responsable de los datos es una función básica e implica mantener la privacidad cuando se trata de información de identificación personal (Floridi & Taddeo, 2016).
- **Ética de los algoritmos:** hace referencia a la manera cómo se diseñan e implementan algoritmos y modelos de AI, que actúan implícitamente a través de restricciones, o explícitamente a través del diseño. Esta es una función de la ética de quienes diseñan los algoritmos, y abarca preocupaciones como el sesgo, la transparencia y la responsabilidad (Floridi & Taddeo, 2016).
- **Ética de la práctica:** hace referencia al desarrollo de códigos profesionales responsables y pautas éticas que pueden usarse como marco para aquellos que trabajan en el campo de la AI (Floridi & Taddeo, 2016).

Por otra parte, es importante hacer referencia a los Principios sobre la AI propuestos por la OCDE (2019c), estos fueron elaborados a partir de las orientaciones proporcionadas por un grupo de expertos integrado por más de 50 miembros procedentes de gobiernos, instituciones académicas, el mundo empresarial, la sociedad civil, organismos internacionales, la comunidad tecnológica y sindicatos, y comprenden cinco principios basados en valores para el despliegue responsable de una IA fiable y cinco recomendaciones en materia de políticas públicas y cooperación internacional.

Su objetivo es guiar a los gobiernos, organizaciones e individuos para que,

en el diseño y la gestión de los sistemas de AI, prioricen los intereses de las personas, así como garantizar que quienes diseñen y gestionen sistemas de AI respondan de su correcto funcionamiento. En este sentido, el texto presenta los siguientes principios (OECD, 2019c):

I. La IA debe estar al servicio de las personas y del planeta, impulsando un crecimiento inclusivo, el desarrollo sostenible y el bienestar.

II. Los sistemas de IA deben diseñarse de manera que respeten el Estado de derecho, los derechos humanos, los valores democráticos y la diversidad, e incorporar salvaguardias adecuadas —por ejemplo, permitiendo la intervención humana cuando sea necesario— con miras a garantizar una sociedad justa y equitativa.

III. Los sistemas de IA deben estar presididos por la transparencia y una divulgación responsable a fin de garantizar que las personas sepan cuándo están interactuando con ellos y puedan oponerse a los resultados de esa interacción.

IV. Los sistemas de IA han de funcionar con robustez, de manera fiable y segura durante toda su vida útil, y los potenciales riesgos deberán evaluarse y gestionarse en todo momento.

V. Las organizaciones y las personas que desarrollen, desplieguen o gestionen sistemas de IA deberán responder de su correcto funcionamiento en consonancia con los principios precedentes.

¿Que requieren las organizaciones para capitalizar la IA?

Maximizar los beneficios de la AI es un proceso que requiere que las organizaciones que la vayan a incorporar estén preparadas, cumpliendo previamente las siguientes condiciones (Oracle, 2018):

- Reconocer oportunidades para mejorar la inteligencia dentro de la cadena de negocios o suministro.
- Acumular y almacenar enormes cantidades de datos, tanto internos como externos, estructurados y no estructurados.
- Atraer y retener el talento adecuado con las habilidades adecuadas para poner la AI a funcionar.
- Integrar profundamente la AI en aplicaciones antiguas y nuevas.
- Implementar AI en múltiples funciones y no en casos de uso limitados.
- Aplicar AI a la infraestructura y capacidades existentes (en lugar de comenzar de cero).
- Considerar las cuestiones éticas y morales respecto al alcance de la implementación de Inteligencia Artificial

2.9. ATRIBUTOS

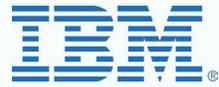
El grupo de atributos identificados en la AI se puede observar en la siguiente gráfica:



Figura 26 Radar de atributos de la Inteligencia Artificial. Fuente elaboración propia.

Por su parte, cada uno de los anteriores atributos se ha desglosado en la siguiente tabla para comprender mejor como se evidencia en la tecnología y de esta forma se puede observar el tipo de atributo, su descripción y un ejemplo o caso de uso donde se evidencia más claramente el atributo.

Tabla 3 Definición y ejemplos de los diferentes atributos asociados a la tecnología. Haz clic sobre el logotipo o escanea el código QR para encontrar información relacionada.

ATRIBUTOS	DESCRIPCIÓN	¿QUÉ LOGRA?	EJEMPLO	QR
Atributos de valor				
Personalización	Corresponde al atributo de dar a un objeto o servicio unas características exclusivas o extremadamente detalladas que correspondan con las necesidades de un individuo o una colectividad específica.	Predecir patrones de precios y recomendar a los viajeros sobre los horarios más baratos para comprar vuelos a sus destinos.		
Transparencia	Corresponde a la calidad de la tecnología de permitir ser “atravesada libremente” o “vista” dentro de ella, permitiendo evidenciar lo que ocurre en su interior.	Programa analítico para predecir rentabilidad de empresas emergentes para invertir.		
Seguridad	La seguridad está relacionada con la garantía que un sistema puede dar sobre el cumplimiento de una meta o propósito	En el mercado de automatización actualmente está desarrollando vehículos para incursionar al mercado de la movilidad automatizada gracias a la IA se crearán vehículos más seguros.		
Interoperabilidad	Capacidad de los sistemas de información de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos.	Con la Aplicación Place, Ikea permite a sus clientes probar mediante realidad aumentada, como se verían los muebles en los espacios.		
Optimización	Corresponde a la forma como la tecnología busca la mejor manera de hacer una cosa para obtener los mejores resultados posibles	Ofrecer a los consumidores una experiencia de compra mejorada, ayudando a encontrar los productos y ofertas especiales de manera rápida sin tantos intermediarios		
Agilidad	Es la capacidad de un sistema para realizar cualquier actividad con destreza y/o rapidez	TacoBot, el chat-bot de Taco Bell, permite a los usuarios hacer pedidos dentro de la aplicación de negocios Slack, usando mensajes de texto o voz, su sistema de AI permite entender el lenguaje natural e interactuar fluidamente con el usuario		
Reproductibilidad	Corresponde con la fiabilidad en la generación de resultados futuros consistentes a partir de condiciones iniciales específicas	Análisis predictivos para identificar problemas de retención de personal.		

Fuente elaboración propia

PARA



El futuro es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRO PARA LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL MEDSELLER

OPERA:

ruta⁷¹
MEDÉLLIN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TALENTO

VISA

2.10.CASOS Y EJEMPLOS

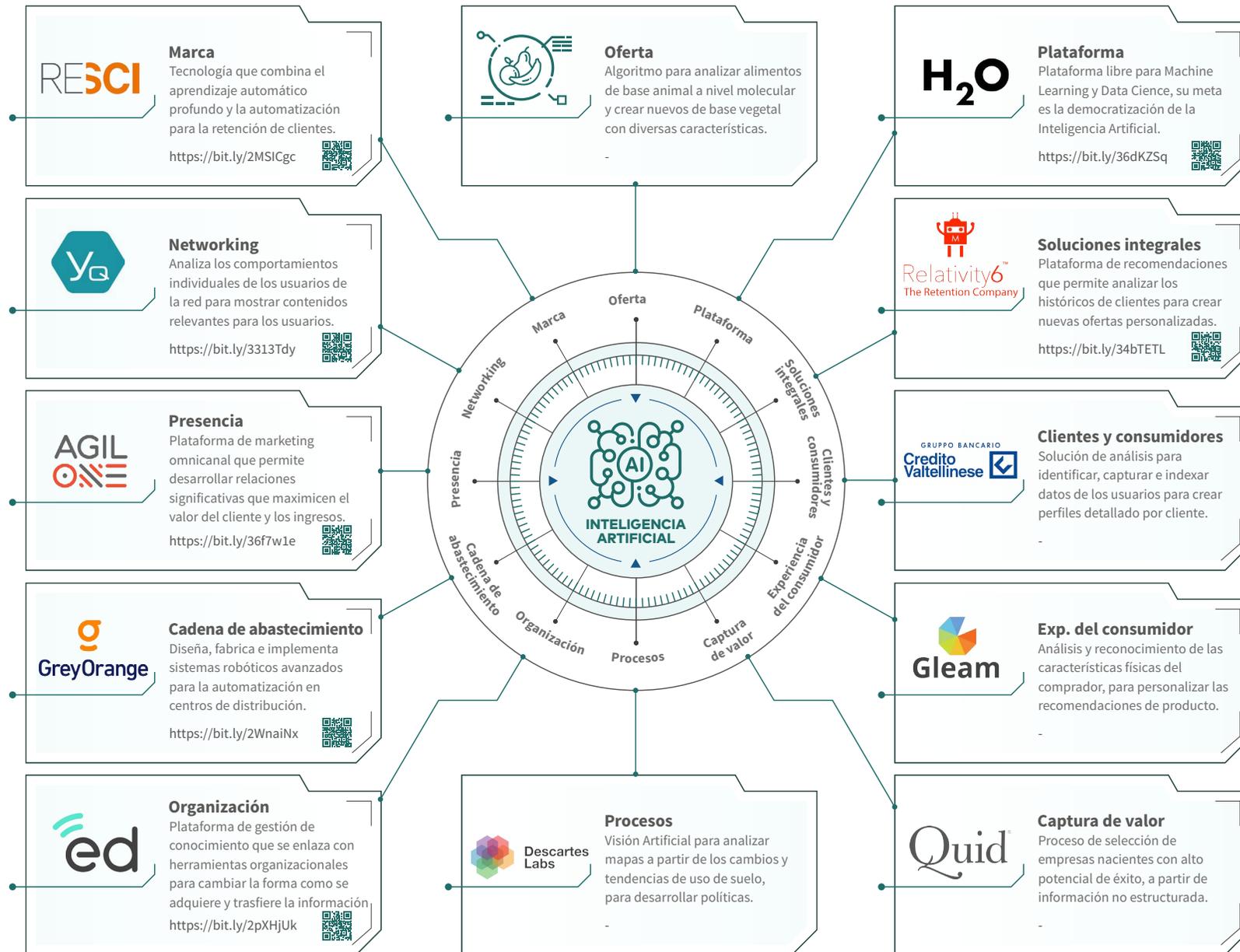


Figura 27 Principales focos de innovación en Inteligencia Artificial, Casos y ejemplos. Fuente, elaboración propia.

03

MER
TENDENCIAS

DE MERCADO

3.1. RETOS PARA LA INDUSTRIA

El ritmo de uso y adopción de AI para la generación de nuevas oportunidades y modelos de negocio, en lugar de sólo aumentar la eficiencia operacional de los procesos, tiene un gran impacto en los resultados económicos globales. De manera similar, la forma en que los países optan por adoptar (o no) estas tecnologías, influirá en la medida en que sus empresas, economías y sociedades se benefician de esta. (McKinsey, 2018c).

Como con toda nueva tecnología, la AI ofrece ventajas diferenciales a sus primeros adoptantes. Sin embargo, también plantea desafíos para aquellos que deciden sumarse a la implementación de soluciones. La AI está afectando directamente los trabajos, sustituyendo a las competencias y amenazando así los puestos más clásicos y, por ende, los ingresos del público en general. Por otra parte, las preocupaciones en torno al uso de los datos son múltiples e incluyen cuestiones éticas, desde el temor a las violaciones de seguridad y la piratería informática, hasta cuestiones relacionadas con la privacidad y el consentimiento, pasando por posibles sesgos en los algoritmos y la evaluación que hacen de los datos. (WIPO, 2019)

Incluso desde su desarrollo y adopción, la inteligencia artificial representa una amplia gama de desafíos que el gobierno y la sociedad deben abordar de manera conjunta para forjar un ambiente propicio y hacer realidad los beneficios potenciales de la tecnología, y al mismo tiempo proteger a las personas de los riesgos. Dado esto, identificar los retos de la inteligencia artificial en las diferentes industrias es importante para apoyar el crecimiento de la productividad en toda la economía y para generar mercados sanos y competitivos. (Mckinsey, 2017a).

MUCHOS ADOPTADORES TEMPRANOS LUCHAN CON LO BÁSICO
Principales desafíos para las iniciativas de IA: calificados 1 - 3, donde 1 es el mayor desafío

	Calificado 1	Calificado 2	Calificado 3	Calificado entre los tres primeros
Desafíos de implementación	13%	14%	12%	39%
Integración de IA en los roles y funciones de la compañía	14%	13%	12%	39%
Problemas de datos (e.g., privacidad de datos, acceso e integración de datos)	16%	13%	10%	39%
Costo de tecnologías de IA/ desarrollo de solución	13%	12%	11%	36%
Carencia de habilidades	11%	10%	10%	31%
Desafíos en medir y proporcionar valor de negocio	10%	11%	9%	30%

Figura 28 Principales desafíos para las iniciativas de AI. Adaptado de (Deloitte, 2018a).

Las compañías que son pioneras en el uso de nuevas tecnologías son las que sientan la base de los desafíos que deben atenderse de manera prioritaria para facilitar el despliegue de estas en el mercado. De acuerdo con la gráfica anterior (Deloitte, 2018a), los principales retos a los que se han enfrentado los adoptantes tempranos de soluciones en AI se pueden resumir en:

- Desafíos de implementación tecnológica. Esto basados principalmente dada la relativa novedad en el uso práctico de la tecnología lo que implica bajos niveles de experiencia en la aplicación de soluciones basados en esta.
- Problemas de integración de la tecnología en los roles y funciones de la compañía. La última milla de integración corresponde a aquella donde los colaboradores adoptan las tecnologías y encuentran usos y formas

de aprovecharlas en su día a día. En muchos casos estas tecnologías no han sido desarrolladas al interior de las organizaciones, haciendo que su adopción sea compleja debido a las preconcepciones y miedos que pueden tener sus usuarios.

- **Problemas de datos.** Desde diversos puntos de vista, los datos, la fuente principal de “alimento” de la inteligencia artificial, se han convertido en un dolor de cabeza para la integración de esta tecnología en las empresas, esto debido a que en muchos casos no hay un adecuado manejo de los datos que permita su aprovechamiento óptimo, teniendo en cuenta elementos de integración de sistemas o incluso políticas de propiedad intelectual.

De manera similar, se ha recopilado a partir de diversas fuentes una lista de retos y desafíos que la industria ha afrontado a partir del uso de tecnologías basadas en inteligencia artificial, estos son:

Automatización y reemplazo laboral Las organizaciones, automatizarán aquellas actividades que son susceptibles de ser automatizadas, esto con el fin de reducir costos administrativos y productivos. Empleos principalmente relacionados con trabajos físicos en entornos predecibles o medios donde se recopilan y procesan datos, probablemente sean los más afectados, especialmente si la adopción de la automatización ocurre de manera temprana (Early adopters), lo que será el caso de países con salarios altos y por ende alto coste de mano de obra. Por otro lado, ocupaciones que requieren la aplicación de conocimientos especializados, interacción con Stakeholders, la gestión y el entrenamiento de otros, o un alto grado de respuesta social o emocional, serán menos susceptibles a la automatización por lo menos hasta 2030 o más allá, cuando los sistemas AI de siguiente generación se espera que inicien su aparición. (McKinsey, 2017b). Esto llevará a que los mercados se vean avocados a actualizar

las habilidades disponibles del capital humano, no sólo para que haya suficientes especialistas en AI, sino para asegurar que el capital humano obtenga nuevos conocimientos aplicables al mundo actual. (McKinsey, 2018c).

Estrategias de reincorporación del talento humano reemplazado por la automatización, mediante esquemas de transformación laboral y reentrenamiento, permitirá paliar los daños generados por el reemplazo y acelerar la productividad de la economía mundial alrededor de 1.4 % del PIB anualmente, asumiendo que esta fuerza laboral mantiene la misma productividad sostenida en el 2014. Así mismo, el incremento productivo posibilitado por la automatización puede asegurar una prosperidad continua en el envejecimiento de los países en desarrollo y proporcionar un impulso adicional a los de rápido crecimiento. (McKinsey, 2017b).

Despliegue en el gobierno La AI tiene enormes beneficios potenciales para el sector público, así como el sector privado. Una mejor planificación, focalización y personalización podría lograr cambios muy necesarios tanto en la eficiencia como en la eficacia de la administración pública, especialmente en la atención de la salud y la educación. (McKinsey, 2017a).

Escasez de talento altamente calificado Según Endeavor México (2018), la escasez de talento y lo altamente cotizados que están los profesionales capacitados en AI hacen parte de los principales retos de la tecnología. A pesar de que la AI data de la década de los años cincuenta, en realidad tiene pocos años de haberse convertido en un tema tendencial en el área de ciencias de la computación y, por lo tanto, existen muy pocos especialistas en esta rama específica, lo que, sumado a la creciente demanda de aplicaciones relacionadas con AI, hace que el personal con las habilidades necesarias para la generación de soluciones en la temática sea altamente apetecidos.

Interacciones más efectivas entre humanos y máquinas. Este se constituye en un desafío crítico para la integración de las diferentes tecnologías cognitivas, a medida que los sistemas productivos se reestructuran para aprovechar estas tecnologías. Así mismo, en los flujos de trabajo es importante que se empleen diferentes disciplinas como ciencias del comportamiento, negocios, rediseño de procesos y lograr un nuevo conjunto de sistemas centrales que amplíen la agilidad y así incrementar porcentaje de adopción por parte del mercado.

Mejora en la administración del riesgo y la gestión de cambios Esto incluye reducir las vulnerabilidades de la seguridad cibernética, debido a que algunos modelos de aprendizaje tienen dificultad en la detección de datos diseñados para engañar al modelo. Incluso en algunos casos, la tecnología de aprendizaje de máquina puede exponer a una compañía ante el riesgo de robo de propiedad intelectual si los hackers reversan el modelo o logran cambiar las características de entrenamiento de los datos. Actualmente, hay evidencia de que las preocupaciones por el riesgo cibernético están desacelerando o pausando proyectos de AI en algunas compañías. (Deloitte, 2018a)

Disponibilidad de los datos de entrenamiento La abundancia de datos es crítica para el entrenamiento de la AI, siendo estos la fuente principal para el entrenamiento de este tipo de sistemas. En este caso, los datos del sector público, que generalmente son de libre consulta, pueden estimular la innovación del sector privado, que generalmente ha visto dificultada la labor de adquisición de sets de datos pertinentes para sus aplicaciones. El ajuste de las normas o regulación para el uso de datos también pueden ayudar. En los Estados Unidos, por ejemplo, la comisión de bolsa y valores ordenó en 2009 que todas las empresas públicas debían revelar sus estados financieros en formato XBRL (Extensible Business Reporting

Language), lo que garantiza que los datos públicos sean legibles por máquinas. (McKinsey, 2017b).

Gran cantidad de empresas consideran que surgirán nuevas formas de trabajo con el uso de las tecnologías cognitivas, que además permitirán aumentar las capacidades de sus colaboradores, posibilitando la creación de nuevos puestos de trabajo. Esto implicaría un incremento del trabajo colaborativo entre humanos y máquinas inteligentes, en lugar de eliminarlo a través de la automatización. (Deloitte, 2017).

Dilemas éticos, legales o regulatorios Teniendo en cuenta que los sesgos del mundo real corren el riesgo de ser incorporados en los sistemas AI a partir de los datos de entrenamiento, los sistemas que se vean afectados podrían potenciar estos prejuicios y exacerbar sus consecuencias minando la confianza y la opinión pública sobre estas nuevas tecnologías. Los algoritmos en sí mismos, cuyas “directrices éticas” deben estar codificadas en su interior, ¿Qué derechos deben proteger en el proceso de toma de decisiones? Y ¿quiénes serán responsables de las conclusiones o decisiones que estos sistemas tomen? Situaciones como la anterior han dado lugar a peticiones de transparencia algorítmica y responsabilidad, que clarifiquen las “leyes” que deben seguir las máquinas y las debidas consecuencias de sus decisiones (McKinsey, 2017a).

De igual manera, el proceso de entrenamiento de los modelos de aprendizaje de máquina puede ser manipulado con datos adversos, alimentando intencionalmente el algoritmo con datos incorrectos. Por otra parte, se tiene presente el gran poder que tiene la AI para ayudar a crear o distribuir información falsa, generando un “tira y afloje” en cuanto a los pros y contras éticos que representa el uso de esta tecnología. (Deloitte, 2018a).

Claridad sobre propiedad y protección de datos sensibles, esta se configura como una prioridad para el uso adecuado de la tecnología. Igualmente, Deloitte (2018) menciona que las compañías deben considerar la cantidad y el tipo de datos que están dispuestas a poner en entornos públicos, y tomar responsabilidad sobre su aprovechamiento y disposición, más allá de ser solo usuarios de estos.

3.3.IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL MERCADO

3.3.1 Impacto en la industria

La inteligencia artificial está desencadenando una ola de disrupción digital a medida que la industria descubre sus beneficios y desarrolla e implementa diversas aplicaciones relacionadas (Mckinsey, 2017a). El mercado global de la AI experimentó un crecimiento constante en 2018, creciendo un 35,6 % hasta alcanzar los USD 28.100 millones motivado principalmente por la automatización, la agilidad del negocio y la satisfacción del cliente, sin embargo, algunas organizaciones no obtuvieron los resultados esperados debido a factores tecnológicos y/o del ambiente (IDC, 2019).

Generalmente las grandes empresas son las primeras en adoptar las innovaciones tecnológicas porque suelen tener acceso a más datos estructurados y semi estructurados, y por lo general tienen acceso a personal con las habilidades técnicas necesarias para entender los casos de negocios asociados a AI, además de poder para comprometer con éxito a sus proveedores. Adicionalmente, estas grandes organizaciones tienen la ventaja de que el costo fijo requerido para implementar la AI tiende a generar mayores rendimientos cuando se aplica a una mayor base de costes e ingresos. Por otro lado, en general las empresas pequeñas son más reacias a ser pioneras, las limitaciones para la consecución de bases de datos óptimas para el entrenamiento de máquina dificultan la

implementación efectiva de la AI, y su músculo financiero no alcanza en muchas ocasiones a cubrir las necesidades tecnológicas de la empresa, no obstante, las empresas pequeñas, pueden tener menos problemas que se originan desde los sistemas de TI heredados, además de tener niveles más bajos de resistencia organizacional al cambio. (Mckinsey, 2017a)

Sectores líderes en la adopción de AI actualmente también tienden a aumentar su inversión al máximo.

Futura trayectoria de demanda AI

Cambio estimado aproximado % en gastos de AI, en los próximos 3 años. ajustado según tamaño de la firma

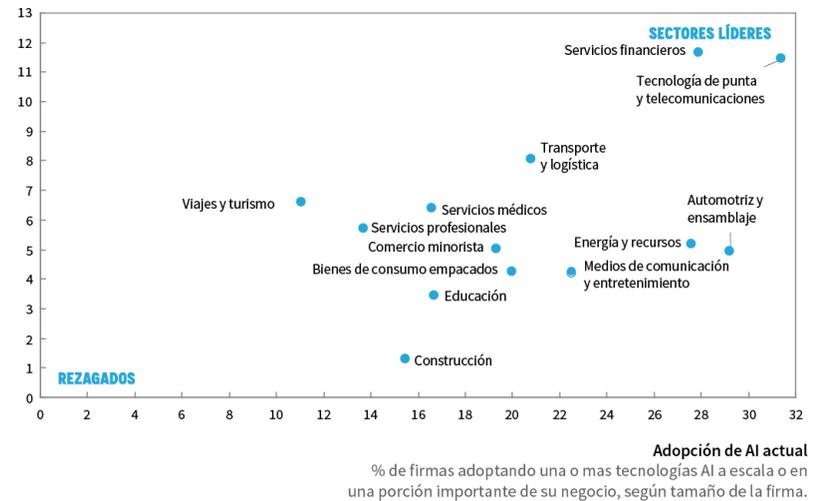


Figura 29 Sectores líderes en adopción de soluciones basadas en AI. Adaptado de (Mckinsey, 2017a)

En la gráfica, se puede observar que las industrias que están invirtiendo y liderando la adopción de la inteligencia artificial están relacionadas a las empresas del sector financiero, tecnológico y telecomunicaciones y de transporte y logística. De igual manera, algunas industrias como la automotriz y de ensamble, salud, servicios profesionales, ventas al por menor y recursos energéticos también están realizando inversiones significativas y adoptando el uso de la tecnología. Estas son industrias donde la viabilidad técnica para la adopción de estas tecnologías es

relativamente alta, pues disponen de manera natural de personal más calificado para estos temas, siendo además sectores líderes en transformación digital, además que los modelos de negocio relacionados con la tecnología tienen un nivel de madurez mayor, lo que se evidencia en los casos de uso presentes en el mercado. Asimismo, es importante resaltar que la inversión de estas industrias en AI se encuentra todavía en sus primeras etapas, y es relativamente pequeña en comparación con la inversión total en tecnologías de la revolución digital, atrayendo solamente entre el 2 % y 3 % de los Venture Capital. (Mckinsey, 2017b)

La expectativa de la industria sobre la inteligencia artificial se relaciona directamente con la mejora significativa en la utilización de los activos para crear valor al momento de (Mckinsey, 2017b):

- Proyectar** información inteligente y en tiempo real,
- Producir** con menor costo y mayor eficiencia,
- Promover** bienes y servicios con el objetivo, precio y mensaje correctos y finalmente,
- Proveer** una experiencia al cliente conveniente y enriquecida.



Figura 30 Principales beneficios de la implementación de AI según CEOs. Adaptada de ACS (2018)

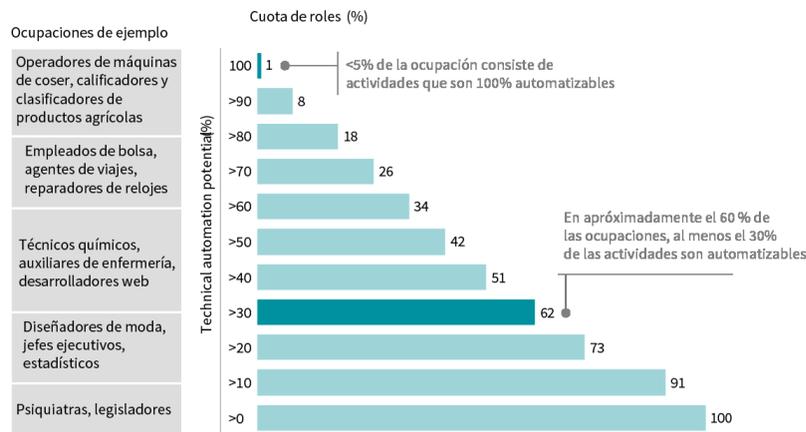
De acuerdo con datos de la Sociedad Australiana de Computación (2018), los principales beneficios derivados del uso de tecnologías basadas en inteligencia artificial radican en incrementar la agilidad con que se pueden tomar y ejecutar decisiones, mejorar la experiencia al cliente, mejorar la capacidad de análisis de datos y mejorar la gestión del riesgo. Otros beneficios mencionados son mejoras en la productividad, aceleración del crecimiento de los ingresos, gobernanza de datos y la reducción de costos operativos. Así mismo, Deloitte (2018). amplia esta información mencionando que: la mejora de productos actuales, la liberación de los trabajadores para que sean más creativos, la creación de nuevos productos, la captura y aplicación de conocimiento escaso y la búsqueda de nuevos mercados, hacen parte de beneficios representativos para las empresas que utilizan la inteligencia artificial dentro de sus procesos.

El impacto de la automatización a nivel del empleo varía dependiendo del tipo de ocupación, de manera similar a como ocurrió con el ingreso de los computadores personales, sin embargo, McKinsey (2017b), luego de analizar 820 roles diferentes en las organizaciones, afirma que del

60 % del total de ocupaciones tienen al menos un 30 % de actividades técnicamente automatizables, y solamente un 5 % de las ocupaciones actuales corresponde a actividades que son 100 % automatizables. En la gráfica siguiente, se puede ampliar la información del tipo de actividades que tienen mayor potencial de ser automatizadas, en comparación con el sector en el que se desempeña este rol.

Aunque muy pocas ocupaciones son completamente automatizables, el 60 % de todas las ocupaciones tienen al menos un 30 % de actividades técnicamente automatizables.

Potencial de la automatización basado en tecnología demostrada de títulos de ocupación en los Estados Unidos (acumulativa)¹



¹ Definimos el potencial de automatización de acuerdo a las actividades de trabajo que pueden automatizarse adaptando tecnología actualmente demostrada.

Figura 31 Relación entre diferentes ocupaciones y su potencial de automatización, Adaptada de McKinsey (2017b).

De acuerdo con la ilustración anterior se identifica que los sectores con potencial de automatizar un 50 % o más sus actividades, corresponden a los sectores de alojamiento y servicios de alimentación, manufactura, agricultura, transporte y almacenamiento, comercio minorista y minería. De igual manera se observa que todas las ocupaciones, ya sean de alta o baja cualificación, tienen cierta automatización técnica. Actividades

como Recolección y procesamiento de datos y labores predictivas son las actividades que transversalmente a todos los sectores son altamente automatizables, incluso se estima que el 25% del trabajo de los CEOs podría ser potencialmente automatizado, principalmente tareas tales como la revisión y análisis de informes, preparar las asignaciones de personal, entre otros. A nivel mundial, las cifras correspondientes a las actividades técnicamente automatizables equivalen a entre USD1,3 miles de millones y USD15,8 miles de millones en salarios.

Se evidencia la importancia de gestionar la transición de la fuerza laboral teniendo presente los cambios derivados del despliegue tecnológico, debido a que la automatización tiene el potencial de acelerar la productividad, el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida en las economías, por lo que los gobiernos están llamados a apoyar el desarrollo y la implantación de estas tecnologías asegurando resultados positivos en el empleo. McKinsey (2017b)

Igualmente es importante recordar que el avance y adopción de estas tecnologías son afectadas por factores como: Viabilidad técnica, Costo del desarrollo tecnológico e implementación de soluciones, Dinámica del mercado laboral, Beneficios económicos y la Aceptación regulatoria y social McKinsey (2017b). Por otro lado, ACS (2018), se requiere un cambio en el panorama de la fuerza laboral para impulsar la disrupción tecnológica, señalando que las capacidades más importantes para apoyar el crecimiento de la AI se relacionan a los temas de ciberseguridad, ciencia de datos y expertos en mercados y tecnologías emergentes. Asimismo, EY (2019) indica que el crecimiento de la AI creará 133 millones de nuevos puestos de trabajo y solamente reemplazará alrededor de 7 millones hasta 2022. Incluso se espera que para la próxima década cerca del 46 % del mercado laboral se encuentre desempeñando labores en puestos de

trabajo que no existen todavía.

3.3.2 Contribución a las economías

La adopción progresiva de la inteligencia artificial garantiza que los beneficios se extiendan a un mayor número de trabajadores que podrán contar con salarios más altos, empresas con mayores índices de productividad y países con mayores ingresos per cápita, y de igual manera el valor percibido por empresas de frontera se extiende a aquellas con las que se tiene participación en el proceso productivo.

De acuerdo a estimaciones de McKinsey (2018c), los resultados del efecto neto de la AI en el PIB muestran que esta tecnología podría agregar alrededor de un 16 % a la producción mundial para el año 2030. Este sería un valor incremental generado por los costes relacionados con la transición a estas tecnologías (por ejemplo, el desplazamiento de la mano de obra) y su implementación, así como las externalidades negativas para la línea de base de la actividad económica (como las pérdidas de consumo durante el desempleo). De igual manera, este crecimiento es posible en la medida en que los ingresos de los trabajadores aumenten y gasten más, y las empresas reinvierten sus beneficios en operaciones, generando una producción incremental por medio de la reinversión y fortalecimiento de la economía nacional y la disminución de las fugas del capital del sector privado.

A continuación, se evidencia la inversión global proyectada en AI.

Tabla 4 Inversión global proyectada en AI. Adaptada de Gartner (2018)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Valor de negocio	692	1,175	1901	2,649	3,346	3.923
Crecimiento (%)		70	62	39	26	17

Fuente: Gartner (abril de 2018)

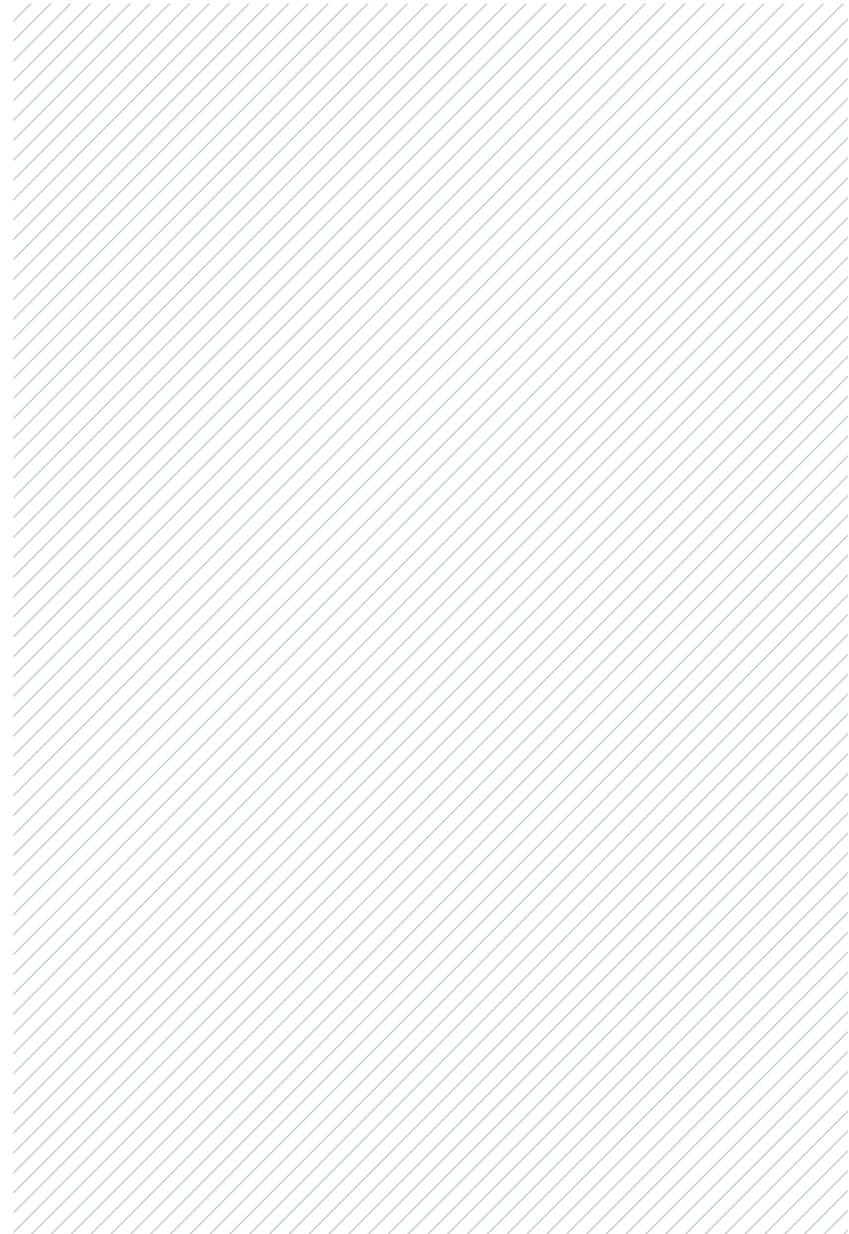
Según Gartner (2018), se pronostica que el valor comercial derivado de la AI será de casi USD2 mil millones al finalizar el 2019 y que alcanzará los USD3,9 mil millones en 2022. Después de 2020, la curva se aplanará, lo que dará como resultado un bajo crecimiento en los próximos años a medida que otros tipos de sistemas tecnológicos maduren y superen a los productos inteligentes; demostrando un patrón de crecimiento tipo curva en S, típico asociado con una tecnología emergente. De igual forma, la inteligencia artificial promete ser la tecnología más disruptiva durante los próximos 10 años debido a los avances en potencia computacional, volumen, velocidad y variedad de datos, así como su aporte en los avances de redes neuronales profundas.

Desde el punto de vista económico, el impacto productivo generado por la implementación de procesos automáticos tiende a reducir los precios de los bienes y servicios cuyos procesos de producción se están automatizando, y a aumentar la demanda de mano de obra en tareas no automatizables, generando que los hogares cuenten con más recursos económicos, pudiendo así aumentar la demanda de todos los bienes y servicios. National Bureau Of Economic Research. (2019).

Este efecto de productividad puede manifestarse de dos maneras complementarias. En primer lugar, la demanda de mano de obra podría expandirse en los mismos sectores que están experimentando automatización, y por otro lado conducir a un aumento de los ingresos reales a partir del incremento de la demanda de todos los productos, incluyendo aquellos que no experimentan ningún tipo de automatización. National Bureau Of Economic Research. (NBER, 2019).

Así mismo, el incremento en la producción y la demanda productos y servicios, desencadenará una mayor acumulación de capital, lo que supone un aumento la demanda de mano de obra. Dicho esto, y bajo

algunos supuestos (aunque restrictivos) a menudo adoptados en modelos neoclásicos de crecimiento económico, la acumulación de capital puede ser lo suficientemente potente como para que la automatización se incremente a largo plazo. (NBER, 2019).



3.4.CASOS Y EJEMPLOS

El actual desarrollo tecnológico ha generado una gran cantidad de aplicaciones. A continuación, se expone una recopilación de aplicaciones con relación a la inteligencia artificial de acuerdo con el sector en que es desarrollado.

Ejemplos					Oportunidades puramente digitales
Automotriz	Finanzas	Minorista	Tecnología	Turismo	Utilidades
Mejoras operacionales de eficiencia					
<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento Predictivo Robótica Avanzada Impresión 3D Vehículos Eléctricos Mejoras operacionales continuas y plataformas globales 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento, actualización de back-office y front-office Fusión de sucursales (branch consolidation) 	<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento de mercancías con robots/drones Facturación automática Mejoras operativas en la tienda, en el almacén y optimización del inventario Cambio continuo de tiendas mixtas a formatos más grandes de productividad y tiendas de cadena 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento Predictivo Pruebas con aprendizaje automático Beneficios continuos sin costo marginal en software 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento Predictivo Automatización Apps de reserva Potencial de consolidación continua 	<ul style="list-style-type: none"> Redes eléctricas y medidores inteligentes Drones para inspección Optimización de rutas e inspecciones de paquetización (bundling inspections) Almacenamiento de Energía
Mejoras del valor agregado					
<ul style="list-style-type: none"> Conducción Autónoma Cambio continuo a autos premium 	<ul style="list-style-type: none"> Carteras digitales Métodos de pago innovadores 	<ul style="list-style-type: none"> Orientación al cliente/paquetización (bundling) según análisis de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Tecnología vestible Asistentes y ayudas activas por voz 	<ul style="list-style-type: none"> Ingresos y manejo de la capacidad 	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de administración de energía en hogares/oficinas
Adopción de nuevos modelos de negocio					
<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Infotainment y autos conectados 	<ul style="list-style-type: none"> Operaciones bancarias online y en celulares Préstamos Peer-to-peer Blockchain 	<ul style="list-style-type: none"> E-commerce 	<ul style="list-style-type: none"> Tiendas de apps Servicios en la Nube 	<ul style="list-style-type: none"> Economía compartida (como AirBnB) Agregadores verticales (como Google Trips) 	<ul style="list-style-type: none"> Retroalimentación de los clientes directamente en la red Cambio a energías renovables más productivas
Reducción de las barreras de entrada y mejoramiento en la transparencia de los precios					
<ul style="list-style-type: none"> Sitios web de comparación 				<ul style="list-style-type: none"> Sitios web de comparación de mercados (como Trip Advisor) 	<ul style="list-style-type: none"> Sitios web de comparación minorista

Figura 32 Oportunidades significativas para el incremento de la productividad en diferentes sectores. Adaptada de (McKinsey, 2018).

Se deduce a partir de la gráfica anterior, como los diferentes sectores han logrado automatizar una gran cantidad de actividades, muchas de ellas con intervención digital y física. Adicionalmente se identifica que las mejoras en la eficiencia operacional son un impulsor transversal a todos los sectores para desplegar el uso de tecnologías como la inteligencia artificial, siendo este el punto de partida para la implementación de la tecnología. De igual manera es importante hacer un acercamiento a cada uno de los sectores de la economía e identificar las aplicaciones reales que se han desarrollado.

Automotriz

El monitoreo del motor y mantenimiento predictivo a partir del uso de sensores y predicciones inteligentes con base en escenarios de uso ayuda a predecir el mantenimiento y remplazo de los componentes del vehículo. (ACS, 2018).

Finanzas

El análisis automático de noticias y sentimientos basados en el procesamiento de lenguaje natural permite realizar un análisis algorítmico en el que la inteligencia artificial “lee” artículos y noticias en línea para hacer juicios rápidos de compra-venta basados en la información del artículo, mucho más rápido de lo que un ser humano podría hacerlo (ACS, 2018). Por ejemplo, JPMorgan Chase está utilizando el aprendizaje automático en su negocio de renta variable para determinar la mejor manera de ejecutar operaciones en bloque basadas en las condiciones del mercado. (Deloitte, 2017).

En los últimos años han aparecido robo-asesores, quienes evalúan la aversión al riesgo de inversionistas para realizar inversiones a su nombre

basadas en principios algorítmicos con poca o ninguna intervención humana. En la actualidad ya hay más de 100 servicios de asesoramiento en más de 15 países basados en robots que funcionan con inteligencia artificial. (ACS, 2018).

Se han desarrollado algoritmos de análisis profundo para emplearlos en la detección de fraudes, seguridad cibernética, predicción de mercado a corto y largo plazo y suscripción de préstamos. ACS (2018).

Agricultura

En el campo se están utilizando robots controlados por AI equipados con visión artificial para complementar el trabajo humano, empleando sistemas de automatización para siembra y cosecha. Adicionalmente, mediante aprendizaje profundo la inteligencia artificial está aprendiendo identificar y catalogar los cultivos ACS (2018).

Monitoreo de cultivos y suelos. La AI se está desarrollando para hacer este monitoreo a partir de cámaras en aviones no tripulados y drones que permiten detectar problemas con el suelo, controlar y predecir los rendimientos y detectar malezas e infestaciones de insectos ACS (2018).

A partir del análisis profundo y predictivo de los cultivos se está analizando el rendimiento de los cultivos y desarrollando herramientas para maximizar la producción. ACS (2018). Por ejemplo, DeepFarm, realiza un proceso de identificación temprana del rendimiento de los cultivos a partir del monitoreo de datos con base en inteligencia artificial PwC (2018).

Salud

Utilizando la visión por computador juntamente con sistemas de AI se analizan imágenes radiológicas y otras imágenes médicas, permitiendo

detectar y diagnosticar problemas tan bien o mejor que un médico humano. ACS (2018). Por otra parte, en un estudio de 2017 de la Universidad Case Western Reserve, los investigadores encontraron que una red de aprendizaje profundo identificó la presencia de formas invasivas de cáncer de seno en imágenes de patología con una precisión del 100 %. Health IT Analytics. (2018).

Utilizando el análisis de datos, la AI sugiere a los médicos los tratamientos y fármacos que históricamente han funcionado en pacientes con afecciones coincidentes, permitiendo ampliar los diferentes planes de tratamiento. ACS (2018).

Sistemas administrativos fundamentados en el uso de la AI facilitan el manejo de múltiples actividades operativas que van desde el seguro hasta la programación. ACS, (2018). Microsoft, por ejemplo, opera un sistema Universal llamado Human Relevance System, una plataforma de crowdsourcing que se encarga de la gestión micro y administrativa de la información McKinsey (2018c).

Minería

Equipos de funcionamiento autónomo en industria minera permiten disminuir riesgos y esfuerzos operativos, entre algunos equipos mejorados con inteligencia artificial se encuentran taladros, cargadores, trenes y grúas. Rio Tinto y Volvo, por ejemplo, ya están tienen sistemas de autotransporte en los procesos producción y operación que ayudan a ubicar los insumos y recursos cuando son requeridos. ACS (2018).

Usando la visión por computador y análisis espectral, la AI está clasificando y procesando automáticamente minerales con un mayor grado de precisión y eficiencia en el campo de la metalurgia. ACS (2018).

Los sensores controlados por IoT, junto con el uso de analítica predictiva, permiten optimizar el mantenimiento de equipos, optimizando los flujos de trabajo e incluso predecir daños antes de que ocurran. ACS (2018). Por ejemplo, DNV GL utiliza sensores conectado a plantas de generación de energía solar y eólica permitiendo la inspección remota, permitiendo el mantenimiento y previsión de los recursos. PwC (2018).

Manufactura

La integración de la AI con dispositivos IoT facilitan la supervisión y optimización en el rendimiento y mantenimiento de los equipos industriales. Los datos captados también pueden utilizarse para identificar la calidad, rendimiento y los cuellos de botella en la cadena de producción. Así mismo, esta optimización inteligente se evidencia en la cadena de suministro, incluyendo la logística y predicción de la demanda. ACS (2018). 3CE, con sede en Montreal, implementa en la cadena de suministro mediante el uso de lenguaje natural para identificar automáticamente y clasificar correctamente las mercancías comercializadas de acuerdo con la taxonomía de las mercancías McKinsey (2018c).

El análisis preventivo de máquinas, equipos y dispositivos industriales proveen retroalimentación para buscar y detectar fallas antes de que ocurran, previniendo fallas catastróficas y, por lo tanto, reduciendo los costos de mantenimiento y mejorando la eficiencia al minimizar el tiempo de inactividad. ACS (2018). Por ejemplo, firmas industriales, tales como GE y Siemens, están tomando ventaja de los datos en “gemelos digitales” de sus máquinas para identificar tendencias, anomalías y predecir fallas. Deloitte. (2018).

A nivel industrial el diseño de productos basado en la AI se emplea para identificar y resolver problemas de forma preventiva durante la fase de

diseño, prototipado y el resultado final. ACS (2018). Kayrros por ejemplo, emplea un sistema de análisis predictivo enfocado en la industria de gas y petróleo CB Insights. (2018).

Comercio al por menor

AI permite a los consumidores personalizar fácilmente sus productos antes de la compra, con maquetas visualizadas digitalmente y optimizando la fabricación automatizada a corto plazo. ACS. (2018).

El análisis de datos y sentimientos provenientes de los clientes permite a los minoristas utilizar la AI para predecir y actuar anticipadamente sobre los efectos de la demanda de productos, suavizando problemas de oferta y regulando la compra de insumos. ACS. (2018). McDonald's introdujo el autoservicio en sus kioscos y las tiendas de Apple están altamente automatizadas, sin embargo, ambas marcas conservan empleados para tener canales mixtos de atención al cliente. McKinsey (2018c).

El uso de asistentes virtuales basados en el uso de AI ayudan a agilizar los procedimientos de atención al cliente, manteniendo conversaciones significativas y que proporcionan registros y análisis detallados de las conversaciones. ACS. (2018). El servicio de altavoces inteligentes de Google, Google Home, permite a los compradores completar sus pedidos con 50 minoristas participantes de Google Express, como Costco, Whole Foods y PetSmart, mientras que Alexa de Amazon tiene asociaciones con más de 100 servicios de terceros. McKinsey (2018).

Comunicaciones y entretenimiento

La creación de contenido automatizado usando canales de noticias personalizados son algunos de los primeros esfuerzos en la aplicación de

la AI en este campo. Más adelante, la tecnología escribirá noticias para las empresas que podrán ser utilizadas para generar contenido mediático, así como dentro de las empresas, a partir de los datos internos de la compañía. Algunos ejemplos de esto son herramientas como el Wordsmith de Automated Insights. ACS (2018). Por ejemplo, DeepMind, una empresa emergente de inteligencia artificial adquirida por Google que predice las variaciones de la oferta y la demanda basadas en variables relacionadas con el clima y otros datos externos. McKinsey (2018b).

Analizar por medio de la inteligencia artificial los sentimientos del consumidor y sus estados de ánimo actuales abren un mercado enfocando mejor la publicidad con un marketing hiper-personalizado. ACS (2018). Google y Facebook son ejemplos reconocidos de empresas que obtienen la mayoría de sus ingresos a través de la información que extraen de las enormes cantidades de datos que sus clientes generan diariamente utilizando sus servicios. McKinsey (2018). Otro ejemplo es Mod. Cam, que emplea analítica de datos de acuerdo con las compras y al comportamiento del cliente en las tiendas. CB Insights. (2018).

El telemarketing, el desarrollo de encuestas automatizadas y la programación de actividades como citas a partir de sistemas de inteligencia artificial extienden la experiencia del usuario agilizando sus procesos y minimizando sesgos y errores humanos. ACS (2018). Por ejemplo, Automat es una empresa de chatbots que permite realizar conversaciones uno a uno. CB Insights. (2018).

Transporte y logística

Las flotas de vehículos autónomos se gestionarán mediante sistemas de inteligencia artificial, tanto para la navegación individual como para la gestión predictiva de las ubicaciones y rutas de los vehículos.

Adicionalmente, la asistencia al conductor dentro del vehículo son desarrollos que se han ido empleando para mejorar la experiencia en el transporte del usuario. ACS (2018). por ejemplo, la automatización del robot Kiva de Amazon en la logística al por menor. McKinsey (2018c).

A medida incrementa la adopción y uso de vehículos autónomos, la seguridad y la eficacia de los servicios de transporte tanto públicos como privados mejorará con base en la cantidad de datos recopilados del mercado ACS (2018). Por ejemplo, CYLANCE, predice y previene ciberataques de los vehículos autónomos CB Insights. (2018). Por otro lado, Kiva, una adquisición de Amazon ofrece servicios automatizados de picking y el embalaje, disminuyendo el tiempo del proceso y aumentando la capacidad del inventario. McKinsey (2018c).

3.5.PRINCIPALES ACTORES

El impacto económico de la AI depende de si hay suficientes inversionistas para financiar nuevas empresas de inteligencia artificial e investigación relacionada con la temática, y, además, fomentar una mayor participación de las empresas. La inversión en inteligencia artificial está creciendo rápidamente, pero sigue concentrándose en gran medida en los países desarrollados como Estados Unidos y China. Los gigantes de la tecnología como Google y Baidu invirtieron una cantidad estimada de USD20.000 millones a USD30.000 millones en AI en 2016. En 2017, según CBInsights (2018), USD15.200 millones se invirtieron en empresas de AI en todo el mundo, de donde el 48 % de ese total fue hacia empresas chinas, y 38 % en los Estados Unidos.

McKinsey Global Institute. (2018b), analizó 41 países para evaluar su situación en cuanto a implementación de AI en relación con los demás. Este análisis reveló que hay cuatro grupos de países que comparten una

situación relativamente similar, sobre la base de los datos actualmente disponibles.

Los cuatro grupos de países son:

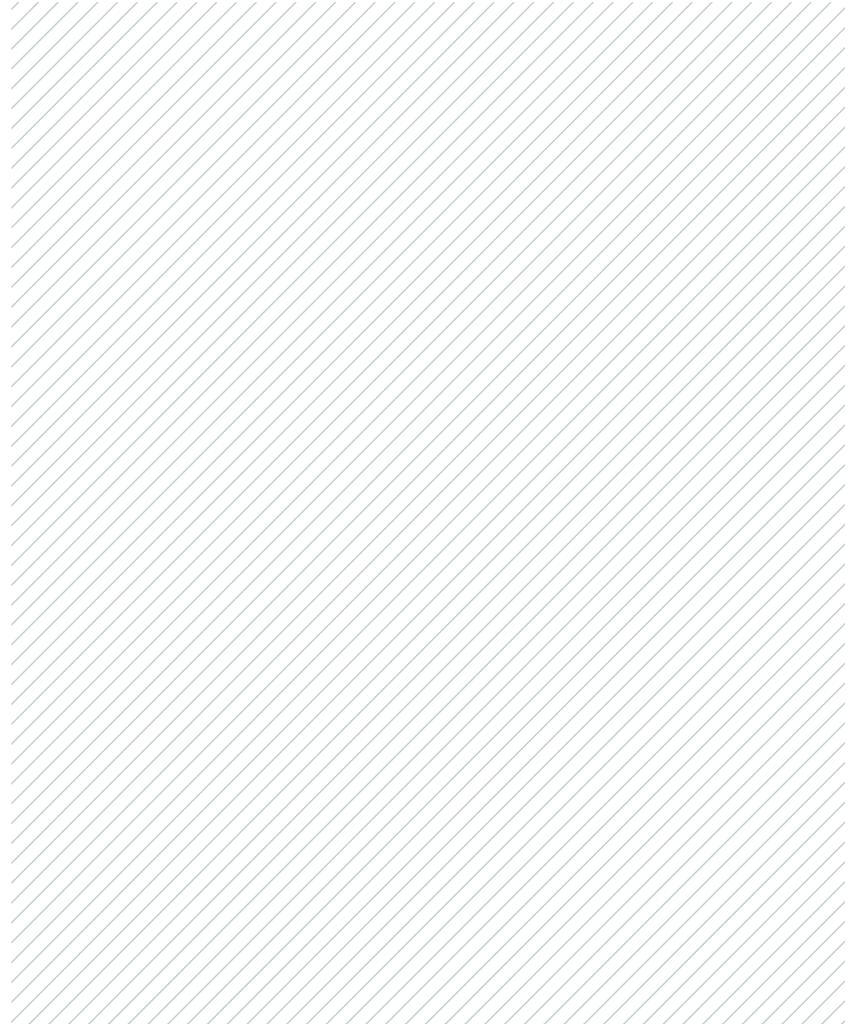
- **I.Líderes globales activos (China y Estados Unidos)** Estos dos países son actualmente quienes lideran la carrera para suministrar AI, y tienen fortalezas únicas que los distinguen de los demás. Los efectos de la economía de escala y en red, presentes en ambas naciones, permiten realizar inversiones más significativas y atraer el talento necesario para sacar el máximo provecho de la AI. Adicionalmente, estos dos países son responsable de la gran mayoría de las actividades de investigación relacionadas con la tecnología, y están muy por delante de otros países en materia de patentes, publicaciones y citas relacionadas con la AI. Además, cabe resaltar que también son los grandes contribuyentes al comercio mundial (tanto en términos de exportaciones como de importaciones), responsables de más del 20% de todo el comercio a nivel mundial.
- **II.Economías con fuertes fortalezas comparativas** Una amplia gama de países pertenece a este grupo, incluyendo, por ejemplo, Canadá, Francia, Corea del Sur y Suecia. Ellos están relativamente bien posicionados para captar los beneficios de la AI. Muchas de estas economías están muy motivadas para adoptar la AI porque han estado experimentando una desaceleración del crecimiento de la productividad. Otro incentivo es el hecho de que los costos de la mano de obra tienden a ser altos en estas economías lo que hace que la alternativa de la AI sea propicia para mejorar productividad y competitividad. Varias grandes economías pertenecen a este grupo, entre ellas Alemania, Japón y el Reino Unido, que tiene la capacidad de impulsar la innovación a gran escala y de acelerar la comercialización

de soluciones de AI. Economías más pequeñas y conectadas globalmente como Finlandia, Singapur, Corea del Sur y Suecia, se espera que tengan la capacidad para fomentar entornos productivos en los que puedan prosperar nuevos modelos empresariales.

- **III. Economías con fundamentos moderados** Este grupo, que incluye a la India, Italia y Malasia, tienen una capacidad moderada para captar los beneficios económicos de la AI. Mientras que el potencial para los beneficios económicos es en general positivo. Estos países se encuentran en una posición de partida más débil que los de los dos primeros grupos, pero muestran fortalezas comparativas en áreas específicas sobre la que pueden construir. La India, por ejemplo, cuenta actualmente con una infraestructura digital subdesarrollada y actualmente tiene un potencial de automatización relativamente bajo, pero produce alrededor de 1,7 millones de graduados al año con títulos STEM, más que el total de Graduados de STEM producidos por todos los países del G-7. Por otra parte, una alta proporción de las exportaciones de la India está relacionado con las TIC.
- **IV. Economías que necesitan fortalecer sus cimientos** En estos países se evidencian retos internos para lograr captar los beneficios económicos de la AI. En general tienen bajo potencial de automatización porque los salarios tienden a ser bastante bajos y no representan incentivo para sustituir la mano de obra. También el subdesarrollo de la infraestructura digital, la innovación, la capacidad de inversión, y la tecnología digital, están comparativamente aislados del comercio mundial y de los flujos de datos.

Estas economías tienden principalmente a priorizar el estímulo del crecimiento económico, la reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible de la agricultura a la manufactura y los servicios básicos para

ponerse al día con las mejores prácticas y generar un mayor rendimiento de la inversión, en lugar de hacer inversiones sustanciales en tecnologías avanzadas que actualmente están más allá de su alcance. Sin embargo, el riesgo de no invertir es que se pueden quedar rezagadas y a merced de otros países que sin han invertido en inteligencia artificial.



■ Sobre el Umbral ■ Dentro del umbral ■ Bajo el umbral

Áreas de preparación	RELACIONADO CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL (AI)			HABILITADORES					Puntaje Total
	Inversión en Inteligencia Artificial (AI)	Actividades de investigación en AI	Automatización para incremento de productividad	Absorción digital	Base de Innovación	Capital Humano	Conectividad	Estructura del Mercado Laboral	
Ejemplos de indicadores incluidos	VC, PE, M&A, inversiones semilla (seed grant)	Patentes, publicaciones, citaciones	Potencial de automatización de las actividades	Utilización de la Tecnología	Inversión en R&D, creación de modelos de negocio	Puntaje PISA, graduados STEM, GHCI	MGI	Costos de redundancia, índices sobre la colaboración entre empleador y trabajador	
Fuentes de información	Dealogic, S&P, Capital IQ	WIPO, clasificación del Scimago Journal	MGI	GTCI (INSEAD)	OECD, INSEAD, WIPO	INSEAD, WEF, UNESCO, Eurostat	MGI	Banco Mundial, INSEAD	
China									
Estados Unidos									
Australia	n/a								
Bélgica	n/a								
Canadá									
Estonia	n/a								
Finlandia	n/a								
Francia									
Alemania									
Islandia	n/a								
Israel	n/a								
Japón									
Países Bajos	n/a								
Nueva Zelanda	n/a								
Noruega	n/a								
Singapur	n/a								
Corea del Sur									
Suecia									
Reino Unido									

Figura 33 Impacto de las tecnologías AI para los 4 grupos de países, parte A. Adaptado de McKinsey. (2018).

■ Sobre el Umbral ■ Dentro del umbral ■ Bajo el umbral

Áreas de preparación	RELACIONADO CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL (AI)			HABILITADORES					Puntaje Total
	Inversión en Inteligencia Artificial (AI)	Actividades de investigación en AI	Automatización para incremento de productividad	Absorción digital	Base de Innovación	Capital Humano	Conectividad	Estructura del Mercado Laboral	
Ejemplos de indicadores incluidos	VC, PE, M&A, inversiones semilla (seed grant)	Patentes, publicaciones, citas	Potencial de automatización de las actividades	Utilización de la Tecnología	Inversión en R&D, creación de modelos de negocio	Puntaje PISA, graduados STEM, GHCI	MGI	Costos de redundancia, índices sobre la colaboración entre empleador y trabajador	
Fuentes de información	Dealogic, S&P, Capital IQ	WIPO, clasificación del Scimago Journal	MGI	GTCI (INSEAD)	OECD, INSEAD, WIPO	INSEAD, WEF, UNESCO, Eurostat	MGI	Banco Mundial, INSEAD	
Chile	n/a								
Costa Rica	n/a								
República Checa	n/a								
India	n/a								
Italia	n/a								
Lituania	n/a								
Malasia	n/a								
Suráfrica	n/a								
España									
Tailandia	n/a								
Turquía	n/a								
Brasil	n/a								
Bulgaria	n/a								
Camboya	n/a								
Colombia	n/a								
Grecia	n/a								
Indonesia	n/a								
Pakistan	n/a								
Perú	n/a								
Tunisia	n/a								
Uruguay	n/a								
Zambia	n/a								

Figura 34 Impacto de las tecnologías AI para los 4 grupos de países, parte B. Adaptado de McKinsey. (2018).

Debe tenerse en cuenta que la adopción y/o el impacto de la AI no se garantiza por estar en un grupo particular de países. Incluso si los factores sugieren que es posible una rápida adopción de la AI, no necesariamente implique la materialización de sus beneficios debido a que cada país decide y actúa dependiendo de las necesidades particulares McKinsey (2018b).

De hecho, las economías en desarrollo podrían potencialmente fortalecerse si aprovechan los habilitadores básicos, teniendo en cuenta las ineficiencias en varios sectores de la economía, y el papel del capital inteligente en la superación de las crisis. De igual manera, es importante señalar que estos grupos no son estáticos, los países pueden pasar de una categoría a otra dependiendo de las decisiones que toman. Los países que toman medidas activas para fortalecer sus cimientos, capacidades, y aprovechar los habilitadores pueden cambiar sus trayectorias de adopción de AI. Algunos modelos indican que el impacto económico potencial de la AI puede ser sensible al ritmo de adopción de la tecnología, relacionado además con la inversión y la capacidad de innovación. McKinsey (2018b).

3.6.LOS ODS COMO DRIVERS DE DEMANDA DE LAS TECNOLOGÍAS 4IR

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por 193 Jefes de Gobierno en la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, representa un enfoque holístico para transformar el mundo. Está diseñada como un plan de acción para abordar los desafíos de desarrollo que afectan a la humanidad y al planeta. Como pilar fundamental, el plan abarca un conjunto integral de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que comprenden las dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo sostenible.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definen prioridades de desarrollo sostenible a nivel mundial y las aspiraciones para el 2030 y buscan movilizar los esfuerzos a nivel global en torno a un conjunto de objetivos y metas comunes. Los ODS hacen un llamado a la acción entre gobiernos, empresas y sociedad civil, para poner fin a la pobreza y crear una vida digna y de oportunidades para todos, dentro de los límites del planeta.

Los ODS presentan una oportunidad para desarrollar e implementar soluciones y tecnologías desde el empresariado, que permitan hacer frente a los retos más grandes del mundo en materia de desarrollo sostenible. Estos permitirán redirigir los recursos de las inversiones públicas y privadas a nivel mundial hacia los retos que ellos representan. Al hacerlo, definen mercados crecientes para las empresas que puedan ofrecer soluciones innovadoras y un cambio transformador, haciendo uso de nuevas tecnologías como las relacionadas con la 4IR, al mismo tiempo que presentan un panorama global, de impacto ampliado y acordado entre los diferentes miembros adoptantes de los (ODS GRI, UNGLOBALCOMPACT, & WBCSD, 2015).

Es así como se presentarán los diferentes Objetivos y se identificará la forma como las tecnologías aportan al logro de las metas relacionadas por cada uno de estos, generando oportunidades no solo económicas, sino también sociales.

3.6.1 ¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, o SDG por sus siglas en inglés), corresponden a una iniciativa que nació en la conferencia de las Naciones Unidas de 2012 y que fue aprobada como un programa universal de 17 objetivos en el 2015 por sus miembros. Estos objetivos se

crearon con el propósito de presentar, con carácter urgente a los países desarrollados y en vía de desarrollo, una guía para enfocar sus esfuerzos en responder a desafíos sociales, ambientales, políticos, y económicos. Estos objetivos, se crean como sustitutos de los Objetivos de Desarrollo del Milenio teniendo en cuenta que la meta establecida para estos se cumplía en 2015, estos establecían de manera general un acuerdo para abordar la pobreza extrema, el hambre, prevenir enfermedades mortales y ampliar la educación primaria a todos los niños, entre otras prioridades de desarrollo. (PNUD, 2016)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se crean para definir prioridades y aspiraciones globales de desarrollo a 2030, partiendo de un llamado a los gobiernos, empresas y la sociedad civil para que encaminen sus acciones de manera creativa e innovadora en la construcción de oportunidad para todos dentro de los límites del planeta. Sin embargo, se plantea que su éxito dependerá en gran medida de la acción colaborativa de todos los actores conforme entiendan que estos son un marco general para dar forma, dirigir, comunicar y reportar sus estrategias, objetivos y actividades, permitiéndoles obtener beneficios como: identificar futuras oportunidades de negocio, aumentar el valor de la sostenibilidad corporativa, fortalecer y ampliar relaciones con aliados y posibles interesados, estabilizar las sociedades y los mercados, y finalmente, usar un lenguaje común y un propósito compartido. (SDG Compass, 2016).

A continuación, se enumeran los Objetivos de Desarrollo sostenible:

Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo

I) En una década, la pobreza se ha reducido a la mitad, pero una de 8 personas seguía viviendo en la pobreza



extrema en 2012.

II) De entre los trabajadores pobres, los jóvenes están en mayor riesgo de pobreza extrema.

III) Casi una de cada cinco personas recibe algún tipo de beneficio social en los países de bajos ingresos.

Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible



I) Más de 790 millones de personas pasan hambre.

II) Uno de cada cuatro niños menores de 5 años padece desnutrición crónica o retraso del crecimiento, y la proporción de niños con sobrepeso ha aumentado un 20%.

III) Desde el año 2000, ha disminuido la ayuda a la agricultura.

Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades



I) Las tasas de mortalidad materna, neonatal e infantil siguen siendo inaceptablemente altas.

II) La incidencia de enfermedades transmisibles ha disminuido, pero millones de personas se infectan cada año.

III) Aumentan las muertes por enfermedades cardiovasculares y cáncer.

IV) Las muertes por accidentes de tráfico aumentan en países de ingresos bajos y medianos.

Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos



I) Acceso desigual a la educación.

II) Se debería garantizar el acceso a nueva formación durante toda la vida.

Objetivo 5: Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas



I) Disminuyen las tasas de matrimonio infantil.

II) Se siguen practicando la mutilación genital.

III) Sigue existiendo mucha desigualdad en el reparto de tareas no remuneradas. IV) Las mujeres siguen infrarrepresentadas en los parlamentos nacionales.

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos



I) Aumenta el estrés por falta de agua.

II) Todavía el 100 % de las fuentes de agua no se administran de manera segura.

III) Un tercio de la población mundial no tiene estructuras de saneamiento.

IV) Los planes de gestión del agua son una realidad en la mayoría de los países.

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos



I) Todavía 1.100 millones de personas no tienen acceso a electricidad.

II) El 40% de la población emplea combustibles insalubres para cocinar.

III) Aumenta el empleo de energía renovable.

IV) Se disocia el crecimiento del consumo eléctrico, pero no suficientemente rápido.

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos



I) Hay que crecer más para llegar al objetivo del 7% del PIB en los países menos desarrollados.

II) Las diferencias en productividad siguen siendo muy grandes.

III) Las mujeres tienen más probabilidad de estar desempleadas. IV) 2.000 millones de personas siguen sin acceso a servicios financieros.

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación



I) El potencial de manufactura es una gran oportunidad de crecimiento.

II) Disminuyen las emisiones de dióxido de carbono por unidad de valor.

III) El gasto en I+D aumenta, pero desigualmente.

IV) El acceso a internet sigue siendo bajo en zonas rurales.

Objetivo 10: Reducir la desigualdad en los países y entre ellos

I) Algunos países recortan la desigualdad de ingresos.

II) Disminuye la contribución laboral al PIB.

III) Disminuyen las barreras arancelarias.

IV) Disminuyen los costos de envío de remesas.

Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles

I) Un tercio de la población urbana de países en desarrollo vive en zonas marginales.

II) Gran parte del crecimiento urbano es descontrolado.

III) La contaminación de muchas zonas urbanas es peligrosamente alta.

IV) Aumentan las políticas de desarrollo urbano.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

I) Aumenta el uso de materias primas.

II) El consumo de recursos per cápita disminuye en los países desarrollados



y crece en los países en desarrollo.

III) Aumentan los acuerdos internacionales en medio ambiente y desechos peligrosos.

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

I) El Acuerdo de París sienta unas buenas bases para el desarrollo sostenible.

II) Un 70% de los países presentó planes de adaptación al cambio climático en París.

III) Crece la frecuencia e intensidad de los desastres naturales, afectando a más personas.

IV) 83 países cuentan con estrategias de gestión de desastres.

Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible

I) Se frena la disminución de poblaciones sostenibles de peces.

II) Se han cuadruplicado las zonas marinas y costeras protegidas desde el 2000.

III) Importantes ecosistemas marinos están en alto riesgo de eutrofización (exceso de nutrientes causante de la disminución de oxígeno).



Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad



- I) La pérdida neta de bosques se ha reducido a la mitad.
- II) Aumentan las áreas protegidas para zonas clave de biodiversidad.
- III) La supervivencia de las especies está cada vez más amenazada.
- IV) El tráfico ilegal de especies y caza furtiva sigue siendo un problema importante.

Objetivo 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas



- I) Hay muchas diferencias en las tasas de homicidios entre regiones.
- II) Los niños, en su mayoría niñas, son el 30% de las víctimas de trata.
- III) El 30% de los encarcelados a nivel mundial lo están sin sentencia.
- IV) Uno de cada cuatro niños que nace no está inscrito en ningún registro

Objetivo 17: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible



- I) Crece la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD).
- II) La carga de la deuda internacional disminuye.
- III) La mayor parte de la población de los países en desarrollo no tiene acceso a internet de alta velocidad.
- IV) Aumenta la contribución a la exportación de los países en desarrollo.
- V) Los aranceles de ropa y textiles siguen siendo muy altos.
- VI) Los recursos estadísticos nacionales necesitan actualización en muchos países.
- VII) No todos los países tienen censos de población y vivienda.
- VIII) El registro de defunciones aún no es universal.

3.6.2 Alineación de los ODS

La Cuarta Revolución Industrial representa una oportunidad de innovar en la producción, aumentar la competitividad de las empresas y contribuir al mismo tiempo en el cumplimiento de la Agenda 2030 del PNUD. Para lograrlo, según el Foro Económico Mundial (2017), los líderes deberían adoptar una perspectiva estratégica, debido a que los mercados están demandando productos o servicios cada vez más personalizados y con enfoque sostenible, sin embargo, las presiones económicas están forzando a la industria manufacturera tradicional para reducir los costes. Este panorama está fomentando la creación de empresas de base tecnológica,

que permiten innovar más rápido y mantenerse a la par del vertiginoso ritmo de cambio tecnológico que define a la Cuarta Revolución Industrial. Adicionalmente, la integración de la sostenibilidad con las nuevas tecnologías se convierte en un desencadenante de nuevo crecimiento, el aumento de la rentabilidad y mayor confianza entre los grupos de interés. (WEF, 2017).

Con el fin de aprovechar los diferentes beneficios que la cuarta revolución ofrece para el logro de las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es importante desarrollar capacidades de liderazgo para cultivar una visión compartida y generar un cambio transformacional, Innovación colaborativa para fortalecer las relaciones con los socios, proveedores y clientes con el fin de generar nuevos modelos de negocio sostenibles, y además, generar un enfoque centrado en las personas para mejorar la vida de los seres humanos y promover la colaboración entre ellas y las comunidades. Por otro lado, se requiere alinear los actores económicos y sociales para generar acuerdos y desarrollar los mecanismos que impulsarán las tecnologías de la cuarta revolución hacia el cumplimiento de los ODS y la obtención de sus diversos beneficios para la economía y la sociedad. (WEF, 2017).

En la siguiente gráfica se observan algunos ejemplos de desarrollos tecnológicos 4IR, que, aplicados a empresas tanto de “alta” como de “baja” tecnología pueden apalancar la competitividad de estas industrias con un enfoque sostenible. Muchos de estos desarrollos tienen elementos de las tres tecnologías priorizadas y en ellos se puede apreciar el valor que estas tienen en conjunto, aplicadas a necesidades reales.

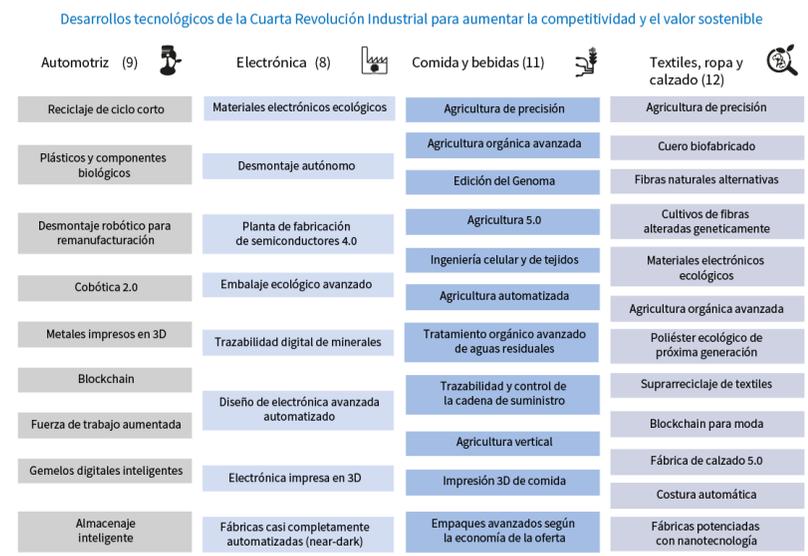


Figura 35 Desarrollos tecnológicos de la Cuarta Revolución para generar competitividad y valor con enfoque sostenible. Adaptado de (WEF, 2019)

3.6.3 Priorización

Teniendo en cuenta que las tecnologías 4IR son habilitadoras de oportunidades, al permitir la construcción de nuevas soluciones con enfoques que antes no era posible adoptar, pero que su impacto puede ser diferente teniendo en cuenta las metas y campo de acción identificado para el objetivo, se presenta como necesario el identificar aquellos objetivos en los cuales las tecnologías tienen un impacto directo que apalque el logro de este, para de esta forma desencadenar las oportunidades que el ODS abre y que la tecnología permite habilitar.

De esta forma, y mediante una ronda de priorización con los expertos del C4IR, que se explica en el ANEXO I Metodologías, se identificó un grupo de

Objetivos que pueden ser abordados inicialmente por las tecnologías 4IR, de forma que se pueda optimizar su impacto directo y medir de manera efectiva la forma como estas aportan al logro. Esto no quiere decir que los demás objetivos no son afectados por la aplicación de soluciones tecnológicas 4IR, puesto que estas son transversales a multiplicidad de aplicaciones, pero si indica cuáles serán los focos iniciales en los cuales se centrará la acción de estas.

En la siguiente tabla se pueden observar aquellos ODS priorizados para la tecnología Inteligencia Artificial, los criterios de evaluación y valoración se pueden consultar en el anexo de metodologías.

Tablas 5 y 6: ODS priorizados y apoyados por la tecnología. Fuente elaboración propia.

OBJETIVOS DONDE LA TECNOLOGÍA INTELIGENCIA ARTIFICIAL TIENE IMPACTO DIRECTO EN LOS INDICADORES			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ODS 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.		ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
	ODS 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.		ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
	ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.		

OBJETIVOS DONDE LA TECNOLOGÍA TIENE IMPACTO INDIRECTO EN LOS INDICADORES			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.		ODS 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
	ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.		ODS 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
	ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.		ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.
	ODS 10: Reducir la desigualdad en y entre los países.		ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
	ODS 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.		ODS 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
	ODS 16: Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, brindar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles.		ODS 17: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

3.6.4 Dimensión del impacto

Además de ser grandes desafíos que exigirán cambios fundamentales en la forma como vivimos, trabajamos y hacemos negocios, los ODS también se configuran como oportunidades que se abren para la construcción de nuevas formas de hacer las cosas, proporcionando una nueva visión de las necesidades globales y traduciéndolas en oportunidades de negocio. Las tecnologías 4IR no son ajenas a esto puesto que tendrán un papel importante en el desarrollo de plataformas y aplicaciones que permitan apalancar el cumplimiento de las métricas clave de los ODS en los próximos años.

Dimensión Económica Global

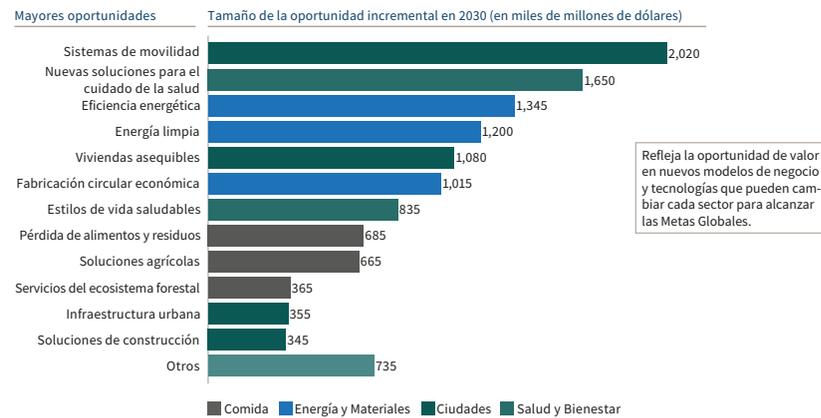
De esta forma, la investigación realizada por la Comisión de Negocios y Desarrollo Sostenible (Better Business, Better World), presenta la construcción de modelos de negocios sostenibles e inclusivos como habilitante de oportunidades económicas significativas. Al revisar de manera preliminar cuatro ecosistemas económicos, Alimentos y agricultura, Ciudades, Energía y materiales, y Salud y bienestar, identificaron que las 60 mayores oportunidades relacionadas con el crecimiento de estos ecosistemas podrían generar ingresos y ahorros comerciales por un valor de al menos USD 12 millones de millones al año para 2030 y generar hasta 380 millones de empleos (PwC, 2017b). Estas oportunidades basadas en sostenibilidad, presentadas en la siguiente gráfica, darán lugar a identificar como las tecnologías 4IR podrán tener un espacio protagónico en el apalancamiento de estos ecosistemas, y, por ende, una participación en la generación de valor proyectada, tal como se podrá evidenciar adelante en el documento. Es así como la sostenibilidad se convierte más allá de una cualidad deseable, en un reto de mercado que puede ser habilitado y potenciado desde las tecnologías 4IR.

	ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA	CIUDADES	ENERGÍA Y MATERIALES	SALUD Y BIENESTAR
1	Reducir el desperdicio de alimentos en la cadena de valor	Vivienda asequible	Modelos circulares - automoción	Puesta en común de los riesgos
2	Servicios de los ecosistemas forestales	Eficiencia energética: edificios	Expansión de las energías renovables	Monitorización remota de pacientes
3	Mercados de alimentos de bajos ingresos	Vehículos eléctricos e híbridos	Modelos circulares - electrodomésticos	Tele salud
4	Reducir el desperdicio de alimentos de los consumidores	Transporte público en las zonas urbanas	Modelos circulares - electrónica	Genómica avanzada
5	Reformulación del producto	Compartir el coche	Eficiencia energética - industrias no intensivas en energía	Servicios de actividades
6	La tecnología en las grandes explotaciones	Equipos de seguridad vial	Sistemas de almacenamiento de energía	Detección de medicamentos falsificados
7	Interruptor dietético	Vehículos autónomos	Recuperación de recursos	Control del tabaco
8	Acuicultura sostenible	Eficiencia de combustible de vehículos ICE	Eficiencia del acero en el uso final	Programas de control de peso
9	La tecnología en las pequeñas explotaciones agrícolas	Construir ciudades resilientes	Eficiencia energética - industrias con uso intensivo de energía	Mejor manejo de la enfermedad
10	Microrriego	Fuga de agua municipal	Captura y almacenamiento de carbono	Registros médicos electrónicos
11	Restauración de tierras degradadas	Turismo cultural	Acceso a la energía	Mejora de la salud materno infantil
12	Reducción de los residuos de envases	Medición inteligente	Productos químicos ecológicos	Entrenamiento para el cuidado de la salud
13	Intensificación de la ganadería	Infraestructura de agua y saneamiento	Fabricación de aditivos	Cirugía de bajo costo
14	Agricultura urbana	Uso compartido de oficinas	Contenido local en extractivos	
15		Construcciones de madera	Infraestructura compartida	
16		Construcciones duraderas y modulares	Rehabilitación de minas	
17			Interconexión de redes	

Figura 36 principales oportunidades de mercado relacionados con los ODS. Adaptada de Business & Sustainable Development Commission. (2017)

Es así como soluciones relacionadas con sistemas de movilidad, donde intervienen tecnologías como las relacionadas con vehículos eléctricos e híbridos, sistemas de transporte público urbano, transporte compartido, equipos de seguridad en carretera, vehículos autónomos e incremento en la eficiencia en motores de combustión interna, tecnologías con un

alto aporte de tecnologías como IoT e Inteligencia Artificial, se espera que tengan un impacto de mercado a 2030 de más de USD 2,020 miles de millones; por su parte, los sistemas relacionados con nuevas soluciones para el cuidado en salud, se espera que generen más de USD 1,650 miles de millones, con su respectivo aporte desde las tres tecnologías priorizadas por el C4IR



Fuente: Comisión de Negocios y Desarrollo Sostenible (Better Business, Better World)

Figura 37 Oportunidades en los ODS. Gráfico adaptado de PwC (2017)

Diversas convergencias tecnológicas generan diferentes soluciones que aportan de múltiples formas a los objetivos de desarrollo sostenible, pero también es importante reconocer que no todos los ODS tienen el mismo enfoque, esto es, algunos están más enfocados a los impactos económicos, otros son más sociales y también los hay con un claro enfoque ambiental. De esta forma, los ODS cubren múltiples esferas de la sociedad, y se complementan entre sí.

Impacto económico



Impacto Social



Impacto ambiental



Figura 38 ODS vinculados por tipo de impacto. Gráfico adaptado de Accenture (2018)

En este sentido, si se analiza la contribución de esfuerzos entre los ODS, las iniciativas de ciencia, tecnología e innovación -CTei, de la ONU se concentran en el grupo de ODS (Meta 2, 4, 9, 13), mientras que algunas ODS reciben menos recursos de este tipo de iniciativas (Meta 1, 5, 10, 16). Para los Objetivos 1, 2, 6, 11, 12, 14 se identifican mayores esfuerzos económicos en las actividades de CTI internacionales que nacionales o locales. Los aportes para las actividades “secundarias” de CTei superan las iniciativas “primarias”, por lo que la contribución es más indirecta, en el caso de los ODS 1, 4, 8 a nivel nacional, y los ODS 14 y 15 a nivel internacional. Por su parte, la ONUDI y la OMPI se centran en menor grupo de objetivos a nivel local. La UIT y la FAO cubren los ODS de manera amplia. La UN

Environment y BM cubren objetivos generales que combinan iniciativas locales e internacionales (IATT-STI, 2017).

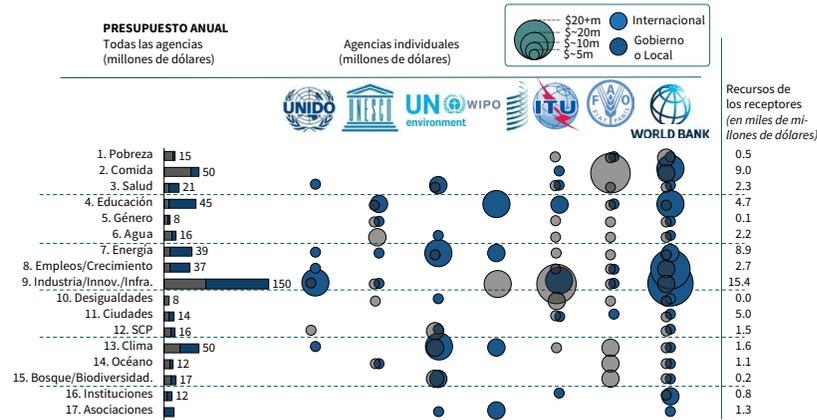


Figura 39 Estimado de la contribución de CTel respecto a los ODS, desde el punto de vista de las principales agencias CTel. Adaptado de (IATT-STI, 2017)

Es importante observar cómo se ha comportado la inversión en CTel enfocada a los ODS, donde se evidencia una sobre cobertura de los ODS 2, 3 y 7, mientras que objetivos como el fin de la pobreza, el cierre de la brecha de género y la reducción de inequidades además de los esquemas de generación de redes, han tenido un poco despliegue, presentando así una oportunidad de mercado bastante grande.

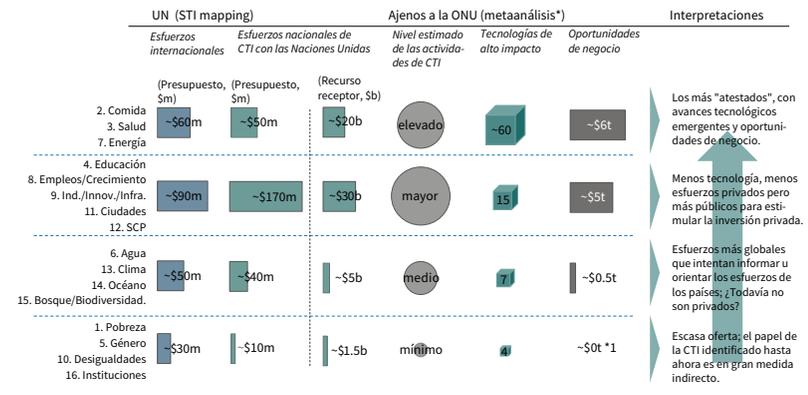


Figura 40 Fuentes de implementación de soluciones CTel, adaptado de (IATT-STI, 2017)

Por otra parte, es importante conocer como se dimensionan cada uno de los ODS priorizados, para de esta forma poder vislumbrar el posible aporte de las tecnologías 4IR en cada uno de ellos.



Salud y Bienestar

Aunque se ha logrado grandes avances en la lucha contra varias de las principales causas de muerte y enfermedad, lo que ha permitido que la esperanza de vida aumente drásticamente, además que las tasas de mortalidad infantil y materna continúen disminuyendo, e incluso se ha logrado cambiar el curso del VIH y reducir la mortalidad debida a la malaria a la mitad. Para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible es fundamental, además, garantizar una vida saludable y promover el bienestar universal.

Todavía se ven muchas regiones que se enfrentan a graves riesgos para la salud, como altas tasas de mortalidad materna y neonatal, la propagación de enfermedades infecciosas y no transmisibles y una mala salud

reproductiva.

En las últimas décadas, se han obtenido grandes avances en relación con la reducción de algunas de las causas de muerte más comunes relacionadas con la mortalidad infantil y materna, pero para lograr la meta de este Objetivo, que establece que en 2030 haya menos de 70 fallecimientos, se deberá mejorar la asistencia cualificada en los partos. Asimismo, para alcanzar el objetivo de reducir las muertes prematuras por enfermedades no transmisibles en un tercio para 2030 se requerirá aplicar tecnologías más eficaces de combustibles limpios para cocinar y educación sobre los riesgos del tabaco.

Se necesitan muchas más iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y para hacer frente a numerosas y variadas cuestiones persistentes y emergentes relativas a la salud. Es necesario centrarse en proporcionar una financiación más eficiente de los sistemas de salud, mejorar el saneamiento y la higiene, aumentar el acceso a los servicios médicos y proveer más consejos sobre cómo reducir la contaminación ambiental, para de esta forma lograr progresos significativos en ayudar a salvar las vidas de millones de personas.

Los avances tecnológicos, que incluyen AI, blockchain, IoT y biotecnología, pueden hacer avanzar la medicina de la mano de la información, servicios y acceso a la atención médica. De esta forma, se han logrado grandes avances en los sistemas de AI para diagnósticos temprano y la detección de enfermedades, desde cánceres hasta lesiones cerebrales o enfermedades cardíacas, y los dispositivos portátiles habilitados para AI ya pueden detectar personas con signos tempranos de enfermedades como la diabetes.

La empresa Longgenesis, por ejemplo, usa AI y una plataforma basada en

blockchain para superar los desafíos en el almacenamiento de datos de salud en África. Los pacientes pueden rastrear su estado de salud en una aplicación que también les ofrece la oportunidad de monetizar esos datos utilizando criptomonedas.

Dimensión aproximada del reto de salud y bienestar

- Al menos 400 millones de personas no tienen acceso a servicios de salud básicos, y el 40 % carece de protección social.
- Más de 1,6 mil millones de personas viven en ambientes frágiles donde las crisis prolongadas, combinadas con servicios sanitarios precarios, presentan un desafío significativo para la salud global.
- Hacia fines del 2017, 21,7 millones de personas que viven con VIH recibieron terapia antirretroviral. Sin embargo, más de 15 millones de personas todavía esperan tratamiento.
- Cada 2 segundos, alguien de entre 30 y 70 años muere prematuramente a causa de enfermedades no transmisibles: enfermedad cardiovascular o respiratoria crónica, diabetes o cáncer.
- 7 millones de personas mueren cada año a causa de la exposición a finas partículas en el aire contaminado.
- Más de una de cada tres mujeres ha sufrido violencia física o sexual en algún momento de su vida, resultando en consecuencias tanto en el corto como el largo plazo para su salud física, mental, sexual y reproductiva.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

Partiendo de la premisa que personas sanas hacen economías sanas, garantizar una vida sana para todos se debería convertir en una prioridad de los gobiernos, pero esto exige un gran compromiso, aun cuando los beneficios compensarían ampliamente los costos.

Por ejemplo, según UN (2016), si se destinan USD 1.000 millones a la ampliación de la cobertura vacunal contra la gripe, la neumonía y otras enfermedades prevenibles, sería posible salvar la vida de 1 millón de niños cada año.

El precio de la inacción es mucho mayor, millones de niños seguirán muriendo de enfermedades prevenibles, las mujeres seguirán muriendo durante el embarazo y el parto, y los costos de la asistencia sanitaria seguirán sumiendo a millones de personas en la pobreza. Solamente las enfermedades no transmisibles costarán a los países de ingresos medianos y bajos más de USD 7 mil millones en los próximos 15 años.



Trabajo decente y crecimiento económico

Aproximadamente la mitad de la población mundial todavía vive con el equivalente a unos USD 2 diarios, con una tasa mundial de desempleo del 5.1 % a 2017 (ILOSTAT, 2019), y en muchos lugares el hecho de tener un empleo no garantiza la capacidad para escapar de la pobreza.

Durante los últimos 25 años, la cantidad de trabajadores que viven en condiciones de pobreza extrema ha disminuido drásticamente, pese al impacto de la crisis económica de 2008 y las recesiones globales. En los países en desarrollo, la clase media representa hoy más del 34% del empleo total, una cifra que casi se triplicó entre 1991 y 2015.

Sin embargo, mientras la economía mundial continúa recuperándose presenciamos un crecimiento más lento, un aumento de las desigualdades y un déficit de empleos para absorber la creciente fuerza laboral. Según la Organización Internacional del Trabajo (ILOSTAT, 2019), en 2017 habían más de 200 millones de personas mayores de 25 años desempleadas.

Aunque la tasa media de crecimiento anual del PIB real per cápita en todo el mundo va en aumento año tras año, todavía hay muchos países menos adelantados en los que las tasas de crecimiento están desacelerando y lejos de alcanzar la tasa del 7% establecida para 2030. La disminución de la productividad laboral y aumento de las tasas de desempleo influyen negativamente en el nivel de vida y los salarios.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible apuntan a estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica. Fomentar políticas que estimulen el espíritu empresarial y la creación de empleo es crucial para este fin, así como también las medidas eficaces para erradicar el trabajo forzoso, la esclavitud y el tráfico humano. Con estas metas en consideración, el objetivo es lograr empleo pleno y productivo y un trabajo decente para todos los hombres y mujeres para 2030.

Para conseguir el desarrollo económico sostenible, las sociedades deberán crear las condiciones necesarias para que las personas accedan a empleos de calidad, estimulando la economía sin dañar el medio ambiente. **También tendrá que haber oportunidades laborales para toda la población en edad de trabajar**, con condiciones de trabajo decentes. Asimismo, el aumento de la productividad laboral, la reducción de la tasa de desempleo, especialmente entre los jóvenes, y la mejora del acceso a los servicios financieros para gestionar los ingresos, acumular activos y realizar inversiones productivas son componentes esenciales

de un crecimiento económico sostenido e inclusivo. El aumento de los compromisos con el comercio, la banca y la infraestructura agrícola también ayudará a aumentar la productividad y a reducir los niveles de desempleo en las regiones más empobrecidas del mundo.

Dimensión aproximada del reto de trabajo decente y crecimiento económico

- Se estima que 172 millones de personas en todo el mundo estuvieron sin trabajo en 2018, una tasa de desempleo del 5 %.
- Como resultado de la expansión de la fuerza laboral, se proyecta que la cantidad de desempleados aumente en un millón cada año y alcance los 174 millones para 2020.
- Unos 700 millones de trabajadores vivieron en la pobreza extrema o moderada en 2018, con menos de USD 3,20 por día.
- La participación de las mujeres en la fuerza laboral fue del 48 % en 2018, en comparación con el 75 % de los hombres.
- En total, 2 mil millones de trabajadores tuvieron empleos informales en 2016, lo que representa el 61 % de la fuerza laboral mundial.
- Muchas más mujeres que hombres están subutilizadas en la fuerza laboral: 85 millones en comparación con 55 millones de hombres.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

A nivel mundial, se deben generar alrededor de 470 millones de nuevos empleos a 2030 para poder cumplir con la meta, simplemente para que las personas que acceden al mercado de trabajo mantengan el ritmo de

crecimiento de la población mundial en edad laboral. Esta cifra representa unos 30 millones de empleos al año.

Además de crear empleos, también es necesario mejorar las condiciones de unos 780 millones de mujeres y hombres que trabajan, pero no ganan lo suficiente para que ellos y sus familias puedan salir de la pobreza.



Industria, Innovación e Infraestructura

La inversión en infraestructura y la innovación son motores fundamentales del crecimiento y el desarrollo económico, permitiendo generar economías robustas. Con más de la mitad de la población mundial viviendo en ciudades, el transporte masivo y la energía renovable son cada vez más importantes, así como también el crecimiento de nuevas industrias y de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Estas son fundamentales para lograr un desarrollo sostenible, empoderar a las sociedades de numerosos países, fomentar una mayor estabilidad social y conseguir ciudades más resistentes al cambio climático.

Los avances tecnológicos también son esenciales para encontrar soluciones permanentes a los desafíos económicos y ambientales, al igual que la oferta de nuevos empleos y la promoción de la eficiencia energética. Otras formas importantes para facilitar el desarrollo sostenible son la promoción de industrias sostenibles y la inversión en investigación e innovación científicas.

El sector manufacturero es un impulsor importante del desarrollo económico y del empleo. En la actualidad, sin embargo, el valor agregado de la industrialización per cápita es solo de 100 dólares en los países menos desarrollados en comparación con más de 4500 dólares en Europa y

América del Norte. Otro factor importante para considerar es la emisión de dióxido de carbono durante los procesos de fabricación. Las emisiones han disminuido en la última década en muchos países, pero esta disminución no ha sido uniforme en todo el mundo.

Más de 4.000 millones de personas aún no tienen acceso a Internet y el 90 % proviene del mundo en desarrollo. Reducir esta brecha digital es crucial para garantizar el acceso igualitario a la información y el conocimiento, y promover la innovación y el emprendimiento.

El progreso tecnológico debe estar en la base de los esfuerzos para alcanzar los objetivos medioambientales, como el aumento de los recursos y la eficiencia energética. Sin tecnología e innovación, la industrialización no ocurrirá, y sin industrialización, no habrá desarrollo. Es necesario invertir más en productos de alta tecnología que dominen las producciones manufactureras para aumentar la eficiencia y mejorar los servicios celulares móviles para que las personas puedan conectadas.

Dimensión aproximada del reto de Industria, innovación e infraestructura

- En todo el mundo, 2.300 millones de personas carecen de acceso a saneamiento básico y casi 800 millones de personas carecen de acceso a agua potable.
- En algunos países africanos de bajos ingresos, las limitaciones de infraestructura reducen la productividad de las empresas en alrededor del 40 %.
- 2.6 mil millones de personas en países en desarrollo no tienen acceso permanente a electricidad.

- Más de 4 mil millones de personas aún no tienen acceso a Internet; 90 % de ellos están en el mundo en desarrollo.
- Los sectores de energía renovable actualmente emplean a más de 2,3 millones de personas; el número podría llegar a 20 millones para 2030.
- En los países en desarrollo, apenas el 30 % de los productos agrícolas se someten a procesamiento industrial, en comparación con el 98% de los países de altos ingresos.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

El precio de no actuar es gigantesco, teniendo en cuenta el aporte que este objetivo tiene en muchos de los demás. Poner fin a la pobreza, por ejemplo, sería más difícil, debido al papel que la industria tiene como motor principal de la agenda mundial para el desarrollo, en la erradicación de la pobreza y en la promoción del desarrollo sostenible.

Además, el hecho de no mejorar las infraestructuras ni promover la innovación tecnológica podría dar como resultado una deficiente asistencia sanitaria, un insuficiente saneamiento y un acceso limitado a la educación, entre otros.



Ciudades y comunidades sostenibles

En los últimos decenios, el mundo ha experimentado un crecimiento urbano sin precedentes. En 2015, cerca de 4.000 millones de personas vivía en ciudades y se prevé que ese número aumente hasta unos 5.000 millones para 2030, se espera que dos tercios de la humanidad se encuentren viviendo en ciudades a 2050. No es posible lograr un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en que construimos y administramos los espacios

urbanos. Se necesita mejorar, por tanto, la planificación y la gestión urbanas para que los espacios urbanos del mundo sean más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

El rápido crecimiento de las urbes en el mundo en desarrollo -como resultado de la creciente población y del incremento en la migración- ha provocado un incremento explosivo de las mega urbes, especialmente en el mundo desarrollado, y los barrios marginales se están convirtiendo en una característica más significativa de la vida urbana.

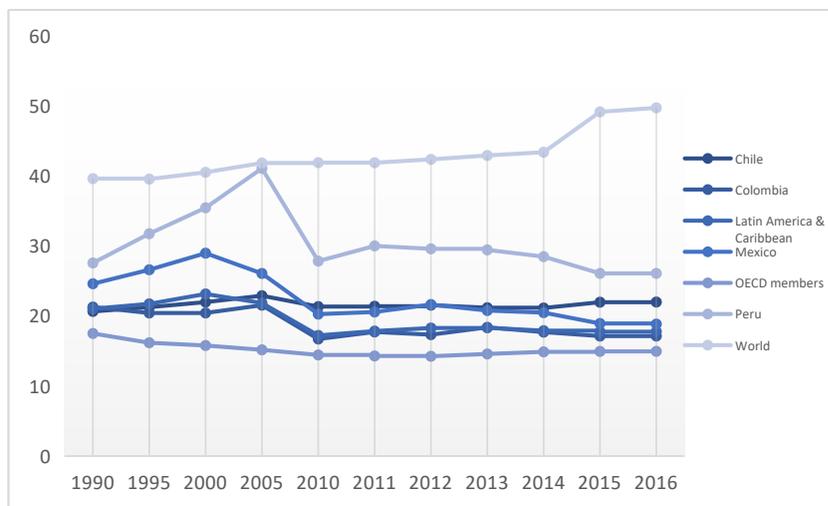


Figura 41 Material particulado en aire. Gráfico adaptado de UN (2019)

Ahora bien, son muchos los problemas que existen para mantener ciudades de manera que se sigan generando empleos y siendo prósperas sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos. Los problemas comunes de las ciudades son la congestión, la falta de fondos para prestar servicios básicos, la falta de políticas apropiadas en materia de tierras y vivienda y el deterioro de la infraestructura.

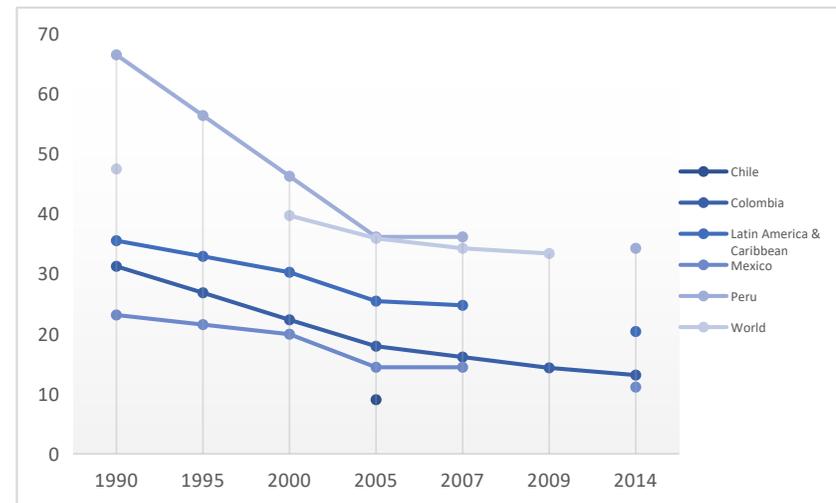


Figura 42 Porcentaje de población viviendo en condiciones urbanas precarias. Gráfico adaptado de UN (2019)

Los problemas que enfrentan las ciudades, como la recogida y la gestión seguras de los desechos sólidos, se pueden vencer de manera que les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza. Un ejemplo de esto es el aumento en los servicios municipales de recogida de desechos. El futuro incluye ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.

Mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades implica garantizar el acceso a viviendas seguras y asequibles y el mejoramiento de los asentamientos marginales. También incluye realizar inversiones en transporte público, crear áreas públicas verdes y mejorar la planificación y gestión urbana de manera que sea participativa e inclusiva.

Dimensión aproximada del reto de ciudades y comunidades sostenibles

- 4,5 mil millones de personas, el 55% de la población mundial, vive en ciudades. Para 2050 se espera que la población urbana alcance los 6,5 mil millones.
- Las ciudades ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan del 60 al 80% del consumo de energía y al menos el 70% de las emisiones de carbono.
- Se estima que 828 millones de personas viven en barrios marginales, y el número va en aumento.
- En 1990, había 10 ciudades con 10 millones de habitantes o más; en 2014, el número de megaciudades había llegado a 28, y se esperaba que alcance 33 en 2018. En el futuro, 9 de cada 10 megaciudades se encontrarán en el mundo en desarrollo.
- En las próximas décadas, el 90% de la expansión urbana tendrá lugar en el mundo en desarrollo.
- El rol económico de las ciudades es significativo, generando alrededor del 80% del PIB global.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

El costo de una deficiente planificación urbanística puede apreciarse en los barrios marginales, el intrincado tráfico, las emisiones de gases de efecto invernadero y los extensos suburbios de todo el mundo. Los barrios marginales son un lastre para el PIB y reducen la esperanza de vida de sus habitantes.

Al optar por actuar de manera sostenible es necesario construir ciudades donde todos los ciudadanos disfruten de una digna calidad de vida y formar parte de la dinámica productiva de la ciudad generando prosperidad compartida y estabilidad social sin perjudicar el medio ambiente.

El costo es mínimo en comparación con los beneficios. Por ejemplo, la creación de una red de transporte público funcional es costosa, pero los beneficios son enormes en términos de actividad económica, calidad de la vida, medio ambiente y éxito general de una ciudad intercomunicada.



Producción y consumo responsables

En la actualidad, el consumo de materiales de los recursos naturales está aumentando, particularmente en Asia oriental. Asimismo, los países continúan abordando los desafíos relacionados con la contaminación del aire, el agua y el suelo. El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos. Se trata de crear ganancias netas de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida. Se necesita, además, adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro, desde el productor hasta el consumidor final. Consiste en sensibilizar a los consumidores mediante la educación sobre los modos de vida sostenibles, facilitándoles información adecuada a través del etiquetaje y las normas de uso, entre otros.

Para lograr crecimiento económico y desarrollo sostenible, es urgente reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. La agricultura es el principal consumidor de agua en el mundo y el riego representa hoy casi el 70% de

toda el agua dulce disponible para el consumo humano.

La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos, como asimismo apoyar a los países en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo para 2030.

El consumo de una gran proporción de la población mundial sigue siendo insuficiente para satisfacer incluso sus necesidades básicas. En este contexto, es importante reducir a la mitad el desperdicio per cápita de alimentos en el mundo a nivel de comercio minorista y consumidores para crear cadenas de producción y suministro más eficientes. Esto puede aportar a la seguridad alimentaria y llevarnos hacia una economía que utilice los recursos de manera más eficiente.

El consumo y la producción sostenible consisten en fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, la construcción de infraestructuras que no dañen el medio ambiente, la mejora del acceso a los servicios básicos y la creación de empleos ecológicos, justamente remunerados y con buenas condiciones laborales. Todo ello se traduce en una mejor calidad de vida para todos y, además, ayuda a lograr planes generales de desarrollo, que rebajen costos económicos, ambientales y sociales, que aumenten la competitividad y que reduzcan la pobreza.

Dimensión aproximada del reto Producción y consumo responsables

- Cada año se desperdician 1.300 millones de toneladas de alimentos, mientras casi 2.000 millones de personas padecen hambre o

desnutrición.

- El sector alimentario representa alrededor del 22% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, en gran medida debido a la conversión de bosques en tierras de cultivo.
- A nivel mundial, 2 mil millones de personas tienen sobrepeso u obesidad.
- Solo el 3% del agua del mundo es potable y los humanos la consumen más rápido de lo que la naturaleza demora en reponerla.
- Si todas las personas utilizaran bombillas de bajo consumo, el mundo ahorraría US\$ 120 mil millones anuales.
- Una quinta parte del consumo global de energía en 2013 provino de fuentes renovables.

3.6.5 Impacto de las tecnologías 4IR en los ODS

Tabla 7 Impacto de las tecnologías en los ODS. Fuente: Elaboración propia

ODS	Relación con la tecnología	Ejemplo
ODS 3: Salud y bienestar	El uso de la tecnología IoT para monitorear y administrar la salud humana y el estado físico se están expandiendo rápidamente. Se estima que hoy en día 130 millones de consumidores de todo el mundo usan rastreadores de ejercicios físicos. Gran parte de esta explosión se ha generado debido a las aplicaciones AI que vienen con los dispositivos conectados, esto ha permitido expandir los alcances de la solución y generar mayor conexión con los usuarios (McKinsey, 2015).	AI: Los países en desarrollo carecen comúnmente de personal médico. La AI tienen el potencial de llenar este vacío. En el caso de los recientes brotes del virus Ébola, el aprendizaje automático permitió la identificación de especies que albergaban el virus y de esta forma conocer mejor su ciclo de infección. Más recientemente, se han desarrollado aplicaciones de inteligencia artificial que complementan al personal médico especializado en el análisis de imágenes médicas. Por ejemplo, un experimento en el que se probó un algoritmo de AI para detectar cáncer, fue puesto junto con 21 oncólogos entrenados y funcionó tan bien como los médicos. (UN ESCAP, 2018)
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico	De acuerdo con Frontier (Frontier Economics, 2018), un aumento del 10% en las conexiones M2M generaría un incremento del PIB de US\$370.000 millones en Alemania y de US\$2.260 millones en Estados Unidos en los próximos 15 años (2018–32). De manera similar, se espera que el 5G permita una producción global de US\$12.300 millones a nivel mundial para 2035 (4,6% de toda la producción global real en ese año) (IHS Economics e IHS Technology, 2018).	La automatización impulsada por AI puede reemplazar algunos trabajos repetitivos, pero además tiene el potencial de crear nuevos trabajos que aún no han sido imaginado.
ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles	El Índice de Ciudades Sostenibles ha identificado lo digital como una métrica clave para calcular el progreso de las ciudades en este ODS. Los indicadores incluyen la disponibilidad de aplicaciones móviles de transporte, el costo de las conexiones de banda ancha, la conectividad móvil y de banda ancha, entre otros.	Buenos Aires, Ciudad de México, Lima y Santiago forman parte del grupo de “ciudades evolutivas”. Este grupo se desempeña bastante mal en capacidades digitales y esto limita fuertemente su desempeño general en sostenibilidad. De entre 100 ciudades (siendo 1 el ranking de la mejor y 100 el de la peor), todas se ubican entre las posiciones 77 y 85.

ODS 12: Consumo y producción responsables	Reducir la huella ecológica significa lograr un consumo y una producción sostenibles. Al ser la agricultura una de las actividades económicas que consumen más agua, se necesitarán cambios significativos para lograr este ODS. La tecnología y las nuevas soluciones de IoT en la agricultura desempeñan un papel crucial en este sentido.	AI: Colombia, uno de los mayores exportadores de bananas del mundo, está desarrollando un proyecto de agricultura inteligente con sensores remotos en las plantaciones. Al monitorear diferentes condiciones climáticas, se optimiza el uso del agua, se previenen las plagas y las enfermedades, y se reduce el consumo de fertilizantes
---	--	---

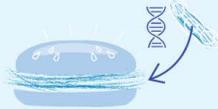
Es importante también el no desconocer que las tecnologías como tal son solo habilitadores de transformación, pero del mismo modo, son herramientas con un potencial altísimo de generar nuevas oportunidades para atender los ODS, no solo de manera altruista o sin ánimo de lucro, sino también como herramientas de negocio con el potencial de revolucionar la manera como se genera el ingreso a nivel mundial.

Las siguientes son algunas de las tecnologías 4IR que pueden transformar la forma como vivimos, y en donde se puede observar la integración de las tecnologías AI, Blockchain e IoT para la construcción de soluciones transversales.

"LOS DOCE TRANSFORMADORES" PODRÍAN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS PARA EL AÑO 2030

CAMBIAR LA FORMA DE LA DEMANDA

PROTEÍNAS ALTERNATIVAS



- Reducir las emisiones de GhG hasta en un 950 megatoneladas de CO 2 eq.
- Reducir las extracciones de agua dulce hasta en un 13%. 400 mil millones de metros cúbicos
- Liberar hasta 400 millones de hectáreas de tierra



TECNOLOGÍAS DE DETECCIÓN DE ALIMENTOS PARA LA SEGURIDAD, CALIDAD Y TRAZABILIDAD DE LOS ALIMENTOS

- Reducir los residuos de alimentos en hasta 20 millones de toneladas

NUTRIGENÉTICA PARA UNA NUTRICIÓN PERSONALIZADA



- Reducir el número de personas con sobrepeso hasta en 55 millones

PROMOVER LOS VÍNCULOS ENTRE LA CADENA DE VALOR



CAMBIAR LA FORMA DE LA DEMANDA

- Generar hasta 200.000 millones de dólares de ingresos para los agricultores
- Reducir las emisiones de GhG en hasta 100 megatoneladas de CO 2 eq.
- Reducir las extracciones de agua dulce hasta en 100.000 millones de metros cúbicos

GRANDES DATOS Y ANÁLISIS AVANZADOS PARA SEGUROS



- Generar hasta 70.000 millones de dólares de ingresos para los agricultores
- Aumentar la producción hasta en 150 millones de toneladas



IOT PARA LA TRANSPARENCIA Y TRAZABILIDAD DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN TIEMPO REAL

- Reducir la pérdida de alimentos hasta en 35 millones de toneladas

TRAZABILIDAD MEDIANTE BLOCKCHAIN



- Reducir la pérdida de alimentos hasta en 30 millones de toneladas

CREACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EFICACES

AGRICULTURA DE PRECISIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS INSUMOS Y DEL USO DEL AGUA



- Reducir los costos de los agricultores hasta en 100.000 millones de dólares
- Aumentar la producción hasta en 300 millones de toneladas
- Reducir las extracciones de agua dulce en hasta 180.000 millones de metros cúbicos



EDICIÓN DE GENES PARA LA MEJORA DE SEMILLAS DE RASGOS MÚLTIPLES

- Generar hasta 100.000 millones de dólares en ingresos adicionales de los agricultores
- Aumentar la producción hasta en 400 millones de toneladas
- Reducir el número de casos de carencia de micronutrientes hasta en 100 millones de dólares

TECNOLOGÍAS MICROBIANAS PARA MEJORAR RESISTENCIA DE LOS CULTIVOS



- Generar hasta 100.000 millones de dólares en ingresos adicionales de los agricultores
- Aumentar la producción hasta en 400 millones de toneladas
- Reducir el número de casos de carencia de micronutrientes hasta en 100 millones de dólares

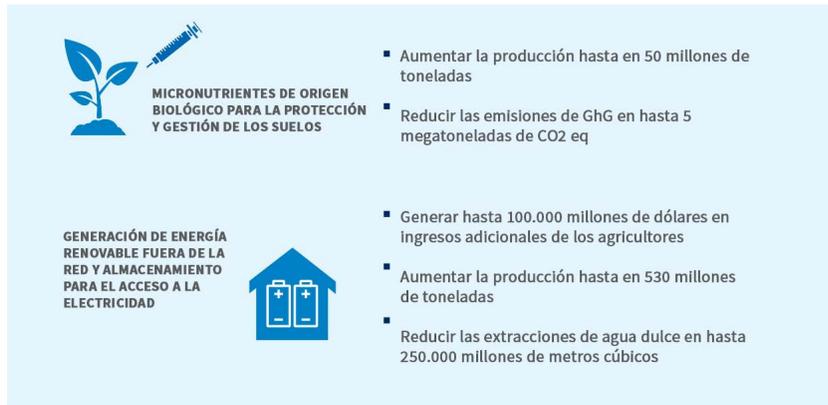


Figura 43 12 tecnologías transformadoras. Adaptada de WEF (2018)

3.6.6 Impacto por elemento de la economía.

Según el reporte del Business & Sustainable Development Commission (2017), Better Business, Better World, el impacto de los ODS al desarrollar una economía sostenible económica, social y ambiental será en una multiplicidad de modelos de negocio y mercados actuales, entre otros presenta:

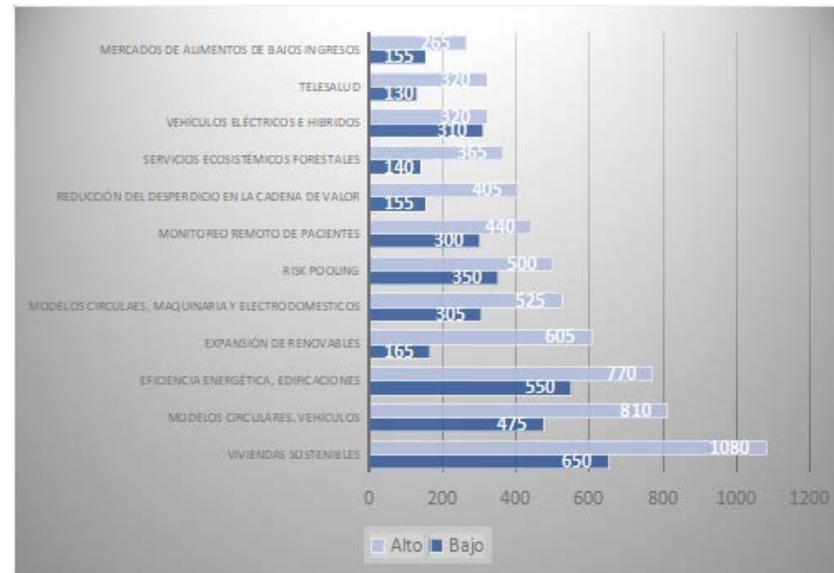


Figura 44 Impacto de los ODS en diferentes mercados. Fuente elaboración propia con datos de Business & Sustainable Development Commission (2017)

Comida y Agricultura El sistema alimentario mundial enfrenta desafíos sin precedentes. Hay 800 millones de personas desnutridas y 2 mil millones sufren de deficiencias de micronutrientes; los rendimientos de los cultivos están creciendo mucho más lentamente que la población mundial, lo que significa que podrían necesitarse hasta 220 millones de hectáreas adicionales de tierras de cultivo para 2030 para satisfacer la

demanda esperada de alimentos, insumos y combustible; lo que solo acrecentará los retos ambientales, como la escasez de agua, la pérdida de biodiversidad, el uso no sostenible de fertilizantes y el clima extremo (Business & Sustainable Development Commission, 2017)

Las mayores oportunidades en 2030 identificadas para las empresas que desarrollan modelos de negocios que abordan estos y otros desafíos que enfrentan la alimentación y la agricultura tienen un valor potencial estimado de más de USD 2,3 millones de millones a precios actuales. Estas oportunidades incluyen:

- Reducir el desperdicio de alimentos en la cadena de valor (por un valor de USD 155-405 mil millones al año para 2030). Hoy, más del 30 % de los alimentos se desperdician, gran parte de ellos en pérdidas posteriores a la cosecha que son fáciles de prevenir con tecnologías de empaquetamiento o mejoras en la cadena de frío.
- Por ejemplo, desde la inteligencia artificial se pueden encontrar oportunidades con un alto potencial de crecimiento en componentes como la clasificación de alimentos, control de calidad y reducción de riesgo de contaminación, producción y empaquetado, e incluso en actividades de mantenimiento de equipos agrícolas y de procesamiento de alimentos. Todo esto podría tener un impacto a 2023 de más de USD 36 mil millones. Solo aplicando técnicas de AI (Mordor Intelligence, 2017).

Mercado global de la inteligencia artificial en el sector Alimentos y Bebidas: Ingresos en USD miles de millones, 2017 a 2023

Componente	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR % (2018-2023)
Clasificación de alimentos	0,18	0,3	0,49	0,8	1,33	2,18	3,58	64,6
Control de calidad y cumplimiento de seguridad	0,11	0,19	0,31	0,52	0,87	1,45	2,4	66,4
Participación del consumidor (Chatbots etc)	0,21	0,34	0,55	0,89	1,44	2,34	3,79	62,4
Producción y empaquetamiento	0,08	0,13	0,23	0,38	0,64	1,08	1,82	68,7
Mantenimiento	0,12	0,2	0,34	0,57	0,96	1,6	2,67	67,1
Otros componentes	0,03	0,05	0,09	0,15	0,26	0,42	0,69	66,4

Mercado global de la inteligencia artificial en el sector Alimentos y Bebidas: % de participación por aplicación (2017)

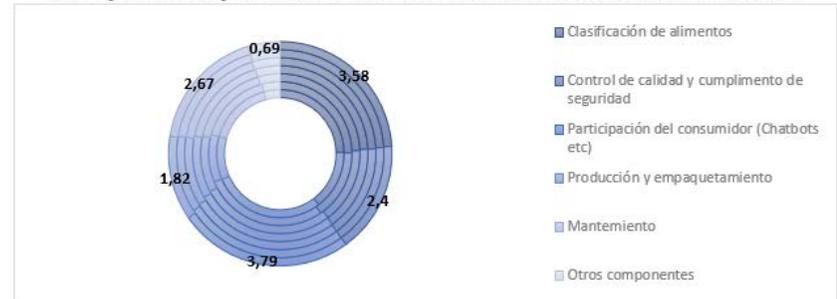


Figura 45 Mercado de Inteligencia Artificial en el Sector de Alimentos y Bebidas: Ingresos en USD mil millones, por Aplicación, Global, 2017-2023. Adaptado de Mordor Intelligence (2017)

- Servicios de ecosistemas forestales (USD 140-365 mil millones al año para 2030). La deforestación y la degradación forestal representan el 17 % de las emisiones globales de CO2, más que el transporte. Solo cuatro productos básicos (carne de res, soja, aceite de palma y papel / pulpa) son responsables de impulsar la mitad de la deforestación mundial. Asumiendo un precio del carbono de USD\$ 50 por tonelada para 2030, abre nuevas oportunidades importantes en servicios forestales sostenibles, como la mitigación del cambio climático, los servicios relacionados con cuencas hidrográficas y la conservación de la biodiversidad, si se masifican los mecanismos para pagar por ellos, se desarrollan también.



Figura 46 Mercado mundial de sistemas robóticos y mecatrónicos para aplicaciones agrícolas: ingresos en millones de dólares, por aplicación, control forestal, 2015-2024. Adaptado de Mordor Intelligence (2018)

- Mercados de alimentos de bajos ingresos (US\$ 155-265 mil millones). Las personas más pobres del mundo gastan hasta el 60% de los ingresos de sus hogares en alimentos, y aun así el hambre y la desnutrición siguen siendo generalizadas. Las empresas pueden abordar este desafío invirtiendo en cadenas de suministro e innovación alimentaria para dar acceso a aquellos que tienen ingresos muy bajos a productos alimenticios que sean más nutritivos. A medida que la pobreza disminuye de acuerdo con el Objetivo Global 2, los 800 millones de personas que ahora están desnutridas tendrán más para invertir en alimentos.

Ciudades Para 2030, el 60% de la población mundial vivirá en ciudades, en comparación con el 50% actual. Hasta 440 millones de hogares urbanos podrían estar viviendo en viviendas de baja calidad a 2025. Ya más de 5.5 millones de muertes prematuras al año son atribuibles a la contaminación del aire en el hogar y en el exterior. La obesidad es tres o cuatro veces más común en las ciudades que en las zonas rurales de los mercados emergentes. La congestión en las ciudades es altamente costosa en productividad y contaminación ambiental. En las ciudades, el 10-15% del material de construcción se desperdicia durante la construcción, y las

ciudades representan el 70% del uso de energía global y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) relacionadas con la energía (Business & Sustainable Development Commission, 2017).

Tabla 8 Ingresos globales esperados para el mercado de ciudades inteligentes, por área funcional, 2017-2025 (USD mil millones). Adaptado de Allied Market Research (2018)

Área funcional	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR 2018 - 2025
Infraestructura inteligente	112,32	130,95	152,69	178,12	207,97	243,18	284,98	335,05	395,57	17,10%
Gobierno inteligente y educ	74,80	90,92	110,63	134,80	164,55	201,37	247,27	304,98	378,26	22,60%
Energía inteligente	84,70	104,97	130,10	161,36	200,37	249,28	310,98	389,48	490,24	24,60%
Movilidad inteligente	51,51	63,28	77,78	95,71	117,95	145,70	180,51	224,60	280,93	23,70%
Salud inteligente	62,57	75,28	90,68	109,39	132,23	160,26	194,90	238,11	292,56	21,40%
Edificios inteligentes	97,35	115,21	136,47	161,85	192,28	228,98	273,55	328,20	395,89	19,30%
Otros	34,38	41,62	50,45	61,23	74,46	90,78	111,06	136,49	168,68	22,10%
Total	517,63	622,23	748,80	902,46	1089,81	1319,55	1603,25	1956,91	2402,13	21,54%

Para las empresas que abordan estos desafíos, las mayores oportunidades tienen un valor potencial de USD 3,7 millones de millones. Incluyen:

- Vivienda asequible (USD 650-1,080 mil millones). Reemplazar las viviendas inadecuadas de hoy y construir las unidades adicionales necesarias para 2025 requeriría de USD 9 millones de millones a USD 11 millones de millones solo en gastos de construcción. Con la tierra, el costo total podría ser de USD 16 millones de millones. Pero la brecha entre el ingreso disponible para la vivienda y el precio de mercado anualizado de una casa estándar es de USD 650 mil millones.
- Eficiencia energética en edificios (USD 555-770 mil millones). El sector de la construcción representa alrededor de un tercio del consumo total de energía final en todo el mundo y más de la mitad de la demanda de electricidad. Su demanda de energía podría reducirse, por ejemplo, modernizando los edificios existentes con tecnología de calefacción y refrigeración más eficiente y cambiando a iluminación eficiente y otros electrodomésticos.

- Vehículos eléctricos e híbridos (USD 310-320 mil millones). Las investigaciones de mercado predicen que las ventas anuales de vehículos eléctricos e híbridos a batería crecerán de aproximadamente 2.3 millones de unidades en 2014 a 11.5 millones en 2022, o el 11 % del mercado global. Suponiendo una vida promedio de 15 años, la flota global total de vehículos de pasajeros se renovarían por completo para 2030, presentando una oportunidad para un gran aumento en las ventas de vehículos eléctricos y vehículos eléctricos híbridos. Los vehículos eléctricos e híbridos podrían representar un 62 % de las ventas de vehículos livianos nuevos en 2030, siempre que los costos de la batería continúen cayendo y las inversiones en infraestructura de carga crezcan.

Energía y materiales El crecimiento de la demanda de energía podría disminuir a 2030 debido a los cambios demográficos y el cambio en crecimiento impulsado por la inversión hacia un mayor consumo. Dicho esto, se espera que más de 1.500 millones de personas se unan a los niveles de ingresos que consumen más energía para 2030. Mientras tanto, persiste una gran desigualdad en el consumo de energía, con 1.200 millones de personas que aún carecen de acceso a la electricidad. Además, es probable que los riesgos relacionados con la ubicación de nuevas fuentes de suministro, su impacto ambiental, el uso del agua y la complejidad técnica aumenten los costos de suministro de energía y materiales (Business & Sustainable Development Commission, 2017).

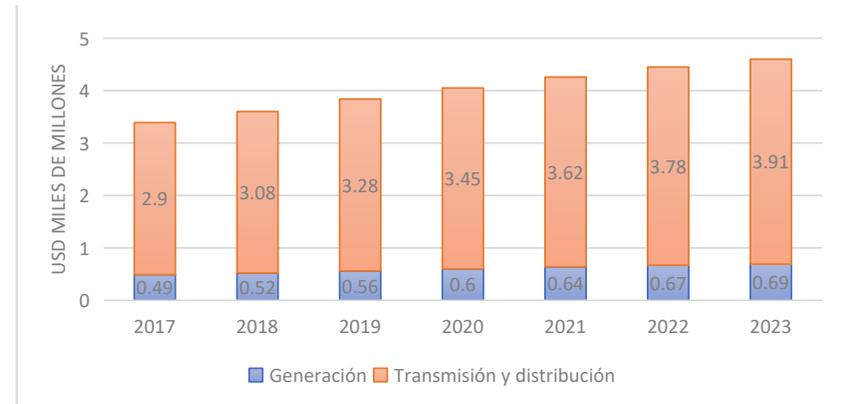


Figura 47 Potencial de mercado del uso de los datos en el sector energético. Proyección de tamaño y demanda en USD miles de millones, por segmento, a nivel global (2017 - 2023). Adaptado de Mordor Intelligence (2018b)

Las oportunidades comerciales más importantes que surgen al abordar estos y otros desafíos energéticos tienen un valor potencial en 2030 de más de USD 4,3 millones de millones en precios actuales. Incluyen:

Modelos circulares - automotriz (USD 475-810 mil millones). Las tasas de aprovechamiento final de los vehículos son en general altas, especialmente en mercados desarrollados, por ejemplo, más del 70 % en la UE. Sin embargo, la mayoría de los vehículos recolectados se reciclan en sus materiales base, lo que consume mucha energía y resulta en una pérdida de valor. De hecho, solo un pequeño número de componentes son generalmente responsables de poner fin a la vida útil de un vehículo, que se puede extender significativamente si estos componentes se remanufacturan y se utilizan para renovar automóviles.

- Expansión de energías renovables (USD 165-605 mil millones). Existe una gran oportunidad para los generadores renovables y los fabricantes

de equipos. El escenario REmap de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) pronostica que, incluida la energía hidroeléctrica, la participación de las energías renovables en la generación mundial podría aumentar al 45 % para 2030, de alrededor del 23 % en 2014. En este escenario, la participación del viento en la generación global podría más que cuadruplicarse desde 3 % en 2014 a 14 % en 2030, y energía solar fotovoltaica de menos del 1 % a 7 %.

- Modelos circulares: electrodomésticos y maquinaria (USD 305-525 mil millones). Muchos electrodomésticos y mucha maquinaria industrial se adaptan bien a los modelos circulares, pero se recogen y reutilizan mucho menos que los automóviles. Una lavadora, por ejemplo, típicamente contiene 30-40 kg de acero, por lo que una máquina restaurada podría reducir los costos de entrada de material en un 60 %. Las empresas podrían pasar de vender a arrendar electrodomésticos o hacer arreglos basados en el rendimiento con los consumidores, para asegurarse de que la recolección y la renovación capturen el mayor valor posible. Este cambio también alentaría a los fabricantes a diseñar productos con menores riesgos de obsolescencia.

Salud y Bienestar A pesar del crecimiento de la demanda a medida que más personas viven más, este sistema económico enfrenta desafíos críticos en los próximos años: el poder decreciente de los medicamentos para tratar las principales enfermedades transmisibles: los antibióticos son una preocupación particular, con solo 40 contendientes para reemplazarlos en la tubería; cambios demográficos que cambian la naturaleza de la demanda impuesta a los sistemas de salud: un “bulto de ancianos” en los países desarrollados y un “bulto de jóvenes” en los países en desarrollo; así como un cambio geográfico en los patrones de la enfermedad: aproximadamente dos tercios de la mortalidad infantil y las muertes relacionadas con el SIDA

y la TB ahora ocurren en países de ingresos medios en lugar de países de bajos ingresos (Business & Sustainable Development Commission, 2017).

Y la carga de enfermedades no transmisibles continúa aumentando, por ejemplo, la prevalencia de la obesidad se ha duplicado desde 1980, aumentando la carga de diabetes y enfermedades del corazón en todas partes. Todavía faltan servicios y suministros médicos básicos en los países en desarrollo y hay una brecha de habilidades inminente en la profesión médica, particularmente en el cuidado de ancianos.

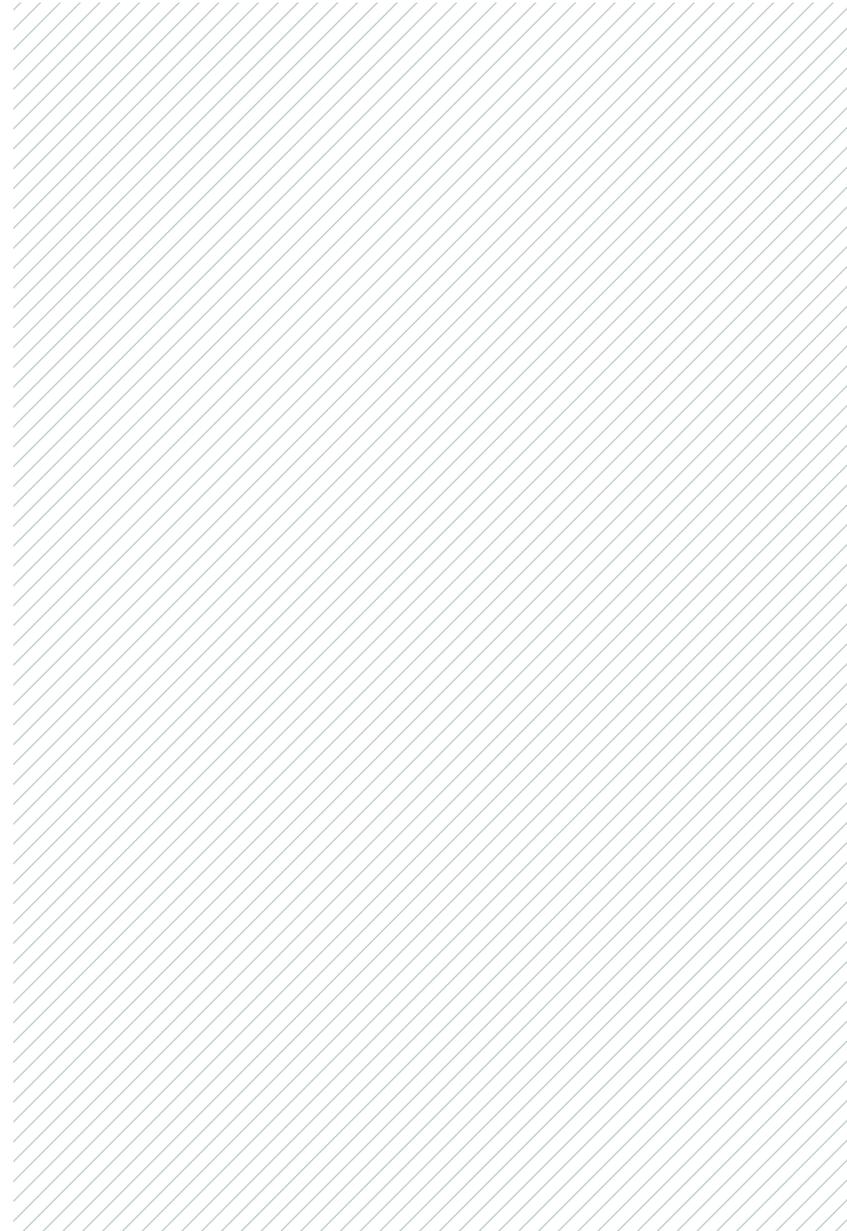
Las mayores oportunidades para las empresas que abordan estos desafíos tienen un valor potencial en 2030 de USD 1,8 millones de millones en precios actuales. Incluyen:

- Agrupación de riesgos (USD 350-500 mil millones). Cada año, los pagos directos de atención médica empujan a alrededor del 5 % de los hogares en países de bajos ingresos por debajo del umbral de pobreza. Dado que los pobres pagan una parte desproporcionada de sus ingresos en costos de salud inevitables, la falta de un seguro de salud asequible también es desigual. La creciente penetración de los planes de seguro privado, público-privado y comunitario puede abordar este problema. Además de difundir los riesgos para la salud en las comunidades, la agrupación de riesgos a menudo incluye funciones organizadas de “contratación” que compran atención médica en nombre de las personas cubiertas, lo que a su vez fomenta el desarrollo de proveedores del sector privado de mayor calidad.

Solo desde el punto de vista de aplicaciones basadas en Blockchain para salud, se pueden encontrar beneficios en cuanto a la reducción de riesgos asociados a salud, desde el control a las drogas por prescripción, que puede generar ahorros estimados al sistema por más de USD 43 mil

millones; la reducción de fraudes, que podría significar hasta USD 10 mil millones; y otros beneficios que superan el umbral económico para apoyar el avance de la medicina y la prevención (Netscribes, 2019)

- Monitoreo remoto de pacientes (USD 300-440 mil millones). El uso de sensores que leen los signos vitales de los pacientes en el hogar puede alertar a las enfermeras y los médicos de manera rentable sobre los problemas antes de que empeoren. Las tecnologías emergentes incluyen parches portátiles que pueden diagnosticar afecciones cardíacas, sensores que monitorean la ingesta de medicamentos para el asma y detectan una mala calidad del aire, y monitores de glucosa que envían datos de diabéticos directamente a sus teléfonos inteligentes. El Instituto Global McKinsey estima que el monitoreo remoto podría reducir el costo del tratamiento de enfermedades crónicas en los sistemas de salud en un 10 a 20 % para 2025.
- Telesalud (USD 130-320 mil millones). Las tecnologías básicas de Internet móvil ya están extendiendo el acceso a consultas y diagnósticos a pacientes remotos de todo el mundo. En los Estados Unidos, Mercy Health Systems en Missouri ha construido un Centro de atención virtual, atendido un porcentaje de proveedores de atención médica, que brinda servicios de telesalud en cuatro estados.



REGU

04

TENDENCIAS

DE REGULACIÓN

LA ACCIÓN

4.1. RESUMEN

Compartimiento de la normatividad respecto a la tecnología:

- Tipo de documento normativo: 39% de los documentos identificados están asociados con proyectos de ley.
- Regiones con actividad en materia normativa: Estados Unidos, Unión Europea y Asia – Pacífico.
- Agencias que está a la cabeza de iniciativas o estrategias nacionales: Para la tecnología se encuentran agencias de gobierno como ministerios (en su mayoría relacionado con desarrollo económico, comunicaciones, industria y comercio o ciencia, tecnología e innovación) y sus departamentos administrativos para promover dichas estrategias.

Usos o aplicaciones que vienen siendo potenciadas desde un enfoque normativo:

- Administración Pública
- Fuerza laboral o profesiones del futuro
- Justicia
- Seguridad Nacional (Defensa)
- Educación

Dilemas o áreas asociados con la tecnología a ser reguladas:

- Derechos Humanos
- Transparencia
- Vehículos autónomos
- Sistemas autónomos de armas letales
- Protección de datos
- Ciberseguridad

Atributos de la tecnología:



Figura 48 Atributos de la AI desde el punto de vista normativo. Fuente elaboración propia.

4.2. MARCO NORMATIVO PARA LA TECNOLOGÍA

Como resultado de la revisión y depuración de los documentos encontrados en las diferentes búsquedas realizadas, se tiene la Tabla 9 que muestra un consolidado de los documentos asociados a leyes y proyectos y/o proposiciones de ley relacionadas con Inteligencia Artificial o soluciones derivadas de esta tecnología. Es importante mencionar que el criterio

mencionar que el criterio fundamental para listar los documentos en la siguiente tabla fue el origen o fuente de procedencia, ya que la búsqueda se focalizó en identificar documentos de orden gubernamental.

Tabla 9. Listado de leyes y proyectos y/o proposiciones de ley relacionados con la tecnología Inteligencia Artificial y sus aplicaciones o soluciones derivadas. (Elaboración propia).

Territorio	Descripción normatividad	Tipo documento	Concepto clave	Enlace consulta
Estados Unidos	H.R.2575 - AI in Government Act of 2019. La propuesta ley tiene como objetivo autorizar la creación de un centro de excelencia en inteligencia artificial (IA) dentro Servicio General de Administración. Con lo anterior el Congreso de EE.UU. quiere promover el esfuerzo del gobierno federal en el desarrollo de usos innovadores de la AI.	Proyecto de ley	- Administración Pública / Gobierno - Educación	Clíc aquí
Estados Unidos	H.Res.153 - Supporting the development of guidelines for ethical development of artificial intelligence. La resolución es presentada por la cámara de representantes de los EE.UU. para apoyar el desarrollo de guías para un desarrollo ético de la inteligencia artificial (IA), además reafirma que dicha guía se debe hacer de manera conjunta con los diferentes grupos de interés asociados al desarrollo de la tecnología.	Proyecto de ley / Resolución	- Protección de datos. - Educación. - Derechos humanos - Transparencia - Profesiones del futuro	Clíc aquí
Estados Unidos	H.R.2613 – Advancing Innovation to Assist Law Enforcement Act. El acto es construido por la cámara y senado de EE.UU. para encargar al director de “Financial Crimes Enforcement Network” un estudio en el uso de tecnologías emergentes dentro la red para la detección de crímenes financieros, y otros propósitos. Dentro del estudio se deben incluir tecnologías como Inteligencia artificial (IA), tecnologías de identificación digital, tecnologías blockchain, entre otras tecnologías innovadoras.	Acto Legislativo	- Protección de datos. - Educación. - Derechos humanos - Transparencia - Profesiones del futuro	Clíc aquí
Estados Unidos	H.R.827 Artificial Intelligence Job Opportunities and Background Summary Act of 2019 or the “AI JOBS Act of 2019”. El proyecto de ley pretende establecer la ejecución de un reporte sobre inteligencia artificial y su impacto en la fuera laboral de los EE.UU., además estipula que dicho reporte estará en cabeza del Secretario de Trabajo.	Proyecto de ley	- Profesiones del futuro	Clíc aquí
Estados Unidos	S.1558 - Artificial Intelligence Initiative Act. El proyecto de ley establece una iniciativa coordinada a nivel federal para acelerar la investigación y el desarrollo sobre inteligencia artificial (IA) para la economía y la seguridad nacional de los EE.UU.	Proyecto de ley	- Defensa - Administración pública - Profesiones del futuro	Clíc aquí
Estados Unidos	H.R.6090 Artificial Intelligence Reporting Act of 2018 or the “AIR Act of 2018”. El proyecto de ley promulga la elaboración de un reporte para el comité de Ciencia, Espacio y Tecnología del congreso de los EE.UU. para analizar el impacto de “machine learning” y la inteligencia artificial en las agencias del gobierno federal y la fuerza laboral de dichas agencias	Proyecto de ley	- Administración pública - Profesiones del futuro	Clíc aquí
Estados Unidos	H.R.2202 Growing Artificial Intelligence Through Research Act or the “GrAIR Act”. El proyecto de ley tiene como objetivo expresar el sentir del congreso sobre la creación de una iniciativa nacional en inteligencia artificial (IA).	Proyecto de ley	- Educación - Profesiones del futuro - I+D	Clíc aquí
Estados Unidos	S.2806 National Security Commission on Artificial Intelligence Act of 2018. El objetivo de este proyecto de ley es establecer la creación de una comisión independiente en el congreso de los EE.UU. enfocada en la revisión de los avances en inteligencia artificial y sus implicaciones en la seguridad nacional y la economía del país.	Proyecto de ley	-Defensa	Clíc aquí
Estados Unidos	H.R.2432 Future Defense Artificial Intelligence Technology Assessment Act or the “Future DATA Act”. El proyecto de ley hace un requerimiento al Secretario de Defensa para la elaboración y presentación de un reporte sobre inteligencia artificial (IA), su uso y efectos en el Departamento de Defensa del país.	Proyecto de ley	-Defensa	Clíc aquí

Estados Unidos	H.R.4476 - Financial Transparency Act of 2019. EL proyecto de ley tiene como objetivo emendar leyes en seguridad, productos básicos (commodities) y bancarias para hacer que la información que se informa a las agencias reguladoras financieras pueda buscarse electrónicamente, y de esta manera permitir aún más el desarrollo de aplicaciones RegTech e inteligencia artificial (IA), para poner a los EE.UU. en el camino hacia la construcción de un programa integral de informes comerciales estándar que armonice y reduzca la carga de cumplimiento normativo del sector privado, al tiempo que mejora la transparencia y la rendición de cuentas.	Proyecto de ley	- Transparencia (contable / financiera)	Clic aquí
Estados Unidos	S.1471 - Armed Forces Digital Advantage Act. El proyecto de ley pretende establecer que la ingeniería digital como una competencia central de las Fuerzas Armadas mediante el desarrollo y mantenimiento de múltiples carreras profesionales en ingeniería digital y competencias digitales relacionadas (ciencia de datos, aprendizaje automático, ingeniería de software, gestión de productos de software y gestión de productos de inteligencia artificial) para miembros de las Fuerzas Armadas. Lo anterior, incluye el desarrollo y mantenimiento de políticas de capacitación, educación, gestión del talento, incentivos y promoción en apoyo de los miembros en todos los niveles de tales carreras.	Proyecto de ley	- Defensa - Profesiones del futuro	Clic aquí
Estados Unidos	H.R.6229 - National Institute of Standards and Technology Reauthorization Act of 2018. El acto legislativo autoriza los programas del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de 2018. Dentro de los planes estratégicos mencionados se en el “inversión en programas para preparar a los Estados Unidos con fuertes tecnologías de encriptación y ciberseguridad para aplicar a tecnologías emergentes como inteligencia artificial, internet de las cosas y computación cuántica.”	Acto legislativo	-Ciberseguridad - Cibercrímenes	Clic aquí
Estados Unidos	H.R.1576 - Innovation Corps Act of 2017. Proyecto de ley enfocado en establecer un programa de subsidios de capacitación laboral para trabajadores desplazados por la automatización y establecer un Cuerpo (colegiado) de Innovación para permitir que los recién graduados universitarios se ofrezcan como voluntarios en este tipo de programas.	Proyecto de ley	Profesiones del futuro - Fuerza laboral	Clic aquí
Unión Europea	La Unión Europea (UE) cuenta con un paquete de iniciativas y regulaciones que le permite establecer el enfoque de la región en temas de inteligencia artificial y robótica. Dicha aproximación se ocupa de aspectos tecnológicos, éticos, legales y socioeconómicos para impulsar la investigación y capacidad industrial de la UE	Directrices y reglamentos	- Derechos humanos - Administración Pública - Justicia	Clic aquí
Brasil	Ley N°13,709 de protección de datos (Lei Geral de Proteção de Dados), tiene como propósito entregar mayor seguridad a los consumidores o usuarios de tecnología y establecer la forma de procesamiento de datos personales incluido contenido digital ya sea por una persona natural o una entidad pública o privada. Con lo anterior se pretende proteger el derecho a libertad, privacidad y el libre desarrollo de la personalidad.	Ley	- Protección de datos - Derechos humanos	Clic aquí
Ontario – Canadá	Regulation 306/15. Dicho acto legislativo permite al gobierno de Ontario generar un proyecto piloto para el testeo de vehículos autónomos. Una de las consideraciones o requerimientos tenidos en cuenta dentro de la ley que el conductor debe permanecer al interior del vehículo durante todo el tiempo que tome la operación de monitoreo a menos que se apruebe un testeo sin conductor.	Acto legislativo	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Quebec – Canadá	Bill 165. Este acto legislativo promulgado en el estado de Quebec permite a la enmienda de un paquete de leyes para permitir el testeo de vehículos autónomos.	Ley	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Canadá	Personal Information Protection and Electronic Documents Act, S.C. 2000. El anterior acto legislativo contempla las políticas para el manejo de datos personales. De manera posterior se han dado estudios desde el senado para su enmienda con el ánimo de expresar la preocupación frente a la transparencia de las decisiones tomadas vía inteligencia artificial y el riesgo que representa el uso de información personal por parte de algoritmos lo cual puede perpetuar prácticas de prejuicio o discriminatorias.	Ley	- Protección de datos - Derechos humanos	Clic aquí

Australia	En mayo de 2017, la Comisión Nacional de Transporte (NTC) publicó directrices para ensayos de vehículos autónomos en Australia. Posteriormente, desarrolló pautas nacionales de aplicación para aclarar conceptos contenidos en las Reglas de Carreteras de Australia y cómo deberían aplicarse a los vehículos con funciones automatizadas. Hasta la fecha, tres estados australianos han promulgado leyes relacionadas con la habilitación de ensayos de vehículos autónomos. Aunque cada una de las leyes difiere en su enfoque, incluyen procesos de aprobación y requisitos de seguros relacionados con la realización de ensayos, así como también a la cobertura de planes de gestión de seguridad y recolección de datos.	Directriz	- Vehículos autónomos	Clic aquí
China	El país cuenta desde el 2018 con reglas nacionales para la prueba de vehículos autónomos. Dicho reglamento fue impulsado por el Ministerio de Seguridad Pública y el Ministerio de Transporte. Además, se especifica que durante las pruebas se debe contar con un conductor preparado para tomar el control del vehículo en cualquier momento.	Directriz	- Vehículos autónomos	Clic aquí
India	En el 2018 India se estableció un proyecto de ley concerniente a la protección de datos personales. Dicho proyecto tiene como base la regulación para el mismo fin establecida en la Unión Europea.	Proyecto de ley	- Protección de datos	Clic aquí
Japón	El país cuenta con guías o directrices para la utilización de inteligencia artificial y datos, liderado por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria.	Directriz	- Protección de datos	Clic aquí
Japón	A través de la Agencia Nacional de Políticas el país cuenta con guías para el testeo de vehículos autónomos y su realización bajo ciertas condiciones. Además, el gobierno se encuentra en la discusión de generar varios cambios en las leyes que permitan su utilización hacia el 2020.	Directriz	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Nueva Zelanda	El país no tiene barreras legales para la realización de pruebas con vehículos autónomos y no se especifica el requisito de que un conductor esté presente. Sin embargo, los vehículos autónomos pueden verse en problemas en el caso de estar involucrados en un choque y aún no es claro cómo se determina de quién es la culpa en estos casos.	Directriz	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Singapur	Road Traffic Act. El acto legislativo para el tráfico de vehículos en carreteras fue enmendado para incluir las definiciones de tecnología automatizada de vehículos, vehículo autónomo y sistema autónomo.	Ley	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Corea del Sur	Intelligent Robots Development and Promotion Act. Este acto legislativo establece las políticas para el desarrollo sostenible de la industria de robots inteligentes en la cual el país tiene ventajas competitivas. Adicionalmente, el acto fue enmendado para incluir un capítulo sobre la ética en los robots inteligentes.	Ley	- Vehículos autónomos - Derechos humanos	Clic aquí
Taiwan	Act for Unmanned Vehicle Technology Innovative Experiments. El acto legislativo tiene como propósito generar un marco regulatorio para el testeo de vehículos no tripulados, entendiéndose estos como automóviles, aviones, barcos o su combinación entre ellos que sean controlados remotamente o con capacidad de operación autónoma.	Ley	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Austria	Motor Vehicles Act. El acto legislativo permite el uso de sistemas de vehículos autónomos o redes asociadas. Sin embargo, la misma ley establece que se debe contar con un conductor que sea capaz de tomar las funciones de manejo en caso de ser necesario.	Ley	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Bielorrusia	Decree on the Development of the Digital Economy. El decreto fue promulgado por el presidente del país en 2017 y tiene como objetivo mejorar condiciones que faciliten la transformación de las actividades humanas bajo la influencia de las tecnologías de la información y la comunicación. En este decreto se especifican lineamientos para la conducción de actividades en inteligencia artificial y el compromiso en la creación de vehículo autónomos.	Decreto	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Bélgica	Autonomous vehicles: code of good practices for experimenting in Belgium. El gobierno adoptó políticas para la promoción del desarrollo de vehículos autónomos a través del establecimiento de un código de buenas prácticas.	Directriz	- Vehículos autónomos	Clic aquí

Bélgica	En 2018 el parlamento de Bélgica adoptó una resolución para prohibir el uso sistemas autónomos de armas letales por las Fuerzas Armadas del país.	Resolución	- Sistemas autónomos de armas letales	Clic aquí
República Checa	Act on Surface Communication. El presente acto legislativo fue enmendado con el objetivo de regular el uso de vehículos autónomos.	Proyecto de ley	- Vehículos autónomos	Clic aquí
Dinamarca	Guidelines for Application for Testing of Self-driving Vehicles. El país cuenta con una directriz para la prueba de vehículos autónomos. En la actualidad se han probado automóviles y buses tanto en condiciones de clima seco y bajo lluvia.	Directriz	- Vehículos autónomos	Clic aquí

De acuerdo con la información previa, se pueden identificar diferentes formas de aproximación que realizan los gobiernos para establecer políticas concernientes al aprovechamiento de la tecnología, pero también a la regulación de los efectos e implicación que pueden generar su uso. De la revisión de documentos se puede identificar que en la actualidad la mayoría de los esfuerzos en cuanto a la creación de políticas y marcos regulatorios están en etapas incipientes o de revisión, dato que se sustentan en que alrededor del 39 % de los documentos detectados son proyectos de ley, mientras que, en cuanto a leyes, acto legislativo, decreto y/o resoluciones corresponde a un 36 % de los documentos identificados.

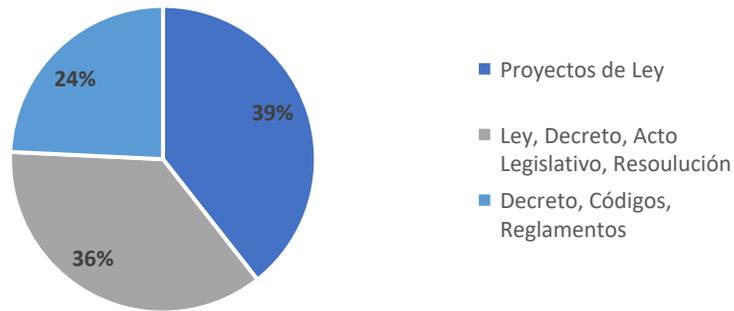


Figura 49. Distribución de documentos normativos identificados y asociados a la tecnología de inteligencia artificial. (Elaboración propia).

Es importante resaltar como complemento a los esfuerzos previamente mencionados existen también directrices (guías), códigos o reglamentos

impulsados por organismos o agencias de gobierno en aras de habilitar el uso de soluciones derivadas de la inteligencia artificial o clarificar su aplicación en sectores de interés. De los documentos analizados este tipo de iniciativas representó el 24 %.



Figura 50. Mapa mundial en donde se identifican los territorios que tiene legislación o adelantan la implementación de leyes asociadas a inteligencia artificial (Legal Research Directorate staff, 2019). Elaboración propia de acuerdo con la metodología de búsqueda y selección de documentos aplicada para el presente informe.

4.3. IMPACTO DE LA NORMATIVIDAD

EN LA TECNOLOGÍA

A partir del análisis y revisión del objeto o sentido de las leyes, regulaciones y proyectos de ley, se puede establecer una recurrencia en ciertos conceptos claves que dan cuenta de usos, aplicaciones o áreas que están siendo reguladas ya sea para potenciar el uso, proteger derechos de terceros, o establecer reglas de juego.

Bajo esta lógica se puede identificar impactos positivos que ha tenido la normatividad detectada hasta el momento en relación a la aplicación de la inteligencia artificial (IA) y la promoción del uso de soluciones derivadas. De acuerdo con la revisión de documentos realizada en este informe se encuentran los siguientes usos o aplicaciones que vienen siendo potenciadas desde un enfoque normativo:

- **IA en la Administración Pública:** las aplicaciones de la IA en actividades relacionadas con el Gobierno o los servicios que este presta a través de agencias gubernamentales o de estado, vienen siendo promovidas por algunos territorios en aras de aprovechar el potencial que tienen soluciones derivadas de la IA para la toma de decisiones y agilización de procesos (Observatory of Public Sector Innovation, 2019).
- **IA en la fuerza laboral o profesiones del futuro:** en los reportes y proyectos de ley que se vienen generando al interior de diferentes países, se ha identificado que la fuerza laboral actual puede verse impactada por los adelantos que puede o está introduciendo el uso de IA para la ejecución de múltiples labores, lo que conlleva a un alto grado de automatización de ciertos procesos y tareas. Esta situación

más que vista como una amenaza, Estados Unidos (ver Tabla 4) por ejemplo lo percibe como oportunidad para entrenar a la futura fuerza laboral en habilidades relacionadas con el manejo de estas nuevas tecnologías y reentrenar a los trabajadores existentes generando un entorno inclusivo.

- **IA en la aplicación de justicia:** el cumplimiento de la ley es una de las responsabilidades más demandantes para los gobiernos y sus cuerpos policiales. Dentro de las aplicaciones que tiene la IA, uno de los sectores que puede tener un impacto positivo es el de la justicia y cumplimiento de la ley. Se han encontrado proyectos de ley y directrices tendientes a promover el uso de la IA en la revisión de decisiones jurídicas previas (jurisprudencia) con el ánimo de predecir futuras decisiones judiciales (ver Tabla 4), por otro lado para el cumplimiento de la ley se tiene que a través de IA y herramientas de reconocimiento facial se pueden establecer programas que apoyen la imposición de sanciones civiles, penales, comparendos de tránsito, entre otros [Ver Tabla 9].
- **IA en la educación:** debido al continuo cambio que experimenta el mercado laboral generado por la introducción de las tecnologías de la información (incluida la IA) se hace necesario revisar los currículos actuales de programas de formación y promover su armonización con dicho contexto. Países como Estados Unidos y miembros de la Unión Europea, consciente de esta situación se encuentran promoviendo proyectos de ley y reglamentos que impacten el sector educativo en este sentido y así preparar a dichos estados en la apropiación de dichas tecnologías (ver Tabla 9).
- **IA en la Seguridad Nacional (Defensa):** por lo general las actividades de inteligencia han estado asociadas a labores para preservar la

seguridad nacional de un estado, es por ello por lo que territorios como Estados Unidos considera la AI como un potenciador de estas laborales, sin dejar de lado que también representa un riesgo en el momento que otros actores hagan uso indebido de dicha tecnología para dañar la seguridad de un país. En todo caso, se desea promover el entendimiento y aplicación de la AI, respaldado por políticas de estado, en actividades de Defensa ya que al comprender y apropiarse el potencial de la tecnología se puede disminuir el riesgo de ser víctima de ataques criminales usando tecnologías de la información (Ozlem Ulgen (Law at the School of Law, 2016).

4.4. BARRERAS Y DESAFÍOS EN LA REGULACIÓN

Bajo el análisis de la documentación y casos normativos se identificaron áreas específicas o usos particulares de soluciones derivadas de la inteligencia artificial (IA) que se presentan como desafíos o permiten detectar la existencia de vacíos a la hora de contrastarlos con la normatividad existente. Para caso concreto de la tecnología de AI, se tienen los siguientes dilemas o áreas a ser reguladas:

- **AI y su impacto en los Derechos Humanos:** uno de los grandes dilemas o desafíos que enfrenta la sociedad a nivel y por ende los encargados de legislar es el factor ético en la ejecución de actividades derivadas del uso de AI, lo que a su vez introduce desafíos en cuanto a la protección de los Derechos Humanos, ¿quién toma responsabilidad por las decisiones automatizadas ejecutadas por un sistema de IA? ¿tienen los robots un estatus legal o derechos? ¿cómo evitar que las decisiones automatizadas generen estereotipos, discriminación o vulneren derechos de ciertas poblaciones?, todos estos cuestionamientos y otros son los que han despertado preocupación

en los estados y sus organismos legislativos y de control. Dicha situación puede entorpecer el libre desarrollo de la tecnología hasta que no se tenga claro las consideraciones éticas (las cuales deben estar amparadas en un marco regulatorio) que se deben cumplir a la hora de usar la AI (ver Tabla 9).

- **AI su impacto en la transparencia:** las aplicaciones de la AI son múltiples, y para su correcto desarrollo y dependiendo del objetivo que se quiera alcanzar, se requiere el uso de grandes cantidades de datos en los cuales se basara la decisiones tomadas o resultantes, por lo tanto, es imperativo garantizar que dichas decisiones sean transparentes y hacen un correcto uso de la información, sectores como el financiero son muy sensibles a este tipo de situaciones y se requiere marcos claros que regulen dicha actividad para implementar mejoras en labores de contabilidad y tributación que tienen una estricta regulación. (ver Tabla 9).
- **Vehículos autónomos:** el contar con vehículos no tripulados o autónomos es una realidad que se está materializando gracias a tecnologías como la AI, sin embargo, la implementación de esta aplicación en particular ha traído un sin número de desafíos a los gobiernos en materia normativa, ya que este tipo de concepto no estaba contemplado en los marcos regulatorios existentes, y debido a ello se ha generado todo un proceso a nivel mundial, de revisión de normatividad vigente y generación de proyectos de ley, directrices y/o reglamentos que establezcan normas o reglas claras para una correcta apropiación de este tipo de soluciones, el no tener un marco claro implicaría una obstaculización del testeado de este tipo de soluciones automatizadas.

- La próxima figura y de acuerdo con la información detectada en el presente informe, muestra una mirada mundial sobre la validación y testeo de vehículos autónomos y las diferentes posiciones en cuanto al contexto normativo de los diferentes países. Dentro las posiciones más frecuentes se encuentran: permitir su testeo sin conductor, permite su testeo únicamente con conductor, permite su testeo sin legislación específica, permite su testeo con y/o sin conductor, la decisión depende del estado (países federales), no permiten su testeo[(Legal Research Directorate staff, 2019)].

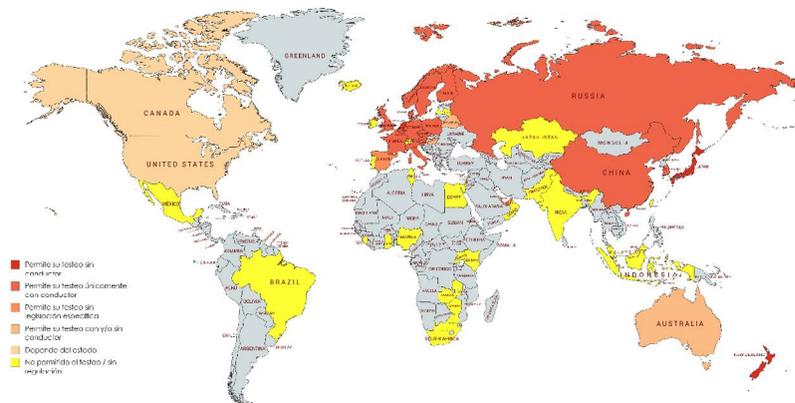


Figura 51. Mapa de calor en donde se identifican los territorios a nivel mundial que tienen legislación para el testeo de vehículos autónomos como aplicación de la tecnología inteligencia artificial. Elaboración propia de acuerdo con la metodología de búsqueda y selección de documentos aplicada para el presente informe.

- **Sistemas autónomos de armas letales:** dentro de las aplicaciones de la inteligencia artificial se encuentran los sistemas autónomos de armas letales que tienen como objetivo reducir la exposición de soldados en operaciones militares, sin embargo, este tipo de uso de la

tecnología genera posiciones divididas a nivel mundial, ya que uno de los desafíos que se presenta en el marco regulatorio está relacionado en la confiabilidad que tienen las decisiones tomadas por este tipo de sistemas y como estos pueden acoplarse a los protocolos y leyes actuales en temas militares.

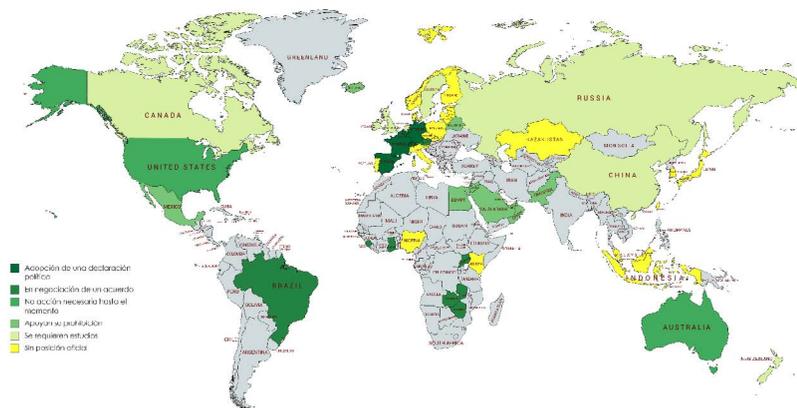


Figura 52. Mapa de calor en donde se identifican los territorios a nivel mundial que tienen legislación para el uso y testeo de sistemas autónomos de armas letales como aplicación de la tecnología inteligencia artificial. Elaboración propia de acuerdo con la metodología de búsqueda y selección de documentos aplicada para el presente informe

- La figura anterior y de acuerdo con la información detectada en el presente informe, muestra una mirada mundial sobre las posiciones tomadas por algunos países frente al tema. Dentro las posiciones más frecuentes se encuentran: la adopción de una declaración política, en negociación de un acuerdo, no se ha visto presionado en tomar una acción hasta el momento, apoyan su prohibición, requiere realizar estudios, sin posición oficial.
- **AI y su armonización con leyes de protección de datos:** debido al

crecimiento en el volumen de datos que se recolecta y maneja hoy en día en diferentes industrias y actividades cotidianas se ha visto la necesidad de implementar políticas claras para la protección de dichos datos, de los cuales una gran proporción son considerados sensibles o de carácter privado. Como ya se mencionó de forma previa, la gran mayoría de las soluciones basadas en AI requieren emplear grandes volúmenes de datos para generar decisiones. Por lo anterior, se requiere revisar y ajustar la normatividad actual en el tema para generar un acople adecuado de estas soluciones emergentes con el cumplimiento de directrices en protección de datos, de lo contrario se pueden generar obstáculos a la hora de emplear datos que son esenciales en el desarrollo de ciertas soluciones basadas en AI (Tabla 9).

- **Ciberseguridad / Cibercrímenes:** el empleo de AI en actividades cotidianas en donde se usa información sensible puede crear escenarios de riesgo en la seguridad de dicha data. Es importante que se generen protocolos claros para el desarrollo y ejecución de aplicaciones de AI que minimicen el riesgo de ciberataques en donde se vulneren soluciones basadas en AI o se utilice la AI en sí para generar dichos ataques (Tabla 9).

4.5. ESTRATEGIAS O INICIATIVAS NACIONALES QUE APALANCAN LA TECNOLOGÍA

Los países y sus gobiernos adicionalmente a las leyes, normas, códigos, decretos y estatutos cuentan con otro tipo de instrumentos para la generación políticas en temas específicos o áreas con interés de ser explotadas por una nación. Las iniciativas o estrategias nacionales son un ejemplo de este tipo de instrumentos, en donde se crea todo un plan o ruta de trabajo a seguir por diferentes instituciones y actores que deben estar involucrados en la consecución de un objetivo que traerá bienestar a la sociedad y la economía de un país.

Las estrategias o iniciativas nacionales, por lo general, contemplan capítulos o apartados focalizados en políticas y marcos regulatorios ya sea generando recomendaciones o directrices que habiliten el cumplimiento del objetivo del plan. Para la tecnología AI, la Tabla 10 muestra un resumen de las estrategias o iniciativas que se identificaron como habilitadoras de soluciones basadas en AI a nivel mundial.

Tabla 10. Estrategias o iniciativas nacionales en inteligencia artificial, panorámica a nivel global de acuerdo con la información detectada aplicando la metodología de búsqueda e identificación de documentos. Elaboración propia.

País	Estrategia / programa	¿Qué buscan?	Periodo de ejecución	Líder iniciativa	Enlace Consulta
Alemania	“AI Made in Germany” (Artificial Intelligence Strategy)	En noviembre de 2018 el gobierno publicó la estrategia, dentro de sus alcances se encuentra la adaptación del marco regulatorio y legal de tal manera que se promueva el crecimiento económico a través de la AI y el mejoramiento del talento humano. Otro foco importante de la estrategia es usar la AI en el sector público para proveer información y servicios que sean más personalizados, dirigidos y accesibles.	2020 -2025	Ministerio de Educación e Investigación Ministerio para Asuntos Económicos Ministerio del Trabajo y Asuntos sociales	Clíc aquí
Argentina	Borrador Plan Nacional de Inteligencia Artificial	El borrador está en cabeza del secretario para la Ciencia y la Tecnología. El plan busca posicionar al país como un líder regional en el campo, y maximizar la generación y uso de conocimiento con el objetivo de mejorar la competitividad del sector privado y modernizar la administración pública a través de la proveeduría de mejores servicios a los ciudadanos.	2020-2030	Secretaria de Gobierno para la Ciencia y la Tecnología	Clíc aquí
Australia	Australia´s Tech Future (2018)	La estrategia busca alcanzar una economía digital inclusiva, fuerte y segura, incluyendo el uso de tecnologías emergentes como la AI. La estrategia, tiene un sub-foco en aspecto regulatorios.	2018-2019	Ministerio para la industria, la Ciencia y la Tecnología	Clíc aquí
Austria	Artificial Intelligence Mission Austria 2030	La estrategia está enfocada en 7 áreas: I+D; Sociedad, ética y mercado laboral; cualificación y entrenamiento; AI en gobierno, seguridad y leyes; AI en el sector público; infraestructura para posiciones industriales de liderazgo; e AI en la economía.	2020-2030	Ministerio de Transporte, Innovación y Tecnología	Clíc aquí
Bélgica	AI 4 Belgium	En el 2019 el gobierno de Bélgica lanza su estrategia nacional para la AI. La estrategia incluye 7 objetivos para cumplir: Políticas apoyadas en la ética, regulaciones, habilidades y competencias; Proveer al país una cartografía de la IA; Motivar a la comunidad en AI de Bélgica; Captar fondos de la UE y conectarse con su ecosistema; Proponer acciones concretas para el entrenamiento en IA; Contribuir a la adopción de la AI por la industria; Crear nuevos productos y servicios basado en soluciones proveniente de la AI.	2020 – 2030	Ministerio para la agenda digital	Clíc aquí
Canadá	Pan-Canadian Artificial Intelligence Strategy	La estrategia nacional para la AI fue lanzada en el país en el 2017 por el gobierno canadiense. La estrategia busca mejorar el talento y capacidades de investigación en AI. De manera complementaria la estrategia se apoya en una iniciativa del sector público (Departamento del Tesoro) sobre el uso responsable de la AI.	2017 – 2021	Instituto Canadiense para la Investigación Avanzada - CIFAR	Clíc aquí
China	New Generation of Artificial Intelligence Development Plan	Lanzado en el 2017 por el gobierno, la estrategia busca que el país sea líder en AI para el 2030. El plan incluye un foco en la generación de un “Gobierno Inteligente”. La estrategia está dividida en etapas y la primera comprende un plan a 3 años el cual estará enfocado en robots al servicio público.	2018-2020	Ministerio de Industria y Tecnologías de la Información	Clíc aquí

Chipre	National Strategy AI: Actions for the use and development of AI in Cyprus	En octubre del 2019 el gobierno local tras una consulta pública lanza la estrategia que se sustentada en 4 pilares: Maximizar la inversión a través de alianzas; Crear áreas de datos nacionales; Cultivar el talento, habilidades y aprendizaje duradero; Desarrollar AI confiable y ética.	No indicado		Clic aquí
Colombia	Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial	El gobierno de Colombia cuenta con un documento guía para la estructurar la política nacional en transformación digital con un enfoque en AI. La estrategia se focaliza en la creación de un mercado en AI liderado por empresas privada y el rol del gobierno se visualiza más de como de regulador, facilitador y cliente de estos servicios.	2020-2024	Departamento Nacional de Planeación Ministerio de Tecnologías de la Información y las comunicaciones	Clic aquí
Corea del Sur	National Strategy a five-year	El país lanza dicha estrategia para posicionarse a sí mismo como un líder en AI. La estrategia contempla 3 objetivos: Garantizar talento en AI (intervención en programas universitarios); Desarrollo de la tecnología IA; e Invertir en infraestructura.	2018 - 2022	Ministerio de Ciencia y las TIC	Clic aquí
Dinamarca	National Strategy for Artificial Intelligence	La estrategia es lanzada en marzo de 2019, y busca convertir al país en uno de líderes en Europa que usa datos e inteligencia artificial para servicios públicos, organizaciones gubernamentales y sistemas para manejo de datos. Lo anterior, basado en desarrollo ético de la AI donde priman las personas.	2019 - 2027	Ministerio de Finanzas Ministerio de Industria, Negocios y Asuntos Financieros	Clic aquí
Emiratos Árabes Unidos	UAE Artificial Intelligence Strategy 2031	La estrategia fue lanzada en el octubre de 2017, el objetivo principal es potenciar el desempeño del gobierno en todos los niveles y para ello se rescata el principio que contempla la estrategia asociado a la optimización de la gobernanza en AI y su regulación.	2018 - 2030	Ministerio para la Inteligencia Artificial	Clic aquí
Estonia	Estonian National AI Strategy	La estrategia fue adoptada en 2019, y está basada en 4 pilares: Avanzar en el mejoramiento de la AI en el sector público; Avanzar en la adopción de la AI en el sector privado; Desarrollar I+D y educación en IA; y Desarrollar un marco legal para la adopción de la AI.	2019 - 2021	Ministerio de Asuntos Económicos y Comunicaciones Oficina de Gobierno	Clic aquí
España	RDI Strategy in Artificial Intelligence	La estrategia fue lanzada en marzo de 2019, con el ánimo de alinear al gobierno en un apoyo progresivo a la inteligencia artificial en diferentes sectores. Para resaltar dentro de las prioridades de la estrategia está el análisis ético de la AI.	2021 - 2027	Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades	Clic aquí
Estados Unidos	American AI Initiative	El gobierno lanza en febrero de 2019 una iniciativa para AI, seguido después de la actualización de un plan nacional para AI en 2019 (National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan: 2019 Update). Los esfuerzos federales están enfocados en: Inversión en I+D para IA; Despliegue de recursos para IA; Establecimiento de estándares de gobernanza para IA; Construcción de una fuerza de trabajo en IA; Generar agenda internacionales y protección de la ventaja del país en AI.	No indicado	Oficina para políticas en ciencia y tecnología	Clic aquí
Finlandia	Aurora National Artificial Intelligence Programme	La estrategia busca proveer una mirada holística del manejo personalizado de la AI en servicios del gobierno para ciudadanos y empresa en un sentido las personas sean el centro y se busque como fin último el bienestar general.	2019 - 2023	Ministerio de Finanzas	Clic aquí

Francia	Country's vision and strategy to make France a leader in AI	(En construcción) En marzo del 2018 desde la presidencia del país se presenta una propuesta para convertir a Francia líder en AI. La estrategia se centra en 3 compromisos: Apostar por el talento francés; agrupar lo activos, especialmente a través de la apertura de datos en el gobierno; y el establecimiento de marco ético.	N/A	Presidencia. Oficina Primer Ministro Francés	Clic aquí
India	National Strategy for Artificial Intelligence	La estrategia fue lanzada en junio de 2018 y busca construir "un ecosistema vibrante en AI. La Estrategia Nacional Contempla el establecimiento de un sector público que permita alcanzar crecimiento económico e inclusión, y escalar soluciones del país en AI a nivel internacional	No indicado	Instituto Nacional para la Transformación de India (NITI Aayog)	Clic aquí
Italia	National Strategy on Artificial Intelligence	(En borrador) En agosto de 2019 se hizo en el país un borrador para la estrategia nacional en AI para que fuera sometido a comentarios. Si bien el borrador tiene un número importante de principios y objetivos, cabe resaltar uno de los principios asociados a convertir la administración pública, políticas y servicios más digitales y por ende más eficientes.	N/A	Ministerio de Desarrollo Económico	Clic aquí
Japón	Artificial Intelligence Technology Strategy	La estrategia fue publicada en marzo de 2017 e incluye 3 fases: 1) Utilización y aplicación del manejo de datos por AI en varios campos; 2) A 2020, uso público de la AI y data para desarrollo transversal en varios campos; y 3) Entre 2025 y 2030 construir un ecosistema mediante la conexión de múltiples sectores.	2018 - 2030	Consejo Estratégico para la Tecnología de IA	Clic aquí
Lituania	Lithuanian Artificial Intelligence Strategy: A vision of the future	La estrategia fue lanzada en abril de 2019, con el ánimo de modernizar y expandir el actual ecosistema en AI de país. Uno del mecanismo a resaltar para ejecutar la estrategia es la creación de "Sandbox" regulatorios que permitan el uso y testeo de sistema AI en el sector público.	No indicado	Ministerio de Economía	Clic aquí
Luxemburgo	Artificial Intelligence: a strategic vision for Luxembourg	En mayo de 2019, el gobierno lanza la estrategia, la cual busca: Ser una de las sociedades digitales más avanzadas a nivel mundial; convertirse en una economía sostenible a partir del manejo de datos; y desarrollar AI con un enfoque centrado en las personas.	2020 - 2030	Ministerio para la Digitalización	Clic aquí
Malta	Malta the Ultimate AI Launchpad: A Strategy and Vision for Artificial Intelligence in Malta 2030	La estrategia fue lanzada en octubre de 2019 en 3 pilares: Inversión, emprendimiento e innovación; Adopción por el sector público; y Adopción por el sector privado. Adicionalmente tiene en cuenta como habilitador clave el establecimiento de un marco legal ético.	2019 - 2022	Secretaría parlamentaria para Servicios Financiero, Economía Digital e Innovación	Clic aquí
Portugal	AI Portugal 2030	En febrero de 2019 el gobierno lanza la estrategia, la cual busca fortalecer el crecimiento económico, la excelencia científica y el desarrollo humano empleando AI. Dentro de diferentes objetivos se rescata el pretender establecer un gobierno de datos abiertos y asegurar un uso ético de la AI en el país.	2020 - 2030	Ministerio de Ciencia, Tecnología y educación superior	Clic aquí

Reino Unido	AI Sector Deal	La estrategia es una derivación de la estrategia nacional industrial. La estrategia se fundamenta en 5 propósitos: ideas, personal, infraestructura, ambiente de negocio, lugares. Lo anterior, bajo un marco ético de desarrollo de las soluciones basadas en IA	2019 – 2027	Departamento de negocios, energía y estrategia industrial Departamento para digital, cultura, media y deportes	Clic aquí
República Checa	National Artificial Intelligence Strategy	La estrategia fue lanzada en mayo de 2019 con el objetivo de convertir al país en un líder en área. Se resalta el llamado que hace la estrategia para la creación de políticas de datos para crear estándares en su uso y un gobierno de datos abiertos para su en AI.	2019 – 2030	Ministerio de Industria y Comercio	Clic aquí
Rusia	National Strategy for the Development of Artificial Intelligence by 2030	En octubre de 2019 el gobierno ruso lanza su estrategia nacional para AI. La estrategia está sustentada en los siguientes principios: Protección de derechos humanos; Seguridad; Transparencia; Soberanía tecnológica; y Apoyo a la competitividad	2020 -2030	Presidencia de la Federación Rusa	Clic aquí
Singapur	AI Singapore	Es un programa nacional en AI lanzado en mayo de 2017. Lo que busca el programa es: Usar la AI para manejar los mayores desafíos que afecta a la sociedad y la industria; Invertir en capacidades que capturen la siguiente ola de innovación científica; Generar una adopción y uso de AI y “Machine Learning” en la industria.	2018-2023	Fundación Nacional para la Investigación	Clic aquí
Suecia	National Approach for Artificial Intelligence	Es un programa nacional lanzado en mayo de 2018 y busca alinear a todos los involucrados con AI en hacer del país un líder en el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece la AI. Se destaca en el programa la agenda en desarrollar reglas, estándares, normas y principios éticos para guiar el uso de la IA; así como promover el establecimiento de estándares y regulaciones internacionales en este tema	No indicado	Ministerio de emprendimiento e innovación	Clic aquí
Unión Europea	Europa Digital	El programa busca reforzar las capacidades de Europa en informática de alto rendimiento, inteligencia artificial, ciberseguridad y competencias digitales avanzadas y en garantizar su amplio uso en la economía y la sociedad.	2021-2027	Estados Miembros	Clic aquí
Unión Europea	Plan coordinado sobre la inteligencia artificial	Esta estrategia pretende establecer un marco estratégico para las estrategias nacionales de AI, bajo los lineamientos de una AI ética, segura y vanguardista (made in Europe).	N/A	Estados miembros	Clic aquí

Adicionalmente, la siguiente figura muestra un panorámico de los avances en cuanto a ejecución o construcción de estrategia o iniciativas nacionales, a partir de los documentos identificados aplicando la metodología de búsqueda descrita en el presente informe. Como hallazgo interesante se puede identificar una actividad importante en las regiones de Europa (Unión Europea) y Asia-Pacífico en el establecimiento de iniciativas asociadas al aprovechamiento del potencial que tienen las soluciones

basadas en AI. Se tienen 3 niveles de avances la construcción de dichas estrategias: cuenta con una estrategia nacional consolidada en AI, el apalancamiento de la AI hacer parte de una estrategia nacional digital, o se encuentra en la construcción de la estrategia.

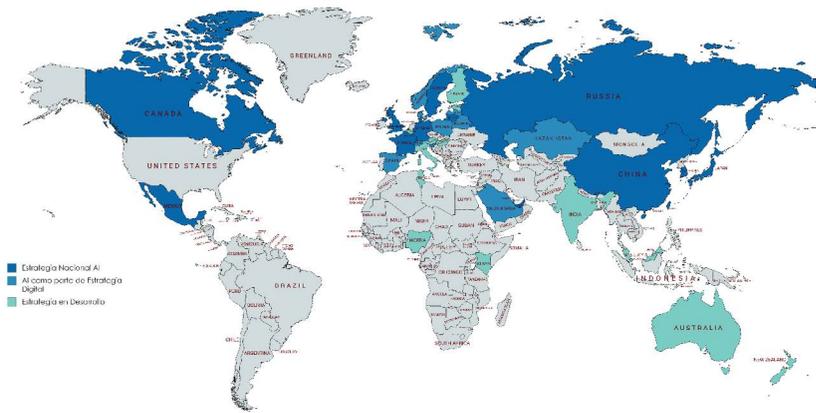


Figura 53 Mapa de calor en donde se identifican los territorios a nivel mundial que cuentan, en cierto grado, con una estrategia nacional focalizada en inteligencia artificial. Elaboración propia de acuerdo con la metodología de búsqueda y selección de documentos aplicada para el presente informe.

4.6.CASOS Y EJEMPLOS

EU copyright protection of works created by artificial intelligence systems

Territorio: Unión Europea

En este caso de estudio, abordado a través del desarrollo de una tesis de maestría, se abre la discusión sobre si los trabajos mediante sistemas de inteligencia artificial son elegibles para ser protegidos bajo los derechos de autor. El autor se centra en la normatividad actual de la Unión Europea. De las principales conclusiones se tiene que bajo marco actual en la Unión Europea algunos tipos de creaciones usando AI pueden ser susceptibles de ser protegidos, sin embargo, se presentan inconsistencias en los casos que la creación por inteligencia artificial no tiene ninguna contribución humana al final del trabajo.

Mas información: (Bøhler, 2017)

The use of algorithms in the criminal justice system

Territorio: Nueva Zelanda

EL gobierno de Nueva Zelanda dentro de sus actividades relacionadas con el sistema judicial criminal cuenta con una pequeña cantidad de sistemas y algoritmos basado en AI para distintas actividades (YORST, RoC*RoI, y ASRS-R). Sin embargo, de acuerdo con revisiones de las perspectivas internacionales en cuanto estos sistemas, se deben hacer una revisión más profunda en cuanto a las siguientes aplicaciones: vigilancia de las decisiones sobre sentencias, libertad condicional y detención posterior a la sentencia.

Mas información: Government Use of Artificial Intelligence in New Zealand

4.7. CONCLUSIONES

La complejidad de las tecnologías emergentes en la actualidad trae consigo desafíos a nivel regulatorio, los cuales son más prominentes en un sin número de sectores. Hoy por hoy no se hace extraño encontrar declaraciones de organismos reguladores que reconocen estar siendo sobrepasados por la velocidad del avance tecnológico y existe el temor de no estar preparados para enfrentar estas nuevas tecnologías o los cambios que introducen nuevos modelos de negocio.

Sin ser ajenos a la anterior situación, en este informe se mostró un panorámico de desafíos, barreras e incluso oportunidades identificadas desde el ámbito regulatorio para la Inteligencia Artificial (IA).

Para cubrir dichos vacíos o potenciar el uso de ciertas soluciones derivadas de estas tecnologías a nivel mundial se encontraron avances en el establecimiento de leyes y/o proyectos de ley orientados a generar marcos regulatorios claro y pertinentes, promover el entendimiento de estas nuevas tecnologías (realizando estudios de estado del arte, por ejemplo), e implementando políticas públicas específicas en estas tecnologías a través de estrategias o iniciativas nacionales.

Si bien para cada una de las tecnologías son particulares el contexto, los desafíos y las oportunidades a ser abordadas desde una mirada de la normatividad se encontraron algunos temas transversales a las tres tecnologías analizadas en este informe. Temáticas como la educación, la ciberseguridad, la seguridad nacional, y la protección de datos fueron relevantes para cada una de estas tecnologías desde el análisis normativo realizado.

En este caso, desde el análisis de la normatividad realizado para la

tecnología Inteligencia Artificial, se encontró que las aplicaciones o usos que vienen siendo potenciadas por distintos gobiernos desde el ámbito normativo están relacionados con administración pública, fuerza laboral o profesiones del futuro, justicia, seguridad nacional y educación. Desde la mirada de los desafíos o áreas que requieren ser reguladas o donde se ve imperativo establecer un marco regulatorio, se encontró un foco en derechos humanos, transparencia, vehículos autónomos, sistemas autónomos de armas letales, protección de datos y ciberseguridad.

En cuanto a los territorios que muestran acciones o actividades de trabajo para establecer marcos regulatorios en las temáticas descritas previamente, se encontró que las regiones de Norte América, Unión Europea y Asia Pacífico vienen avanzando en dichas agendas de trabajo, en donde de acuerdo con el tipo de documentos identificados dichos esfuerzos en su mayoría se ven representados en proyectos de ley que se vienen gestionando en los diferentes cuerpos legislativos de cada país.

Respecto a las estrategia o iniciativas nacionales asociadas con IA, se encontró que particularmente para esta tecnología de han adelantado en una gran proporción de países a nivel mundial el establecimiento dichos estrategias o se encuentran en la construcción de esta, hecho que evidencia el enorme interés que ha generado esta tecnología emergente en diferentes latitudes debido a su gran potencial en cuanto a usos y aplicaciones en múltiples sectores. Cabe destacar que en el presente informe se detectaron un especial esfuerzo regulatorio en cuanto a vehículos y sistemas autónomos de armas letales.

05

CONV

ESPACIOS DE

CONVERGENCIA

ERGENC

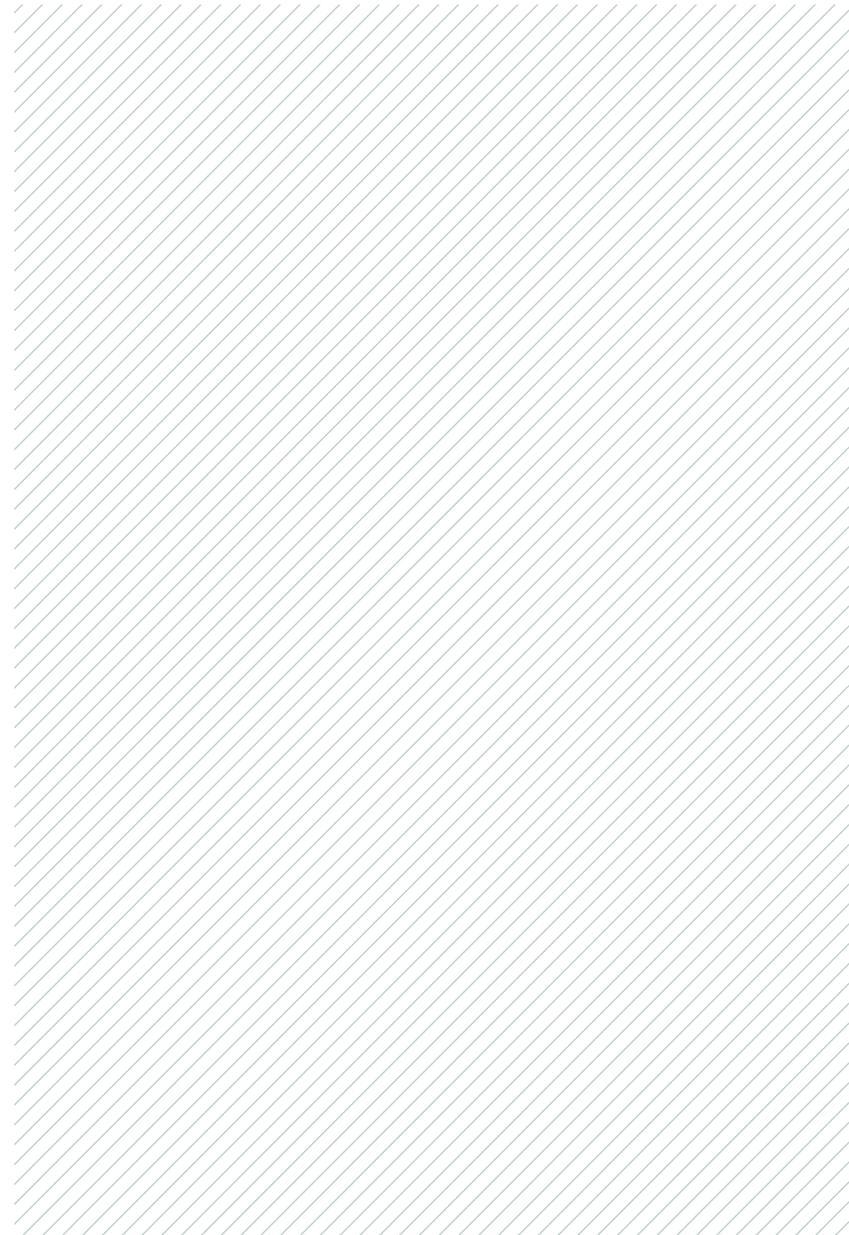
La información presentada en los anteriores capítulos del informe, permite mostrar como las nuevas tecnologías no son estáticas ni se establecen como islas sin ningún contacto con las demás. A continuación, se relacionan algunos espacios de convergencia que se han identificado, lugares comunes, actuales o futuros, donde las tres tecnologías intervienen desde sus potencialidades específicas, para la construcción de soluciones conjuntas.

Convergencia de las tres tecnologías:

Internet de las Cosas cuenta con capacidad intuitiva, Inteligencia Artificial y Machine Learning con poder cognitivo y Blockchain con memoria infalible, cada uno de forma independiente cuentan con la capacidad de revolucionar procesos, pero juntos, transforman las organizaciones hacia un modelo habilitado tecnológicamente. Para ello, es importante:

- Reconocer la importancia de la nube.
- Comprender que estas tecnologías se sustentan en grandes cantidades de datos, por lo que la gestión de estos juega un papel fundamental.
- Comprender que la adopción de estas tecnologías requiere, en algunos casos, un cambio en los procesos y formas de hacer las cosas (Oracle, 2018).

Estos espacios se traducen en una serie de fichas en las que se detalla cómo las diferentes tecnologías se interconectan, la forma en que se materializa esta integración y lo que se espera lograr. Así mismo, se presentan algunos casos relevantes relacionados con cada uno de los espacios de convergencia.



De las Smart cities a las Smart societies

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Big data, Automatización, Ciberseguridad, Cloud computing, Plataformas digitales, Analítica predictiva, Deep Learning

Q ¿A QUÉ SE REFIERE?

Los desafíos que enfrenta la sociedad actual se deben a la relación desconexa entre la infraestructura y estructura social. Es decir, a la falta de información o, por el contrario, a la información en cantidad y sin procesar que genera ruido en la toma de decisiones de los ciudadanos. Este es el cambio de paradigma entre las Smart cities y la Smart societies, la idea del ciudadano empoderado y en estado permanente información pertinente. Colocando en las manos de los usuarios finales información y datos que permitan impulsar una mejor toma de decisiones, aprovechando la inteligencia colectiva de la sociedad para crear soluciones en torno a problemas urbanos del día a día (Deloitte, 2018f).

Así, las Smart societies encuentran en la tecnología un camino que reduce las transacciones físicas y el costo de recopilar información, partiendo de la premisa de que un volumen considerable de datos disponibles permite sacar provecho del sistema de infraestructura existente, expandiendo así la capacidad y vida útil de los activos y respondiendo efectivamente a los nuevos requerimientos sociales (Woetzel et al., 2018).

Esto se ha reflejado en la aparición de plataformas digitales y dispositivos conectados que han impulsado a las ciudades a integrar datos a lo largo de sus procesos, motivadas en gran medida por el deseo de mejorar la eficiencia y adaptar los servicios a las necesidades de las poblaciones (Deloitte, 2018f).

De esta forma, la calidad de vida, la competitividad económica y la sostenibilidad proporcionan la base para las nuevas iniciativas de las smart societies, al buscar que, a través de la tecnología, se produzcan cambios en seis dominios urbanos: Economía, Movilidad, Seguridad, Educación, Vida y Medio ambiente, aspectos claves para la transformación de una sociedad tradicional a una digital e inteligente.

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Las ciudades conectadas involucran tanto los gobiernos, como los ciudadanos y las organizaciones, en un ecosistema inteligente conformado principalmente por herramientas tecnológicas con el objetivo de lograr mejores servicios en la ciudad y una mejor calidad de vida para sus habitantes. Esta nueva dinámica de trabajo integral mejora la experiencia de los ciudadanos y la toma de decisiones de la ciudad utilizando el diseño de datos, la apuesta por lo digital y la integración del usuario.

Como ejemplo, existen gigantes de la tecnología y de las telecomunicaciones, como Cisco e IBM, que se han convertido en proveedores de sistemas y servicios para ciudades inteligentes alrededor del mundo. Las plataformas tecnológicas están transformando la manera en la que se integra el transporte público con millones de usuarios y conductores en diferentes ciudades, quienes se conectan a través de herramientas que constantemente están recopilando información acerca del estado de las vías, gracias a las políticas de datos abiertos. Las empresas, especialmente en los países en desarrollo, seguirán utilizando la tecnología para crear soluciones radicales a los desafíos actuales, reemplazando la necesidad de activos fijos, como lo han hecho plataformas tipo Uber, AirBnB, MrJeff, Rappi, entre otros (PWC, 2017a).

¿QUÉ LOGRA?

El propósito de las ciudades inteligentes es interconectar a la sociedad en general y generar beneficios para las poblaciones que allí residen, por ejemplo: una mejor calidad de vida para residentes y visitantes, competitividad económica para atraer industria y talento, así como un enfoque consciente en la sostenibilidad económica y ambiental (Deloitte, 2018f).

EJEMPLO

En el año 2008, IBM introdujo el concepto de “Smart Planet”, que conllevó eventualmente al desarrollo de un portafolio de productos y servicios que la compañía ofrece, entre ellos desarrollo de hardware, software y servicios digitales a gobiernos municipales; su primer proyecto fue el desarrollo del centro de comando en Río de Janeiro (Brasil), que integra datos de más de 30 agencias municipales y estatales bajo un mismo centro, con cientos de pantallas que monitorean el transporte, el agua, la energía, la seguridad, y otras operaciones clave.



Cisco también fue otra compañía pionera en moverse en el mercado, desarrollando plataformas digitales y soluciones que desde entonces se han integrado en ciudades como Songdo (Corea del Sur), Barcelona (España) y Kansas City (EEUU).

Otro claro ejemplo es Singapore y su gran apuesta por convertirse en la ciudad del futuro, soportada en el tratamiento de grandes volúmenes de datos para tomar las decisiones más acertadas.

Hogares inteligentes

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Wearables, Automatización, Big Data, Cloud computing, Ciberseguridad, Robótica

¿A QUÉ SE REFIERE?

El mercado global de Internet de las Cosas (IoT) está creciendo significativamente rápido en los últimos años, desde un pequeño reloj portátil hasta hogares inteligentes. Algunas de las tecnologías más avanzadas suelen ser reactivas, asistentes virtuales como Siri o Alexa son ejemplos de lo que se conoce como inteligencia estrecha: se enfocan en realizar tareas, o subconjuntos de tareas de forma efectiva, pero eso es todo lo que pueden hacer. De ahí la necesidad de tecnologías que sean proactivas y logren ir más allá, facilitando la vida de los usuarios y mejorando su calidad de vida (ACS, 2018).

Por su parte, en un contexto en el que cada vez más y más datos son recopilados y compartidos por los diferentes dispositivos inteligentes que se encuentran en el hogar, temas como la seguridad y la privacidad del residente de la vivienda conllevan desafíos. La convergencia entre Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y Blockchain, busca proporcionar mecanismos privados, seguros y descentralizados para el uso de la información (Zhou, et al., 2018).

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Cuando convergen las tres tecnologías, los asistentes virtuales logran ser más proactivos, identificar qué productos hacen falta en el hogar y sugerir ser ellos quienes los adquieran o indicar dónde puede encontrarse el mejor valor, son algunas de las acciones que permiten ajustar los hábitos de consumo de los usuarios, garantizando, a través del uso de Blockchain, que las transacciones se procesen de forma ágil y segura.

¿QUÉ LOGRA?

A través de dispositivos inteligentes, se recopilan enormes cantidades de datos que pueden ser aprovechados y capitalizados para mejorar la experiencia de los usuarios en sus hogares, los cuales se vuelven inmutables al emplear Blockchain, lo que permite que estén a salvo de ataques cibernéticos, y que la información esté protegida.

EJEMPLO

Samsung, uno de los gigantes de la tecnología cuenta con una línea de negocio exclusiva de soluciones de IoT e inteligencia artificial que convertir cualquier hogar, en un hogar inteligente. Samsung ha construido una plataforma que integra dispositivos, sistemas de comunicación, transferencia de datos y análisis de estos, para la automatización de cualquier espacio.



Salud y cuidado

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Wearables, Big Data, Ciberseguridad, Cloud computing, Analítica predictiva, Robótica

¿A QUÉ SE REFIERE?

En la medida que las personas adoptan el uso de wearables para el monitoreo de la salud entregando información precisa de forma remota y al instante, y las instituciones de salud avanzan en el uso de análisis de datos y la inteligencia artificial, para mejorar los diagnósticos clínicos y predecir de forma efectiva diversas enfermedades, las alianzas entre estas instituciones y las compañías tecnológicas son cada vez más comunes (Cornell University, INSEAD & World Intellectual Property Organization, 2019).

No obstante, surgen cuestionamientos acerca de la integridad en el uso de los datos de pacientes y usuarios de la salud por parte de terceros y, es allí donde radica la importancia del Blockchain, pues permite que su información esté cifrada y protegida.

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

La convergencia entre Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y Blockchain, permite gestionar de manera integral los datos de los usuarios de la salud, de manera que los profesionales de la salud pueden obtener en tiempo real información acerca de las condiciones de salud de sus pacientes, a través de dispositivos médicos inteligentes (como los wearables), así como tener acceso a sus historiales médicos y planes de bienestar en caso de requerirlos. Existe, además, la posibilidad de comprar, vender o intercambiar datos generales de salud de pacientes para diferentes estudios científicos o para obtener más información sobre una enfermedad específica, manteniendo cifrada la información personal de éstos, garantizando así su privacidad.

¿QUÉ LOGRA?

La proliferación de dispositivos de salud conectados y compartiendo información y la necesidad de protegerse contra las violaciones de datos hacen de Blockchain una herramienta que contribuye notablemente al sector de la salud, pues permite mejorar la seguridad y la privacidad de los datos de los pacientes. Así mismo, al integrar esta tecnología con Inteligencia Artificial e Internet de las Cosas, las instituciones de salud aumentan su capacidad para realizar diagnósticos más certeros y para tratar enfermedades de forma preventiva, mejorando el cuidado de los pacientes y obteniendo resultados más eficientes. Gracias a la disponibilidad de información, los investigadores cuentan con datos suficientes que les permiten detectar anomalías a tiempo o realizar avances científicos de suma importancia Cornell University, INSEAD & World Intellectual Property Organization, 2019).

EJEMPLO

Gainfy es una plataforma de atención médica que emplea dispositivos blockchain, AI e IoT para mejorar la experiencia de la industria de la salud. Entre los principales productos que esta compañía ha desarrollado, se encuentran una plataforma digital de atención urgente, un sistema de verificación de identidad, una herramienta de cifrado de datos, un sistema de pago criptográfico y una base de datos para ensayos clínicos.

Mayo Clinic, por su parte, estableció una alianza estratégica a diez años con Google, para utilizar su plataforma en la nube y acelerar sus procesos de innovación a través de tecnologías digitales, como la inteligencia artificial y el análisis de datos.



PARA



El futuro es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRE FOR THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

OPERA:

ruta 71
MEDÉLLIN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN

VISA

Industria redefinida

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Machine Learning, Deep Learning, Automatización, Drones y Vehículos Autónomos, Robótica, Cloud computing, Edge computing, Data visualization, Digital twins, Analítica predictiva, Analítica Cognitiva

¿A QUÉ SE REFIERE?

Los rápidos cambios tecnológicos y las tendencias han hecho que la transición hacia un sistema de gestión de procesos más flexible y adaptativo sea casi un imperativo para las industrias que desean seguir siendo competitivas. En el mercado digital de hoy en día, las fuentes de ingresos tradicionales se están volviendo más veloces y el crecimiento sostenible requiere un nuevo modelo operativo basado en el cliente e impulsado por herramientas tecnológicas para brindar experiencias y resultados excepcionales.

Diversos sectores se encuentran hoy día ante el nuevo boom en tecnologías 4.0, buscando la optimización y eficiencia de los procesos a través de tecnologías de vanguardia, delegando actividades sistemáticas, principalmente en el acceso, manejo e intercambio de datos a las tecnologías inteligentes, con el ánimo de liberar el tiempo de las personas para que se dediquen a actividades más estratégicas dentro de las compañías (Deloitte, 2017b).

Las fábricas totalmente inteligentes permiten una creación continua de productos bajo demanda de forma ágil y sin intervención humana. Toda la línea de producción se configura con la ayuda de la Inteligencia Artificial y el Internet de las Cosas, permitiendo el acceso directo y el control a máquinas diferentes durante el proceso de fabricación, creando así procesos óptimos e inteligentes.

Es así como las nuevas fábricas transitan entre lo físico y lo digital, con los datos como un nuevo insumo para la producción, información que llega tanto desde el interior de la cadena de producción, como desde el suministro y desde el mismo cliente, y que es procesada en tiempo real para la optimización de los más mínimos detalles gracias a la inteligencia artificial; son los clientes los que, como un nuevo valor agregado, pueden además estar al tanto de todo el proceso productivo gracias a la confianza generada por la tecnología blockchain, que permite conocer al detalle todas las transacciones generadas en la producción.

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Muchos actores del sector industrial están aprovechando ya los componentes de una fábrica inteligente en áreas tales como planificación y programación avanzada, utilizando datos de producción e inventario en tiempo real, e inclusive la realidad aumentada para los mantenimientos preventivos (Deloitte, 2019d), y transacciones seguras mediante Blockchain. Así, se potencia la gestión de servicios a través de las tecnologías logrando que las empresas sean más flexibles, ágiles y receptivas, y ayudándoles a generar valor adicional al impulsar el crecimiento y las operaciones de escala rápidamente.

Un buen ejemplo del aporte de estas tecnologías se da cuando es necesario hacer un retiro de producción en mercado, esto se da cuando lotes completos de un producto están comprometidos por algún tipo de amenaza para los usuarios, en estos casos, la habilidad de identificar al detalle cuáles son los productos con deficiencias o problemas, permite hacer un retiro rápido y con el menor impacto posible para la industria. Con blockchain, junto con IoT, se puede hacer trazabilidad completa a la producción recopilando información detallada de cada producto que se estructura en la cadena de bloques y, de este modo, se asegura para futuro uso. Esto también permite apalancar la economía circular, puesto que permite hacer seguimiento al detalle de la disposición final de la producción, y así asegurar la sostenibilidad ambiental (CB insights, 2019b).

¿QUÉ LOGRA?

La incorporación de tecnologías genera valor a partir de la generación de flujos de trabajo más eficientes, la optimización de procesos y las mejoras operativas, también permite sincronizar el proceso de fabricación, la planificación de la cadena de suministro y las operaciones en un entorno digital unificado. Para aprovechar al máximo las oportunidades de crecimiento en el mercado, los fabricantes deberán transformar sus prácticas internas para respaldar un panorama de fabricación colaborativa, una cadena de suministro digital, modelos comerciales cambiantes y una fuerza laboral para el futuro (Brinkley, 2019).

EJEMPLO

NetObjex brinda a otras empresas y compañías de tecnología una plataforma de automatización inteligente que les permite hacer seguimiento, rastreo y monitoreo de activos digitales en diferentes sectores verticales de la industria, esta plataforma aprovecha el poder de las tecnologías IoT, AI y Blockchain, conjugándolas para permitir a las empresas hacer seguimiento a detalle de todas las transacciones e interacciones en su cadena productiva.



Ciberseguridad

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Cloud computing, Deep Learning, Computer vision, Biométrica

¿A QUÉ SE REFIERE?

Nuevas regulaciones más estrictas, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa, la amenaza del delito cibernético y el aumento del valor y la proliferación de los datos del consumidor han hecho de la seguridad cibernética una preocupación universalmente apremiante. La convergencia de tecnologías como Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y Blockchain suprime de forma importante errores humanos en procesos de ciberseguridad (ASSOCHAM, 2018).

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Cuando prácticamente todo está equipado con sensores, los datos de registro y auditoría se pueden recopilar en un repositorio centralizado. El aprendizaje autónomo puede analizar estos datos de manera mucho más rápida y precisa que cualquier humano, tomar decisiones lógicas y tomar medidas autónomas. Y toda evidencia crítica se registra de forma segura a través de Blockchain (ASSOCHAM, 2018).

Estas tres tecnologías convergen entre sí evidenciándose en el impacto que gestiona el IoT en el blockchain, al transformar su potencial en redes de conectividad efectivas, y al mismo tiempo se verá impactada la creación de sinergias en entornos de trabajo de las economías digitales, haciendo de la cuarta revolución industrial una realidad (Verdú, 2018)

EJEMPLO

En el año 2008, IBM introdujo el concepto de “Smart Planet”, que conllevó eventualmente al desarrollo de un portafolio de productos y servicios que la compañía ofrece, entre ellos desarrollo de hardware, software y servicios digitales a gobiernos municipales; su primer proyecto fue el desarrollo del centro de comando en Río de Janeiro (Brasil), que integra datos de más de 30 agencias municipales y estatales bajo un mismo centro, con cientos de pantallas que monitorean el transporte, el agua, la energía, la seguridad, y otras operaciones clave.



¿QUÉ LOGRA?

Los sistemas de ciberseguridad deben estar actualizándose diariamente dado que cada día existen nuevas formas de ataques cibernéticos, y es aquí donde las tecnologías de blockchain, inteligencia Artificial e Internet de las Cosas cobra valor al lograr recopilar información de nuevas formas de amenazas, ataques, infracciones exitosas, aprender de ellas y desarrollar mecanismos de defensas de los archivos digitales, mitigando las amenazas a la vez que aprende nuevas y mejores formas de detectarlas y expulsarlas en el futuro (Deloitte, 2018e; Panesar, 2018).

Gracias a esto, las tecnologías mencionadas logran manejar grandes volúmenes de datos de seguridad, acelerar los tiempos de detección y respuesta, mantenerse al día en la carrera armamentista de Inteligencia Artificial (Varindia, 2019).

Personalización de productos y servicios

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

¿A QUÉ SE REFIERE?

Actualmente, las tecnologías captan y gestionan grandes y diversos volúmenes de datos, para comprender de manera profunda las preferencias y comportamientos de cada cliente (Deloitte, 2019f). Esto permite ofrecer y entregar bienes y servicios totalmente personalizadas, partiendo del conocimiento profundo del usuario, sus motivaciones, condiciones específicas medioambientales, e incluso muchos de sus hábitos principales, creando una nueva generación de sistemas de servicios, que serán el nuevo multiplicador de valor para la industria, en tanto se podrá conectar en red varios aspectos (como herramientas, activos, materiales, personas, procesos y servicios) en una plataforma digital. Esto vendrá acompañado de grandes retos como lo es el tratamiento de datos personales, puesto que las empresas dispondrán de información tal que incluso podrán predecir las necesidades del usuario antes que ellos mismos (Brinkley, 2019).

Esta personalización masiva derivada de la información obtenida por los usuarios, es alimentada por dispositivos IoT como los Wearables o los dispositivos domóticos instalados en hogares y edificaciones, cada uno de estos genera cantidades de información que puede ser aprovechada por las industrias para extraer insights específicos a detalle de poblaciones seleccionadas, y que previamente hayan aprobado el uso de esta información, que puede ser transmitida mediante redes descentralizadas y protocolos seguros como el blockchain, que aportaría transparencia y daría valor a la información, generando un submercado de datos que puede ser aprovechado tanto por los usuarios, en este caso generadores o prosumidores, y por las industrias, que alimentarían sus sistemas de Inteligencia artificial para de esta forma generar mayor pertinencia a los productos.(Deloitte, 2015b)

De esta manera se genera el espectro de la personalización (Deloitte, 2015), que parte del esquema tradicional de la creación en masa de productos estándar, los cuales han sido diseñados teniendo en cuenta la cobertura de la mayor cantidad de población posible, basándose en elementos genéricos debido precisamente a la información disponible. De este punto pasa a la personalización en masa que tiene como sustento la curación de contenidos, lo que permite la modificación básica de los productos a partir de la información recopilada y suministrada directamente por los usuarios. Para llegar a la personalización en masa, es necesario contar con mayor cantidad de información para generar un set de productos desde los cuales se puede seleccionar el más indicado para la aplicación que requiera, esto se puede hacer mediante la intervención de tecnologías de sensado y de captura de información relevante del entorno, que son cruzadas con tendencias y necesidades poblacionales mediante procesos automatizados. Por último, se llega a la producción a la medida (Bespoke), en la que el usuario está altamente envuelto en el proceso de creación de productos y en el modelo de negocio, mediante tecnologías de intercambio de información y canales seguros que permitan generar confianza suficiente entre las partes para interactuar al detalle, esto, además, con la ayuda de tecnologías cognitivas que permitan multiplicar esfuerzos de escucha activa en las fábricas.

La personalización, en este caso, es una construcción continua, se puede lograr de forma incremental, permitiendo a las compañías experimentar con la personalización para aprender más sobre las reacciones de sus clientes y la demanda del mercado, teniendo en cuenta los pasos anteriores, para de esta forma hacerlo sin dañar la marca (Deloitte, 2015b).

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Realidad virtual, Automatización, Cloud computing, Big Data, Analítica, Machine Learning, Deep Learning

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Las herramientas de gestión de contenido, descubrimiento y gestión de experiencias organizan la entrega de productos de manera dinámica, consistente y omnicanal, dejando ver que la industria está migrando a la entrega de soluciones centradas en el usuario a partir de sitios web, plataformas sociales, móviles, o la optimización de motores de búsqueda.

Las industrias migran la forma de capturar información de valor de sus usuarios, IoT permite un nivel extremos de cercanía con este y una resolución de detalle insuperable, pero estos datos deben ser curados de manera oportuna y efectiva, para de esta forma lograr generar los resultados esperados (Deloitte, 2019f).

¿QUÉ LOGRA?

Además de garantizar que los productos y servicios que se ofrecen estén realmente disponibles y puedan entregarse rápidamente y de una forma segura, los clientes o usuarios disfrutan de tener un mayor abanico de opciones donde, además, su intervención genera experiencias personalizadas. Esto permite alcanzar una mayor cantidad de audiencias y nichos, además de generar mayor afinidad del usuario con la marca o con el producto en cuestión.

EJEMPLO

La tienda de ropa Nordstrom lanzó recientemente una plataforma de experiencia de compra digital que utiliza las funciones de la aplicación de compra en teléfonos inteligentes para mejorar las experiencias en la tienda. Los clientes pueden ver una prenda de vestir que les gusta en las redes sociales; usando la aplicación y pueden contactar a su estilista personal de la tienda, quien los dirigirá a la tienda más cercana que tenga el artículo. Cuando el cliente llegue a ese lugar, encontrará un vestidor con su nombre en la puerta y el artículo dentro, listo para probarse; este tipo de servicio tan personalizado también es aplicable para cualquier industria.



06

ANEXO I

ANEXOS

6.1. IDENTIFICACIÓN DE TENDENCIAS

Y MACROTENDENCIAS

Las tendencias tecnológicas se identifican comúnmente a partir de aquellos desarrollos y aplicaciones que están en las primeras fases de apropiación. Según la teoría de difusión de la innovación de Rogers (1997), las primeras fases de adopción se dan por parte de Innovadores y adoptantes tempranos (Figura 56). En estas etapas, las fuentes de información tienen características más técnicas, dirigidas a públicos con el conocimiento suficiente para entender los atributos que ofrecen los nuevos productos. Por lo tanto, teniendo en cuenta la pertinencia de las fuentes, se seleccionan documentos con no más de 2 años desde su publicación, y se analiza su calidad en función de la profundidad técnica y el alcance de su difusión.

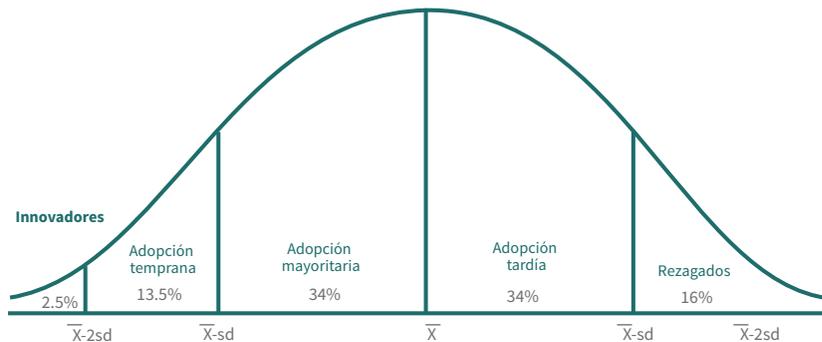


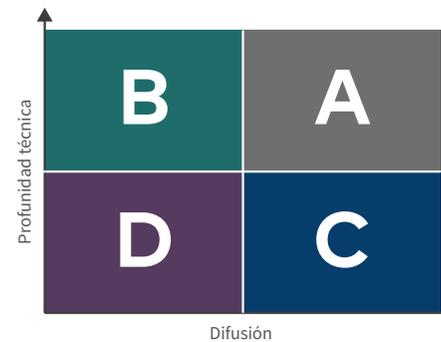
Figura 54 Teoría de categorización de adoptantes basados en innovación. Fuente: Diffusion of Innovations, fifth edition by Everett M. Roger

De esta forma, y teniendo en cuenta la multiplicidad de posibles fuentes de información, tendencias y megatendencias de todo tipo, y diversos

sectores de aplicación, se priorizaron las tendencias relacionadas al desarrollo y crecimiento de las tres tecnologías a profundizar desde el C4IR, que corresponden a Inteligencia Artificial -IA, Internet de las cosas -IoT y Blockchain.

Las fuentes fueron identificadas teniendo en cuenta:

- Organizaciones especializadas en estudios tendenciales
- Aplicaciones identificadas desde las diferentes tecnologías
- Otras fuentes tecnológicas reconocidas



Continuando con el proceso, se realizó un barrido sobre las diferentes fuentes y se contrastó su calidad a partir de una matriz de validación, para esto, cada una de las fuentes se valoró con una puntuación de 1 a 5 a partir de las características intrínsecas del documento y de su origen, teniendo en cuenta su profundidad técnica y su difusión.

Figura 55 Cuadrantes de priorización de fuentes. Elaboración propia

En cuanto a la profundidad técnica, la definimos a partir de la forma como está presentada la información y el nivel de desagregación que presenta respecto a la tecnología o tendencia, de esta forma, se le asigna una calificación de cinco (5) para un documento técnico especializado, que contiene información acerca de una o varias tecnologías, organizada

de forma estructurada y presentada con alto nivel de detalle, con metodologías o descripciones paso a paso para replicabilidad. Y uno (1) para documentos de corte más divulgativo o referencial, con generalidades y elementos mayormente subjetivos, tanto de las tecnologías como de sus aplicaciones.

Por su parte, para el componente difusión, se adoptó una postura donde el nivel uno (1) corresponde a fuentes para sectores o aplicaciones muy especializadas o con poca difusión, como información recogida de empresas o instituciones particulares locales, y cinco (5) para fuentes altamente reconocidas y con un índice de citas alto, tanto desde el punto de vista comercial como académico.

De esta forma se construye una matriz como la mostrada en la Figura 56, donde se priorizaron fuentes que estuvieran en los campos A y B, que presentan una alta profundidad técnica y de difusión, seguidos por fuentes tipo C, con alta difusión y bajo nivel técnico (presente en portales o plataformas especializadas en la difusión de contenidos técnicos o tecnológicos), las tipo D fueron evitadas para el análisis tendencial debido a que no se contaba con una validación técnica o por pares suficientemente robusta para tomarlas como fuentes tendenciales, más sin embargo, este tipo de fuentes resultó de gran utilidad en la identificación de casos de aplicación y proyectos ejemplificantes, debido a que corresponden principalmente a reportes empresariales con una baja profundidad técnica y poco alcance de difusión, pero que permiten ver como las tecnologías son aplicadas en los diferentes contextos tendenciales.

Todo lo anterior se definió para establecer un grupo de fuentes lo suficientemente robusta y validada, que permitiera obtener un panorama amplio de comparación de elementos para la definición de las tendencias, evitando, en la medida de lo posible, malos análisis de información

debidos al contraste de elementos pobremente estructurados.

Al aplicar todo lo anterior en las fuentes identificadas para el presente estudio, arrojó como resultado la Figura 58, donde se muestran los diferentes documentos consultados y su clasificación en los cuadrantes establecidos. Para este caso el margen de priorización se estableció en 3 puntos para difusión y 3.5 puntos para profundidad técnica, debido a que, por las características de este informe, se precisa mayor profundidad técnica que de otros tipos. Estos resultados se pueden contrastar con el anexo bibliográfico, donde se puede identificar cada una de las fuentes consultadas y su posición relativa en el cuadrante.

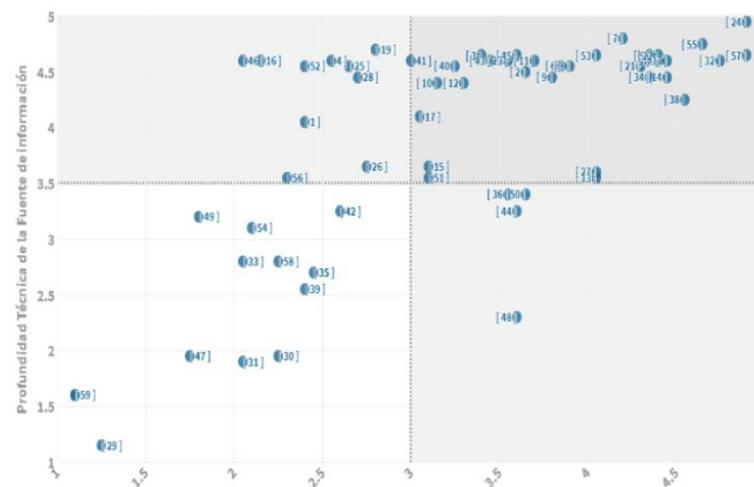


Figura 56 Clasificación de fuentes utilizadas en el informe, según su alcance y profundidad técnica.

Elaboración propia.

6.2. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE ATRIBUTOS

Partiendo de la definición anterior, y con el apoyo de los expertos del Centro para la Cuarta Revolución Industrial -C4RI, sede Medellín, se identificaron una serie de atributos asociados a las diferentes tecnologías. Es así como de manera preliminar se asoció un atributo principal o guía, que permitiría ejemplificar el proceso y de esta forma clarificar el método de selección. Este atributo principal se originó del cruce de las diversas fuentes consultadas, teniendo en cuenta los elementos preeminentes en las soluciones que se están generando con las tecnologías, esto mediante un proceso de identificación y cruce de las tendencias, con las tecnologías y las soluciones que estas les aportan. El proceso entonces continuó con el apoyo de los expertos para que, teniendo en cuenta su conocimiento sobre las tecnologías, se logran identificar otros atributos que pudieran estar relacionados y no ser tan evidentes.

De esta forma, se construyó un panorama de posibles elementos constitutivos de la “personalidad” de cada una de las tecnologías, que luego fueron validados desde aplicaciones, emprendimientos o empresas relevantes observadas a nivel global, evidenciándose la intencionalidad de imprimir el atributo específico para generar una solución a una necesidad de la sociedad. Esto permitió asociar diversos atributos en otros más generales y, de esta forma, generar un panorama de elementos que las tecnologías pueden aportar en la solución de diversos problemas.

El proceso anterior se puede resumir en el siguiente gráfico:

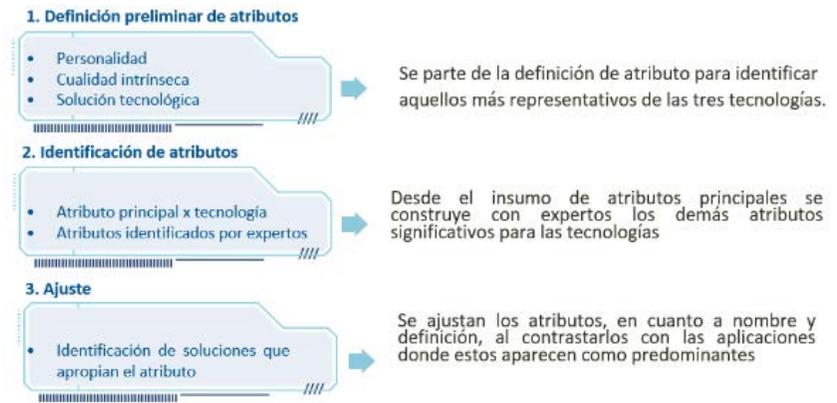


Figura 57 Esquema de definición de atributos de valor para las tecnologías priorizadas por el C4IR.

Fuente Elaboración propia.

6.3. LISTADO DE ATRIBUTOS



Agilidad: Es la capacidad de un sistema para realizar cualquier actividad con destreza y/o rapidez.



Confiabilidad: Hace referencia a la calidad de ser creíble o confiable debido a que el sistema trabaja o se comporta como se espera.



Confianza: Seguridad que se tiene en la correcta operación de la tecnología en todo tipo de contextos.



Consenso: Implica el acuerdo adoptado por consentimiento entre todos los elementos constitutivos del sistema.



Desintermediación: Corresponde a la eliminación de intermediarios en una transacción entre dos partes, de forma que no hay terceras partes involucradas o centralizadas.



Eficacia: Corresponde a la capacidad de un dispositivo de realizar una tarea determinada, a pesar de las circunstancias. Es la habilidad de producir el efecto esperado.



Eficiencia: Implica el buen uso de los recursos en cualquier forma que no se malgasten, y corresponde a la relación entre la energía o recursos útiles entregados por un sistema dinámico y la energía o recursos suministrados.



Inmutabilidad: Imposibilidad de que la información sea cambiada o distorsionada de manera intencional por fuera de los protocolos establecidos para ellos. Es la capacidad de pertenecer imperturbable ante distintos ataques o afectaciones.



Integridad: Define la habilidad de presentarse como un todo sin divisiones apreciables. También corresponde a la capacidad de presentar la información sin corrupción.



Interoperabilidad: Capacidad de los sistemas de información de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos.



Interoperabilidad (ii): Hace parte del grado en que dos o más productos, programas, sistemas, etc, pueden ser usados juntos. Corresponde a la cualidad de estar habilitado para trabajar en conjunto con otro componente de origen diferente.



Optimización: Corresponde a la forma como la tecnología busca la mejor manera de hacer una cosa para obtener los mejores resultados posibles



Personalización: Corresponde al atributo de dar a un objeto o servicio unas características exclusivas o extremadamente

detalladas que correspondan con las necesidades de un individuo o una colectividad específica.



Reproductibilidad: Corresponde con la fiabilidad en la generación de resultados futuros consistentes a partir de condiciones iniciales específicas



Seguridad: La seguridad está relacionada con la garantía que un sistema puede dar sobre el cumplimiento de una meta o propósito



Sentido de presencia: En el caso de IoT corresponde a la capacidad de generar la impresión de estar en varios los lugares o de acompañar durante todo el tiempo.



Transferencia de valor: Corresponde a la forma como se puede transar valor real a partir elementos digitales, teniendo en cuenta que con blockchain no se crea valor, sino que se le asigna una identidad digital que es susceptible de ser transferida sin destruir ni duplicar el valor.



Transparencia: Corresponde a la calidad de la tecnología de permitir ser “atravesada libremente” o “vista” dentro de ella, permitiendo evidenciar lo que ocurre en su interior.



Trazabilidad: Corresponde a la posibilidad de encontrar y seguir el rastro de la información, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución.



Ubicuidad: comprende el aprovechamiento de dispositivos en ambientes y espacios relacionados con diferentes medios, donde estos están inmersos completamente, indiferenciándose del espacio donde se encuentran.



Versatilidad: Corresponde a la habilidad de cambiar o ser usado fácilmente para diferentes situaciones. Contar con múltiples usos o aplicaciones dependiendo de la necesidad.

6.4. METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE ODS

Teniendo en cuenta el poder transformador de las diferentes tecnologías 4IR, se hace importante definir claramente donde podría ser el mayor aporte de estas a los ODS, para esto se construyó una metodología de enfoque de tecnologías que permitiera acercar las metas de los ODS a las formas como las tecnologías podrían apalancarlas. Es así como se trabajó con el grupo de expertos del Centro para la Cuarta Revolución Industrial, para revisar los diferentes Objetivos y discutir sobre como cada tecnología podría apalancarlos, en términos de impacto Alto, Medio, Bajo o Nulo, esto mediante una herramienta de validación donde se discutía sobre cada uno de los Objetivos y sus metas.

Es así como el C4IR llega al siguiente resultado, fruto de las rondas de calificación:

Tabla 11 Tabla resultado de la priorización realizada sobre el impacto de las tecnologías en los ODS.

Fuente, elaboración propia

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	IOT	BC	IA	TOTAL
ODS 1: Fin de la Pobreza	2,0	2,35	1,30	5,65
ODS 2: Hambre cero	3,0	2,08	2,24	7,32
ODS 3: Salud y Bienestar	2,8	2,00	2,94	7,72
ODS 4: Educación de calidad	2,8	1,28	2,06	6,11
ODS 5: Igualdad de Género	1,4	1,35	1,48	4,26
ODS 6: Agua limpia y saneamiento	3,0	1,28	2,00	6,28
ODS 7: Energía asequible y no contaminante	3,0	2,78	1,60	7,38
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico	2,8	2,80	3,00	8,60
ODS 9: Industria, Innovación e infraestructura	3,0	2,80	3,00	8,80

ODS 10: Reducción de las desigualdades	1,1	2,80	1,60	5,50
ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles	3,0	2,00	2,30	7,30
ODS 12: Producción y consumo responsables	2,7	2,90	2,30	7,90
ODS 13: Acción por el clima	2,5	1,40	1,60	5,50
ODS 14: Vida submarina	2,6	1,70	1,60	5,90
ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres	2,8	1,15	2,20	6,15
ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas	0,3	2,90	2,25	5,50
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	0,2	2,80	1,60	4,55

Para llegar a este resultado, fue necesario generar rondas de calificación de impacto de los objetivos, estas se realizaron en talleres presenciales y virtuales con los expertos C4IR. En estas rondas se calificaron los 17 Objetivos de acuerdo con el aporte que la tecnología tenía en el logro de sus metas. Cada uno de los expertos emitió una calificación para las tres tecnologías, al contrastar la información, se ponderó el valor a partir del área de profundización del experto, dando un mayor peso a las opiniones marcadas en la tecnología que lideran, de esta forma se lograron los puntajes anteriores, que permitieron priorizar los 5 ODS a los que cada tecnología apoyaría más.

6.5. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE DOCUMENTOS NORMATIVOS

Para la revisión de documentos normativos asociados al uso de AI, Blockchain e IoT se realizaron búsquedas en bases abiertas, en donde se empleó ecuaciones de búsqueda para detectar leyes o proyectos ley relacionados con usos, aplicaciones, soluciones o áreas afines a la tecnología. De acuerdo con la metodología de selección de información, los documentos identificados fueron localizados a partir de páginas oficiales de gobiernos, repositorio de textos regulatorios, y páginas de organismos multilaterales. Las siguientes tablas muestran las palabras

claves que sirvieron de guía inicial para la construcción de las ecuaciones que ayudaron a la identificación de documentación vigente.

Tabla 12. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda orientadas a identificar documentos regulatorios.

PALABRAS CLAVE: REGULACIÓN	
ESPAÑOL	INGLÉS
Ley	Law
Decreto	Decree
Legislación	Legislation
Regulación	Regulation
Documento, acto legislativo	act
Constitución	Constitution
Proposición/Proyecto de ley	Bill
Estrategia nacional	National Strategy, country strategy paper
Estatuto	Statute

Tabla 13. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda asociados a Blockchain.

PALABRAS CLAVE: BLOCKCHAIN	
ESPAÑOL	INGLÉS
	Blockchain
Criptomonedas	Cryptocurrency
Transacción	Transaction
Libro contabilidad	Ledger
Comercio	Commerce
Descentralización	Decentralization
Contratos inteligentes	Smart contract

Tabla 14. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda asociados a IoT.

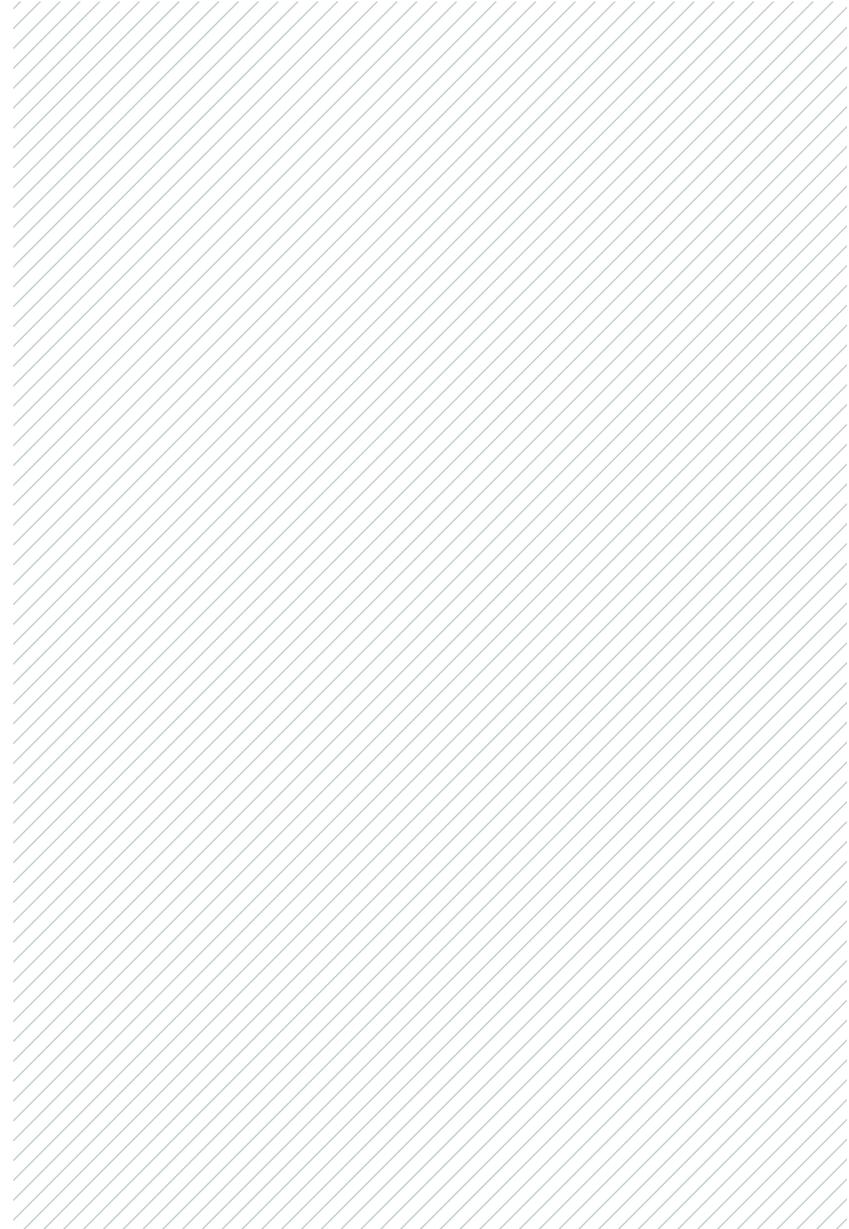
PALABRAS CLAVE: IoT	
ESPAÑOL	INGLÉS
Internet de las cosas	IoT
Conexión equipos	Connected Devices
Sistemas para IoT	System for IoT
Plataformas para IoT	IoT platform
Conectividad	Connectivity

Tabla 15. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda asociados a AI.

PALABRAS CLAVE: IA	
INGLÉS	
	Artificial Intelligence
	Machine learning
	Deep learning
	Neural network
	Emulate human intelligence
	Intelligence machine

Después de aplicar las ecuaciones de búsqueda y refinar los términos claves como resultado de un proceso iterativo de búsqueda, el criterio principal para listar los documentos en el presente informe fue la fuente de procedencia (oficiales o de agencias de gobierno) en el caso de las leyes, normas, regulaciones, y proyectos de ley. Para el caso de las estrategias o iniciativas nacionales se emplearon las palabras claves descritas previamente, haciendo énfasis en una ventana de tiempo sobre

los últimos 5 años (periodo 2014 – 2019) a partir de la fecha de aplicación de las búsquedas en bases abiertas.



07

ANEXO II

ANEXOS

4IR: Siglas que hacen referencia al periodo de la Cuarta Revolución Industrial.

Algoritmo: Secuencia de instrucciones y operaciones lógicas que permiten llegar a un determinado resultado deseado.

C4IR: Siglas que hacen referencia al Centro para la Cuarta Revolución Industrial ubicado en la ciudad de Medellín

Centralizado: Que sus elementos están ubicados en el centro o en un único espacio.

Cibernética: Hace referencia a todos los elementos creados y regulados en un espacio virtual o por computador.

Cibersalud: Elementos de seguridad digital aplicados en el sector de salud.

Ciberseguridad: Elementos de seguridad digital

Comoditización: Referente a que el producto o servicio se está generalizando en el mercado, adquiriendo calidad de bien transable o intercambiable con otros productos del mismo tipo.

Constitución: ley fundamental de un Estado, con rango superior al resto de las leyes, que define el régimen de los derechos y libertades de los ciudadanos y delimita los poderes e instituciones de la organización política.

Dark box: interfaz normativa, en casos que emplean tecnología blockchain o DLT para la consecución de objetivos per se ilegales. Estos casos instan a los entes legislativos a desarrollar regímenes de cooperación global más

efectivos para detectar, rastrear y perseguir usos blockchain basados en actividades ilícitas. Lo anterior, requiere el desarrollo de políticas claras en la frontera de la recolección, análisis y distribución de datos, las cuales deben ser lo suficientemente robustas para crear y mantener una confianza pública.

Decreto: Norma de rango inferior a la Ley que la desarrolla o que tiene un ámbito propio de actividad independiente de aquélla; la competencia para dictar decretos radica en el Gobierno.

Descentralizado: Que sus elementos no están ubicados en un espacio común, sino que se encuentran distribuidos.

Drivers: Se entienden como drivers aquellos elementos habilitadores o impulsores que permiten el logro de un objetivo específico.

Edge/borde. Yo diría: Conjunto de servicios de cómputo y almacenamiento que se prestan remotamente a través de internet

FakeNews: Palabra de origen inglés que hace referencia a las noticias falsas.

Hardware: Componentes o elementos físicos pertenecientes al computador o sistema informático.

Impacto: Huella o efecto producto de una determinada acción.

Latencia: Para la tecnología es definido como retrasos o demoras que ocurren en una red de información

Legislación: Conjunto de procedimientos y trámites que impulsan y acompañan a la ley, desde la presentación del proyecto hasta la aprobación

del texto definitivo.

Macroanálisis: Análisis en el que se incluyen factores de estudio de diversas fuentes.

Macrotendencia: Las macrotendencias, por su parte, corresponden a la suma de diferentes tendencias que apuntan en una dirección determinada. De esta forma, la macrotendencia se define y se expresa desde las tendencias que la componen.

Megatendencia: Las megatendencias son de carácter global, sostenidas por fuerzas macroeconómicas de desarrollo que impactan los negocios, la economía, sociedad, culturas y vidas personales definiendo así nuestro mundo futuro y su progresivo ritmo de cambio (Frost & Sullivan, 2017).

Nodo: Se refiere a los puntos en donde se evidencia una intersección, conexión o unión de varios elementos que conforman una red.

Nube: Conjunto de servicios de cómputo y almacenamiento que se prestan remotamente a través de internet.

Patente: Derechos de propiedad atribuidos a una persona o una entidad por su creación o participación en la creación de una invención.

PCT: Tratado de Cooperación en materia de Patentes, es un tratado internacional que confiere prioridad a los solicitantes sobre un rango amplio de territorios de protección, esto no corresponde a una patente mundial, solo a una forma simple de reclamar prioridad.

Recycle box: Interfaz normativa para blockchain o tecnologías de registro distribuido (DLT por sus siglas en inglés), usada en casos en dichas soluciones tecnológicas pueden conseguir indiscutiblemente objetivos

permisibles de una forma mejor, rápida y menos costosa. Como resultado, estas soluciones requieren únicamente adaptaciones menores en los marcos regulatorios existentes a nivel nacional e internacional. En este sentido, el marco legal existente puede ser “reciclado” para varios casos de uso de blockchain.

Regulación: Acto jurídico de alcance general, obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en todo un Estado.

Sandbox: Interfaz normativa empleada en los casos que usan tecnología blockchain y/o DTL para conseguir objetivos permisibles pero que de alguna forma implica un riesgo regulatorio los cuales, por razones relacionadas con las propiedades técnicas de blockchain, no pueden ser abordadas dentro del régimen legal sin destruir su propuesta de valor. La identificación del beneficio social de este tipo de casos requiere un trabajo coordinado entre legisladores nacional e internacionales con emprendedores de tecnologías blockchain y DTL para crear formas innovadoras de satisfacer los derechos normativos sobre múltiples industrias a una escala global.

Sensar: Neologismo que hace referencia a la captación de datos a partir de sensores.

Sensórica: Concepto que hace referencia al uso de sensores para la captación de datos.

Simulación: Acción de experimentar en un ambiente creado de manera artificial.

Software: Programas o elementos digitales pertenecientes al sistema informático.

Tecnología: Es la aplicación del conocimiento científico a los objetivos prácticos de la vida humana o, como a veces se dice, al cambio y la manipulación del entorno humano (Encyclopaedia Britannica, 2019)

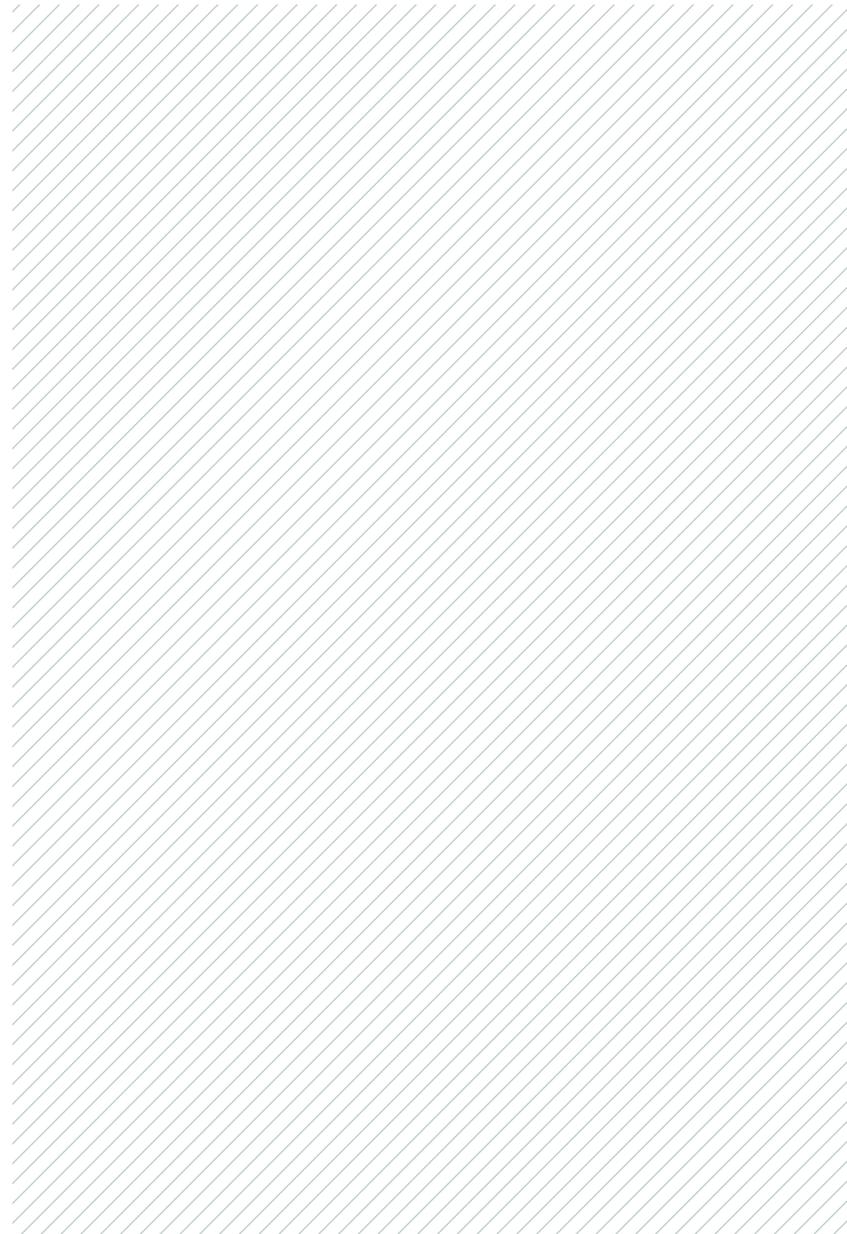
Tendencia: Una tendencia es una dirección general hacia la cual algo está cambiando, desarrollándose o desviándose durante diferentes periodos de tiempo. Estas tendencias se podrán clasificar como secundarias para marcos de tiempo cortos, primarias para marcos de tiempo medio y seculares para marcos de tiempo largos. El término también puede significar una moda. Una tendencia implica un patrón de cambio gradual en un proceso, producto o condición.

Por ejemplo: “En el mundo de las redes sociales si algo se vuelve tendencia, es tema de muchas publicaciones compartidas”.

Proposición o proyecto de ley: Iniciativa legislativa presentada a los órganos que ejercen la potestad legislativa de un Estado.

TIC: Siglas que hacen referencia a tecnología, información y comunicaciones.

Wearables: Dispositivos que son usados por los seres humanos o incorporados en el cuerpo humano y que permiten la captación de información e integración con otros dispositivos.



08

ANEXO III

ANEXOS

- Accenture. (2019). Global IT company drives operational excellence. Retrieved September 17, 2019, from <https://www.accenture.com/us-en/case-studies/operations/driving-excellence-through-intelligent-finance>
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial Intelligence, Automation and Work. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w24196>
- ACI Universal Payments. (2017). Unlocking the Real Benefits of “Sweet Spot.” ACI Universal Payments, 10. Retrieved from <https://www.aciworldwide.com/-/media/files/collateral/trends/unlocking-benefits-of-blockchain-tl-us.pdf>
- ACS (2018a). Artificial Intelligence- a starter guide to the future of business. Retrieved from: <https://www.acs.org.au/content/dam/acs/acs-publications/ACS%20Artificial%20Intelligence%20Starter%20Guide.pdf>
- ACS (2018b). Blockchain Innovation A Patent Analytics Report. (November). Retrieved from: <https://www.acs.org.au/content/dam/acs/acs-publications/ACS%20Blockchain%20Report.pdf>
- AI HLEG. (2019). A Definition of AI: Main Capabilities and disciplines. Retrieved from https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=56341
- Allied Market Research (2018) Global Smart Cities Market.
- Alsén, D., Patel, M., & Shangkuan, J. (2017). The future of connectivity: Enabling the Internet of Things.
- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., Peacock, A. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100(February 2018), 143–174. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.014>
- ASSOCHAM. (2018). Cybersecurity for Industry 4.0: Cybersecurity implications for government, industry and homeland security. EY. Retrieved from [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-cybersecurity-for-industry-4-0/\\$File/ey-cybersecurity-for-industry-4-0.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-cybersecurity-for-industry-4-0/$File/ey-cybersecurity-for-industry-4-0.pdf)
- Attia, T. M. (2019). Challenges and Opportunities in the Future Applications of IoT Technology. *ECONSTOR*, 2, 16.
- Banco Mundial (2019), “La naturaleza cambiante del trabajo” Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/636921541603308555/pdf/WDR2019-Overview-Spanish.pdf>
- BBVA. (2018). Digital Identity: the current state of affairs. Retrieved from: https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2018/02/Digital-Identity_the-current-state-of-affairs.pdf
- BCG. (2019). The Incumbent’s Advantage in the Internet of Things. Retrieved from <https://www.bcg.com/publications/2019/incumbent-advantage-internet-of-things-iot.aspx>
- BID (2018). El futuro del trabajo en America Latina y el Caribe, Retrieved from https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El_futuro_del_trabajo_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe_Una_gran_oportunidad_para_la_regi%C3%B3n_versi%C3%B3n_para_imprimir.pdf

- BID (2019). El impacto de la infraestructura digital en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved from https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El_impacto_de_la_infraestructura_digital_en_los_Objetivos_de Desarrallo_Sostenible_un_estudio_para_países_de_América_Latina_y_el_Caribe_es_es.pdf?download=true
- Blemus, S. (2018). Law and Blockchain: A Legal Perspective on Current Regulatory Trends Worldwide. *Doctrine*, 15. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3080639>
- Boeckl, K., Fagan, M., Fisher, W., & Scarfone, K. (2018b). Considerations for Managing Internet of Things (IoT) Cybersecurity and Privacy Risks. National Institute of Standards and Technology, (June). <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8228>
- Bøhler, H. M. (2017). EU copyright protection of works created by artificial intelligence systems. 1–37.
- Brinkley, J. (2019). Smart Manufacturing and Digital Continuity to Provide more Visibility in Factories of the Future. Retrieved from <https://ww2.frost.com/news/press-releases/smart-manufacturing->
- Business & Sustainable Development Commission. (2017). Better Business Better World. Retrieved from https://www.unglobalcompact.org/docs/news_events/9.3/better-business-better-world.pdf
- Cambridge University (2019). 2 Nd Global Enterprise Blockchain. Retrieved from https://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2019-ccaf-second-global-enterprise-blockchain-report.pdf
- Cambridge University Press. (2008). Cambridge online dictionary.
- Capgemini. (2017). Big & Fast Data: The Democratization of Information. Capgemini Research Institute.
- CB Insights. (2019a). Artificial Intelligence Trends. CB Insights. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57261-1>
- CB Insights. (2019b). Blockchain Trends In Review. CB Insights. Retrieved from <https://www.cbinsights.com/research/report/blockchain-trends-opportunities/>
- CB Insights. (2019c). What's Next In Advanced Manufacturing. Retrieved from <https://www.cbinsights.com/research/report/advanced-manufacturing-trends-2019/>
- Cognizant. (2016). Blockchain in Banking: A Measured Approach. In Cognizant Reports. Retrieved from <https://www.cognizant.com/whitepapers/Blockchain-in-Banking-A-Measured-Approach-codex1809.pdf>
- Collette, B., Ramos, S., & Laurent, P. (2018). Blockchain and the impact on fund distribution. Deloitte.
- Comisión Europea (2019). Blockchain Now and Tomorrow. <https://doi.org/10.2760/29919>
- DARPA. (2016). A DARPA perspective on Artificial Intelligence. Retrieved from <https://www.darpa.mil/attachments/AIFull.pdf>
- Daugherty, P., & Carrel-Billiard, M. (2019). ARE YOU READY FOR WHAT' S NEXT? The Post-Digital READY FOR WHAT' S NEXT? Techvision 2019,

- 1-41. Retrieved from https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-94/Accenture-TechVision-2019-Tech-Trends-Report.pdf
- Deloitte. (2015). The more things change: Value creation, value capture, and the Internet of Things. Obtenido de Deloitte Review 17: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/deloitte-review/issue-17/value-creation-value-capture-internet-of-things.html>
 - Deloitte. (2016a). Inside the Internet of Things (IoT) A primer on the technologies building the IoT. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/iot-primer-iot-technologies-applications/DUP_1102_InsideTheInternetOfThings.pdf
 - Deloitte. (2016b). Blockchain: Democratized trust, Deloitte University Press. World Economic Forum. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2016/blockchain-applications-and-trust-in-a-global-economy.html>
 - Deloitte. (2017a). Automatización Robótica de Procesos (RPA). Deloitte Consulting Group S.C. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ec/Documents/deloitte-analytics/Estudios/Automatizacion_Robótica_Procesos.pdf
 - Deloitte. (2017b). Bullish on the business value of cognitive Leaders in cognitive and AI weigh in on what's working and what's next.
 - Deloitte. (2017c). Blockchain: Trust economy. Deloitte Insights. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2017/blockchain-trust-economy.html>
 - Deloitte. (2018). applications for the public sector Blockchain basics for government. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4512_Blockchain-in-Government2/DI_Blockchain-in-Government2.pdf
 - Deloitte. (2018a). Artificial Intelligence. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/deloitte-analytics/deloitte-nl-data-analytics-artificial-intelligence-whitepaper-eng.pdf>
 - Deloitte. (2018b). Blockchain & Cyber Security. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/Blockchain-and-Cyber.pdf>
 - Deloitte. (2018c). Blockchain @ Media A new Game Changer for the Media Industry? Monitor Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte-PoV-blockchain-media.pdf>
 - Deloitte. (2018d). Blockchain and the impact on fund distribution. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/lu/en/pages/technology/articles/impacts-blockchain-fund-distribution.html>
 - Deloitte. (2018e). Blockchain to blockchains: Broad adoption and integration enter the realm of the possible. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/Tech-Trends-2018/4109_TechTrends-2018_FINAL.pdf
 - Deloitte. (2018f). Estado de la inteligencia artificial en la empresa, 2a. Edición. Retrieved from: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/co/Documents/technology/IA%20en%20la%20empresa.pdf>
 - Deloitte. (2018g). Exponential technologies in manufacturing Transforming the future of manufacturing through technology, talent,

- and the innovation ecosystem. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-mfg-advanced-manufacturing-technologies-report.pdf>
- Deloitte. (2018h). Forces of change: Smart cities. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4421_Forces-of-change-Smart-cities/DI_Forces-of-change-Smart-cities.pdf
 - Deloitte. (2018i). Key challenges. Deloitte.
 - Deloitte. (2018j). The internet of things: a technical premiere. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/internet-of-things/technical-primer.html>
 - Deloitte. (2019a). Beyond marketing: Experience reimagined. Retrieved September 17, 2019, from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2019/personalized-marketing-experience-reimagined.html>
 - Deloitte. (2019b). Blockchain: visión tecnológica. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/blockchain-vision-tecnologichtml>
 - Deloitte. (2019c). Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey: Blockchain Gets Down to Business. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf
 - Deloitte. (2019d). Internet of things (IoT). Smart Innovation, Systems and Technologies. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3384-2_11
 - Deloitte. (2019e). IoT powered by Blockchain How Blockchains facilitate the application of digital twins in IoT. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/IoT-powered-by-Blockchain-Deloitte.pdf>
 - Deloitte. (2019f). Renewables (em)power smart cities. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4971_Smart-renewable-cities/DI_Smart-renewable-cities.pdf
 - Deloitte. (2019g). Tech trends 2019: Beyond the digital frontier. 142. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/Tech-Trends-2019/DI_TechTrends2019.pdf
 - Deloitte. (2019h). The adoption of disruptive technologies in the consumer products industry. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4742_disruptive-technologies-consumer-products/DI_Disruptive-digital-technologies.pdf
 - Dentsu AEGIS network. (2019). TRENDS TO WATCH. Dentsu AEGIS Network, 1–3.
 - Digital Future Society (2019) Toward better data governance for all: Data ethics and privacy in the digital era
 - DMI. (2019). Important Ai and Analytics Trends for 2019.
 - Drescher, D. (2017). Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps. In Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2604-9>
 - Ellen Macarthur Foundation. (2019). ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND

- THE CIRCULAR ECONOMY. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/artificial-intelligence-and-the-circular-economy-ai-as-a-tool-to-accelerate-the-transition>
- Encyclopaedia Britannica. (2019). Technology. Retrieved September 10, 2019, from <https://www.britannica.com/technology/technology>
 - Ernst & Young. (2019). Future of IoT. Retrieved from: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/\\$FILE/EY-future-of-lot.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/$FILE/EY-future-of-lot.pdf)
 - European Commission. (2019a). Blockchain Now and Tomorrow. European Commission. <https://doi.org/10.2760/29919>
 - European Commission. (2019b). Ethics guidelines for trustworthy AI. Retrieved from: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=60423
 - EY (2019a) Emerging Technologies: Changing how we live, work and play. Retrieved from [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-mint-emerging-technologies-report-2019/\\$File/ey-mint-emerging-technologies-report-2019.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-mint-emerging-technologies-report-2019/$File/ey-mint-emerging-technologies-report-2019.pdf)
 - EY (2019b). Future of IOT. Retrieved from [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/\\$FILE/EY-future-of-lot.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/$FILE/EY-future-of-lot.pdf)
 - FAO (2012), “How to feed the world in 2050”, http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
 - FAO (2019). E-agriculture in action: Blockchain for agriculture. FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/CA2906EN/ca2906en.pdf>
 - Feldman, S. (2019). Artificial intelligence funding worldwide through March 2019. Retrieved from <https://www.statista.com/chart/17966/worldwide-artificial-intelligence-funding/>
 - Financial, D. F. O. R., Affairs, E., & Committee, C. G. (2018). Blockchain Technology and Corporate Governance. 1–32. Retrieved from [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DAF/CA/CG/RD\(2018\)1/REV1&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DAF/CA/CG/RD(2018)1/REV1&docLanguage=En)
 - Ford, D. T., & Qamar, S. (2017). Seeking opportunities in the Internet of Things (IoT). Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1117005/FULLTEXT01.pdf>
 - Frost & sullivan. (2010). World’s Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures. Frost & Sullivan. Retrieved from <https://store.frost.com/world-s-top-global-mega-trends-to-2020-and-implications-to-business-society-and-cultures-19880.html>
 - Frost & Sullivan. (2019). Environment and Sustainability. Retrieved September 23, 2019, from <https://ww2.frost.com/research/industry/techvision/environment-and-sustainability/>
 - Frost & Sullivan. (2019). New Business Models - Value for Many. Retrieved September 13, 2019, from <https://ww2.frost.com/wp-content/uploads/2019/09/article-1-VIG.pdf>
 - Gartner. (2018). Gartner dice que el valor comercial global de inteligencia artificial alcanzará los \$ 1.2 billones en 2018. Retrieved

- October 31, 2019, from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-04-25-gartner-says-global-artificial-intelligence-business-value-to-reach-1-point-2-trillion-in-2018>
- Gartner. (2019). Gartner Says AI Technologies Will Be in Almost Every New Software Product by 2020. Retrieved October 31, 2019, from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-07-18-gartner-says-ai-technologies-will-be-in-almost-every-new-software-product-by-2020>
 - Gavaghan, C., Knott, A., Maclaurin, H., Zerilli, J., (2019). Government use of artificial intelligence in New Zealand. Wellington.
 - Global Blockchain Business Council. (2019). Blockchain 101: Cryptocurrencies, Digital Assets and Blockchains Session 101: GBB, (May).
 - Google, & Ellen MacArthur Foundation. (2019). Artificial Intelligence and the Circular Economy. In Ellen MacArthur Foundation.
 - GRI, UNGLOBALCOMPACT, & WBCSD. (2015). SDG Compass. Retrieved from https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2016/06/SDG_Compass_Spanish-one-pager-view.pdf
 - HBR (2019). Accelerating the Internet of Things Timeline. Retrieved from: <https://hbr.org/resources/pdfs/comm/siemens/Acceleratingtheiot.pdf>
 - Holdowsky, J., & Killmeyer, J. (2019). From siloed to distributed Blockchain enables the digital supply network. Deloitte Insights. Retrieved from [https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4733_From-siloed-to-distributed/DI_From-siloed-to-](https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4733_From-siloed-to-distributed/DI_From-siloed-to-distributed.pdf)
 - distributed.pdf
 - HOWTOMINE. (2019). Welcome to Smart Contracts. Retrieved October 25, 2019, from <https://howtomine.com/es/contratos-inteligentes/>
 - IATA (2018). Blockchain in Aviation. Exploring the fundamentals, use cases, and Industry initiatives. [online] Available at: <https://www.iata.org/publications/Pages/blockchain.aspx> [Accessed 1 nov. 2019].
 - IATT-STI (2017) Landscape of Science, Technology and Innovation initiatives for the SDGs. Retrieved from https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/147462017.05.05_IATT-STI-Mapping.pdf
 - Ibáñez, L.-D., O'hara, K., & Simperl, E. (n.d.). On Blockchains and the General Data Protection Regulation. Retrieved from <https://www.hyperledger.org/>
 - IDC (2019). Worldwide Artificial Intelligence Market Shares. Retrieved November 7, 2019, from <https://www.themspub.com/app/uploads/2019/09/Worldwide-Artificial-Intelligence-Market-Shares-2018-IDC-Report.pdf>
 - ILOSTAT (2019) International labor organization statistics, retrieved from https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer8/?lang=en&segment=indicator&id=SDG_0852_SEX_AGE_RT_A
 - Incident Management Information Sharing (IMIS) Internet of Things (IoT) Extension Engineering Report. (2016). Retrieved from <http://www.opengis.net/doc/PER/IMIS>
 - International Finance Corporation. (2019). Opportunities for

Private Enterprises in Emerging Markets. International Finance Corporation, (January). Retrieved from <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/8a338a98-75cd-4771-b94c-5b6db01e2797/201901-IFC-EMCompass-Blockchain-Report.pdf?MOD=AJPERES>

- International Renewable Energy Agency, T. (2019). Internet of Things – Innovation landscape brief. Retrieved from www.irena.org
- IOTA. (2019). IOTA. Retrieved from <https://www.iota.org/>
- Irdeto. (2019). Irdeto Global connected industries cybersecurity survey.
- ITU. (2012). Visión general de la Internet de las cosas (ITU-T Y.4000/Y.2060 (06/2012)). 20.
- KPMG (2019). Innovating a smarter and safer power network IoT powers and efficiency. Retrieved from <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/us/pdf/2019/07/managing-iot-risks-in-power-and-utilities.pdf>
- Kulkarni, A. (2017). Blockchain: Applications in payments. European Payments Council. Retrieved from <https://www.europeanpaymentscouncil.eu/news-insights/insight/blockchain-applications-payments>
- Legal Research Directorate staff, G., & Library of Congress, L. (2018). Regulation of Cryptocurrency Around the World. Retrieved from <http://www.law.gov>
- LEGISLATOR'S TOOLKIT FOR BLOCKCHAIN TECHNOLOGY. (2018).
- Matta, P., & Pant, B. (2019). Internet-of-things: genesis, challenges and applications. In P. Matta and B. Pant Journal of Engineering Science.
- Maupin, J. A. (2017). Mapping the Global Legal Landscape of Blockchain Technologies. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2930077>
- McKinsey (2017). The future of connectivity: Enabling the Internet of Things. McKinsey & Company. Retrieved from [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology/Media and Telecommunications/High Tech/Our Insights/The future of connectivity Enabling the Internet of Things/The-future-of-connectivity-Enabling-the-Internet-of-Things.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology/Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/The%20future%20of%20connectivity%20Enabling%20the%20Internet%20of%20Things/The-future-of-connectivity-Enabling-the-Internet-of-Things.ashx)
- McKinsey (2016a). Digital globalization: The new era of global flows. 47(2), 142. <https://doi.org/10.1021/ed047p142>
- McKinsey (2016b). Unlocking the potential of the Internet of Things.
- McKinsey (2017a). A future that works: automation, employment, and productivity. (January). Retrieved from <http://www.gmw.rug.nl/~stud099/Marius/Home01.html>
- McKinsey (2017b). Artificial Intelligence, The next digital frontier? Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Advanced%20Electronics/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/MGI-Artificial-Intelligence-Discussion-paper.ashx>
- McKinsey (2017c). Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Future%20of%20Organizations/What%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20>

jobs%20skills%20and%20wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-Gained-Report-December-6-2017.ashx

- McKinsey (2018a). Blockchain beyond the hype: What is the strategic business value? McKinsey Quarterly. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Blockchain%20beyond%20the%20hype%20What%20is%20the%20strategic%20business%20value/Blockchain-beyond-the-hype-What-is-the-strategic-business-value.ashx>
- McKinsey (2018b). Modeling the global economic impact of AI | McKinsey. (September). Retrieved from <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>
- McKinsey (2018c). Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>
- McKinsey (2019a). Growing opportunities in the Internet of Things. Retrieved from [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Private Equity and Principal Investors/Our Insights/Growing opportunities in the Internet of Things/Growing-opportunities-in-the-Internet-of-Things-v5.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Private%20Equity%20and%20Principal%20Investors/Our%20Insights/Growing%20opportunities%20in%20the%20Internet%20of%20Things/Growing-opportunities-in-the-Internet-of-Things-v5.ashx)
- McKinsey (2019b). These 9 technological innovations will shape the sustainability agenda in 2019. Retrieved September 23, 2019, from [https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/sustainability-blog/these-9-technological-innovations-will-](https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/sustainability-blog/these-9-technological-innovations-will)

shape-the-sustainability-agenda-in-2019

- Merriam-Webster Inc. (2016). Merriam-Webster's online dictionary (11 ed.).
- Mishal, D. (2018). Understanding The Artificial Intelligence Taxonomy And Its Ecosystem. Retrieved October 29, 2019, from <https://analyticsindiamag.com/understanding-the-artificial-intelligence-taxonomy-and-its-ecosystem/>
- MIT Technology Review. (2018). What is AI? We drew you a flowchart to work it out - MIT Technology Review. Retrieved October 29, 2019, from <https://www.technologyreview.com/s/612404/is-this-ai-we-drew-you-a-flowchart-to-work-it-out/>
- Mordor Intelligence (2017) Global artificial intelligence market In food and beverage sector (2018-2023).
- Mordor Intelligence (2018a) Global agricultural robots and mechatronics market growth, trends, and forecast (2018 - 2023)
- Mordor Intelligence (2018b) Global big data in power sector market
- National Bureau Of Economic Research. (2019). The Economics of Artificial Intelligence.
- Nelson, R. M. (2019). Statement of "Examining Regulatory Frameworks for Digital Currencies and Blockchain." <https://doi.org/TE10034>
- Nescibes (2019) Blockchain adoption in automotive industry.
- Observatory of Public Sector Innovation, R. of the P. S. D. (2019). Hello, World: Artificial Intelligence and its use in the Public Sector.

- OECD. (2019a). The Potential for Blockchain Technology in Public Equity Markets in Asia. OECD. Retrieved from <http://www.oecd.org/corporate/The-Potential-for-Blockchain-in-Public-Equity-Markets-in-Asia.pdf>
- OECD. (2019b). OECD BLOCKCHAIN POLICY FORUM OECD Blockchain Primer POLICY. OECD. Retrieved from <https://www.oecd.org/finance/OECD-Blockchain-Primer.pdf>
- Panesar, D. (2018). AI in cyber security: a help or a hindrance? Retrieved from <https://www.information-age.com/ai-cyber-security-123476926/>
- Pavel P. Baranov, Aleksey Yu. Mamychev, Andrey A. Plotnikov, Dmitry Yu. Voronov, E. M. V. (2018). Problems of Legal Regulation of Robotics and Artificial Intelligence in Russia: Some Approaches to The Solution. Herald NAMSCA, 3, 5.
- PNUD (2016a) ¿Qué son los objetivos de desarrollo sostenible? Retrieved from: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- PNUD (2016b) Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved from: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background>
- PwC. (2017a). Sizing the prize. What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
- PwC. (2017b). Working in an SDG economy, Aligning business activity to the Global Goals. Retrieved from <https://www.PwC.com/gx/en/sustainability/publications/assets/working-in-an-sdg-economy.pdf>
- PwC. (2018). Building blockchains for a better planet. (September). Retrieved from: <https://www.PwC.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf>
- PwC. (2018a). Blockchain is here. What's your next move?
- PwC. (2018b). The Essential Eight. PwC. Retrieved from <https://www.PwC.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html>
- PwC. (2018c). Blockchain is here. What's your next move? Retrieved from <https://www.PwC.com/gx/en/issues/blockchain/blockchain-in-business.html>
- PwC. (2018d). The macroeconomic impact of artificial intelligence.
- PwC. (2019a). Increased certainty and accuracy about the impacts. Retrieved September 13, 2019, from <https://www.PwC.co.uk/issues/megatrends/climate-change-and-resource-scarcity.html>
- PwC. (2019b). Rapid urbanisation. Retrieved September 12, 2019, from <https://www.PwC.co.uk/issues/megatrends/rapid-urbanisation.html>
- Quamtra Smart Waste Management. (2019). Quamtra Smart Waste Management. Retrieved October 3, 2019, from <https://wellnesstg.com/solucion/quamtra-smart-waste-management/>
- Ransbotham, S.; Khodabandeh, S; Fehling, R.; LaFountain, B& Kiron, D. (2019). Winning with AI. MIT Sloan Management Review.
- Rogers, E. (2003). Diffusion of innovation.

- Rojo, M. Á. (2019). Blockchain: visión tecnológica. Deloitte. [blockchain-impact-moving-beyond-hype.pdf](#)
- Rusell, S. (2016). Fundamental Issues of Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26485-1>
- Russell, S., & Norvig, P. (2018). Artificial Intelligence - A starter guide to the future of business. (December), 112. Retrieved from <https://www.acs.org.au/content/dam/acs/acs-publications/ACS>
- Santhana, P., Dalal, D., Mapgaonkar, D., & Piscini, E. (2018). Blockchain to blockchains: Broad adoption and integration enter the realm of the possible. Deloitte Insights.
- Seretakis, A. L. (2019). Blockchain, Securities Markets, and Central Banking. In *Regulating Blockchain* (pp. 213–228). <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842187.003.0012>
- Shieber, J. (2017), “Gem looks to CDC and European giant Tieto to take Blockchain into healthcare”, Tech Crunch. Retrieved from. <https://techcrunch.com/2017/09/25/gem-looks-to-cdc-and-european-giant-tieto-to-take-blockchain-into-healthcare/>
- Shoham, Y., Perrault, R., Brynjolfsson, E., Clark, J., Manyika, J., Niebles, J. C., ... Bauer, Z. (2018). Artificial Intelligence Index Annual Report. Stanford University, 1–94. Retrieved from [http://cdn.aiindex.org/2018/AI Index 2018 Annual Report.pdf](http://cdn.aiindex.org/2018/AI%20Index%202018%20Annual%20Report.pdf)
- SingularityNET. (2019). SingularityNET. Retrieved from <https://singularitynet.io/>
- Stanford. (2019). Blockchain for social impact 2019. Retrieved from: [https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/study-](https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/study-blockchain-impact-moving-beyond-hype.pdf)
- Statista. (2019b). Number of Blockchain wallet users worldwide from 3rd quarter 2016 to 3rd quarter 2019. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/647374/worldwide-blockchain-wallet-users/>
- Suaznábar, C. (2019). Blade Runner y la regulación de tecnologías emergentes. Retrieved November 18, 2019, from Puntos sobre la i - Blog BID website: <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/regulacion-de-tecnologias-emergentes/>
- SynchroniCity. (2019). SynchroniCity. Retrieved September 18, 2019, from <https://synchronicity-iot.eu>
- TechTarget. (2019). Internet of things (IoT). Retrieved July 15, 2019, from <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>
- UN (2016a) Energía asequible y no contaminante. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- UN (2016b) Salud y bienestar: porque es tan importante, retrieved from https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/3_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- UN (2016c) Hambre cero: por qué es importante. Retrieved from https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/2_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- UN ESCAP. (2018). Frontier Technologies for Sustainable Development in Asia and the Pacific.

- UNDP, & WEF. (2019). Reshaping global value. Technology, Climate, Trade-Global value chains under pressure. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Reshaping_Global_Value_Report.pdf
- USA Department of Homeland Security. (2018). Blockchain and Suitability for Government Applications. Retrieved from https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/2018_AEP_Blockchain_and_Suitability_for_Government_Applications.pdf
- Varindia. (2019). Why Artificial Intelligence in Cyber Security is Need of the Hour. Retrieved from <https://www.varindia.com/news/why-artificial-intelligence-in-cyber-security-is-need-of-the-hour>
- Verdú, M. (2018). DATA SECURITY ESSENTIAL FOR THE CONVERGENCE OF IOT, AI AND BLOCKCHAIN. IOT Solutions World Congress. Retrieved from <https://www.iotsworldcongress.com/data-security-essential-for-the-convergence-of-iot-ai-and-blockchain/>
- Vertica (2018). Retrieved from: <https://www.vertica.com/resources/>
- Volini, E., Schwartz, J., Roy, I., et al. (2019). Leading the social enterprise: Reinvent with a human focus. Leading the Social Enterprise: Reinvent with a Human Focus. 2019 Deloitte Global Human Capital Trends, 112.
- Vyas, D., Bhatt, D., & Jha, D. (2016). IoT: Trends, Challenges and Future Scope. International Journal of Computer Science & Communication, 7(1), 186-197.
- WEF. (2017). Global Agenda Sustainable Development Impact Summit 2017 Report. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_SDIS17_report.pdf
- WEF. (2018a). Building Block(chain)s for a Better Planet. World Economic Forum. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Building-Blockchains.pdf
- WEF. (2018b). Innovation with a Purpose: The role of technology innovation in accelerating food systems transformation. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_with_a_Purpose_VF-reduced.pdf
- WEF. (2019a). Shaping the Sustainability of Production Systems: Fourth Industrial Revolution technologies for competitiveness and sustainable growth. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Sustainability_Production_Systems.pdf
- WEF. (2019b). The Global Competitiveness Report.
- WFP. (2019), Building Blocks, Blockchain for Zero Hunger. Retrieved from <https://innovation.wfp.org/project/building-blocks>
- WIPO. (2017). Intangible Capital in Global Value Chains. Ginebra. [Accessed 1 nov. 2019].
- WIPO. (2019). WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence. In Geneva: World Intellectual Property Organization. Retrieved from https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf
- Woetzel, J., Remes, J., Boland, B., Lv, K., et al. (2018). Smart Cities: Digital Solutions for a More Livable Future. McKinsey & Company, (June), 152. Retrieved from https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/capital_projects_and_infrastructure/our_insights/smart_cities_digital_solutions_for_a_more_livable_future/mgi-smart-cities-full-report.ashx

- World, C. to I. the S. of the. (2019). White Paper A Framework for Developing a National Artificial Intelligence Strategy Centre for Fourth Industrial Revolution. Geneva.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018). Blockchain Technology Overview. National Institute of Standards and Technology.
- Zhou, W., Jia, Y., Peng, A., Zhang, Y., & Liu, P. (2018). The Effect of IoT New Features on Security and Privacy: New Threats, Existing Solutions, and Challenges Yet to Be Solved. IEEE Internet of Things Journal, 1-1. doi:10.1109/jiot.2018.2847733



PARA

El futuro
es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRE FOR THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

OPERA:

ruta 71
MEDELLIN
CENTRO DE INNOVACION Y TECNICA

VISA