



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES – ITBA
MAESTRÍA EN DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y TECNOLÓGICA
ESCUELA DE POSGRADO

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SU IMPACTO EN EL TRABAJO

AUTOR: Julieta Amuchastegui

DIRECTOR DE TESIS: Mg. Jorge Almada

TESIS PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y
TECNOLÓGICA (ARGENTINA) Y MASTER EXECUTIVA EN DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y TECNOLÓGICA
(ESPAÑA)

BUENOS AIRES

SEGUNDO CUATRIMESTRE 2020

Agradecimientos

A Jorge Almada por su tiempo y sus valiosos aportes, que permitieron que este trabajo fuera posible.

A los profesores y autoridades del Instituto Tecnológico de Buenos Aires por estar siempre dispuestos a colaborar y generar un pensamiento crítico.

A mis compañeros de maestría, quienes enriquecieron los debates con sus aportes y favorecieron la diversidad de pensamiento.

Dedicatoria

A quienes estuvieron a mi lado todos estos años de estudio y dedicación, especialmente Viole,
Gonza y mi familia.

Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN	IX
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. La inteligencia artificial. ¿Qué es?	1
1.1.1. Definición de Inteligencia Artificial.....	1
1.1.2. Sub-áreas de la IA.....	2
1.1.3. IA por sectores.....	4
1.2. Reseña histórica de la IA.	9
1.2.1. El Aprendizaje Profundo (década de 2000).....	11
1.2.2. El aprendizaje profundo, fin de la Era de Descubrimiento.	12
1.2.3. La era de la implementación	12
1.2.4. Las cuatro olas de la IA.....	13
1.3. ¿Es posible una Inteligencia Artificial General (IAG)?	17
1.3.1. Utópicos digitales	19
1.3.2. Luditas	20
1.3.3. Una postura intermedia: en pro de una IA Benéfica.....	21
1.3.4. Tecno-escépticos	21
1.4. Implicancias de la IA en el empleo ¿Fin de la ventaja competitiva?	21
1.5. La ventaja competitiva de la IA: los datos	22
2. LAS TECNOLOGÍAS DIGITALES EN EL CONTEXTO DEL PROGRESO TECNOLÓGICO	24
2.1. Importancia de la tecnología para la sociedad.....	24
2.2. Innovaciones que importan, las TPGs.	25
2.3. Características de las TPG.....	27
2.4. “Progreso” de la tecnología	29
2.5. Características del progreso de las tecnologías digitales	31
2.5.1. Las tecnologías digitales progresan de manera exponencial	31
2.5.2. La digitalización de casi todo.....	34
2.5.3. Implicancias económicas de las digitalización de la información	35
2.5.4. Innovación recombinatoria	36
2.6. Las tecnologías digitales cumplen con las características de las TPGs	37
3. PROGRESO TECNOLÓGICO Y PROSPERIDAD	39
3.1. Acerca de cómo el progreso tecnológico contribuye al bienestar	39
3.2. Definición de variables asociadas con un mayor bienestar	40
3.3. ¿Que nos dicen los datos?	40

3.3.1. La productividad	41
3.3.2. Nivel de empleo privado	42
3.3.3. Compensaciones	43
3.3.4. Distribución del ingreso.....	44
3.3.5. Beneficios corporativos y salarios	45
3.3.6. Conclusión	46
3.4. La desigualdad	48
3.4.1. La sustitución de mano de obra por capital físico.....	49
3.4.2. Cambio técnico sesgado hacia la capacitación.....	50
3.4.3. Las superestrellas se quedan con todo	52
3.4.4. Características de las economías digitales	53
3.5. Conclusión	55
4. ¿QUÉ DICEN LOS EXPERTOS RESPECTO DEL FUTURO DEL EMPLEO?	57
4.1. Optimistas	57
4.2. Pesimistas	60
4.3. Conclusión	63
5. IMPACTO EN EL EMPLEO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA	67
5.1. Impacto de la IA.....	67
5.2. Profesiones que se van a automatizar.....	69
5.3. Que dicen los estudios acerca de la desaparición del empleo	72
5.4. Sectores impactados por la IA	73
5.5. Equilibrio económico mundial definido por la IA.....	75
5.5.1. El liderazgo de China respecto de los datos.....	75
5.5.2. Nuevo equilibrio tecnológico y político mundial definido por la IA.....	76
5.6. Conclusión	78
6. POLÍTICAS Y ACCIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO DE LA IA	81
6.1. Perspectiva china sobre el futuro del empleo.....	81
6.2. Perspectiva de Silicon Valley	82
6.3. Propuestas a de Brynjolfsson y McAfee	83
6.3.1. Medidas de corto plazo	83
6.3.2. Medidas de largo plazo	83
6.4. Propuestas de Kai-Lee	84
6.4.1. Medidas de corto plazo	84
6.4.2. Medidas de largo plazo	85

6.5. Conclusiones.....	85
7. CONCLUSIÓN	88
7.1. Conclusiones personales	91
8. REFERENCIAS	95

Índice de cuadros

Figura 1. Visiones respecto de la aparición de una IAG.....	19
Figura 2. Desarrollo social humano a lo largo de la historia.....	27
Figura 3 . El progreso tecnológico en la tecnología aeronáutica.....	30
Figura 4 . Progreso acelerado durante la Era digital.....	31
Figura 5 . Las tecnologías digitales describen una curva exponencial.....	33
Figura 6 . Evolución de la productividad en EEUU (1948-2010)	41
Figura 7 . El empleo y la productividad (1972-2012).....	43
Figura 8 . PBI real vs ingreso medio per cápita.....	44
Figura 9 . Distribución del ingreso en EEUU (1920-2015).....	45
Figura 10 . Salarios y beneficios corporativos en relación con el PBI.....	46
Figura 11 . Evolución de los salarios según nivel educativo (1963-2008).....	51
Figura 12 . Distribución de cola larga	54
Figura 13. Panorama de las competencias de la IA	62
Figura 14. Riesgo de sustitución de trabajo físico	70
Figura 15. Riesgo de sustitución: Trabajo cognitivo	71
Figura 16. Distribución de los trabajadores según su ocupación en tareas de baja, media y alta capacitación en 1979 y 2016 en EEUU.....	74

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación entre las visiones optimistas y pesimistas.....	64
Tabla 2. Medidas en el largo y corto plazo para mitigar el impacto de la IA en el empleo.....	86

Introducción

Pareciera haber cierto consenso respecto del impacto positivo de la tecnología en la sociedad. En los espacios laborales, se premia la automatización de procesos ya que simplifican tareas y ahorran esfuerzo. En los centros de estudios, los modelos de negocios referentes de éxito son los de las GAFA (Google, Amazon Facebook y Apple), empresas que se apalancan en las últimas tecnologías para mantener su liderazgo en el mercado.

Sin embargo, la economía digital y la implementación de la IA tienen efectos diferentes a los de las innovaciones del pasado (no digitales). Por un lado, generarían una gran abundancia en la oferta con la reducción de los costos, pero por otro lado también impactarían en el hombre cuando las máquinas reemplacen sus habilidades y se vean desplazados de sus trabajos. El gran riesgo no viene dado solamente por los trastornos que puede generar la adaptación al cambio, pero que las personas queden in-empleables y sin un salario, que es el medio para que se integren a la sociedad y dar sentido a su vida; incluso, que el mismo capitalismo esté en peligro cuando la gente no tenga los ingresos para consumir.

Entonces, ¿es realmente esta tecnología positiva para el ser humano? ¿Cómo nos va a impactar y qué riesgos y oportunidades van a traer? ¿Cómo aprovechamos nuestras fortalezas para hacer frente a estos desafíos y contrarrestar nuestras debilidades?

Mediante el análisis de bibliografía especializada en el impacto de la tecnología digital y la IA en el empleo, me propongo explicar por qué el paradigma de desarrollo tecnológico generador de progreso y bienestar es cuestionable y cuáles son las acciones que deberíamos tomar para minimizar el impacto negativo de esta evolución. Parto de la concepción que nuestro futuro no está determinado; pero que debemos comprender la situación actual para proyectar un futuro amigable, tanto a nivel individual, como empresarial, industrial y de país.

Relevancia:

La IA tiene la capacidad de redefinir la vida del ser humano en un futuro relativamente cercano dado su impacto en el trabajo, la abundancia que generaría en la oferta de productos y

servicios y porque las máquinas superarían en inteligencia a los hombres. Las tecnologías que pueden generar dichos cambios ya están presentes en nuestra vida cotidiana y están evolucionando de manera acelerada. Por esta razón, comprender el mundo que se avecina y la naturaleza del cambio nos da herramientas para poder anticiparnos y prepararnos.

A nivel profesional, comprender la problemática y sus consecuencias, nos permitirá identificar nuestra ventaja competitiva frente a las máquinas, cómo podremos aportar valor y cuáles serían las habilidades de mayor demanda. También nos permitirá posicionarnos mejor en el mercado laboral.

Hipótesis

Históricamente, y sobre todo en el Siglo XX, el avance tecnológico ha dado lugar a una sociedad más próspera. Si bien en las transiciones se han generado momentos de desempleo, éste nunca ha sido permanente. Al contrario, las nuevas tecnologías creaban nuevas oportunidades de empleo que exigían más capacitación y eran mejor pagos. Este es el caso de la mecanización de la agricultura que obligó a grandes masas de trabajadores a dirigirse del campo a la ciudad para encontrar trabajo en las fábricas. (Ford, 2016) Este comportamiento luego se consolidó en la teoría económica dominante, que enseña que el progreso tecnológico es el elemento necesario para mejorar la calidad de vida de la población gracias al aumento de la productividad.

Mi hipótesis de trabajo es que con la IA el desarrollo tecnológico no necesariamente va a traer un mayor bienestar ni una mejora de la calidad de vida de la media, tal como sucedió con las revoluciones industriales y como defienden tanto expertos en la materia como la teoría económica tradicional.

Mi hipótesis se funda en que las tendencias que está marcando la IA difieren de lo que sucedió en el pasado.

Por un lado, está cambiando la relación seres humanos-máquina: históricamente las máquinas eran herramientas que aumentaban la productividad de los trabajadores; en la actualidad, las máquinas están convirtiéndose en trabajadores ellas mismas. (Ford, 2016)

Por otro lado, la aceleración del cambio tecnológico está siguiendo una curva de crecimiento exponencial -de acuerdo con la Ley de Moore-, lo cual hace que su impacto sea mucho mayor y más rápido que el de las tecnologías del pasado. (Ford, 2016)

Finalmente, la tecnología de la información se aplica en todos los campos y por ello impactará en todos los sectores de manera sincrónica y no por sectores como en las revoluciones industriales. (Ford, 2016)

Metodología

Para demostrar mi hipótesis me propongo:

- i) Hacer un análisis histórico de cómo el desarrollo tecnológico contribuyó a mejorar la calidad de vida, entender las condiciones en las que se dio y evaluar si están dadas las condiciones para que se repitan el comportamiento del pasado.
- ii) Entender los supuestos sobre los que se consolida el pensamiento económico tradicional que asocia desarrollo tecnológico y bienestar y hacer un análisis crítico de las situación actual.
- iii) Hacer un análisis crítico de las visiones de expertos respecto del impacto de la IA en el empleo.

Con dicho análisis me propongo explicar los cambios que plantea la tecnología en el empleo y en la vida del hombre y describir las visiones a futuro de los expertos en la materia así como pensar en medidas correctivas para mitigar su impacto

Revisión bibliográfica

Para realizar este trabajo me basé en bibliografía especializada y en publicaciones de expertos, teniendo en especial consideración que fueran de publicaciones de fecha reciente relacionadas con el estado de la tecnología de los lugares más avanzados del mundo (China y EEUU). Tuve en cuenta que se incluyeran las visiones de expertos con conocimiento de la industria dado que

los centros más avanzados en la implementación de la IA están dentro de empresas privadas que no publican sus descubrimientos, a diferencia de los centros de investigación en IA.

Max Tegmark es un científico sueco, profesor del MIT que en su libro *Vida 3.0* analiza cómo será la vida del ser humano a partir del desarrollo de la Inteligencia Artificial.

Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee en su libro *La Segunda Era de las Maquinas* analizan el impacto de las tecnologías digitales, específicamente en el trabajo, el progreso y la prosperidad.

Kai-Lee en su libro *Superpotencias de la Inteligencia Artificial* analiza el impacto de la Inteligencia Artificial en función de su desarrollo actual. Con un gran conocimiento del desarrollo de la tecnología en China, EEUU y el resto del mundo, aporta una visión global del estado de la tecnología y hace una evaluación de cómo esta tecnología modificará el equilibrio económico y político mundial.

Finalmente, Martin Ford, emprendedor de Silicon Valley, analiza el impacto de la tecnología en el empleo, donde ve que la tecnología es una amenaza para el ser humano.

Por otro lado, se tuvieron en cuenta estudios realizados por diversos organismos y consultoras, entre ellas un estudio de la evolución e impacto de la IA realizado por la Universidad de Stanford *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)*, estudios realizados por la OCDE, McKinsey, BeIn, entre otros.

También se revisaron artículos y videos de referentes de la industria para temas específicos y libros de historia del siglo XX.

Objetivo principal

El objetivo principal de la tesis es analizar el impacto de la inteligencia artificial en el empleo, es decir, en cómo dichas tecnologías van a impactar a los seres humanos tal que productores, e intentar identificar las nuevas oportunidades y reglas de las sociedad así como su impacto en la vida del hombre. Se analizarán críticamente las visiones de los expertos y se identificarán las medidas correctivas para mitigar su impacto.

Objetivos específicos

- Describir el estado de la IA tal que tecnología digital en los países y regiones líderes.

- Entender la importancia y la trascendencia de la IA para la sociedad dentro del marco de la historia. Se define el concepto de TPG y se caracteriza a la IA en relación a dicho concepto.
- Hacer un análisis comparativo de la IA en el estado actual y tecnologías comparables del pasado, de modo de establecer similitudes y diferencias e intentar predecir la posibilidad de que la historia se repita.
- Analizar la visión de la teoría económica para la relación entre progreso tecnológico y bienestar. Buscar entender en qué condiciones este pensamiento es válido.
- Describir las visiones a futuro de la tecnología y los equilibrios económicos y políticos que se establecerían.
- Entender cómo la IA impacta en el empleo. Describir las distintas visiones del empleo a futuro, teniendo en cuenta distintos niveles de desarrollo de la tecnología.
- Describir la importancia del empleo, su rol en la vida de la gente y las necesidades satisface para entender el impacto que los cambios en el empleo generarían en los seres humanos.
- Profundizar en el impacto que puede tener la IA en el empleo (y en el mundo) a partir de la implementación de la tecnología a su nivel de desarrollo actual. Describir los cambios esperables, identificando las tareas con mayor probabilidad de automatización, así como las nuevas oportunidades laborales.
- Describir la situación actual de la IA y el empleo en los países más avanzados tecnológicamente e identificar las intervenciones requeridas para mitigar los impactos negativos.
- Elaborar conclusiones aportando una visión personal.

Interrogantes de la investigación

Algunas de las preguntas que se intentarán responder son: ¿Es posible pensar un complemento máquina - hombre para un futuro mejor? ¿O tendremos que habituarnos a la idea de que las máquinas desplazarán a los humanos de sus trabajos? En este caso, ¿es posible una reconversión o quedaremos desempleados y nuestra sociedad alcanzará un nuevo paradigma donde

el ser humano ya no trabajará? ¿Qué escenarios se plantean en términos de desigualdad y repartición del ingreso? También profundizaré en las habilidades que dejarán de ser valoradas y aquellas que constituirán nuestra nueva ventaja competitiva.

Limitaciones y restricciones

El presente trabajo se basa en bibliografía especializada elaborada en los centros más avanzados a nivel tecnológico y comercial: Silicon Valley y China. De esta manera, las visiones son propias de países desarrollados, con economías que compiten a nivel tecnológico.

Este trabajo no pretende explicar las situaciones particulares de cada país, tampoco se tienen en cuenta condicionantes que podrían impactar en la difusión e implementación de la IA, tales la escasez de recursos, el impacto de estructuras sindicalizadas o la falta de infraestructura. No se tienen en cuenta las legislaciones locales con relación a la utilización de tecnología o a las prácticas monopólicas.

Articulación

En el Capítulo 1, se da el marco teórico de la investigación. Se define el concepto de Inteligencia Artificial y su estado de desarrollo en distintos sectores de la economía. Posteriormente se hace un repaso de la evolución de dicha tecnología desde sus orígenes hasta la actualidad, se analizan las distintas visiones respecto de la evolución de la tecnología y del futuro de la vida del hombre en convivencia con máquinas inteligentes.

En el Capítulo 2, se analiza el lugar de la inteligencia artificial y las tecnologías digitales en el contexto del progreso tecnológico. Se caracterizan las TPGs (Tecnologías de propósitos generales) que son tecnologías que tienen el poder de modificar trascendentalmente el mundo que conocemos y poner en crisis la concepción misma de la vida del hombre. Se identifican las tecnologías que se incluyen bajo dicha categoría y se identifican sus características. Se analizan las tecnologías digitales y de la IA a la luz de las características de las TPGs.

En el Capítulo 3, se definen los conceptos de progreso tecnológico y prosperidad y la relación entre los mismos. Se analiza su evolución durante la Era Digital. Se analiza las causas de la desigualdad

en la Era digital y su impacto en la economía. Se realiza un análisis comparativo de la Era digital respecto de las revoluciones industriales.

En el Capítulo 4 se profundiza en las distintas visiones de los expertos relativas al futuro del empleo.

En el Capítulo 5, se analiza el impacto de la IA en el empleo, teniendo en cuenta el desarrollo actual de la IA (y no, por ejemplo, el impacto del desarrollo de una Inteligencia Artificial General). Posteriormente se analiza cómo quedaría el equilibrio político y económico definido por un mundo marcado por la IA.

En el Capítulo 6, se describen políticas y acciones para mitigar el impacto de la IA. Se presentan las visiones predominantes en Silicon Valley y de China y las propuestas de Brynjolfsson y McAfee y de Kai-Lee.

En el Capítulo 7 se elaboran las conclusiones personales.

1. Marco teórico

Indeed, Machine learning has been the key contributor to the AI surge in the past few decades, ranging from search and product recommendation engines, to systems for speech recognition, fraud detection, image understanding, and countless other tasks that once relied on human skill and judgment.

(Stanford University, 2016)

1.1. La inteligencia artificial. ¿Qué es?

Inteligencia Artificial (IA) es la ciencia y conjunto de tecnologías computacionales que se inspiran en el funcionamiento del sistema nervioso y cuerpo humano para sentir, aprender, razonar y actuar; es decir, para realizar acciones consideradas propias de los seres humanos (Stanford University, 2016)

1.1.1. Definición de Inteligencia Artificial

Si bien existen varias definiciones para el término Inteligencia Artificial, la dificultad para definir el concepto de inteligencia de manera unívoca hizo que no fuera posible hasta hoy consensuar una definición “correcta” e indiscutible. (Stanford University, 2016)

Las definiciones existentes están relacionadas con la capacidad para la lógica, la comprensión, la planificación, el conocimiento emocional, la autoconciencia, la creatividad, la resolución de problemas y el aprendizaje (Tegmark, 2018), donde la inteligencia se refiere a un espectro multi-dimensional de habilidades relacionado con la escala, la generalidad, la velocidad y el nivel de autonomía de las actividades que realiza. Estos son los parámetros con los que se evalúan todas las instancias de inteligencia de las máquinas. La imposibilidad para definir la IA de manera unívoca y con un objetivo concreto, hizo que el concepto de “máquina inteligente” sea un concepto en constante evolución cuya frontera se extiende a medida que dichas tecnologías se integran a la sociedad. (Stanford University, 2016)

1.1.1.1. Niveles de inteligencia

El estudio de la inteligencia artificial demostró que la inteligencia no es una cualidad exclusiva de los seres vivos ya que incluso las máquinas pueden llegar a ser igualmente inteligentes, si se combinan adecuadamente información y computación. Esto significa que la inteligencia dejó de ser considerada como una cualidad dependiente del sustrato pero independiente y replicable. (Tegmark, 2018)

Siguiendo este criterio, la inteligencia puede clasificarse en 3 niveles:

En el nivel inferior, seres como las bacterias que se comportan de acuerdo con su información genética y no son capaces de cambiar su comportamiento a través del aprendizaje. (Tegmark, 2018)

En un lugar intermedio, inteligencias que son capaces de aprender y cambiar su comportamiento en función del entorno y sus objetivos. En términos informáticos, vienen con un hardware pero son capaces de generar cambios en su comportamiento (o en su software). Este sería el caso de los seres humanos. (Tegmark, 2018)

Finalmente, la IA estaría en un lugar superior, ya que no solamente sería capaz de aprender, sino que también sería capaz de cambiar su hardware. (Tegmark, 2018)

1.1.2. Sub-áreas de la IA

Para el desarrollo de esta sección, me basé fundamentalmente en la descripción provista en el reporte de IA de la Universidad de Stanford, la cual a su vez se basa en *The Quest for Artificial Intelligence* [La búsqueda de la Inteligencia Artificial], de Nilsson. (Stanford University, 2016).

Tradicionalmente, la IA se divide en los siguientes campos:

- **Planificación y búsqueda [Search and planning]:** se ocupa del razonamiento requerido para conseguir un comportamiento en vistas a un objetivo. Un ejemplo de la tecnología aplicada se da con el programa de ajedrez *DeepBlue* que, para identificar la jugada ganadora (el comportamiento que debe ejecutar para cumplir con su objetivo de ganar), realiza una búsqueda que le permite identificarla.

- **Área de Representación del Conocimiento y Razonamiento [Area of Knowledge Representation and Reasoning]:** Tiene que ver con el procesamiento de información (sobre todo, grandes volúmenes de información) en formas estructuradas para que puedan ejecutarse búsquedas de manera más confiable y eficiente. Se ocupa de organizar, indexar y obtener grandes volúmenes de información de varias fuentes. Esta tecnología es la que uso IBM Watson para ganar el Jeopardy en 2011.
- **Aprendizaje automático [Machine Learning]:** es una tecnología que permite a los sistemas mejorar su rendimiento para realizar una tarea a partir de datos relevantes. Esta tecnología fue la contribución fundamental para el resurgimiento de la IA durante las últimas décadas, desde los motores de búsqueda y de recomendación de productos, hasta los sistemas de reconocimiento de habla, de detección de fraude, la comprensión de imágenes y muchas otras tareas que previamente dependían del juicio de los seres humanos y sus habilidades
- **El campo de Sistemas Multi-agentes [Multi-Agent Systems]** analiza cómo deben los sistemas interactuar entre ellos. Este campo está ganando importancia en los mercados online y los sistemas de transporte.
- **Robótica [Robotics]:** se ocupa del diseño y construcción de sistemas que puedan interactuar en el mundo real. La investigación se centra en la capacidad de percibir mediante sensores y de actuar consecuentemente para que el robot sea eficiente. Un área que se desarrolló recientemente fue la de Interacción Hombre-Robot [Human Robot Interaction].
- **La percepción de las máquinas [Machine Perception]:** Es tanto parte del área de Robótica como un área independiente en sí misma. Las áreas de mayor desarrollo son Visión por Ordenador [Computer Vision] y Procesamiento de Lenguaje Natural [Natural Language Processing]
- **Otras áreas consecuencia del desarrollo de Internet.** Entre ellas, el análisis de redes sociales [Social Network Analysis] y *Crowdsourcing*.

1.1.3. IA por sectores

Para la elaboración de esta sección me base en el estudio realizado por la Universidad de Stanford: *Artificial Intelligence and life in 2030* [Inteligencia Artificial y vida en 2030].

1.1.3.1. Transporte:

El sector del transporte está influenciado por tres tendencias: el transporte autónomo, los autos inteligentes, y la aparición de nuevas urbanizaciones y cambios en la organización del tránsito.

- **Transporte autónomo:** Posiblemente será uno de los primeros sistemas controlados por IA que llegue al ciudadano común permitiéndoles liberarse de manejar y que usen ese tiempo en otra cosa.

La tecnología existe desde el 2000. Sin embargo, la gran dificultad para su desarrollo fue la complejidad propia del mundo real donde los comportamientos inesperados presentaban un gran desafío. El gran volumen de datos que proveyeron los teléfonos inteligentes y la conectividad permitieron usar *machine learning* para la percepción de tareas. Esto, sumado a la reducción de costos de los sensores, permitieron obtener los primeros productos reales.

Actualmente la percepción de las máquinas tiene una calidad similar a la de los seres humanos, sin embargo, se espera que con el aprendizaje profundo los autos autónomos serán mejores conductores.

Una vez superadas las dificultades relacionadas con ciertas limitaciones mecánicas y de seguridad, el uso de este tipo de tecnologías va a proliferar exponencialmente. (Stanford University, 2016)

- **Autos inteligentes:** Son autos que tienen funcionalidades para la seguridad y el confort del conductor. Como ejemplos, los autos que se estacionan solos, los que alertan al conductor cuando tienen un objeto en los “puntos negros” en una autopista, o los que admiten la modalidad “cruce” en una ruta. Para su desarrollo se requirió de la reducción de los costos de los sensores y de un gran volumen de datos, los cuales fueron en primer lugar provistos por los GPS y posteriormente con los

teléfonos inteligente (con GPS). Como contrapartida, los datos compartidos por los individuos dan información masiva a las grandes compañías tecnológicas y las ciudades acerca de los patrones de transporte de los habitantes.

- ***Aparición de nuevas urbanizaciones y cambios en la organización del tránsito:*** El transporte autónomo impactará en el urbanismo de las ciudades y permitiría la aparición de servicios de transporte que hoy no existen, ya que modificarán de manera sustancial el modo en que las personas se trasladan de un lugar a otro.

1.1.3.2. Robots para el servicio doméstico

Ya existen productos comerciales dentro de esta categoría. Ejemplos son las aspiradoras inteligentes que funcionan de manera autónoma y son capaces de limpiar una superficie horizontal – interiores - sin desnivel. Las oportunidades de mejora de estos productos están a nivel funcionalidad y en su interacción con los humanos y estarán dados por la mejora de los chips, el menor costo de sensores 3D, la disponibilidad de aprendizaje profundo en la nube y las mejoras en la comprensión del discurso. También se espera que se desarrollen robots para el envío de paquetes, para limpiar oficinas y mejorar la seguridad.

Una de las últimas y más importantes innovaciones en el área, fue la incorporación de un sistema que le permite a los robots reconstruir el espacio 3D a limpiar y así ganar eficiencia. Tienen además funciones para actuar cuando la basura está llena, cuando se encuentran con una alfombra o con el propio cable. Sin embargo, siempre necesitan de superficies planas, y el diseño del objeto en sí es complejo de resolver.

1.1.3.3. Salud

El área de salud es un área de una enorme potencialidad para la inteligencia artificial ya que podría mejorar los diagnósticos de salud y consecuentemente, la calidad de vida de millones de personas. Requiere sin embargo de que los médicos, enfermeras y pacientes confíen en esta nueva

tecnología y existan políticas públicas, regulatorias y comerciales que las avalen. Para que la IA pueda implementarse, el volumen y calidad de los datos que se obtengan es clave.

Las aplicaciones con mayor potencialidad son:

1. ***La IA como sustento analítico para las decisiones de los médicos, monitoreo y seguimiento del paciente:*** El principal obstáculo es el propio sistema de Salud ya que opone resistencia a la digitalización de las historias clínicas. Además de barreras regulatorias, la oferta para la gestión de historias clínicas digitales está dominada por unas pocas compañías que ofrecen una experiencia de muy pobre.

Sin embargo, esta tecnología tiene la potencialidad de cambiar drásticamente la interacción médico-paciente. Si hubiera suficiente volumen de datos y sistemas adecuados, los mismos datos servirían para elaborar el diagnóstico y el paciente no tendría la necesidad de compartir sus síntomas con el médico. La IA elaboraría el diagnóstico y el médico cumpliría las funciones de guiar y acompañar al paciente.

2. ***Robótica aplicada a la Salud:*** la Robótica aplicada a la Salud, que incluye herramientas autónomas para asistir a los médicos durante las operaciones y herramientas autónomas para asistir en el cuidado de los pacientes,

- Herramientas autónomas para asistir a los médicos durante las operaciones: El Sistema Da Vinci es un sistema para realizar cirugías donde un cirujano comanda un robot que es quien opera. El principal beneficio, y por lo que inicialmente se difundió, fue porque permitía realizar cirugías menos invasivas, las cuales se aplicaron inicialmente para realizar baipás de corazón y operaciones de cáncer de próstata. Actualmente se utilizan ampliamente en las laparoscopías ya que tienen cámaras 3D y porque tienen agarres ergonómicos.
- Herramientas autónomas para asistir en el cuidado de los pacientes: Los robots que asisten en la salud tienen la característica de requerir la asistencia del ser humano para confirmar que el robot esté realizando la acción correcta. No es lo mismo asistir a un humano a caminar, que

a una persona mayor en un pasillo lleno de gente y objetos. Por eso se considera que esta área es una donde la colaboración ser humano-máquina va a permitir obtener la mayor cantidad de beneficios.

Los sistemas robóticos permiten recabar datos acerca de cómo se realiza una cirugía y entender cómo es el proceso que realiza el cirujano. Adicionalmente generan un ecosistema innovador en sensores, monitoreo, análisis de datos y automatización. En la medida que las plataformas aporte mayor cantidad de datos, van a permitir el desarrollo de herramientas analíticas predictivas y la identificación de patrones para el diagnóstico.

3. **La Salud Móvil:** El registro pasivo de datos de salud a través los teléfonos inteligentes y *wearables* se utilizan actualmente en algunos países para anticipar problemas de salud. El objetivo sería poder combinar la información de las redes sociales con la de salud para poder hacer predicciones sólidas. Esta transformación está en proceso.

4. **Cuidado de personas mayores:** Este es un área de mucho potencial ya que en los próximos 15 años va a aumentar el número de personas mayores en un 50% y todavía no se evidencia un gran avance de la tecnología. Se considera que los robots pueden ayudar en la independencia y calidad de vida, en el soporte de la salud y bienestar y en los tratamientos.

Para que la interacción entre personas mayores y la IA sea posible, se requieren de mejoras en el procesamiento de lenguaje natural, razonamiento, aprendizaje, percepción y robótica. El cuidado de personas mayores va a crear cuestionamientos a nivel de la privacidad ya que impacta en todo el círculo familiar.

1.1.3.4. Educación

A nivel educativo, los cursos y entrenamientos online permiten abastecer de datos el proceso de aprendizaje de modo de poder perfeccionar la enseñanza con el objetivo de poder desarrollar plataformas de aprendizaje a escala. Ejemplos de estos cursos son Coursera, Udemy, Khan Academy.

Potencialmente, con IA y datos se podría identificar las concepciones erróneas de los alumnos, predecir los resultados de rendimiento y hacer devoluciones en el momento. La digitalización del proceso permitiría mejorar el entendimiento de los procesos de aprendizaje, memorización, escritura y de adquisición de conocimiento.

1.1.3.5. Seguridad pública

Tiene su pilar la supervisión mediante cámaras de video, el monitoreo con drones y la predicción de las fuerzas de seguridad para detectar hechos criminales. Estas tecnologías tienen beneficios y riesgos. A nivel riesgos, es importante asegurar la imparcialidad de los algoritmos. A nivel beneficios, el análisis de los videos, podría ayudar a predecir un crimen en lugar de resolverlo. Lo mismo sucede con las redes sociales que se monitorean de manera masiva para poder detectar los eventos que puedan ser un riesgo para la sociedad.

Las técnicas de visión, análisis de discurso y el análisis de la manera de caminar mediante IA podrían usarse como indicios para el trabajo y análisis de las fuerzas de seguridad.

Finalmente, las IA también permiten identificar amenazas a la ciberseguridad de manera masiva.

1.1.3.6. Entretenimiento

Con internet y luego potenciado por la IA, aparecen hace 15 años **plataformas de información y entretenimiento con contenido generados por el propio usuario**, las cuales ganan tal fuerza que incluso debilitan la necesidad de interacción interpersonal. Estas plataformas permiten a sus usuarios compartir imágenes, videos, generar blogs y temas de discusión. Se sustentan en las tecnologías de IA de procesamiento de lenguaje natural, recuperación de información, procesamiento de imágenes, *crowdsourcing* y aprendizaje automático. Con el desarrollo de algoritmos de filtrado, por ejemplo, la aplicación es capaz de hacer recomendaciones de películas, canciones y temas en función de los datos demográficos del usuario y de su historial de búsqueda.

Otra forma digital de entretenimiento son los **juegos online** que tienen muchos adeptos sobre todo entre las generaciones más jóvenes y entre quienes también está reemplazando las formas más tradicionales de entretenimiento. La tendencia es que el entretenimiento digital sea cada vez más interactivo, personalizado y atrapante.

Los **entretenimientos tradicionales** también han incorporado tecnologías de análisis de datos y de IA para optimizar su negocio. Por ejemplo, en el área deportiva se obtienen métricas del rendimiento de cada jugador y del partido en general que serían imposibles si estas tecnologías no existiesen.

Un riesgo que surge de la tendencia de que todos los contenidos sean digitales es que las empresas de medios monopolicen la difusión de contenidos y tengan el poder de controlar las ideas y las experiencias a las que se exponen a las personas. Es importante por lo tanto las políticas regulatorias que se desarrollen para evitar este tipo de situaciones.

1.2. Reseña histórica de la IA.

Desde sus inicios, la IA ha pasado por períodos de auge y de caída. Los períodos de auge fueron períodos de grandes promesas y financiamiento. Sin embargo, al no obtener resultados prácticos, fueron seguidos por períodos de caída, o “inviernos de la IA”, caracterizado por fuertes recortes en la financiación. (Lee, 2020)

En 1950, los pioneros de la IA se definen el objetivo de recrear la inteligencia humana en una máquina. (Lee, 2020)

Posteriormente, en la década de los ´80, la investigación de la IA se había escindido en dos ramas: el enfoque “basado en normas” y el enfoque “basado en redes neuronales”. Los investigadores en el campo “basado en reglas” (también conocido como “sistemas simbólicos” o “sistemas expertos”) intentaban enseñar a las máquinas a pensar utilizando una serie de reglas lógicas, del tipo: “Si Y, entonces X”. Si bien esta metodología funcionaba bien para casos sencillos, no servía para casos más complejos con muchas variables, propios del mundo real. Lo que se hacía en estos casos era

entrevistar a expertos en los problemas que se estaban analizando y luego codificar su conocimiento en la toma de decisiones del programa. (Lee, 2020)

Los sistemas neuronales usaron otra aproximación. En lugar de enseñar las reglas que rigen la toma de decisiones de los seres humanos, se buscó directamente recrear el funcionamiento del cerebro humano. Para ello, se recreó la arquitectura del cerebro construyendo capas neuronales que pudieran recibir y transmitir información. En lugar de dar a las redes las reglas a seguir en la toma de decisiones, se introducen muchísimos ejemplos de un determinado fenómeno en las redes neuronales y se deja que las propias redes identifiquen patrones dentro de los datos. (Lee, 2020)

Si bien durante las décadas del '50, '60 y '80 las redes neuronales tuvieron resultados prometedores, fue solamente con el aumento de la potencia de cálculo y con los grandes volúmenes de datos (las dos materias primas de las redes neuronales) que se desencadena el renacimiento de la IA actual. Se consiguió que los datos “entrenaran” al programa para reconocer patrones dándole muchos ejemplos, y la potencia de cálculo permitió que estos programas analicen estos ejemplos a gran velocidad. Previamente, las redes neuronales presentaban limitaciones para problemas complejos que requerían de muchas capas de neuronas dado que el sistema eficiencia. (Lee, 2020)

Este gran salto técnico se dio a mediados de la década de 2000 cuando Geoffrey Hinton descubre este nuevo modo de entrenar de manera eficaz las capas de redes neuronales, método posteriormente conocido como Aprendizaje Profundo [Deep Learning]. (Lee, 2020)

En 2012, una red neuronal construida por el equipo de Hinton ganó un concurso internacional de visión por ordenador lo cual hizo que el Aprendizaje Profundo pasara así a formar parte de la corriente dominante dentro de la IA. Fue recién en este momento donde se empieza a hablar de que la IA podría efectivamente descifrar el habla humana, traducir documentos, reconocer imágenes, predecir el comportamiento del consumidor, identificar fraudes, tomar decisiones crediticias, ayudar a los robots a “ver” e incluso a conducir un auto. (Lee, 2020)

1.2.1. El Aprendizaje Profundo (década de 2000)

El Aprendizaje Profundo funciona en base a algoritmos que utilizan cantidades masivas de datos de un dominio específico para tomar una decisión que optimiza el resultado deseado.

Esto lo hace entrenándose a sí mismo para reconocer patrones y correlaciones profundamente enterrados entre los muchos puntos de datos y el resultado deseado. Es un proceso de búsqueda de patrones que funciona mejor cuando los datos se etiquetan con el resultado deseado, por ejemplo “gato” / “no gato”. Como la red es capaz de encontrar correlaciones que son invisibles a los ojos humanos, son capaces de tomar mejores decisiones que las mismas personas. (Lee, 2020)

Es importante tener en cuenta que para el correcto funcionamiento de una red neuronal de aprendizaje profundo se necesitan:

- datos relevantes
- un algoritmo sólido
- un dominio limitado
- un objetivo concreto

Si bien la inteligencia artificial basada en el Aprendizaje Profundo consigue ser extremadamente eficiente para resolver un problema cuando se dan las características mencionadas anteriormente, no deja de ser una inteligencia limitada en cuanto a las tareas que puede realizar. Este tipo de inteligencias se conocen como “inteligencias estrechas”. (Lee, 2020)

Las inteligencias que son capaces de dominar un amplio espectro de habilidades, incluso aprender, se conocen como “inteligencias generales”. Este tipo de Inteligencias Artificiales no existen hoy en día en máquinas, pero es el tipo de inteligencia propia de los seres humanos. (Lee, 2020)

La gran importancia del Aprendizaje Profundo es que su capacidad para reconocer un patrón, optimizar para obtener un resultado específico y tomar una decisión es una solución con aplicación en innumerables problemas de la vida cotidiana. (Lee, 2020)

1.2.2. El aprendizaje profundo, fin de la Era de Descubrimiento.

Se definen dos etapas dentro de la historia del aprendizaje profundo: una primera etapa de “descubrimiento” caracterizada por los grandes avances teóricos en IA, período de investigación liderado por los Estados Unidos. Y una etapa posterior de Implementación donde la tecnología llega a un nivel tan avanzado de desarrollo que es aplicable a múltiples problemas de la vida cotidiana. (Lee, 2020)

La Era de los Descubrimientos culmina con la victoria de AlphaGo sobre el legendario jugador norcoreano Lee Sedol en un partido de Go en mayo 2016. AlphaGo es un centro neurálgico de inteligencia artificial basado en aprendizaje profundo de Google. El Go es un juego que se inventó hace más de 2500 años en la Antigua China cuyo tablero ofrece tantas diferentes posiciones, que el árbol de decisiones se torna extremadamente complejo. A tal punto, que se creía que este número de posibilidades excedían las que una computadora podría evaluar. (Lee, 2020)

En consecuencia, la victoria de la máquina sobre el hombre en el juego del Go marca un punto de inflexión en la historia de la IA ya que fue la primera vez que una máquina pudo vencer al hombre en un área donde los problemas no podían ser definidos en su totalidad, en un campo que tiene las variaciones radicales propias del mundo real. Esta victoria abrió enormes posibilidades para la resolución de problemas. (Lee, 2020)

1.2.3. La era de la implementación

Durante la Era de la Implementación, se aplican a nuevos problemas las tecnologías que ya se habían descubierto y que se venían desarrollando desde el inicio de la IA. Es decir que llegan al público nuevos productos y servicios que aplican tecnologías y conocimientos ya existentes. Además del aprendizaje profundo, participan otras tecnologías complementarias como el aprendizaje por refuerzo y la transferencia de conocimiento. (Lee, 2020)

En este momento la implementación de IA y la investigación en IA se convierten en dos ramas separadas. (Lee, 2020)

1.2.4. Las cuatro olas de la IA

Lee plantea un desarrollo de la Inteligencia Artificial en cuatro etapas:

1. La IA de Internet
2. La IA empresarial
3. La IA de la percepción
4. La IA autónoma

1.2.4.1. La IA de Internet

Comienza hace 15 años aproximadamente y tiene su apogeo en el 2012. Se basa fundamentalmente en el uso de algoritmos de recomendación, es decir de sistemas que aprenden de las preferencias personales de cada persona para mostrarles contenido cuidadosamente seleccionado que coincida con sus gustos. El objetivo del negocio con esta optimización es mantener la atención del usuario el mayor tiempo posible y que éste haga el mayor número de *clicks* posibles, ya que los *clicks* se monetizan. Son las empresas de internet – Google, Baidu, Ali Baba y You Tube- quienes aumentan sus beneficios. (Lee, 2020)

El sistema aprende de los gustos de las personas a través del etiquetado -categorización- de una acción en relación del objetivo. Por ejemplo, “clicado” versus “no clicado”, “comprado” versus “no comprado”, “visto hasta el final” frente a “cambio de video”. Este etiquetado es realizado por los mismos usuarios de internet a medida que navegan y de manera automática. (Lee, 2020)

Durante este período surgen muchas empresas de Internet completamente nuevas impulsadas por la IA:

- Editores de noticias que son algoritmos: utilizan el lenguaje natural y la visión computarizada para hacer un compendio de noticias – artículos y videos- de una vasta red de noticias y colaboradores dados de alta. Posteriormente, en función de los gustos de la persona, hace una selección de los contenidos más pertinentes. Ejemplo de este tipo de compañía es la empresa china Toutiao donde los usuarios pasan un promedio de 64 minutos diarios en la aplicación. (Lee, 2020)

- Creación de noticias: utilizan el aprendizaje automático para crear contenido. Este sistema ya se utilizó en las Olimpiadas de Río de Janeiro en 2016, para cubrir notas deportivas, que no tendrían mucha complejidad narrativa.

A nivel global, los países que lideran la IA de Internet son China y EEUU. Lee considera que ambos países están en condiciones similares y con las mismas probabilidades de convertirse en líderes. La diferencia entre ambos países está en el alto nivel de digitalización de la población china y la cantidad de habitantes, que equivale a la de EEUU y Europa juntos, lo cual los provee de un altísimo volumen de datos para mejorar sus algoritmos. (Lee, 2020)

Durante esta etapa, el beneficio económico está muy concentrado en el sector de la alta tecnología y el mundo digital. Es con la IA Empresarial que el poder de la optimización llega a los sectores más tradicionales de la economía en general. (Lee, 2020)

1.2.4.2. Segunda ola: La IA Empresarial

La IA Empresarial se refiere a la aplicación de las herramientas de aprendizaje profundo en los sectores tradicionales de la economía los cuales aún sin ser nativos digitales cuentan con grandes bases de datos y sistemas de etiquetados para poder llegar a un resultado. La IA empresarial analiza estas bases de datos y sistemas de etiquetado como base de su aprendizaje, siendo capaces de establecer correlaciones que le permita hacer predicciones basadas en características tanto fuertes como débiles¹ mediante complejíssimas relaciones matemáticas y teniendo en cuenta grandes volúmenes de datos. Estas correlaciones son imposibles de ser explicadas en término de causa-efecto. (Lee, 2020)

Este tipo de optimizaciones funcionan muy bien en sectores que han consolidado grandes cantidades de datos estructurados sobre resultados del negocio significativo. Ejemplos son los precios de las acciones, el uso de tarjetas de crédito y los pagos de hipotecas. (Lee, 2020)

¹ Las predicciones que se basan en características fuertes son aquellas donde hay una clara relación causa-efecto y es el tipo de predicciones que el ser humano está capacitado para hacer.

El servicio que ofrecen varias empresas nuevas de IA empresarial dentro de estos sectores son los de “dejar sueltos” los algoritmos dentro de las bases de datos existentes en busca de optimizaciones. Ayudan a la detección de fraudes, identificar deficiencias y ser más eficientes. (Lee, 2020)

En este punto, es importante destacar que el éxito de este tipo de servicios en EEUU tiene que ver con la idiosincrasia del país ya que las grandes corporaciones construyen enormes bases de datos cuyos datos se guardan de manera estructurada. Por el contrario, en China, las empresas no utilizan sistemas estandarizados para el almacenamiento de datos ni utilizan software para llevar la contabilidad, el inventario o la gestión. La falta de datos y la imposibilidad de escalarlo hace que la limpieza de datos y la estructuración sea más compleja y que los resultados de las optimizaciones de la IA sean menos sólidos. (Lee, 2020)

Lee considera que áreas de gran potencialidad para la aplicación de la IA Empresarial son en el diagnóstico médico y en el asesoramiento a jueces en base a casos anteriores tanto para las pruebas como para las sentencias. (Lee, 2020)

1.2.4.3. Tercera ola: la IA de la percepción.

Esta Inteligencia se desarrolla a partir de que las máquinas adquieren la capacidad de ver y oír, es decir que adquieren la capacidad de interpretar y obtener datos de imágenes y archivos de audio. Esto inicia una etapa donde es posible digitalizar el entorno físico mediante sensores y máquinas inteligentes para obtener información que luego puede ser analizado por un algoritmo de aprendizaje profundo para optimizarlo. (Lee, 2020)

La consecuencia de este tipo de inteligencia es que se desdibujan las fronteras entre el mundo físico *offline* y el virtual *online*. Se multiplican los nodos con los que interactuamos con internet, no limitándose ya a un teléfono inteligente o al teclado de una computadora. (Lee, 2020)

Un ejemplo de este tipo de innovaciones sería la posibilidad de pagar mediante el reconocimiento facial o poder hacer las compras en el supermercado con un carrito que nos identifica

y conoce nuestras preferencias. Lo mismo es aplicable a la educación, donde se podría generar una experiencia altamente personalizada donde la inteligencia reconozca nuestra voz y rasgos, estudie nuestros patrones de aprendizaje y sea capaz de elaborar programas de estudios personalizados. (Lee, 2020)

Este tipo de inteligencias proponen un entorno donde lo online y lo offline se funden entre sí. Lee denomina estas experiencias entornos OMO : *online-merge-offline*, ya que el mundo offline gana la conveniencia del mundo online, y el mundo online se enriquece de la sensorialidad del mundo offline. (Lee, 2020)

Evidentemente, este tipo de experiencias donde las inteligencias toman datos constantemente del mundo real plantea un problema que es el de la privacidad personal frente a la recopilación de datos en espacios públicos. Independientemente de las posturas de cada país respecto a lo que es correcto, la cultura china acepta más fácilmente que la estadounidense y que la europea la recopilación de sus caras, voces y opciones de compra y su posterior digitalización, lo cual le está dando una gran ventaja en la implementación de IA de la percepción. De esta manera, se está acelerando la digitalización en entornos urbanos y se abren las posibilidades para las nuevas aplicaciones OMO en el sector minoristas, la seguridad y el transporte. (Lee, 2020)

De todas maneras, y en contraste con la IA de Internet y la IA empresarial, la IA de la percepción requiere de un gran desarrollo de hardware inteligente que permita acoplar la experiencia online y la offline. Se requiere de un ecosistema industrial potente y flexible, que incluya proveedores de sensores, el entorno industrial para la generación de objetos físicos y fábricas de productos electrónicos. (Lee, 2020)

1.2.4.4. Cuarta ola: la IA autónoma

La IA autónoma será aquella que pueda moverse en el mundo real con seguridad y trabajar en él de manera productiva. Esta habilidad surgiría cuando la capacidad de optimización de la inteligencia pueda complementarse con su percepción y entendimiento del mundo real para poder

actuar. Y en ese momento, las capacidades de la inteligencia se ampliarían exponencialmente. (Lee, 2020)

Si bien en la actualidad tenemos máquinas automatizadas, éstas realizan tareas repetitivas, no son autónomas. No pueden improvisar ni tomar decisiones. Tampoco lidiar con irregularidades o desviaciones en los objetos que manipulan. (Lee, 2020)

Los desafíos de la IA General para su desarrollo se encuentran a nivel de seguridad y en la complejidad que su desarrollo requiere, ya que no alcanza con grandes volúmenes de datos para entrenar a las inteligencias, sino que también requiere de ingenieros de IA altamente capacitados. Es por esto, que en el panorama mundial pareciera que todavía EEUU va a tomar el liderazgo frente a China ya que está más avanzado en I+D de la IA. (Lee, 2020)

1.3. ¿Es posible una Inteligencia Artificial General (IAG)?

Frente a este escenario donde ya existen inteligencias – estrechas- capaces de realizar tareas de tipo cognitivo, se plantea la incógnita de cuándo y cómo surgirá una inteligencia general (IAG) que pueda alcanzar casi cualquier objetivo, incluido el de aprender, y así supere el umbral planteado por el ser humano. (Tegmark, 2018)

Las IAG serían máquinas pensantes con capacidad de realizar cualquier trabajo intelectual que pueda efectuar un ser humano, y mucho más. (Lee, 2020) Su creación permite imaginar la existencia de agentes inteligentes que no solo pueden diseñar su software – como lo hace el ser humano mediante el aprendizaje – pero su hardware y escapar de las limitaciones que impone el hardware biológico. Ningún ser vivo puede actualmente vivir un millón de años, entender toda la ciencia, memorizar toda la Wikipedia, o volar sin necesidad de una nave. El diseño de hardware permitiría que la inteligencia se libere de las restricciones que le impone su hardware biológico. (Tegmark, 2018)

Frente a la posibilidad de la existencia de una IAG, hay expertos que sostienen tanto que es posible como que no lo es. Nick Bostrom en su libro *Superinteligencia* realiza encuestas a investigadores de IA y sitúa el 2040 como la fecha estimada promedio para la creación de una IAG y

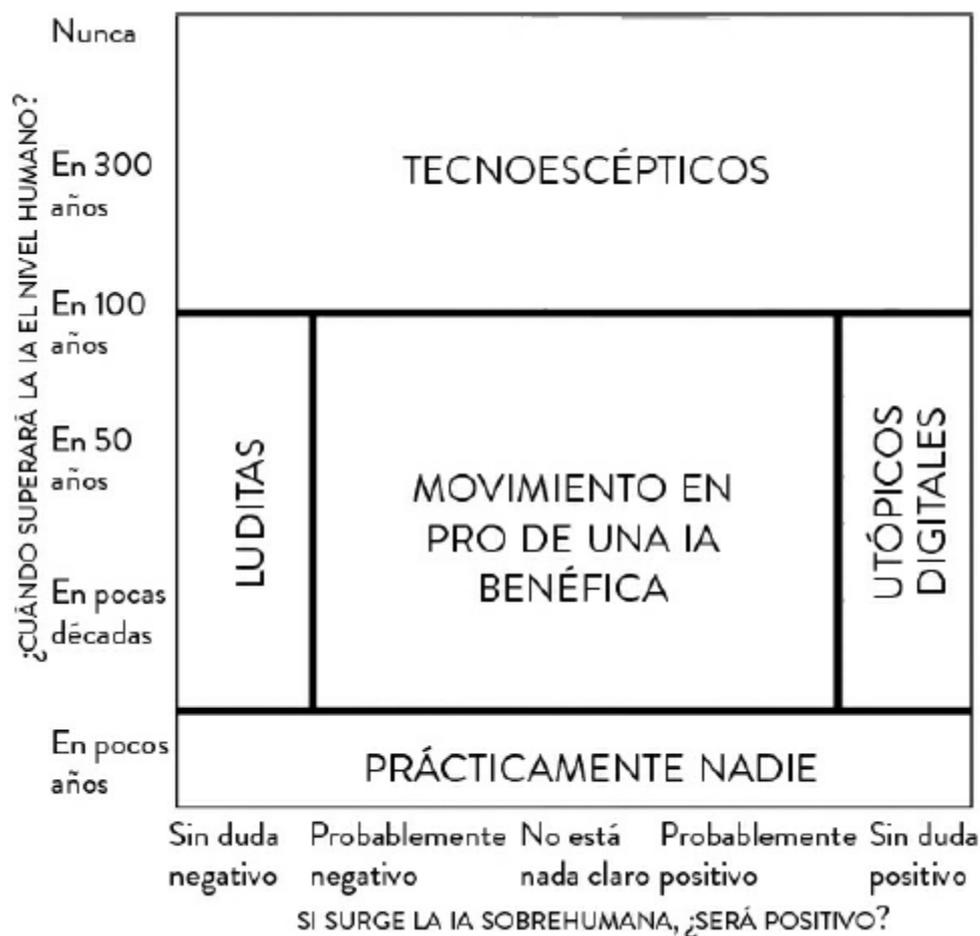
las siguientes 3 décadas para una superinteligencia. (Lee, 2020) Se entiende como superinteligencia o singularidad tecnológica al momento en el que una IAG se mejore a sí misma y de esa manera se genere un incontrolado crecimiento de su propia inteligencia, eclipsando la inteligencia humana. Las máquinas entenderían el universo a un nivel que los humanos no pueden ni siquiera concebir. Es decir, estarían cerca de la omnisciencia y la omnipresencia de un Dios. (Tegmark, 2018)

Dentro de quienes consideran que sí será posible en un corto o mediano plazo, la mayor parte considera que sucederá en el curso de las siguientes décadas. Dentro de este grupo, los luditas consideran que debería impedirse el desarrollo de una IAG por el peligro que representan para la sociedad. Los utópicos digitales, por el contrario, entienden que será extremadamente positiva. Finalmente, hay un tercer grupo que conforman el movimiento en “pro de una IA benéfica” que consideran que el efecto que esta tecnología tenga sobre la vida en el mundo depende de la dirección que los seres humanos le demos y que, por lo tanto, tenemos que desarrollarla responsablemente para que sea en beneficio de todos. (Tegmark, 2018)

La otra gran mayoría considera que el desarrollo de una IAG sucedería en un plazo tan largo que no debería siquiera ser considerado un problema relevante. Estos conforman el grupo de los tecno-escépticos. (Tegmark, 2018)

En la figura 1, se muestran las visiones respecto de la existencia de una IAG en el futuro.

Figura 1. Visiones respecto de la aparición de una IAG



Fuente: Obtenido de *¿Cuándo superará la IA el nivel humano?*, sección *Utópicos digitales*, Capítulo 1 *Bienvenidos a la conversación más importante de nuestro tiempo*, por Tegmark, 2018, Vida 3.0.

1.3.1. Utópicos digitales

Algunos expertos ven este escenario como uno de prosperidad, donde el hombre expande su propia conciencia y conquista la inmortalidad. (Lee, 2020) El paso siguiente natural y deseable para el hombre será el de una vida digital. Predicen una IAG en un rango de 20 a 100 años y les preocupa principalmente que la paranoia en torno a la IA retrase la utopía digital o genere la militarización de esta. Este grupo se alinea bajo el nombre de utópicos digitales (Tegmark, 2018). Referentes de esta

línea de pensamiento serían Ray Kurzweil, Demis Hassabis, (Lee, 2020) Richard Sutton & Larry Fink. (Tegmark, 2018).

Kurzweil anticipa que con la singularidad habrá una fusión de los hombres y las máquinas, donde los humanos subiremos nuestras mentes a la nube y renovaremos constantemente nuestros cuerpos a través de nano-robots inteligentes liberados en nuestro torrente sanguíneo. (Lee, 2020)

Demis Hassabis considera que la creación de una superinteligencia permitirá a la civilización resolver problemas que hasta hoy y con el nivel de inteligencia existente no se encuentra solución. Ejemplos de tales problemas son el calentamiento global y las enfermedades sin cura. (Lee, 2020)

1.3.2. Luditas

Existe otro grupo de expertos que, por el contrario, ven en la Superinteligencia un enorme riesgo para la civilización. Consideran que, dado que la IA no es una evolución natural pero el producto de la creación humana, lo que intentará será alcanzar los objetivos que se les asignen de la manera más eficiente posible. Una inteligencia producto de una evolución natural tiene como instinto su supervivencia, reproducción o dominación, y así es como actúan los animales. Sin embargo, la IAG buscará cumplir los objetivos que se le fueron planteados de la manera óptima, sin reparar en los medios que utiliza y sus consecuencias, y con una comprensión del mundo, de la química, la física y la nanotecnología muy superior al nuestro que las haría sumamente efectivas. Este problema es conocido como el “problema del control” o “problema de alineación de valores” que también es compartido por los utópicos digitales. (Lee, 2020)

En este sentido, Kurzweil – utópico digital- considera que esto se resolvería porque los humanos se harían implantes cerebrales que aumentaría enormemente la inteligencia de los humanos. Y, de esta manera, se mantendría el control sobre ella. (Ford, 2016)

De todas maneras, la existencia de una superinteligencia que se independizara del control humano sería un riesgo para los sistemas financieros, las redes de gobierno militar y la red eléctrica u otras infraestructuras energéticas. (Ford, 2016)

1.3.3. Una postura intermedia: en pro de una IA Benéfica

Consideran que la posibilidad de que surja una IAG durante el presente siglo es real, pero que su impacto positivo no está garantizado. Representantes de esta línea de pensamiento son Stuart Russel, Nick Bostrom, Eliezer Yudkowsky, Michael Vassar y el mismo Tegmark. Esta línea de pensamiento tiene como prioridad que se investigue sobre las incógnitas de la IA para poder tener herramientas y consensos creados para actuar cuando esté desarrollada y conseguir un impacto benéfico de la IA en el mundo. (Tegmark, 2018)

Para poder llevar a cabo este plan, Tegmark, Anthony Aguirre, Victoriya Krakovna y Jaam Tallinn conforman el *Future of Life Institute* (2014) de modo de influenciar en la comunidad de IA y contribuir a que la vida tuviera futuro y que éste fuera lo mejor posible. Este instituto consiguió instaurar la discusión en la prensa con intervenciones de Stephen Hawkins, Bill Gates, Elon Musk y otros líderes tecnológicos en 2014. En 2015, organizaron una conferencia acerca de *El futuro de la IA: oportunidades y retos* con los líderes en IA tanto del ámbito académico como de la industria donde se firmó una carta abierta para redefinir el objetivo de la IA para que tenga fines benéficos.

1.3.4. Tecno-escépticos

Lee considera que una Inteligencia Artificial General² y la consecuente singularidad, donde las computadoras superen infinitamente la capacidad humana para comprender y manipular el mundo, está muy lejos del panorama tecnológico actual. Requeriría de importantes mejoras en el dominio de la IA, comparables o aún mayores a la innovación que representó el Aprendizaje Profundo. (Lee, 2020)

1.4. Implicancias de la IA en el empleo ¿Fin de la ventaja competitiva?

En el mundo creado por la Primera y Segunda Revolución Industrial, los seres humanos y las máquinas se ocupaban de las tareas y trabajos donde cada uno tenía una ventaja competitiva frente

² Inteligencia Artificial General es una máquina pensante con capacidad de realizar cualquier trabajo intelectual que pueda efectuar un ser humano y más. Se ha convertido en el Santo Grial de la investigación de la IA.

al otro. En un extremo, las máquinas se ocupaban de las actividades que pudieran ser definidas mediante reglas, por ejemplo, tareas aritméticas y, en el otro extremo, los seres humanos con tareas como el procesamiento de información que no pueden reducirse a reglas (o algoritmos) y con actividades como la comunicación compleja.

El procesamiento de información requiere de poder reconocer patrones, habilidad que fue siempre una de la ventaja competitiva de los seres humanos cuyo *“cerebro es muy bueno para tomar información a través de los sentidos y examinarla en busca de patrones, aunque somos bastante malos para describir o descubrir cómo lo estamos haciendo, en especial cuando una gran cantidad de información cambiante llega a un ritmo rápido.”* (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016, pág. 23)

Respecto de la comunicación compleja. Levy & Murnane en *La nueva división del Trabajo [The New Division of Labor]* entienden que *“las conversaciones fundamentales para enseñar, gestionar, vender de un modo eficaz, y muchas otras ocupaciones requieren la transferencia e interpretación de una amplia gama de información”,* (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016, pág. 25) habilidad que al momento de su publicación en 2004 era todavía muy lejana para las computadoras. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Sin embargo, con la adquisición de habilidades cognitivas por parte de las computadoras, el paradigma que definía aquello que las computadoras y seres humanos podían hacer, se rompió. Las computadoras adquirieron las habilidades de reconocer patrones y de comunicación compleja con el aprendizaje profundo y con el desarrollo del procesamiento del lenguaje natural respectivamente. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016) ¿Cuál será entonces la nueva ventaja competitiva del hombre?

1.5. La ventaja competitiva de la IA: los datos

Los tres elementos que necesita un algoritmo para ser bueno son un gran volumen de datos, la capacidad de procesamiento y el trabajo de ingenieros de algoritmos de IA. De estos elementos, la

capacidad de procesamiento y la calidad de los ingenieros alcanza cierto umbral; de modo que es el volumen de datos lo que define la potencia y la precisión del algoritmo. Esto se debe a que, con el aprendizaje profundo, cuanto mayor es la cantidad de ejemplos de un fenómeno a los que se expone la red, mayor es la exactitud con la que se seleccionan patrones y se identifican elementos en el mundo real. (Lee, 2020)

Es decir que en la Era de la Implementación lo que marque la diferencia para la calidad de un algoritmo y la precisión de su resultado será la disponibilidad de datos. Anteriormente, durante la Era de los Descubrimientos, la diferencia la marcaban el conocimiento de los científicos de IA, científicos que se concentraban en EEUU, por lo que EEUU estaba a la cabeza en cuanto a esta tecnología. Con la Era de la Implementación, ese equilibrio cambió. Y sería China el país con la mayor ventaja competitiva y no solamente por ser el mayor productor de datos del mundo, sino porque también cuenta con empresarios muy competitivos, científicos de IA y un entorno político favorable a la IA que brinda gran apoyo y financiación. (Lee, 2020)

2. Las tecnologías digitales en el contexto del progreso tecnológico

2.1. Importancia de la tecnología para la sociedad

La tecnología es importante para la sociedad porque es el medio para mejorar la calidad de vida de dos maneras:

1. **Definiendo los límites de lo posible.** Con esto me refiero a que el hombre, gracias a la tecnología, genera nuevas herramientas que le permiten superar sus propias limitaciones y modificar y disponer del mundo que lo rodea. (Ford, 2016)
2. **Habilitando los medios para que, como seres productivos, nos integremos a la sociedad y obtengamos un ingreso que nos permita alimentarnos y adquirir bienes.** (Lee, 2020) Al permitirnos trabajar, las tecnologías son una herramienta fundamental para la distribución del ingreso en la sociedad. (Ted, 2017)

Cuando las innovaciones que permiten mejorar la calidad de vida son accesibles a la población, entonces hay un aumento generalizado del bienestar.

Como se explicará en los capítulos siguientes, la Inteligencia artificial plantea un escenario ligeramente distinto. Si bien la IA va a generar una enorme oferta de productos y servicios nuevos, al ser las máquinas capaces de realizar actividades que hasta ahora eran consideradas propias y exclusivas de los seres humanos y, fundamentalmente, por las cuales los seres humanos eran valorados y retribuidos con un salario, los hombres perderían sus históricas vías de ingresos ya que las máquinas tendrían la capacidad de sustituirlos en sus trabajos actuales.

Pero el impacto no será únicamente a nivel de ingresos. Tal como se pone de manifiesto en la definición de “trabajo decente” de la Organización internacional del Trabajo, el trabajo es también la actividad donde se reflejan nuestras aspiraciones y nos definimos tal que individuos, es el medio para gestionar el cambio, definir nuestra situación de vida y adquirir libertad. En fin, tiene un componente que se vincula con la propia individualidad, con nuestra esencia y nuestras elecciones.

“Trabajo decente es la actividad que sintetiza las aspiraciones de las personas durante su vida laboral. Significa la oportunidad de acceder a un empleo productivo que genere un ingreso justo, la seguridad en el lugar de trabajo y la protección social para las familias, mejores perspectivas de desarrollo personal e integración social, libertad para que los individuos expresen sus opiniones, se organicen y participen en las decisiones que afectan sus vidas, y la igualdad de oportunidades y trato para todos, mujeres y hombres.” (Organización Mundial del Trabajo)

Por esta razón podemos decir que los cambios en el mundo del empleo no impactarán solamente en el ser humano por su relación con los ingresos, pero también porque cambiarán la percepción que las personas tienen de sí mismas y de los demás, las creencias y aspiraciones. Si sucediera que con la IA el trabajo dejara de ser posible o necesario, probablemente se genere una gran crisis existencial donde las personas también se cuestionarían el sentido de sus vidas.

2.2. Innovaciones que importan, las TPGs.

¿Qué significa la IA para la historia del hombre, donde tuvieron lugar importantísimas innovaciones tales como la invención de la escritura, la domesticación de los animales de trabajo, el sistema numérico moderno con la introducción del concepto de cero y la democracia? ¿Cuáles fueron los desarrollos realmente trascendentes?

En este sentido, Brynjolfsson y McAfee citan a Morris quien estudió y cuantificó el desarrollo social, entendiéndolo como “la capacidad de un grupo para dominar su ambiente físico e intelectual para lograr hacer cosas” (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016, pág. 12).

Morris define al desarrollo social como consistente de cuatro atributos:

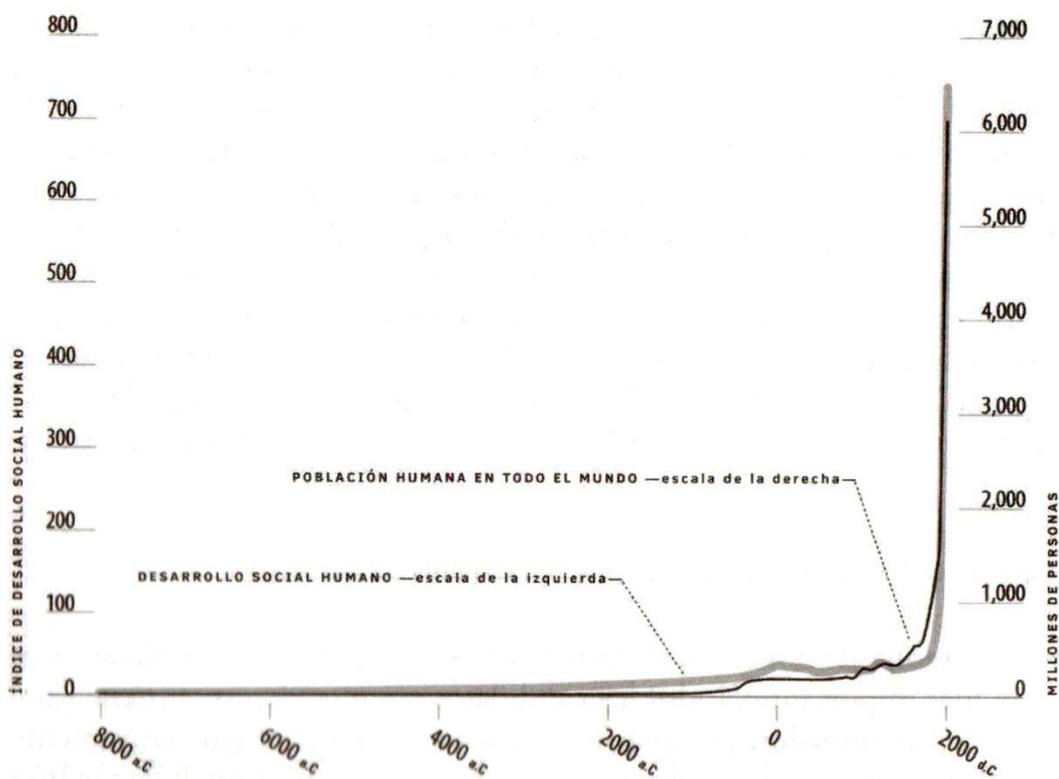
- captación de energía (calorías por personas obtenidas del ambiente para comida, vivienda y comercio, industria y agricultura, y transporte),
- organización (el tamaño de las ciudades grandes),
- la capacidad para hacer la guerra (número de tropas, poder y velocidad de las armas, capacidades logísticas y otros factores similares),

- tecnología de la información (la sofisticación de las herramientas disponibles para compartir y procesar información, y el grado de uso). (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

La conclusión a la que llega Morris, tal como se puede ver en la Figura 1, es que durante miles de años la humanidad tuvo un desarrollo social ascendente y gradual. Pero a fines del SXVIII, hay un hecho que transforma el mundo: la aparición del motor de vapor de James Watt y las otras tecnologías de la Revolución Industrial. Éstas permiten a los seres humanos superar las limitaciones del poder de los músculos y generar cantidades masivas de energía útil a voluntad. La disponibilidad de una gran cantidad de energía mecánica impulsa el progreso tecnológico, el crecimiento económico y el desarrollo social. Así aparecen las fábricas y la producción masiva, los ferrocarriles y los transportes de masa, y se gesta el mundo moderno.³ Este crecimiento económico traccionado por el progreso tecnológico se extendió de manera ininterrumpida durante 200 años. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

³ El motor de vapor de James Watt junto a una serie de desarrollos casi simultáneos en ingeniería mecánica, química, metalurgia y otras disciplinas se engloban dentro de los desarrollos de la Primera Revolución Industrial (1760-1830). Con la electricidad, el petróleo como fuente de energía y el motor de combustión interno, los nuevos sistemas de transporte (avión, automóviles, máquinas de vapor) y los nuevos sistemas de comunicación (teléfono y radio), tiene lugar la Segunda Revolución Industrial (1870-1914).

Figura 2. Desarrollo social humano a lo largo de la historia



Fuente: Obtenido de *Cifras del Índice de Desarrollo Social Humano* (pág. 12), por Ian Morris, 2016, en *La segunda era de las máquinas*.

En la actualidad estamos frente a innovaciones tecnológicas de carácter digital (es decir, que tienen su centro en el software, hardware o redes informáticas) que están permitiendo que el hombre supere, no ya sus capacidades físicas, pero las mentales. Es decir que las máquinas están adquiriendo las capacidades de nuestro cerebro para entender y dar forma a nuestro ambiente.

Estas tecnologías digitales que amplían y fortalecen nuestro poder mental ¿van a generar un progreso y desarrollo que cambie el curso de la historia, tal como lo hicieron el motor de vapor de James Watt y la electricidad? Probablemente sí, dado que tienen características similares.

2.3. Características de las TPG

La característica diferencial de las tecnologías tales como el motor de vapor y de la electricidad es que “interrumpen y aceleran la marcha normal del progreso económico”⁴. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016, pág. 73)

Son innovaciones que hacen progresar a la tecnología e impactan de manera transversal en múltiples sectores de la economía, entendiendo “impactos” como importantes impulsos a la producción debido a grandes aumentos en la productividad. De esta manera, generan cambios en toda la economía en general, en cómo se vive y en cómo se trabaja. Estas tecnologías, que se consideran las necesarias para el progreso de la sociedad, se denominan *Tecnologías para propósitos generales* (TPG). (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016) (Lee, 2020)

Las TPGs deben cumplir con 3 requerimientos:

1. Deben ser penetrantes -> impactar en múltiples sectores de la sociedad y no reducir su utilidad a un solo sector.
2. Deben mejorar con el tiempo -> aumentar su rendimiento
3. Deben derivar en nuevas innovaciones

La primera y segunda TPG son, como ya se mencionó, el motor de vapor y la electricidad respectivamente. Se considera que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016) y la Inteligencia Artificial (Lee, 2020) son la tercera y cuarta TPG respectivamente dado que ambas tecnologías mejoran a lo largo del tiempo, se usan en todo el mundo e impulsan el desarrollo de nuevas innovaciones (por ejemplo, los coches autónomos). (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Al tener las características de una TPG, el impacto de dichas tecnologías generará un cambio trascendental en la economía y en el mundo en el que vivimos. Y se profundizarán las tendencias que

⁴ Progreso económico es el efecto de una acumulación de bienes de capital que excede el aumento de la población. Si la tendencia da paso a un estancamiento en la acumulación adicional de capital o a la descomposición de capital, ya no habrá progreso en este sentido del término. (Mises, 2018)

marcan. La manera en cómo impactarán tendrá que ver con cómo progresa dicha tecnología, cuál es su capacidad de penetrar en la economía y la capacidad de derivar en nuevas innovaciones.

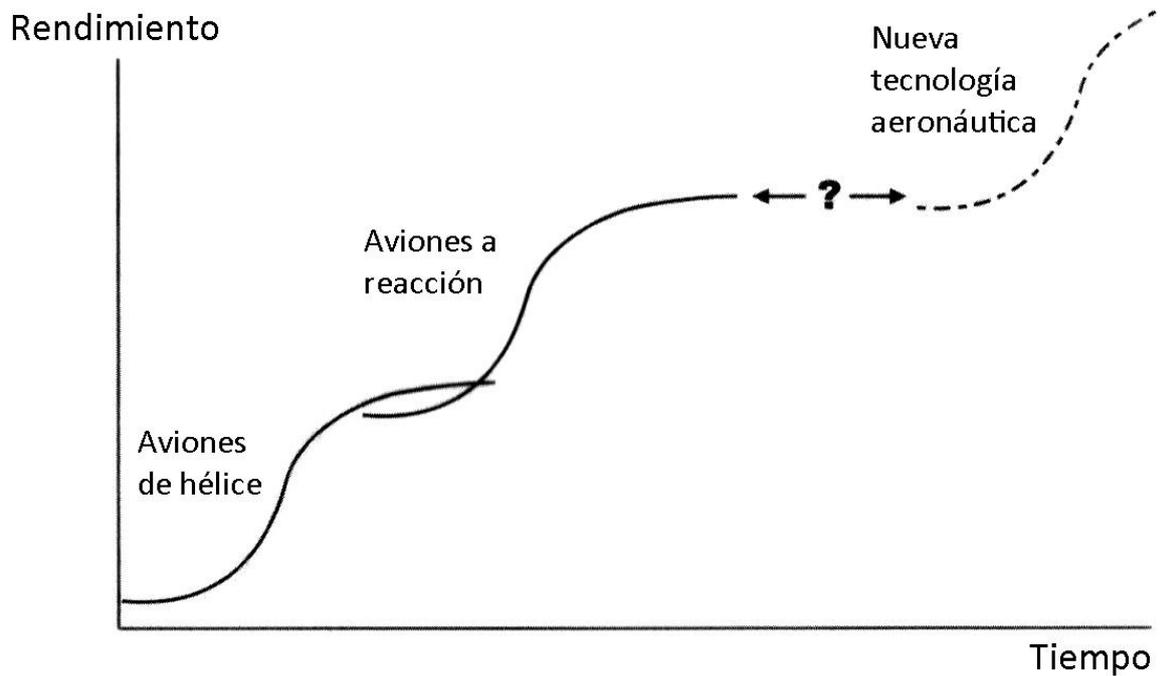
2.4. “Progreso” de la tecnología

Una innovación implica un “progreso para la tecnología” cuando supera el rendimiento de la tecnología existente y es económicamente viable. (Ford, 2016)

Inicialmente la innovación generará un aumento del rendimiento de manera acelerado, con grandes mejoras a un corto plazo; pero a medida que la tecnología va alcanzando su máximo potencial técnico y se reducen los cambios de mejora para hacer, su rendimiento se va desacelerando para finalmente estancarse. Es entonces cuando se necesitará de una nueva tecnología superadora y económicamente viable para poder hablar de progreso tecnológico -y no de estancamiento. (Ford, 2016) Como el progreso tecnológico permite generar más producto con un mismo número de insumos, cuando el ritmo del progreso se mantiene constante hay un crecimiento económico sostenido. Es por esta razón que se considera que el medio de una nación para ser más rica es mediante la innovación ya que les permite aumentar la productividad. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

En la figura 2 se representa, a modo de ejemplo de una tecnología de naturaleza física, el progreso de la tecnología aeronáutica.

Figura 3 . El progreso tecnológico en la tecnología aeronáutica



Fuente: Adaptado de *Las curvas en S de la tecnología aeronáutica*, pág. 72, por Ford, 2016, *El auge de lo robots: la tecnología y la amenaza de un futuro sin empleo*.

Si bien son varios los factores que influyen en que aparezca una tecnología, como pueden ser niveles de inversión en I+D o el entorno regulador, son las propias leyes de la naturaleza que rigen la tecnología en cuestión quienes imponen la posición relativa de la curva S en el tiempo. (Ford, 2016)

Para que el sector progrese de manera acelerada, las innovaciones deben sucederse rápidamente. Sin embargo, siempre lo harán dentro de los límites que les imponen su naturaleza y el conocimiento técnico y científico acerca de la misma. (Ford, 2016)

Para que haya un progreso en varios sectores de la sociedad al mismo tiempo, como sucedió entre 1870 y 1960, tenemos que encontrar curvas S en varias de estas áreas de manera simultánea. (Ford, 2016)

2.5. Características del progreso de las tecnologías digitales

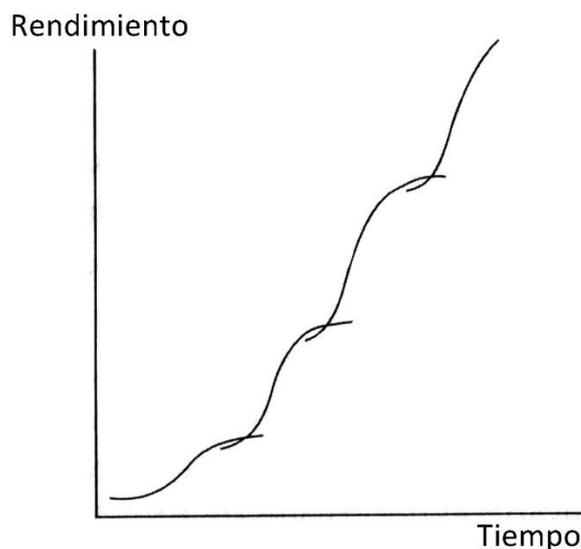
En su libro *La segunda Era de las Máquinas*, Brynjolfsson y McAfee describen el progreso de las tecnologías digitales según tres características:

- La evolución exponencial
- la digitalización de casi todo
- la innovación recombinatoria.

2.5.1. Las tecnologías digitales progresan de manera exponencial

Las tecnologías digitales han progresado de acuerdo con la Ley de Moore, con una duplicación constante de sus valores durante más de cuatro décadas. Si se compara el progreso de las telecomunicaciones y la tecnología de la información con el progreso de otras áreas tales como el de las viviendas, los aviones o infraestructura, las primeras han tenido un progreso acelerado exponencialmente en comparación con el progreso gradual de las tecnologías físicas. (Ford, 2016)

Figura 4 . Progreso acelerado durante la Era digital



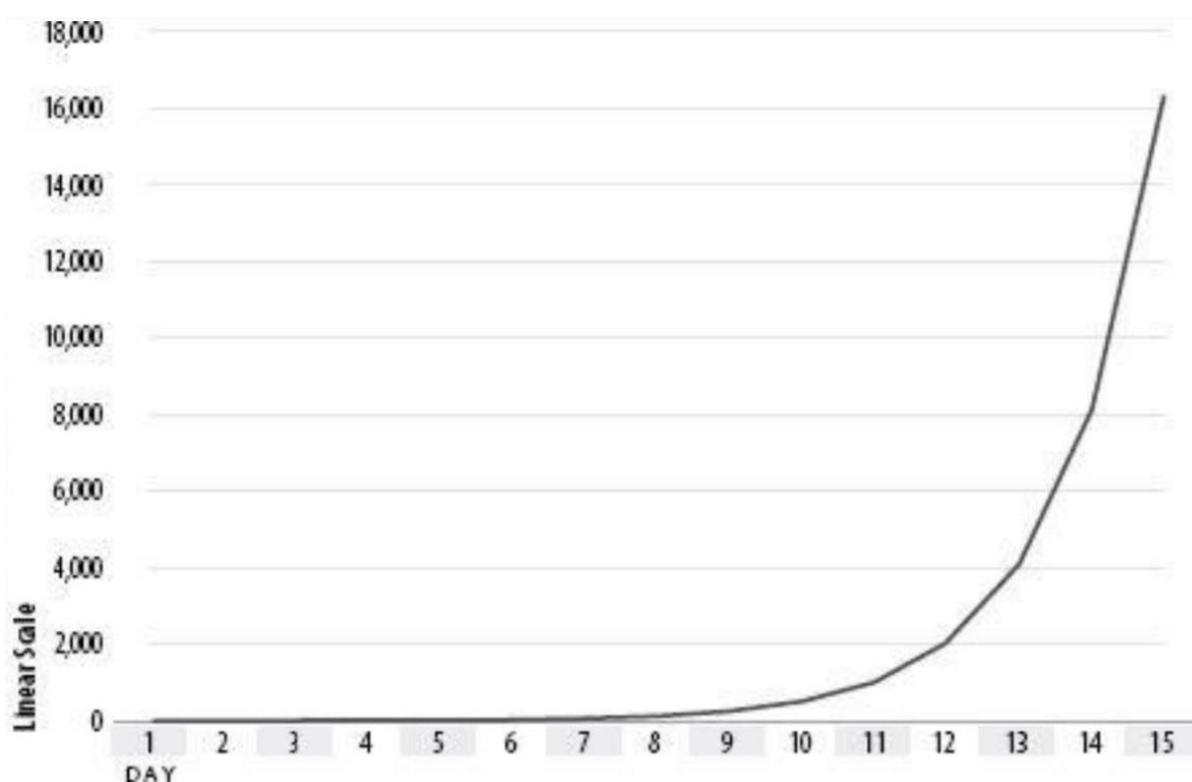
Fuente: Adaptado de *La Ley de Moore como una escalera de curvas en S*, pág. 75, por Ford, 2016, *El auge de lo robots: la tecnología y la amenaza de un futuro sin empleo*.

Como se explicó anteriormente, las diferencias entre la evolución de las tecnologías digitales y las tecnologías físicas están en su naturaleza la cual define los límites al crecimiento: las restricciones del mundo digital son más laxas que las restricciones impuestas por la Leyes de la física que se aplican a los autos, los aviones y los nadadores. Las tecnologías digitales vienen definidas por el poder informático que depende de la velocidad de los electrones en un canal grabado en un circuito integrado o, por cuán rápido puede viajar un haz de luz por cables de fibra óptica. Cada vez que una tecnología digital ha llegado a su límite de rendimiento, se han encontrado alternativas para superar ese límite impuesto por las leyes de la física. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016). Esto significa que el mundo digital tiene mayores posibilidades de crecimiento respecto del mundo físico. (Ford, 2016).

Si bien la Ley de Moore no es una Ley en el sentido estricto como lo son las leyes de la física o de la termodinámica, sí es un comportamiento que se sigue observando para las tecnologías digitales desde que Gordon Moore, cofundador de Intel con gran conocimiento de la evolución de la industria, la enunció en 1965. Este comportamiento no es más que el resultado del trabajo de ingenieros y científicos en el campo de la computación. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

La Ley establece que las tecnologías digitales aumentan su capacidad (o reducen su costo) con una duplicación de sus valores de manera constante, lo cual define un ritmo de progreso exponencial tal como se representa en la Figura 5. Específicamente, Gordon Moore predice que el poder informático de los circuitos integrados que se compraría por un dólar se duplicaría cada año. En 1975 esa duración se llevó a dos años y a 18 meses, en la actualidad. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Figura 5 . Las tecnologías digitales describen una curva exponencial



Nota: Adaptado de *Tribbles en el tiempo: el poder de la duplicación constante*, pág. 27, por Brynjolfsson & McAfee, *The Second Machine Age*, (https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/622156/mod_resource/content/1/Erik-Brynjolfsson-Andrew-McAfee-Jeff-Cummings-The-Second-Machine-Age.pdf).

La particularidad de este tipo de curvas exponenciales es que, luego de treinta y dos duplicaciones, las cifras son tan grandes que dejan de tener sentido para un cerebro como el del humano. Así quedan definidas dos áreas: “la primera mitad del Tablero de Ajedrez” donde los valores son grandes pero concebibles por el ser humano y “la Segunda Mitad del Tablero de Ajedrez”, donde el ser humano no llega a poder visualizar la dimensión de esos valores y las cifras pierden sentido. (Brynjolfsson & McAfee, *La segunda era de las máquinas*, 2016)

Lo importante es que, dado el potencial impacto de estas tecnologías, se supone que, en la Segunda Mitad del Tablero de Ajedrez, el ser humano estaría entrando en un terreno desconocido e

impredecible sin referencias históricas para predecir el comportamiento. Esto significa que nuestro cerebro no va a tener la capacidad de concebir y comprender el cambio generado por las tecnologías digitales. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Se estima que el ingreso a la Segunda Mitad del Tablero fue en 2006 – si se toma como punto de partida 1958 y con un período de duplicación de 18 meses. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

2.5.2. La digitalización de casi todo

El progreso exponencial de las tecnologías digitales, que se materializa en un aumento de la capacidad de los dispositivos digitales para procesar, obtener datos mediante sensores y transmitir información y en la reducción en los costos de la tecnología, ha generado un aumento explosivo en los volúmenes de datos. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

En primer lugar, la información en general, independientemente de su naturaleza (sean textos, sonidos, fotos, videos o los datos de instrumentos y de sensores) está sufriendo un proceso de digitalización generalizado. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

En segundo lugar, surgieron nuevos servicios que se alimentan de datos del mundo real y que constantemente cargan y actualizan dicha información. Ejemplos de estos servicios es Waze que hace uso del uso de los sensores disponibles en los teléfonos inteligentes de los usuarios para compartir información de su ubicación y velocidad en tiempo real o Siri, Alexia y Watson. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

En tercer lugar, surgieron plataformas que permiten a las personas generar contenido de manera colaborativa y gratuita a cambio de interactuar y relacionarse. Así se han fortalecido sitios como Wikipedia, los blogs, redes sociales, paneles de discusión, foros y otras fuentes de información en línea que también contribuyen a aumentar el volumen de datos. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Finalmente, hay niveles de conversaciones robóticas en las redes inalámbricas comparables en volumen a los niveles de diálogo humanos en redes inalámbricas. En estas conversaciones *Machine-to-Machine* (M2M), una máquina establece una comunicación con otras máquinas sin ningún tipo de interacción humana. Ejemplos son las aplicaciones tipo Waze que mandan información a un servidor cuando están activas o un buscador (por ejemplo, Kayak) que solicita información a sus contrapartes en las aerolíneas cada vez que se inicia una búsqueda. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Este aumento exponencial en el volumen de datos es importantísimo porque permite mejorar la comprensión de los hechos y hacer predicciones. Analizando los datos se pueden formular teorías o hipótesis y evaluarlas, que se traduce en nuevos productos y servicios o mejoras en los mismos. Los datos son una nueva fuente de información y aceleran la velocidad de innovación (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

2.5.3. Implicancias económicas de la digitalización de la información

La información digital tiene propiedades económicas propias:

- Son bienes sin rival, lo cual implica que no hay un límite al número de personas que pueden consumirlo al mismo tiempo. Es decir, la información digital no se agota. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)
- Tienen un costo marginal de reproducción cercano a cero, dado que copiar bits es sumamente barato, rápido y fácil de hacer (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016).

A diferencia de los productos hechos con átomos, la información digital puede llegar a cualquier lugar del mundo en unos pocos segundos y casi sin costo. Apoyándose en los datos, se pueden hacer mejoras y testearlas rápidamente, y así mejorar las prestaciones para satisfacer una necesidad. Comparado con las tecnologías físicas que requieren de una logística compleja y un desarrollo más lento, los productos digitales van a tener un alto nivel de penetración. A medida que

más información sea digitalizada, mayor cantidad de productos entrarán en esta categoría. Este concepto es también aplicable a la inteligencia artificial. (Ford, 2016)

2.5.4. Innovación recombinatoria

Brynjolfsson y McAfee proponen que las innovaciones de las tecnologías digitales se comportan de manera diferente a las tecnologías físicas debido a “las comunidades de mentes y máquinas posibilitadas por los dispositivos digitales en red en los que corren una increíble variedad de software”. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016, pág. 76) Ellos consideran que a partir de la red digital surge la posibilidad de combinar y recombinar nuevas ideas indefinidamente y así se abre el juego para una nueva innovación posterior superadora. La verdadera innovación no es la aparición de algo grande y nuevo, sino la recombinación de cosas ya existentes.

Históricamente las innovaciones tecnológicas que mejoraron el nivel de vida general de la sociedad, tales como la electricidad y el motor a vapor, fueron entendidas como “una serie de invenciones discretas seguidas por mejoras incrementales que, en última instancia, aprovechan todo el potencial de la invención inicial.” (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016, pág. 74) Mientras la tecnología no estuviera madura y no se use ampliamente, los beneficios son pequeños. A medida que esta mejora y se propaga, los beneficios aumentan para luego disminuir a medida que la mejora y la propagación disminuyen. Si varias de estas tecnologías aparecen de manera secuencial o al mismo momento en varios sectores de la sociedad, es posible mantener altas tasas de crecimiento durante un período prolongado. Pero si hay una gran brecha entre innovaciones, el crecimiento económico se agota. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Para las tecnologías digitales, el crecimiento económico se produce por ser capaces de tomar recursos y reacomodarlos para que sean más valiosos. Siendo imposible saber si existen nuevas maneras de combinar los recursos existentes hasta tanto no se descubra esa idea, sería imposible predecir el agotamiento del crecimiento o de la propagación de una tecnología. El desafío es identificar las combinaciones que son valiosas. Probablemente el límite del crecimiento no sea la falta de nuevas

ideas – todas las generaciones las han encontrado – pero la capacidad de procesarlas o revisar todas las re combinaciones posibles dado que “hay un número virtualmente infinito de re combinaciones potencialmente valiosas de las piezas de conocimiento existentes”. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Este modelo implica que la innovación y la productividad pueden seguir creciendo indefinidamente a partir de la re combinación de ideas en formas mejores cada vez y que no habría un agotamiento de las posibilidades de la invención inicial. El peligro de la falta de capacidad de procesamiento de las potenciales buenas ideas puede ser superado poniendo a prueba las nuevas combinaciones de ideas involucrando a más personas en este proceso, donde las TICs globales, con el acceso a grandes volúmenes de datos y con el gran poder informático, ayudan a que mayor cantidad de personas colaboren con la interconexión entre personas. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Esta tercera característica de las tecnologías digitales es la que cumple con el tercer requisito de las TPGs de ser una tecnología que generar nuevas innovaciones.

2.6. Las tecnologías digitales cumplen con las características de las TPGs

Como conclusión, las tres características de las tecnologías digitales ya mencionados (evolución exponencial, la digitalización de casi todo y la innovación re combinatoria) nos permiten concluir que dichas tecnologías cumplen con los requisitos de una TPG y por lo tanto van a tener tal impacto en el aumento de la productividad que acelerarán la marcha de la economía en general.

La evolución exponencial de las tecnologías digitales nos hace pensar que estemos en un punto de inflexión, luego del cual los cambios adquirirán una dimensión difícil de comprender para el ser humano.

La digitalización de casi todo alimenta el progreso de las tecnologías digitales y permite la aparición de nuevos productos y servicios.

La innovación recombinatoria nos permite entender que las posibilidades de innovación de las tecnologías digitales son infinitas y que no habrá un “agotamiento” de las innovaciones si no que estas tecnologías tienen la flexibilidad para recombinarse y así superar su rendimiento.

3. Progreso tecnológico y prosperidad

3.1. Acerca de cómo el progreso tecnológico contribuye al bienestar

Durante finales del SXIX y mediados del siglo XX, el progreso de la tecnología permitió que gran parte de la población de los países industrializados mejorara su calidad de vida con el acceso al agua corriente, a los automóviles, los aviones, la bombilla eléctrica, la sanidad pública y otros servicios públicos. (Ford, 2016)

Fueron fundamentalmente el motor de vapor y la electricidad⁵ los que facilitaron la creación del sistema fabril moderno aportando potencia y luz y transformando los modos de producción tradicionales. (Lee, 2020) De esta manera, los trabajos que antes eran altamente cualificados (por ejemplo, tejer artesanalmente), fueron ahora convertidos en una sucesión de tareas sencillas que podían ser realizadas por cualquier trabajador poco cualificado. Se dio un proceso de “descualificación” del trabajo que permitió que las grandes masas de agricultores que migraron a las ciudades pudieran ser absorbidos por el sistema fabril, y que tomaran un rol productivo en la sociedad con su trabajo en las líneas de montaje. Estas innovaciones además aumentaron la cantidad de bienes producidos para un mismo nivel de recursos –hubo un aumento de la productividad – y los precios de los bienes bajaron. Así tanto la economía a nivel productividad como la calidad de vida en general mejoraron. (Lee, 2020)

A partir de la experiencia de la 1ra y 2da Revolución Industrial, se vuelve evidente que el progreso tecnológico es esencial para que la economía crezca a largo plazo y para que se materialice una mayor prosperidad -con aumento de los sueldos medios en términos reales. (Ford, 2016). Una sociedad se volvería más rica – y por lo tanto mejoraría la calidad de vida de sus habitantes- si sus empresas y trabajadores fueran capaces de obtener más producto a partir de la misma cantidad de insumos. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016) El economista Robert Solow,

⁵ Fueron tecnologías claves durante la Primera (1760-1830) y Segunda (1870-1914) Revolución Industrial respectivamente.

que ganó el Premio Nobel en 1987, fue quien formuló esta teoría que defiende que el cambio tecnológico es esencial para que la economía crezca a largo plazo. (Ford, 2016) Y el mismo Paul Krugman explica en su libro *The Age of Diminished expectations: U.S. Economic Policy in the 1990s* que “la capacidad de un país para mejorar su estándar de vida en el tiempo depende casi por completo de su capacidad para aumentar su producción por trabajador”. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016, pág. 70). El pensamiento de que la automatización y otras formas de progreso tecnológico crean más trabajo del que destruyen fue, de hecho, el pensamiento que dominó la disciplina de la economía en las últimas décadas. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

3.2. Definición de variables asociadas con un mayor bienestar

Durante la Primera y Segunda Revoluciones Industriales se manifiesta un aumento de la productividad, del empleo privado, de los ingresos o compensaciones medias y aumento de los ingresos en toda la escala social debido al progreso tecnológico.

De esta manera definimos las siguientes variables para caracterizar a prosperidad en la Era Digital:

- Productividad
- Empleo Privado
- Compensaciones
- Distribución del ingreso
- Beneficios corporativos y salarios en función del PBI

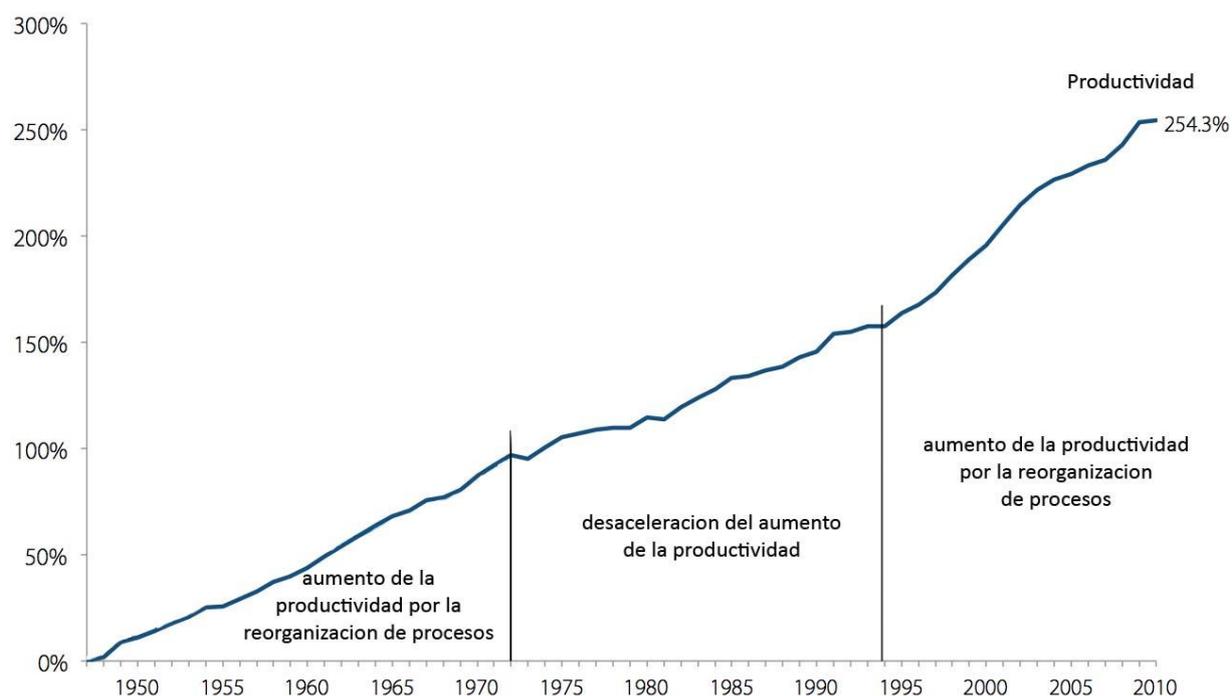
Analizaremos a continuación la evolución de dichas variables durante la Segunda mitad del SXX hasta la actualidad en E.E.U.U., época marcada por las digitales.

3.3. ¿Que nos dicen los datos?

3.3.1. La productividad

Como se puede ver en la figura 6, desde 1948 hasta la actualidad hay un incremento sostenido de la productividad con períodos de aceleración y desaceleración.

Figura 6 . Evolución de la productividad en EEUU (1948-2010)



Fuente: Adaptado de *Growth of real hourly compensation for production/nonsupervisory workers and productivity, 1948–2011* [Crecimiento de la compensación por hora para trabajadores del sector productivo que no desempeñan funciones de supervisión en comparación con la productividad (1948-2011)], por Mishel, 2012, *The wedges between productivity and median compensation growth*. (<https://www.epi.org/publication/ib330-productivity-vs-compensation/>)

Entre 1848-1973, el aumento de la productividad surge del aprovechamiento de las tecnologías que aparecieron con la Revolución Industrial cuando se reorganizan los procesos productivos cambiando la distribución interna de las fábricas y se desarrollan tecnologías complementarias que optimizan la productividad, entre ellas la “manufactura esbelta y pequeñas

acerías” y la “gestión de calidad total y los principios de seis sigma”. La productividad alcanza su máximo con esas tecnologías, llegando a duplicarla y triplicarla. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Posteriormente, la productividad se desacelera, para acelerarse nuevamente en la década del 2000, durante cuyos primeros 5 años hubo una fuerte inversión y mucha innovación sobre todo a nivel procesos en la tecnología digital. En este sentido, lo que Brynjolfsson y McAfee destacan que entre la aparición de la innovación (en este caso internet, pero fue igual con la electricidad) y la obtención de una máxima productividad hay un cierto período donde la tecnología se va difundiendo, pero no llegan a verse los beneficios plenamente. En muchos casos, no es sólo por la adopción de la tecnología si no porque hay que reestructurar la manera de hacer las cosas. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

3.3.2. Nivel de empleo privado

Como se muestra en la Figura 7 elaborada por Jared Bernstein, a partir de la década de fines de los '90 el nivel de empleo y la productividad comienzan a separarse. (Brynjolfsson & McAfee, Jobs, productivity and the Great Decoupling, 2012)

Figura 7 . El empleo y la productividad (1972-2012)



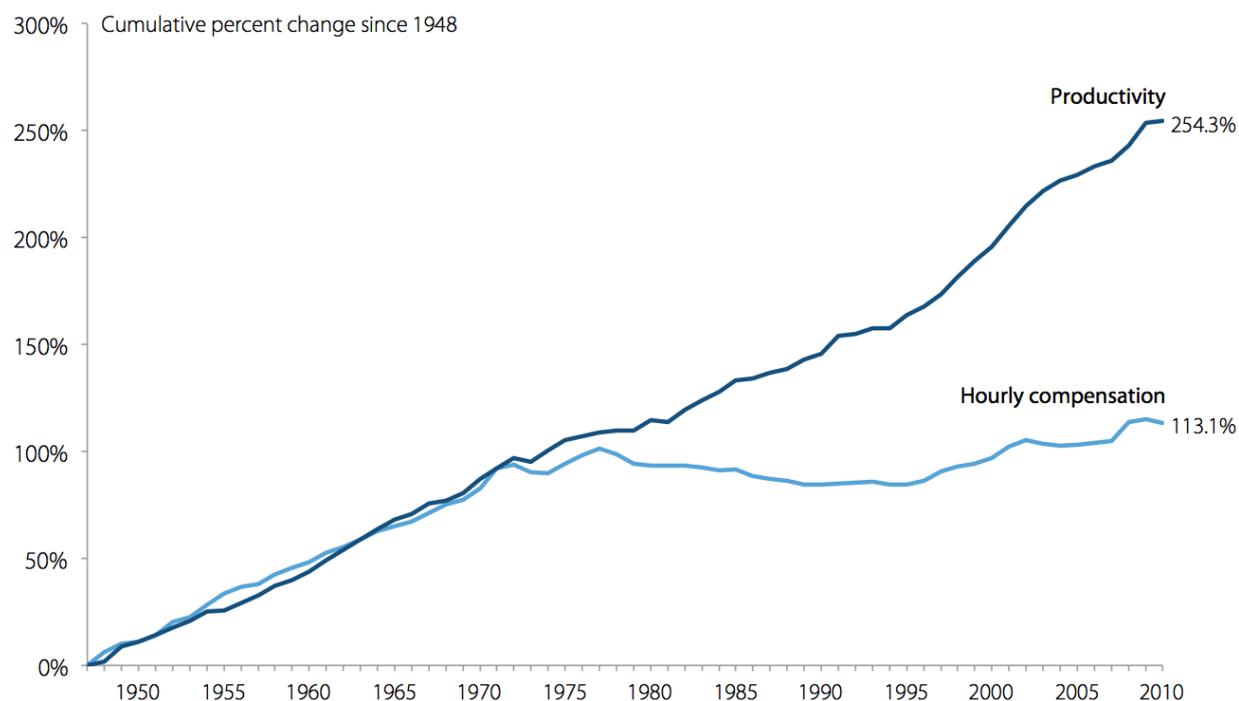
Fuente: Obtenido de *Labor Productivity and Private Employment* [Productividad laboral y empleo privado], (pág. 94), por Brynjolfsson & McAfee, en *The Second Machine Age*.

Es decir que a partir de la década del '90, el empleo se creaba, pero no al ritmo necesario para el aumento de la población. De hecho, la ratio empleo/población en EEUU (o el porcentaje de la población activa con trabajo) bajó 5 puntos en la Gran Recesión (2008) y nunca recuperó su nivel anterior. (Brynjolfsson & McAfee, *Jobs, productivity and the Great Decoupling*, 2012)

3.3.3. Compensaciones

Como se puede ver en la Figura 8, la compensación también se vio afectada. Entre 1948 y 1974, el aumento de la productividad es paralelo al de la compensación. A partir de ese momento, las dos curvas se separan, a tal punto que en la actualidad los frutos de la innovación hoy en día benefician mucho más a los empresarios y a los inversores que a los trabajadores. (Ford, 2016)

Figura 8 . PBI real vs ingreso medio per cápita

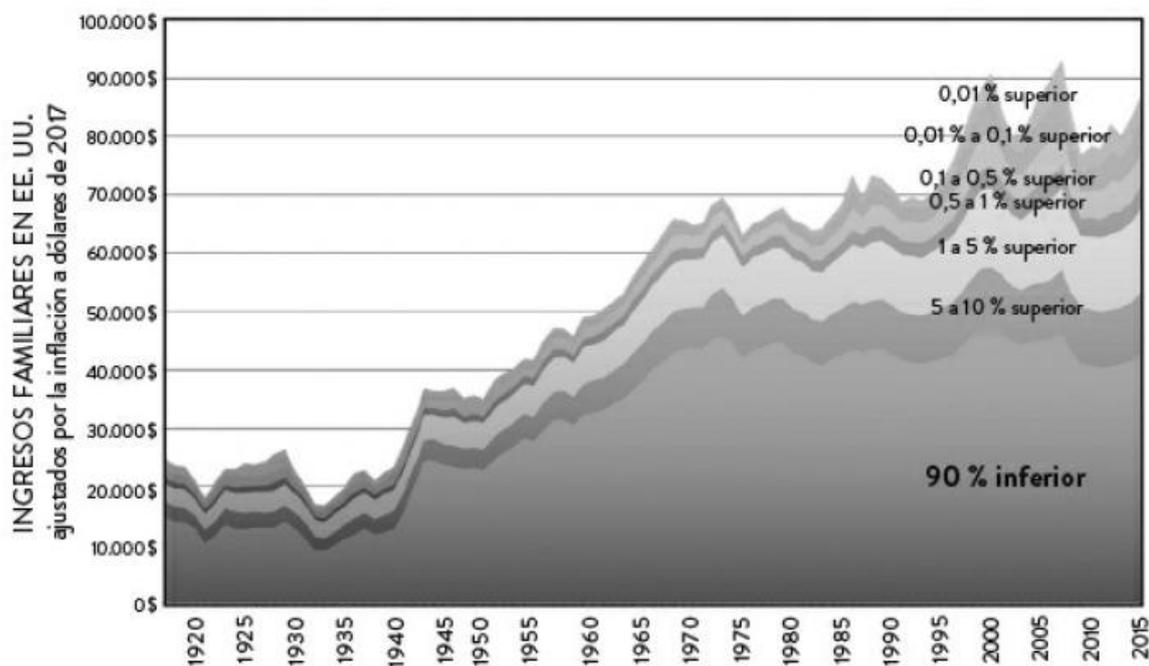


Fuente: Obtenido de *Growth of real hourly compensation for production/nonsupervisory workers and productivity, 1948-2011* [Crecimiento de la compensación por hora de los trabajadores de sectores productivos/no supervisados y la productividad, 1948-2011], por Mishel, 2012, en *The wedges between productivity and median compensation growth*. (<https://www.epi.org/publication/ib330-productivity-vs-compensation/>)

3.3.4. Distribución del ingreso

Si se analiza la distribución del ingreso en los E.E.U.U., tal como muestra la figura 9, podemos ver que hasta fines de la década del '70, todos los sectores de la economía tenían una evolución similar de su situación económica. Sin embargo, a partir de esa fecha, la mayor proporción de la renta fue al 10% superior, mientras que el 90% inferior prácticamente no ha ganado nada. (Tegmark, 2018)

Figura 9 . Distribución del ingreso en EEUU (1920-2015)



Fuente: Obtenido de *Ingresos familiares en EE.UU (1920-2015)*, sección *Tecnología y Desigualdad*, capítulo 3, por Tegmark, 2018, Vida 3.0.

3.3.5. Beneficios corporativos y salarios

Tal como muestra la Figura 10, en la actualidad la proporción correspondiente a los salarios del PBI están en su mínimo histórico mientras que los beneficios corporativos son máximos. (Brynjolfsson & McAfee, *Jobs, productivity and the Great Decoupling*, 2012)

Figura 10 . Salarios y beneficios corporativos en relación con el PBI



Fuente: Obtenido de *Wage Share of GDP vs Corporate Profit Share of GDP* [Participación del salario en el PIB vs. Participación de la utilidad corporativa en el PIB] (pág. 82), por Brynjolfsson & McAfee, *The Second Machine Age*, (https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/622156/mod_resource/content/1/Erik-Brynjolfsson-Andrew-McAfee-Jeff-Cummings-The-Second-Machine-Age.pdf)

3.3.6. Conclusión

Las estadísticas muestran que:

- La productividad impulsada por el progreso tecnológico creció de manera sostenida hasta la actualidad.
- Los ingresos medios, sin embargo, se estancaron a partir de la década del '70

- El empleo privado, que creció junto con la productividad, se disocia de la misma a fines de la década del '90.
- Los beneficios obtenidos del aumento de la productividad han beneficiado fundamentalmente al 10% superior de la población, mientras que el 90% inferior no ha visto sus ingresos aumentar.
- Los beneficios corporativos en relación con el PBI están en su nivel máximo, mientras que los salarios, en el mínimo.

Como explican Erik Brynjolfsson y McAfee, hay un desacoplamiento en el nivel de empleo y en los ingresos respecto del progreso del resto de la economía lo que se manifiesta en una mayor desigualdad. (Brynjolfsson & McAfee, *La segunda era de las máquinas*, 2016). Esto significa que hay una gran parte de la sociedad que no puede mejorar su situación económica y que sus posibilidades de empleo son cada vez más limitadas. (Brynjolfsson & McAfee, *Jobs, productivity and the Great Decoupling*, 2012).

Desigualdad y abundancia serían entonces las dos caras de una misma moneda, donde el problema no es la abundancia, si no cómo se distribuye y cuándo y quiénes recibirán sus beneficios (Brynjolfsson & McAfee, *Jobs, productivity and the Great Decoupling*, 2012). Tal como explican Brynjolfsson y McAfee:

“La combinación de abundancia y desigualdad desafía dos visiones del mundo comunes pero contradictorias. Una visión común es que los avances de la tecnología siempre fortalecen los ingresos. La otra es que la automatización perjudica los salarios de los trabajadores, ya que las personas son reemplazadas por las máquinas. Ambas tienen un núcleo de verdad, pero la realidad es más sutil. Los rápidos avances en nuestras herramientas digitales están creando una riqueza sin precedentes, pero no hay una ley económica que diga que todos los trabajadores, o siquiera una mayoría de ellos, se beneficien con estos avances.” (Brynjolfsson & McAfee, *La segunda era de las máquinas*, 2016, págs. 121-122)

Tegmark agrega que la reducción de la desigualdad no es solamente una preocupación de carácter moral, si no que:

“...una mayor igualdad contribuye a un mejor funcionamiento de la democracia: cuando existe una clase media amplia e instruida, es más difícil manipular al electorado, y también lo es que un reducido número de personas o empresas ejerzan una influencia desproporcionada sobre el Gobierno. Una mejor democracia puede a su vez hacer posible una economía mejor gestionada que sea menos corrupta, más eficiente y de un crecimiento más rápido, lo cual redundaría en última instancia en beneficio de todos.” (Tegmark, 2018, sección Proporcionar ingresos a las personas en ausencia de trabajo, Capítulo 3 El futuro próximo. Avances, gazapos, leyes, armas y puestos de trabajo)

Si bien esta desigualdad puede deberse a otros factores distintos del progreso tecnológico sucedidos en los últimos años del SXX tales como políticas impositivas y públicas, los efectos de la globalización y de la explotación en otros países (Brynjolfsson & McAfee, Jobs, productivity and the Great Decoupling, 2012), me propongo explicar cómo la tecnología contribuye a la misma.

3.4. La desigualdad

Ya en su libro *Historia del Siglo XX* publicado en 1998, Erik Hobsbawm hace referencia a las décadas posteriores a 1973 como el período en el que el mundo se deslizó hacia la inestabilidad y crisis y donde se debilitan los instrumentos que permitieron una Edad de Oro anterior marcada por el crecimiento económico, el aumento de los ingresos y el pleno empleo. Al respecto, menciona:

“En las décadas de crisis, la desigualdad creció inexorablemente en los países de las <<economías desarrolladas>>, en especial desde el momento en que el aumento casi automático de los ingresos reales al que estaban acostumbradas las clases trabajadoras en la Edad de Oro llegó a su fin. Aumentaron los extremos de pobreza y riqueza, al igual que lo hizo el margen de la distribución de las rentas en la zona intermedia (...) Como los países capitalistas ricos (...) y sus habitantes (...) estaban

protegidos por generosos sistemas de bienestar y seguridad (...) hubo menos malestar social del que se hubiera podido esperar...” (Hobsbawn, 1998, pág. 407)

Luego agrega en relación con la tecnología, la organización de la producción y el rol de los estados nacionales:

“... tres aspectos de la economía mundial del fin del siglo XX han dado motivo para alarma. El primero era que la tecnología continuaba expulsando el trabajo humano de la producción de bienes y servicios, sin proporcionar suficientes empleos del mismo tipo para aquellos a los que había desplazado, o garantizar un índice de crecimiento económico suficiente para absorberlos (...) El segundo es que mientras seguía siendo un factor principal de producción, la globalización de la economía hizo que la industria se desplazase de sus antiguos centros, a países cuya ventaja principal (...) era que disponían de cabezas y manos a buen precio (...) el tercer aspecto (...) [es el debilitamiento o incluso la eliminación de] la mayor parte de los instrumentos para gestionar los efectos sociales de los cataclismos económicos [el proteccionismo].” (Hobsbawn, 1998, págs. 563-564)

De estos textos surge que la desigualdad es un componente estructural del progreso tecnológico. Brynjolfsson y McAfee explican el origen de esta desigualdad en tres procesos que se dan de manera conjunta:

- La sustitución de mano de obra por capital físico
- El cambio técnico sesgado hacia la capacitación
- Las superestrellas que se quedan con todo

3.4.1. La sustitución de mano de obra por capital físico

La sustitución de mano de obra por capital físico incluye la sustitución individual, la sustitución por la reorganización de procesos y la sustitución por disrupciones desde cero. Este tipo de sustituciones incrementan las utilidades obtenidas por los dueños del capital mientras que se reducen

la proporción de los ingresos que se destinan al trabajo humano. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

La sustitución individual se da cuando la tecnología reemplaza a un individuo o a un tipo específico de trabajador. Sin embargo, los mayores aumentos en la productividad se obtienen cuando la tecnología es comprendida a tal punto que se cambia la manera de trabajar y se reorganizan los procesos de modo de aprovecharla mejor (tal como sucedió entre 1948 y 1973). Finalmente, las sustituciones por disrupciones desde cero se dan cuando la industria se replantea desde cero procurando encontrar nuevas formas de satisfacer las necesidades humanas utilizando la tecnología y sin empleados. (Lee, 2020) (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

En los casos que hubo sustituciones por disrupciones desde cero con el uso de la IA, los algoritmos no han desplazado gente, ya que nunca fueron pensados con ellos. En la medida que estas empresas van ganando cuota del mercado, ejercen presión sobre la competencia -con empleados- una presión difícil de resistir a menos que también utilicen sistemas con IA y reduzcan empleados. Ejemplos de este tipo de industrias son Smart Finance, F5 Future Store y Toutiao que fueron desarrolladas como parte de la IA de internet. Lee estima que este tipo de disrupción desde cero afectará en torno al 10 % de la población activa de los EEUU. (Lee, 2020)

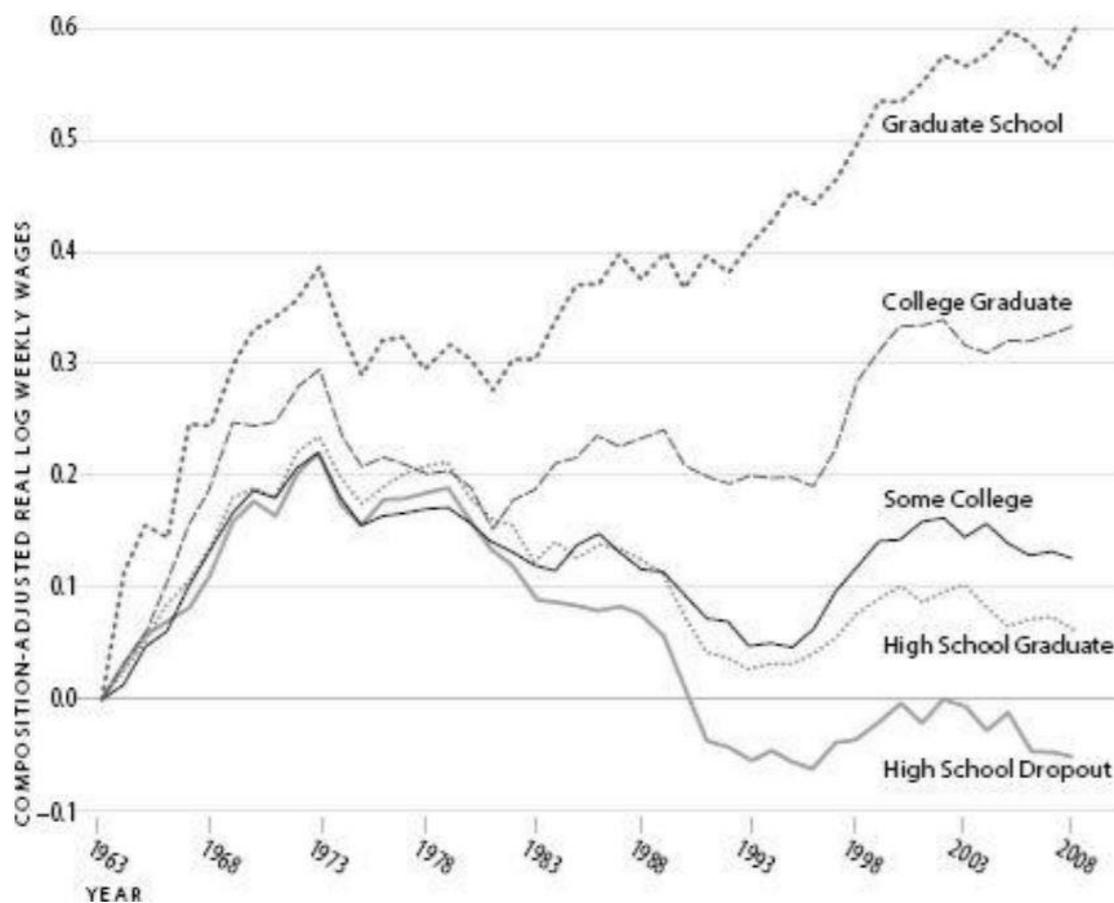
Normalmente si bien algunas tareas pueden ser reemplazadas individualmente, es con los otros tipos de sustitución que se obtienen los mayores beneficios. (Ford, 2016) (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

3.4.2. Cambio técnico sesgado hacia la capacitación

El cambio técnico sesgado hacia la capacitación implica que baja la demanda de aquellos que hacen tareas estructuradas, repetitivas y que requieren poca capacitación, mientras que se ve un incremento de la demanda de trabajadores muy educados. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Como muestra la Figura 11, hasta 1973 todos los trabajadores aumentaban notablemente sus ingresos, producto de la creciente productividad que se distribuía de manera homogénea entre todos los sectores sociales. Con la crisis del petróleo y la recesión del '70, se revirtieron los ingresos para todos los grupos. Y a partir de la década del '80, el crecimiento salarial ya no se distribuyó de manera homogénea en la sociedad. Los graduados universitarios o con posgrado (en aumento en esa época) vieron sus ingresos incrementarse, pero los trabajadores no calificados vieron sus ingresos reducirse debido a una menor demanda que hizo que se acrecentara la competencia por estos trabajos. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Figura 11 . Evolución de los salarios según nivel educativo (1963-2008)



Fuente: Obtenido de *Wages for Full-Time, Full-Year Male U.S. Workers, 1963–2008* [Salarios para trabajadores masculinos norteamericanos de tiempo completo, 1963-2008], (pág. 78) de Brynjolfsson & McAfee, *The Second Machine Age* (https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/622156/mod_resource/content/1/Erik-Brynjolfsson-Andrew-McAfee-Jeff-Cummings-The-Second-Machine-Age.pdf).

En este sentido, una política de muchas empresas en países avanzados para mantener bajos sus costos fue la de utilizar mano de obra de países en desarrollo fundamentalmente para tareas rutinarias y estructuradas, que son las que tienen la mayor probabilidad de automatizarse primero. (Lee, 2020) El impacto a nivel global de este tipo de sustitución es que los países pierden su ventaja competitiva de mano de obra barata cuando se empieza a reemplazar mano de obra por robots o procesos automatizados ya que difícilmente dicha industria vuelva a contratar mano de obra humana. Lo más probable es que se genere un cambio en cadena con el resto de las fábricas e industrias del sector. Es decir que, a nivel global, los primeros perdedores de la automatización van a ser también los países en desarrollo que pierdan su ventaja competitiva de mano de obra barata. (Brynjolfsson & McAfee, *La segunda era de las máquinas*, 2016)

3.4.3. Las superestrellas se quedan con todo

La economía digital refuerza el éxito de los exitosos haciendo que competir sea difícil incluso para el segundo de cada sector. La facilidad de reproducción y distribución, junto al efecto de redes, hacen que aún si el segundo es casi tan bueno, los consumidores elijen al mejor. (Brynjolfsson & McAfee, *La segunda era de las máquinas*, 2016)

Este proceso donde el ganador se queda con todo tiene que ver con 3 cambios:

1. La digitalización de más información, bienes y servicios: Se crean economías de escala del lado de la producción ya que pueden ser reproducidos sin límite de capacidad a costo tendiente a cero. El líder de un mercado se ubica en una posición de dominación tal que los segundos no pueden

competir con las estrategias tradicionales de reducción del precio. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

2. La vasta mejora en las telecomunicaciones y, en menor medida, el transporte, expanden los mercados y también generan una mayor competencia. Esto es especialmente aplicable a los mercados que estaban protegidos por la distancia física o la falta de información del consumidor (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)
3. El incremento de la importancia de las redes y los estándares. Se generan economías de escala del lado de la demanda, conocidos como *efecto de red*, donde los usuarios eligen los productos que ven que otros en su red están usando. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

3.4.4. Características de las economías digitales

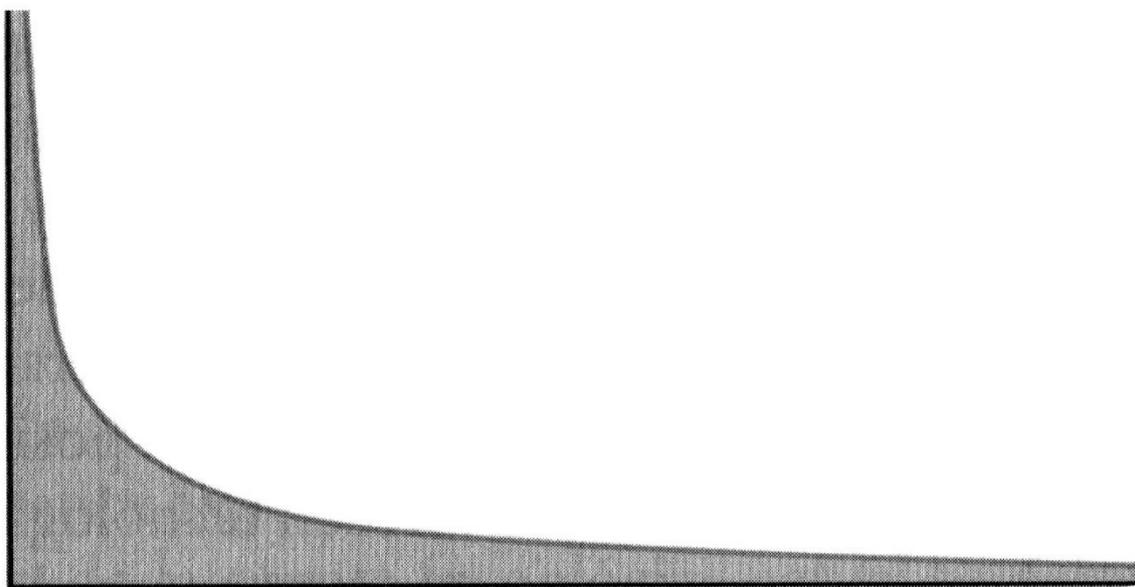
De esta manera, los mercados digitales tienden a estar dominados de manera casi absoluta por un único proveedor. Esto se aplica tanto a famosos, jugadores de fútbol y cantantes, como a ejecutivos, escritores, empresarios e innovadores. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Las dinámicas de las economías dominadas por un ganador que se queda con todo son distintas a las economías industriales. Por un lado, la competencia es más asimétrica e inestable, ya que las nuevas innovaciones no sólo crean valor para los consumidores, pero destruyen al beneficiario anterior⁶. Por otro lado, la distribución del ingreso sigue una distribución de cola larga o Ley de Potencias (Ver Figura 12), en la que un número muy limitado de participantes recibe un desproporcionado volumen de ventas (normalmente se respeta la regla del 80/20). Si bien se abre lugar para los productos y servicios de nichos, estos sectores no suelen conseguir las ganancias de los ganadores (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016).

⁶ Joseph Schumpeter define este proceso propio de las economías digitales como de “destrucción creativa”.

Se suele decir que la nueva economía informática fomenta la igualdad porque Internet iguala las oportunidades y no presenta barreras de acceso. Sin embargo, si se analizan los ingresos generados por actividades en línea casi siempre siguen una distribución donde el ganador se queda con todo. En una distribución de cola larga, las empresas líderes (Amazon, Google, EBay) son capaces de sumar ingresos en cualquier punto de la distribución. Manejando un mercado tan grande, sumar cantidades muy pequeñas a lo largo de toda la curva se traduce en importantes ingresos. (Ford, 2016)

Figura 12 . Distribución de cola larga



Fuente: Obtenida de *Distribución de cola larga donde el ganador se queda con todo*, de (Ford, 2016, pág. 81)

Ford predice que a medida que la tecnología digital siga transformando industrias y una mayor cantidad de puestos de trabajo desaparezcan y la gente pierda su fuente de ingresos fija que les permitía pertenecer a la clase media, tenderán a buscar oportunidades en la cola larga de la economía digital donde los ingresos son muy pequeños y, por lo tanto, tendrán dificultades para mantener su nivel de vida. (Ford, 2016)

3.5. Conclusión

Al analizar el desarrollo de la tecnología a lo largo de la historia de la humanidad, se distinguen dos fases: una primera fase donde las máquinas permitieron al hombre aumentar su fuerza física, superar las limitaciones del poder de los músculos de hombres y animales, y generar cantidades masivas de energía de la cual podía disponer a voluntad. Esta fueron la Primera y la Segunda Revolución Industrial. Si bien la Revolución Industrial formalmente culmina en 1914, posteriormente la reorganización de los procesos permite que se extienda sus beneficios hasta 1970. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

En la actualidad, nos enfrentamos a un cambio que no se da en el plano del poder mecánico del hombre, si no en el plano del poder mental. Gracias al progreso tecnológico el hombre está adquiriendo nuevas capacidades para entender y dar forma a su ambiente físico. Las tecnologías que impulsan este progreso son fundamentalmente tecnologías digitales.

Dada su progresión exponencial, hablamos de un mundo de abundancia: no solamente por la reducción de los costos de los bienes o de la capacidad de obtener más producto a partir de los mismos insumos (materias primas, capital y trabajo), pero también porque habrá una oferta transcendentalmente nueva de productos y servicios que todavía hoy no podemos imaginar. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Sin embargo, las tecnologías digitales no favorecen a todos por igual. Tienden a favorecer a los trabajadores más calificados, los dueños del capital y las superestrellas. Entonces esos beneficios, irían a un grupo reducido de la sociedad. Si además tenemos en cuenta que el proceso que se ve en el campo laboral para un empleado medio será el de su sustitución por máquinas (y no de descalificación del empleo) y la menor generación de empleo privado, muchas personas quedarían sin empleo y sin la posibilidad de integrarse a la sociedad mediante la percepción de un salario.

Podría suceder que, frente a una abundancia fuerte, la desigualdad sea despreciable y que incluso el más desprotegido vea su calidad de vida mejorar. Si esta abundancia permite a todos los

sectores de la sociedad mejorar su calidad de vida, dejaría de ser relevante que aquellos que estén en el vértice de la pirámide ganen mucho más.

En el próximo capítulo analizaremos la opinión de los expertos.

4. ¿Qué dicen los expertos respecto del futuro del empleo?

Existen dos visiones predominantes respecto del futuro: hay quienes creen en una abundancia fuerte y ven en la abundancia y desigualdad un comportamiento beneficioso, y quienes ven en este comportamiento una amenaza, marcado por la desigualdad.

4.1. Optimistas

Los optimistas entienden que el aumento de la productividad promoverá un crecimiento saludable del empleo y del bienestar de las personas.

El descenso de los precios de bienes y servicios generado por el aumento de la productividad permitirá que los consumidores aumenten su poder adquisitivo y así puedan comprar más de ese producto o comprar otra cosa. (Lee, 2020) Como ese dinero no se gastaría solamente en las cosas existentes que ya conocemos, sino también en cosas recién inventadas, propias de un contexto de innovación y abundancia (Brynjolfsson & McAfee, Jobs, productivity and the Great Decoupling, 2012), se generaría una mayor demanda de mano de obra y así un aumento del empleo. (Lee, 2020).

Si bien entienden que habría dislocaciones en el corto plazo, en el largo plazo el progreso tecnológico en sí no conduciría a un aumento del desempleo o a una reducción de los puestos de trabajo porque la misma tecnología generaría nuevos y mejores empleos. (Tegmark, 2018)

En un corto plazo, sectores enteros se verán desplazados por las máquinas y así algunos mercados laborales (sobre todo aquellos que requieran de habilidades técnicas medias, sin contacto interpersonal ni de altos niveles de capacitación) se encogerán. Asimismo, a medida que las máquinas mejoren en la sustitución del trabajo de los humanos, los sueldos de las personas con habilidades similares se reducirán teniendo en cuenta que el costo de reproducción de dichas tecnologías tiende a cero. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016). Sin embargo, estos trabajos serán, en un largo plazo, sustituidos por otros nuevos y mejores, tal como sucedió durante la Revolución Industrial. En este sentido, predicen un boom de trabajos creativos y de nuevas profesiones. (Tegmark, 2018)

Desde el presente es imposible dar respuesta a cómo y dónde aparecerán estos trabajos o estas oportunidades, o cuál será la capacidad humana que se ponga en valor. Pero entienden que por el hecho de que en el presente desconozcamos las soluciones, no significa que nadie ni nunca pueda resolver este desafío. En el pasado hubo expertos que predijeron un desempleo generalizado, y ese escenario nunca se cumplió. (TEDxCambridge, 2016)

Los argumentos para defender que el escenario de desempleo generalizado no es factible son varios:

Por un lado, el ser humano tiene dos características diferenciadoras que garantizan que siempre tenga algo para hacer: la invención y la insatisfacción. La tecnología, al automatizar tareas, lo que hace es justamente poner en valor las capacidades del hombre para hacer lo que las máquinas no pueden hacer y libera al ser humano para ocuparse de los desafíos que realmente importan donde el hombre encontrará nuevas oportunidades. (TEDxCambridge, 2016) Siempre va a haber desafíos para el hombre, necesidades o deseos insatisfechos. El desempleo, en este contexto, sería una señal de que el hombre no está buscando las soluciones a sus problemas, apalancándose en el tiempo y la energía de la gente cuyos trabajos fueron sustituidos. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Por otro lado, los humanos y máquinas tienen fortalezas y debilidades diferentes. Si las tecnologías se diseñaran para que operen dentro del área donde los humanos son débiles y las máquinas fuertes, es menos probable que los hombres sean sustituidos pero puestos en valor de manera creciente. En este sentido, predicen la aparición de productos y servicios que surjan de la colaboración entre máquinas y humanos, que no podrían haber sido creados únicamente con máquinas o únicamente con hombres, tal como sucede actualmente en las competencias de ajedrez. Para el hombre sería una buena estrategia pensarse en complementos más que competencia de las máquinas. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Los optimistas consideran que la gran diferencia entre generar prosperidad o no, son básicamente las instituciones. Frente a un panorama donde muchas personas serán desplazadas de su trabajo, el gobierno debe tomar las acciones necesarias para preparar a su población para los desafíos del futuro, tal como se hizo cuando con el *High School Movement* [Movimiento de Educación Secundaria] cuando el secundario se hizo obligatorio en los E.E.U.U. hasta los 16 años para preparar a la población para su trabajo en las fábricas. (TEDxCambridge, 2016)

Tegmark, por su parte, considera que en el largo plazo con el progreso de la IA y la superación de las capacidades humanas podría darse el escenario que los seres humanos quedemos inempleables. Sin embargo, considera que la desaparición del trabajo no debería ser tomado como algo apocalíptico. El mayor desafío estaría en cómo poder disfrutar de la abundancia generada por la automatización sin que haya personas que se queden privadas de ingreso o sin sentido en la vida. Del mismo modo que los caballos no desaparecieron cuando dejaron de “trabajar” con la aparición del motor de combustión interna, lo mismo pasaría a las personas que están preocupados por tener un ingreso y un sentido de propósito. Considera que dada la opulencia de recursos que generarían las máquinas, debería ser posible encontrar maneras alternativas de tener ambos, ingresos y propósitos, sin trabajo. (Tegmark, 2018)

Respecto de la desigualdad, los optimistas entienden que la innovación que genera ingresos tales que el vértice de la pirámide se aleje está, en realidad, aportando beneficios para toda la sociedad. Dichos ingresos serían la recompensa que motiva a los innovadores a hacer y es justo y razonable que sean mayores que los del resto de la sociedad. Por lo tanto, éste no debería ser considerado un problema, pero un comportamiento beneficioso, ya que, gracias a estas innovaciones, la sociedad en su conjunto mejorará su calidad de vida. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016) De hecho, argumentan, un trabajador medio hoy lleva la vida de los ricos de generaciones anteriores. Esta mejora en su calidad de vida es gracias a la innovación. (TEDxCambridge, 2016)

4.2. Pesimistas

Los pesimistas consideran que los humanos pasaremos primero a ser desempleados y luego in-empleables. (Tegmark, 2018)

Si bien predicen un aumento masivo de la productividad incluso con los niveles actuales de desarrollo de la IA, estos beneficios se concentrarán en la elite dueña del capital o dueña de las máquinas. La mayor parte de los puestos de trabajo serán eliminados y así tanto la clase media educada como muchos trabajadores no especializados se verán desempleados. (Lee, 2020)

En un corto plazo, la sustitución de mano de obra humana va a generar un desajuste en el mercado laboral cuando se elimine un tipo de empleo o cuando cierto tipo de habilidad deje de ser valorada. La mayor parte de los trabajadores no podrá encontrar un empleo luego de ser desplazado por las máquinas porque los sistemas de formación tradicionales (ir a la universidad, especializarse) y las habilidades que siempre se valoraron -como hablar varios idiomas- van a quedar obsoletos. (Ford, 2016)

En este sentido, Lee se manifiesta:

Un título universitario (...) no es garantía de seguridad laboral cuando se compite contra máquinas que pueden detectar patrones y tomar decisiones a niveles que el cerebro humano simplemente no puede comprender". (Lee, 2020, sección La verdadera crisis de la IA, cap. 6 Utopía, Distopía y la verdadera crisis de la IA)

Las personas, las organizaciones y las instituciones que quieran adaptarse, tendrán dificultad para seguir el ritmo del cambio técnico dada la aceleración del cambio tecnológico y aún si lo consiguieran, tienen un alto riesgo de quedar nuevamente obsoletos apenas cambie la tecnología. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

El salario de las personas que compiten con las máquinas pasará a estar definido por el costo de que una máquina haga ese trabajo de acuerdo con las leyes de la oferta y la demanda. Como el

costo marginal de los productos digitales tiende a cero, los salarios también tenderán a cero. Un salario cercano a cero no es un salario que permita vivir con lo cual es probable que estas personas se vean afectadas por un desempleo permanente. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016) Así los consumidores se verían sin los ingresos necesarios para poder adquirir la producción de las máquinas inteligentes y el supuesto bienestar generado por la abundancia no será tal. (Ford, 2016)

A medida que las cuatro olas de la IA se vayan extendiendo por la economía mundial, se abrirían mayores brechas económicas entre los que tienen y lo que no tienen, y la tecnología conducirá a un desempleo generalizado. Predicen que la civilización se enfrentará a una crisis de empleo y desigualdad inducida por la IA, que incluso afectará la naturaleza fundamental de lo que significa ser humano en el siglo XXI. (Lee, 2020)

A nivel de la economía en general, el círculo virtuoso entre productividad, incrementos salariales y el aumento del gasto de los consumidores se romperá. No habrá suficientes consumidores para sostener el desarrollo de la economía de mercado dado que el trabajo remunerado es el principal mecanismo de la sociedad por el que los consumidores obtienen el poder adquisitivo. Adicionalmente, a este reto de desigualdad y desempleo, se suman otros desafíos como el del cambio climático, que anticipan un escenario de retroalimentación negativa de difícil resolución. (Ford, 2016)

Es importante destacar que todo esto sería posible con el nivel de desarrollo actual de la IA. No se requiere de ningún descubrimiento nuevo, simplemente la resolución de aspectos prácticos tales como la recopilación de datos, el ajuste de fórmulas, la iteración de algoritmos en experimentos y combinaciones diferentes, la creación de prototipos de los productos y experimentar con modelos de negocios. (Lee, 2020) Es decir que la tecnología con sus niveles de desarrollo actuales es suficiente para impactar profundamente el mundo y alterar los sistemas económicos y políticos (Lee, 2020)

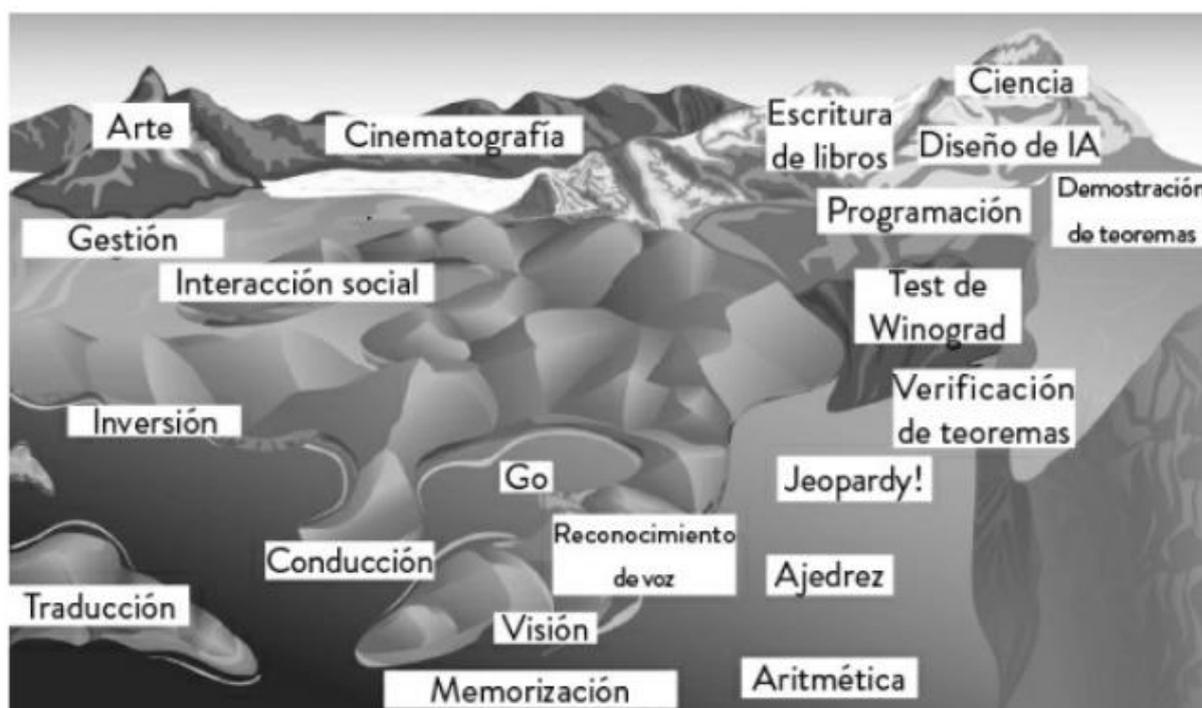
Respecto de la posibilidad de que surjan nuevas ocupaciones, consideran que nunca se van a poder absorber el volumen de personas desplazadas ya que las profesiones nuevas que surgieron con

el desarrollo de internet tales como diseñadores Web, desarrolladores de software o los conductores de UBER representan un volumen muy chico del mercado. (Tegmark, 2018)

La tendencia actual en el empleo es que las personas se desplacen hacia las ocupaciones que todavía las máquinas no pueden hacer. No son ocupaciones realmente nuevas, sino aquellas que las máquinas no pueden hacer a un coste tan barato como el de los humanos. Estas tareas incluyen tanto profesiones de tecnología de punta -como el desarrollo de software- como trabajos menos tecnológicos que hacen uso de nuestra destreza (masajes terapéuticos o peluqueros, por ejemplo) y de nuestras habilidades sociales (por ejemplo, actores). (Tegmark, 2018)

En la Figura 13 se representan el panorama de competencias de la IA. Las elevaciones representan las competencias que presentan dificultad para las computadoras. El nivel del mar, lo que las computadoras son capaces de hacer. Los seres humanos nos estaríamos concentrando en las laderas y los picos.

Figura 13. Panorama de las competencias de la IA



Nota: muchas de las habilidades que aparecen en las laderas y en los picos ya fueron superados por los progresos de la tecnología.

Fuente: Obtenido de *Panorama de competencias humanas*, sección *¿Qué es la inteligencia?*, capítulo 2 *La materia se vuelve inteligente*, por Tegmark, 2018, *Vida 3.0*.

Durante la Revolución Industrial, tareas que eran altamente cualificadas pudieron ser disociadas en tareas más sencillas para que un trabajador con poca formación pudiera hacer. (Lee, 2020) Las máquinas reemplazaron la fuerza física de las personas, mientras que los trabajadores hacían los trabajos más cualificados. Pero en un futuro, la tendencia es que las máquinas reemplacen la capacidad intelectual de las personas ¿entonces qué quedará en un mediano y largo plazo para que los humanos realicen? (Tegmark, 2018) Predicen que nada, que pasará lo mismo con los seres humanos que con los caballos de trabajo o el aceite de ballena que dejaron de ser necesarios incluso a precio cero. (Brynjolfsson & McAfee, *Jobs, productivity and the Great Decoupling*, 2012)

4.3. Conclusión

Como se puede ver en la Tabla 1 que resumen las principales diferencias entre las visiones optimistas y los pesimistas, ambas visiones tienen un diagnóstico similar de la situación, prevén un aumento de la productividad y traslocaciones en el campo del empleo. Sin embargo, los optimistas tienen confianza en que el hombre de alguna manera va a poder resolver estos desafíos y que la tecnología y el progreso le permitirá mejorar su calidad de vida, mientras que los pesimistas consideran que va a ser tal la supremacía de las máquinas, que van a primar la desigualdad y el desempleo.

Tabla 1. Comparación entre las visiones optimistas y pesimistas

Que va a pasar	OPTIMISTAS	PESIMISTAS
Prevén un futuro de...	Dislocaciones en el corto plazo y bienestar en el largo	Crisis. La IA a los niveles de desarrollo actual puede potencialmente impactar profundamente el mundo y alterar los sistemas económicos y políticos. Anticipan una crisis de empleo y desigualdad, que afectará la naturaleza de lo que significa ser humano.
Productividad	Habrà un aumento de la productividad motivado por la innovación tecnológica, que generará un crecimiento saludable del empleo y del bienestar de las personas dada la reducción en los precios de los bienes y servicios	Habrà un aumento de la productividad. Sin embargo, el círculo virtuoso entre productividad, incrementos salariales y el aumento del gasto de los consumidores se romperá.
Abundancia	Los nuevos productos serán tantos y a precios tan bajos que viviremos en un mundo de abundancia. Gracias a la tecnología será posible la aparición de nuevos productos que hoy ni siquiera podemos concebir y que surgirán de la colaboración de las personas y las máquinas.	La economía en general se verá impactada negativamente. Las personas no tendrán ingresos suficientes para adquirir los bienes, independientemente de su precio.
Precios	La reducción en el precio de los bienes y servicios aumentará el poder adquisitivo de la población, la cual podrá adquirir una mayor cantidad de bienes. Así habrá mercado para la generación de nuevos productos, lo cual generará un aumento del empleo.	A pesar de la reducción en el precio de los bienes y servicios, la falta de trabajo, que es el principal mecanismo para obtener poder adquisitivo, hará que no haya suficientes consumidores para sostener el desarrollo de la economía de mercado.
Empleo	Si bien habrá dislocaciones a corto plazo dado que algunos sectores serán desplazados por la tecnología, surgirán nuevas ocupaciones y oportunidades con los nuevos productos y servicios que permitirán el crecimiento del empleo en el largo plazo. Los trabajos que surjan serán mejores y reemplazarán las tareas que fueron automatizadas. De esta manera, la tecnología en sí no generaría desempleo en el largo plazo.	Dislocaciones en el corto plazo cuando alguna habilidad deje de ser valorada e in-empleabilidad en el largo. Estas dislocaciones no podrán ser compensadas dado que su origen reside en que las máquinas reemplazarán las capacidades intelectuales de los seres humanos. Los empleos se concentrarán en las actividades que las máquinas no pueden hacer al precio de los seres humanos. Se reducirá el espectro de trabajos disponibles.
En relación con ocupaciones existentes	Boom de tareas creativas y de las profesiones más nuevas. Habrá un desplazamiento de las personas que se ocupan en tareas de bajo nivel técnico o que no requieren de interacción social.	Las tareas creativas y las profesiones más nuevas no generarán un volumen de demanda tal que puedan absorber al gran volumen de personas desplazadas.

En relación con las nuevas ocupaciones	Hay oportunidades en las áreas donde el ser humano complemente a las máquinas. Surgirán nuevas ocupaciones donde el hombre colabore con las máquinas.	Surgirán nuevas oportunidades donde el hombre pueda complementar a las máquinas, pero no suficientes para absorber a la masa de personas desplazadas.
Salarios	Reducción de los salarios correspondientes a las tareas donde el ser humano compite con la maquina debido a que los costos tienden a cero.	Para quienes compitan con las maquinas los salarios tenderán a cero, por ser éste el costo de que una máquina lo haga. Estas personas se verán afectadas por un desempleo permanente
	Se pondrán en valor las fortalezas del hombre frente a las máquinas. Habrá demanda de mano de obra para la creación de nuevos productos que surgirán con la tecnología. Prevén la aparición de nuevos productos y servicios gracias a la colaboración de las máquinas y los humanos.	Las personas, las organizaciones y las instituciones tendrán dificultad para seguir el ritmo del cambio técnico dada la aceleración del cambio tecnológico y correrán el riesgo de quedar obsoletos apenas la tecnología cambie nuevamente. Los sistemas de formación tradicionales y las habilidades que siempre se valoraron perderán vigencia.
Desempleo generalizado	<p>No es un escenario posible:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando se automatice una tarea, las habilidades del hombre y su creatividad le permitirán ponerse en valor frente a las máquinas. • el hombre es insaciable, siempre existirán necesidades y deseos insatisfechas • El desempleo sería una señal que no nos estamos ocupando de los problemas y desafíos que se le presentan al hombre • El hombre se ha enfrentado a situaciones similares en el pasado y las predicciones no se cumplieron, independientemente que desde el presente es imposible saber cuándo o cómo se resolverá • Aún si el ser humano quedara inempleable, esta condición no debería ser vista de manera apocalíptica, pero como de bienestar y felicidad. 	Los hombres seremos desempleados en el corto plazo e inempleables en un largo plazo con la singularidad. Como los caballos cuando fueron reemplazados por el motor de combustión interna, ni siquiera a precio cero podremos competir con las maquinas.
Desafíos	<ul style="list-style-type: none"> • La redistribución del ingreso para que en un contexto de abundancia todas las personas mejoren su calidad de vida. • Encontrar maneras alternativas de tener ingresos y propósitos, sin trabajo, dada la abundancia de recursos generada por las máquinas. • La gran diferencia entre generar prosperidad o no está en las instituciones. El gobierno debe tomar las acciones 	Reinsertar al ser humano en el esquema laboral, donde el ser humano aporte valor a la sociedad y así pueda percibir un ingreso por el mismo.

	necesarias para preparar a su población para los desafíos del futuro.	
Desigualdad	El alejamiento del vértice de la pirámide es el premio para los innovadores introducen una innovación que beneficia a la sociedad en su conjunto.	La renta proveniente del capital o de la propiedad de las máquinas se concentraría en manos de una élite. De esta manera, los consumidores se verían sin los ingresos necesarios para poder adquirir la producción de las máquinas inteligentes.

5. Impacto en el empleo de la implementación de la IA

En este capítulo se analizará el impacto de la implementación de la IA con los niveles de desarrollo actuales, es decir, sin tener en cuenta el desarrollo de una Inteligencia Artificial General dado que no hay un consenso acerca de su posibilidad. El escenario a analizar ya es una realidad en países avanzados en la tecnología como China y EEUU, donde los países compiten por ser los líderes. A continuación, caracterizaré el impacto de la IA con los niveles de desarrollo actuales.

5.1. Impacto de la IA

Para entender cómo será el impacto de la IA en el esquema productivo y en la organización social hay que tener presente que la IA tiene la capacidad de realizar tanto tareas físicas como intelectuales *“con una velocidad y potencia que supera con creces la de cualquier ser humano, lo que aumentará drásticamente la productividad de todo, desde el transporte a la fabricación y la medicina.”* (Lee, 2020, sección IA: sumar la I a las TPG, Capítulo 6: Utopía, distopía y la verdadera crisis de la IA)

Las fortalezas de la IA están en la ejecución de las tareas que puedan ser optimizables utilizando datos y que no requieran interacción social. Pero, en esta ejecución de tareas, lo que va a buscar no va a ser la creación de nuevos trabajos mediante la descualificación – como sucedió durante la Primera y Segunda Revoluciones Industriales-, si no la sustitución de puestos de trabajo por máquinas cada vez más inteligentes. (Lee, 2020)

Por otro lado, existen tres catalizadores que no existían durante la energía de vapor y la electricidad que harán que la transición a una economía impulsada por la IA sea mucho más rápida que todas las transformaciones inducidas por anteriores TPGs:

1. Los productos de la IA son gran parte de ellos algoritmos digitales, los cuales en su carácter de producto digital son replicables hasta el infinito y distribuibles al instante en todo el mundo. (Lee, 2020)

Previamente, e incluso con gran parte de las TICs, para que estas transiciones cobraran fuerza, los productos físicos tenían que inventarse, hacer prototipos, construirse, venderse y enviarse a los

usuarios finales. Este proceso debía repetirse con cada mejora marginal, lo cual retrasaba la adopción de cada nueva modificación, se ralentizaban el desarrollo de nuevas tecnologías y prorrogaban el plazo hasta que un producto era rentable para que las empresas lo adoptaran. (Lee, 2020)

Los algoritmos de IA – y no la robótica avanzada que tendrá una evolución más lenta- se distribuyen sin costo alguno, y una vez distribuidos, pueden actualizarse y mejorar de forma gratuita. De esta manera, se desplegarán con rapidez y eliminarán gran parte de los trabajos de oficina que tienen como ocupación fundamental asimilar y procesar información para la toma de decisiones, tarea que es, precisamente, la que mejor pueden hacer los algoritmos de IA. (Lee, 2020)

2. La creación de la industria de capital de riesgo. Los fondos de capital de riesgo -primeras inversiones en empresas de alto riesgo y alto potencial- apenas existían antes de la década de 1970. Con lo cual muchas de las buenas ideas no llegaron a despegar y si conseguían financiación a través de préstamos bancarios, familiares o mecenas era un proceso de implementación lenta. (Lee, 2020)

“Hoy día, los fondos de capital de riesgo son una máquina bien engrasada dedicada a la creación y comercialización de nuevas tecnologías. En 2017, la financiación global de empresas estableció un nuevo récord con \$148.000 millones de dólares invertidos, alentada por la creación de Vision Fund, nacida bajo el paraguas de la japonesa Softbank, con cien mil millones de dólares que irá desembolsando en los próximos años. Ese mismo año, el fondo mundial de capital de riesgo para empresas de IA se elevó a 15.200 millones de dólares, lo que representa un incremento de 141 % respecto de 2016.” (Lee, 2020, Sección Hardware, mejor, más rápido, más fuerte, Capítulo 6: Utopía, Distopía y la verdadera crisis de la IA).

Lee considera que este capital de riesgo disponible, en su búsqueda por incursionar en todo lo que la IA pueda hacer, va a acelerar la implementación de IA.

3. China. La IA será la primera TPG donde China trabaje codo a codo con Occidente, tanto en el avance como en la aplicación de la tecnología. Esto significa que casi una quinta parte de la población

mundial contribuirá a la tarea de distribuir y utilizar la IA. Esto, junto al ecosistema de empresarios ultracompetitivos de ese país y el impulso proactivo del gobierno y el desarrollo de internet serán un acelerador para la IA. (Lee, 2020)

Estos tres catalizadores junto a la sustitución de trabajadores nos permiten concluir que la IA va a tener un impacto más fuerte y acelerado que cualquiera de las TPGs anteriores lo cual dejará a la gran mayoría de los trabajadores y organizaciones sin una ocupación en una lucha demencial por adaptarse. Si bien se crearán nuevos trabajos tales como la reparación de robots y en la investigación científica de la IA, éste no será nunca de un volumen tal como para contener la cantidad de puestos de trabajo que la IA va a reemplazar. La migración de trabajadores a industrias que sean más difíciles de automatizar va a llevar más tiempo que lo que le lleve a esas industrias automatizarse (Lee, 2020) dada la facilidad de replicación de las tecnologías digitales y su penetrabilidad.

Si repasamos la historia del desarrollo tecnológico, las dos primeras TPGs impulsaron tanto la productividad como el empleo. Las Tics han elevado la productividad, pero no necesariamente el empleo, contribuyendo a la caída de los salarios de muchos trabajadores en el mundo desarrollado y a una mayor desigualdad. Finalmente, la IA tendría un impacto negativo en el empleo y en la distribución de la renta. (Lee, 2020)

5.2. Profesiones que se van a automatizar

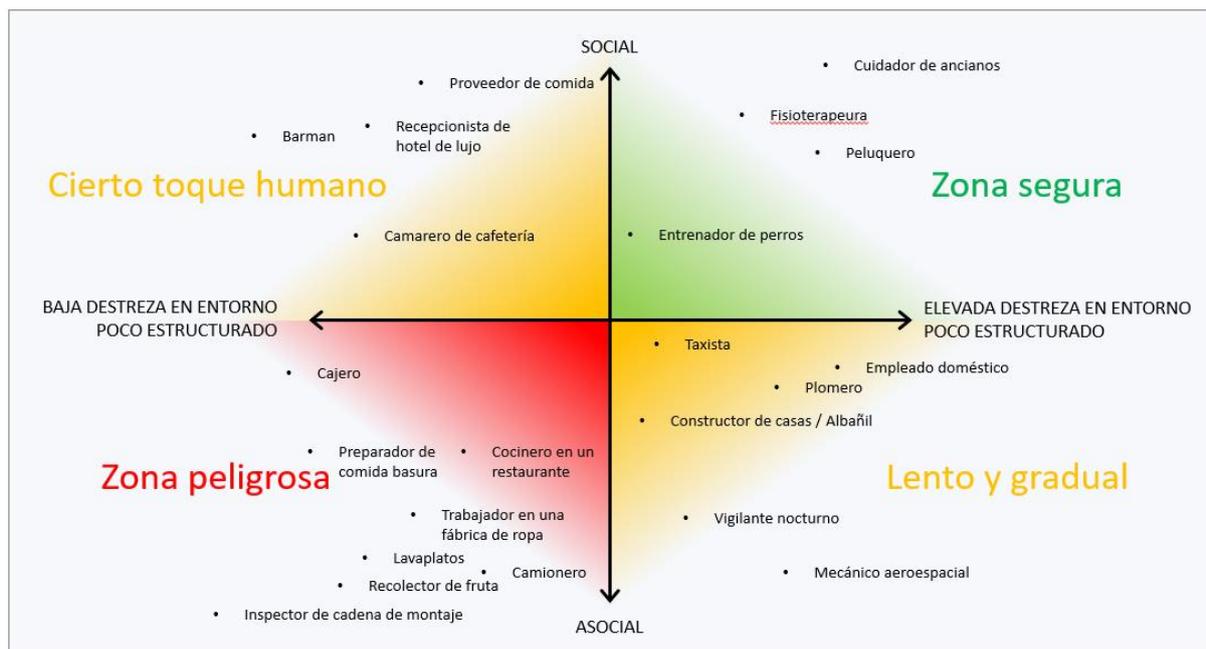
El riesgo de sustitución puede expresarse a través de dos gráficos X-Y, uno para el trabajo físico y otro para el trabajo cognitivo, teniendo el nivel de desarrollo actual de la IA (estrecha) la cual tiene cierta incapacidad para:

- interactuar de forma natural con las personas
- imitar las destrezas de los dedos y extremidades
- pensar en tareas creativas o que requieran de una estrategia compleja, trabajos cuyas aportaciones y resultados no sean fáciles de cuantificar.

En la Figura 14 se grafica “el riesgo de sustitución del trabajo físico” donde

- En el eje x, se representan a la izquierda baja destreza y entorno estructurado y, a la derecha, elevada destreza y entorno poco estructurado. (Lee, 2020)
- En el eje Y, se representan “asocial” en la parte inferior y “social” en la parte superior. (Lee, 2020)

Figura 14. Riesgo de sustitución de trabajo físico

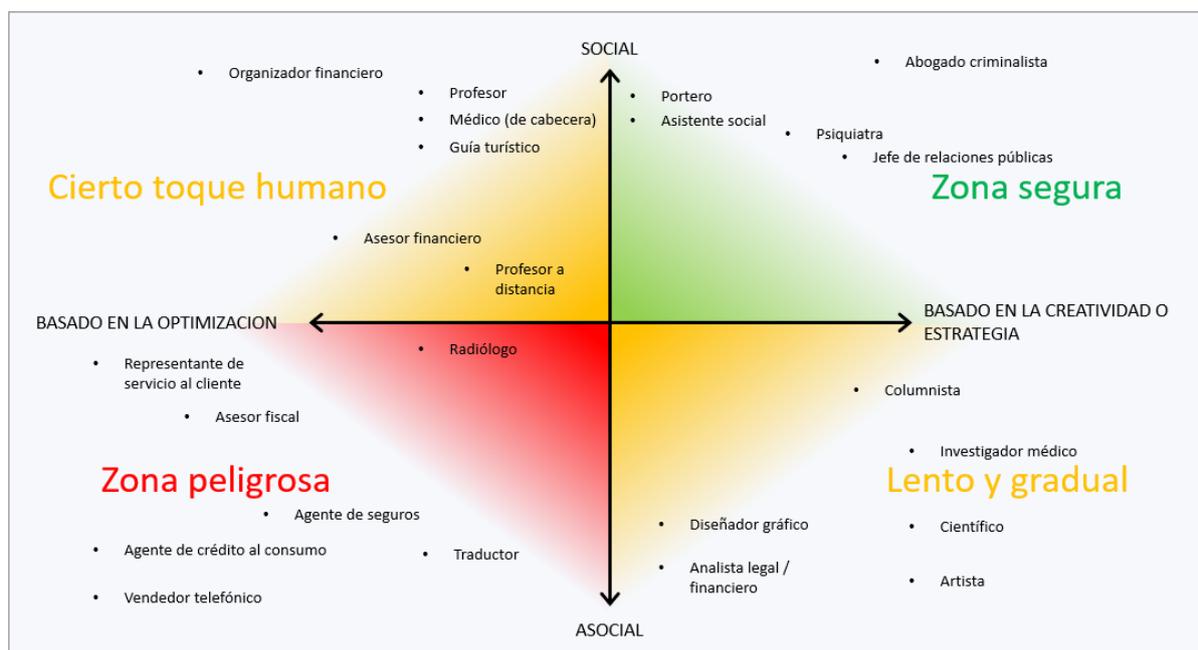


Fuente: Adaptado de *Riesgo de sustitución: trabajo físico*, sección *Lo que la IA puede y no puede hacer: gráficos de riesgo de sustitución*, Capítulo 6 *Utopía, distopía y la verdadera crisis de IA*, por Lee, 2020, *Superpotencias de la inteligencia artificial*.

En la Figura 15 se representa el “Riesgo de sustitución: Trabajo cognitivo” donde:

- En el eje x, a la izquierda, el concepto “basado en la optimización” que identifica a las tareas que se basan en variables cuantificables y que pueden ser capturadas en datos; a la derecha, basado en la creatividad o estrategia. (Lee, 2020)
- En el eje Y, se representan “asocial” en la parte inferior y “social” en la parte superior. (Lee, 2020)

Figura 15. Riesgo de sustitución: Trabajo cognitivo



Fuente: Adaptado de *Riesgo de sustitución: trabajo cognitivo*, sección *Lo que la IA puede y no puede hacer: gráficos de riesgo de sustitución*, Capítulo 6 *Utopía, distopía y la verdadera crisis de IA*, por Lee, 2020, *Superpotencias de la inteligencia artificial*.

Así quedan definidas cuatro zonas:

1. Zona segura (cuadrante superior derecho)
2. Zona peligrosa (cuadrante inferior izquierdo)
3. Cierto toque humano (cuadrante superior izquierdo): su componente interactivo hace que sea difícil automatizarlo de manera masiva. Probablemente, su componente “optimizable” sea realizado por máquinas y los seres humanos hagan de interfaz social para los clientes. En este cuadrante se establecería una relación simbiótica hombre-maquina. El porcentaje de desaparición de este tipo de trabajos depende de la flexibilidad de la organización para reestructurar las tareas realizadas por los empleados y de la aceptación que tengan los clientes para interactuar con ordenadores.

4. Lento y gradual (cuadrante inferior derecho): actividades basadas en la destreza manual, la creatividad o la capacidad de adaptarse a entornos no estructurados, que son las áreas donde se prevé habrá un progreso de la tecnología en los próximos años. Es probable que la tecnología sea una herramienta para acelerar el progreso de los profesionales creativos. (Lee, 2020)

5.3. Que dicen los estudios acerca de la desaparición del empleo

Dependiendo del modelo que se utilice, las estimaciones van desde aterradoras predicciones hasta que no será un problema en absoluto. (Lee, 2020)

- Frey & Osborne (2013). Estudio basado en profesiones, predice un reemplazo de 47% de los empleos en EEUU. Se pidió a expertos en aprendizaje automático que evaluaran la posibilidad de que 70 profesiones se automatizaran en un futuro cercano. Con esta evaluación, generaron un modelo de probabilidad para proyectar la posible automatización de 632 otras profesiones. (Lee, 2020)
- OCDE (2016). Estudio basado en tareas específicas de cada ocupación, predice que sólo el 9% de los empleos de EEUU corría elevado riesgo de automatización. Argumentan que el estudio realizado por Frey & Osborne pasó por alto que ciertas de esas ocupaciones incluyen tareas que un algoritmo no puede realizar, tal como tratar con clientes, trabajar con colegas en grupos, etc. (Lee, 2020)
- PWC (2017). Parten del estudio basado en tareas de la OCDE y definen que para 2030, el 38% de los empleos de EEUU corría un alto riesgo de ser automatizada. (Lee, 2020)
- McKinsey Global Institute. Utilizaron el enfoque basado en tareas para definir que al día de la fecha el 50% de las tareas de trabajo en todo el mundo ya son automatizables. Sin embargo, a nivel empleo, si se consigue una amplia adopción de las técnicas de automatización, el 30% de las actividades laborales en todo el mundo podría estar automatizadas para 2030, pero sólo el 14% tendría que cambiar de profesión. (Lee, 2020)
- Bain & Co (2018). Concluyen que para 2030 se necesitarán un 20-25% menos de trabajadores, de los cuales sólo una porción menor será reabsorbida por nuevas ocupaciones. El estudio también

concluye que, si se incluyen tanto los desplazamientos como la supresión laboral, el 80 % de los trabajadores se verán afectados. (Lee, 2020)

Lee considera que muchos de estos estudios no tuvieron en cuenta la evolución exponencial de la IA y hacen predicciones a 15-20 años con la tecnología tal como se la conocía al momento de hacerlo. Teniendo en cuenta los avances en los campos de reconocimiento de voz, lectura y traducción automática, las predicciones de PWC serían las más acertada. Es decir, que para el 2030, el 38% de las profesiones en EEUU corre un alto riesgo de ser automatizada. (Lee, 2020)

Si a esta automatización de las tareas existentes se le suma los nuevos modelos de negocio que surjan potenciados por la IA, (impacto en un 10% de la población activa de EEUU), entonces en 20 a 30 años, entre el 40% y 50% de los empleos en EEUU estarán en riesgo alto de ser automatizados. A este proceso se oponen la inercia de las organizaciones al cambio, las fricciones sociales y las restricciones reglamentarias y las nuevas ocupaciones las cuales reducirán el desempleo entre un 10 a un 25%. (Lee, 2020)

5.4. Sectores impactados por la IA

Los primeros empleos en ser automatizados serán los de oficina, o los que se correspondan a tareas administrativas, a la detección de patrones en los datos y la toma de decisiones ya que éstas son las fortalezas de los algoritmos con un costo de reproducción cero y la posibilidad de ser enviados instantáneamente a todo el mundo. (Lee, 2020) No serán las tareas que para los seres humanos son fáciles de hacer porque a diferencia de los seres humanos, para las máquinas es sencillo imitar las capacidades intelectuales y computacionales de los adultos, pero es muy difícil que tenga la percepción y las habilidades sensoriomotoras de un niño.⁷ (Lee, 2020)

En este sentido, la robótica requiere de una delicada interrelación entre ingeniería mecánica, IA de la percepción y buena manipulación motriz. Una vez construido, tiene que ser probado, vendido,

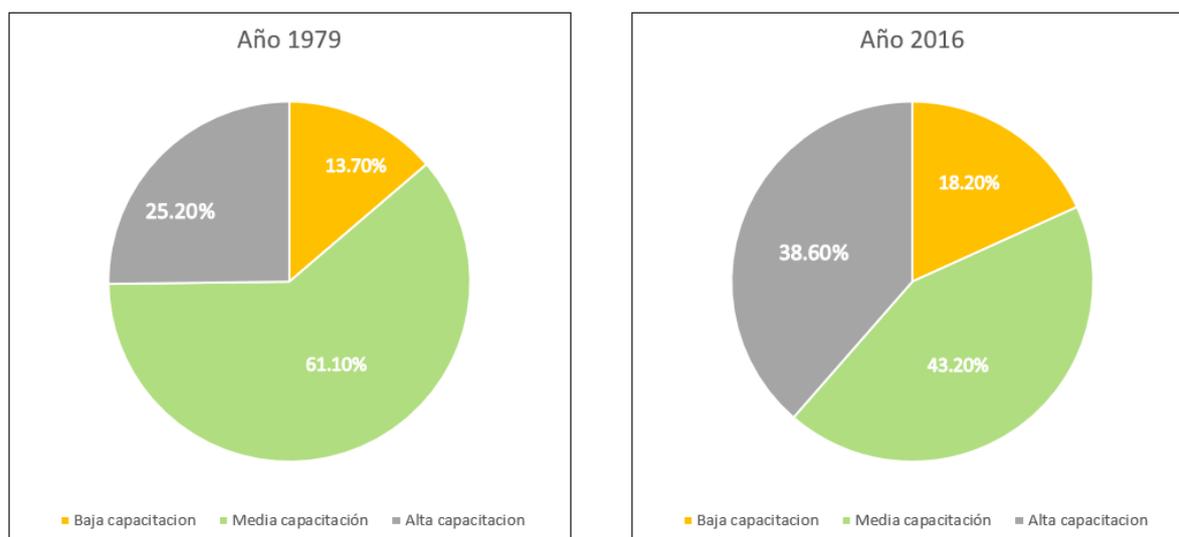
⁷ La relativa facilidad de la IA para adquirir las capacidades intelectuales de un adulto y la gran dificultad para adquirir las habilidades de un niño se conoce como la Paradoja de Moravec.

enviado, instalado y mantenido en el lugar. Esto hace que su proceso de desarrollo sea mucho más largo que el de la replicación de un software. (Lee, 2020)

En relación con la producción industrial, ésta ya fue en gran parte automatizada. Es probable que las tareas de supervisión y gestión puedan en alguna medida ser automatizadas pero las tareas que requieran de habilidades manuales probablemente no lo sean. (Lee, 2020)

De esta manera, el mercado laboral va a mantener una tendencia a una mayor polarización donde las áreas seguras serán los trabajos que están en los extremos del espectro de ingresos: los más lucrativos como directores generales y los menos, como peluqueros y masajistas. La clase media (camioneros, contables, jefes de recursos humanos, trabajos de oficina), por su parte, van a tender a desaparecer, tal como lo están haciendo desde 1979 (ver Figura 16), pero de manera más acelerada. (Lee, 2020)

Figura 16. Distribución de los trabajadores según su ocupación en tareas de baja, media y alta capacitación en 1979 y 2016 en EEUU



Fuente: Adaptado de *Will automation take away our jobs?* [VIDEO], minuto 7:19, por Autor, 2016, (https://www.ted.com/talks/david_ator_will_automation_take_away_all_our_jobs#t-47727).

5.5. Equilibrio económico mundial definido por la IA

Como mencionamos anteriormente, la nueva ventaja competitiva va a residir en la disponibilidad y control de los datos. Esto significa que el país y los sectores mejor posicionados en relación con éstos serán quienes puedan convertirse en los nuevos líderes.

5.5.1. El liderazgo de China respecto de los datos.

A partir de 2013, los empresarios chinos dejaron de copiar y empezaron a desarrollar productos y servicios que no tenían análogos en Silicon Valley y que fueron posibles debido al desarrollo de Internet. Se generó un universo alternativo al de Silicon Valley apalancado con la proliferación de *smartphones* de bajo costo que desempeñaban el papel de las tarjetas de crédito. En las ciudades se desdibujaron los límites entre el mundo *offline* y el *online*, al aparecer los servicios *Online-to-offline* (O2O) que ofrecían servicios a través de canales digitales pero que luego se brindaban en el mundo real. Ejemplo son los pagos móviles o la oferta de comida de restaurantes online que luego se repartía a domicilio. (Lee, 2020)

Todos estos servicios se concentraron en una aplicación china *WeChat* - la red social dominante en China-, la cual fue acrecentando sus prestaciones para que gran parte de la vida de los chinos se resolviera a través de ésta. Permitía, por ejemplo, pedir una cita con el médico, hablar con amigos, cerrar acuerdos comerciales, organizar una fiesta o armar un foro de discusión. (Lee, 2020)

Paralelamente, permitió que se capturen enormes volúmenes de datos del mundo real de cada una de las personas de China: cómo viajan, qué compran, sus gustos y sus hábitos diarios. Y China se convierte en el principal productor de datos a nivel mundial, muy por delante de EEUU, lo cual le confiere una enorme ventaja competitiva para liderar la IA de la implementación. (Lee, 2020)

La ventaja de los datos de China abarca desde la cantidad hasta la calidad. El número de usuarios de las aplicaciones chinas, superior a EEUU y Europa juntos, es lo que confiere la cantidad, mientras que las actividades de lo que hacen de manera online es lo que les confiere la calidad. Las aplicaciones chinas no registran únicamente lo que los usuarios hacen en la plataforma, como puede

ser el caso de las aplicaciones originarias de Silicon Valley, pero registran lo que las personas hacen en el mundo real: qué y dónde compran, qué transporte usan, cuál es la comida que eligen y las actividades que realizan en su vida diaria. (Lee, 2020)

Es importante mencionar la diferencia cultural entre las culturas occidentales y la china respecto de la privacidad. Las experiencias OMO requieren que se tome datos del mundo real de manera constante y los estadounidenses y europeos son menos abiertos que los chinos a compartir datos de su privacidad a cambio de conveniencia. Mientras en Europa se adoptó un enfoque estricto en materia de protección de datos mediante la introducción del Reglamento General de Protección de Datos, que restringe la recopilación y uso de datos, en China, para dar un ejemplo de la poca importancia que se le da a la privacidad, las normas de tránsito se hacen cumplir con cámaras y sensores.

De esta manera, China adquiere una gran ventaja competitiva frente a EEUU para diseñar servicios basados en la IA. (Lee, 2020)

5.5.2. Nuevo equilibrio tecnológico y político mundial definido por la IA.

Independientemente del liderazgo de China en los datos, el escenario planteado por la evolución de la inteligencia artificial plantea la existencia de dos superpotencias, EEUU y China, luchando por el liderazgo en el área de IA, donde quienes acumulen más datos y talento, serán quienes dominen el mundo.⁸ Y donde, en un círculo virtuoso, la riqueza se concentrará en unas pocas empresas chinas o estadounidenses, aumentando la desigualdad tanto a nivel interno como entre países. (Lee, 2020)

Actualmente son “los Siete Gigantes” las empresas que disputan el liderazgo de la economía de la IA: Facebook, Google, Amazon, Microsoft, Baidu, Alibaba y Tencent. Prácticamente están distribuidas de manera pareja entre EEUU y China. Estas empresas cuentan con grandes laboratorios

⁸ Lee considera que el país líder deberá disponer de los centros avanzados de investigación, la propiedad de grandes bases de datos, un ecosistema empresarial y capital de riesgo.

de investigación corporativa que, a diferencia de la comunidad mundial de investigación de la IA, son ecosistemas cerrados que concentran talento y recursos en avances. El foco de la investigación es el aprovechamiento máximo del aprendizaje profundo, área en la que los académicos no pueden competir por la falta de datos y capacidad de procesamiento y que por lo tanto se concentran en “el descubrimiento del nuevo Aprendizaje Profundo”.

Para dimensionar el impacto en la economía mundial, la consultora PwC pronostica que la IA añadirá 15.7 billones de dólares a la economía mundial para el año 2030, lo cual es mayor al PBI de China y casi el 80% del PBI de los EEUU en 2017. Estiman también que entre China y EEUU están preparados para absorber el 70% de los 15.7 billones de dólares, de los cuales 7 billones serán para China. (Lee, 2020)

Si este escenario se cumple, el resto de los países avanzados como Canadá, Reino Unido, Francia, sólo podrán recoger las migajas ya que a medida que la IA se vaya extendiendo a más áreas de la economía, mayores serán las ventajas competitivas de los líderes, aún si dan espacio para la investigación y el talento. Por otro lado, los líderes, al mismo tiempo que aumentan la productividad de sus países, cosecharán los beneficios de todo el resto del mundo. (Lee, 2020)

Con respecto a los países en desarrollo, es probable que a medida que la fabricación y los servicios sean realizados por máquinas inteligentes, estos países pierdan su gran ventaja competitiva, la mano de obra barata. Al no tener fuentes de ingreso, posiblemente sus economías se estancarán quedando en una situación de dependencia y sumisión total. Aún si estos gobiernos negocian con la superpotencia que se comparta la tecnología de inteligencia artificial, el mercado y los datos, este acuerdo nunca está dado en base a la igualdad entre naciones. (Lee, 2020)

Es importante tener en cuenta que la misma dinámica del mundo digital y la IA hace que se tienda a los monopolios (ejemplo Google dominando los motores de búsqueda y Facebook dominando las redes sociales). Contra éstos las leyes antimonopólicas de los EEUU probablemente no tengan efecto ya que éstas son válidas cuando los consumidores se ven perjudicados. En este caso los

consumidores estarían recibiendo cada vez mejores servicios y productos a precios más bajos. (Lee, 2020)

La misma situación se planteará internamente, en cada país: la automatización impactará fuertemente en la clase media – camioneros, contables, jefe de RRHH-, siendo los trabajos más difíciles de automatizar los que están en los extremos del espectro de ingreso (directores generales y trabajos mal pagados en industrias difíciles).

5.6. Conclusión

El impacto de la IA en los esquemas productivos y organizaciones sociales promete ser fuerte y acelerado, de una velocidad superior a cualquiera de las TPGs anteriores, debido a la existencia de tres catalizadores que no existían previamente:

1. El capital de riesgo
2. China
3. Los productos de la IA son algoritmos digitales, con lo cual se pueden reproducir a costo prácticamente cero y distribuir en todo el mundo en segundos.

En el campo del empleo, la tendencia de la IA va a ser la de sustituir a los trabajadores humanos y no, a generar nuevas oportunidades laborales.

Aún si estas oportunidades surgieran, el ritmo del cambio tecnológico hará que el ritmo de adaptación sea muy difícil de seguir y que las personas queden rápidamente obsoletas. Además, hay que tener en cuenta que en las áreas donde la IA es fuerte, es una inteligencia superior a la humana.

Respecto de las nuevas ocupaciones, es probable que surjan oportunidades, pero no en los volúmenes que se necesitan para mantener los niveles de empleo en un país. Estas oportunidades serán en áreas donde los seres humanos complementen a las máquinas o donde las máquinas todavía no superen las capacidades de los hombres (interacción social, destreza física, el desenvolvimiento en entornos estructurados y el pensamiento estratégico y creativo).

Respecto de la migración de trabajadores a nuevas industrias, la IA probablemente impacte en todos los sectores y en todas las regiones del mundo simultáneamente dada la facilidad de distribución y reproducción de los algoritmos.

Este escenario fue analizado por varias consultoras con resultados diversos que fluctúan entre un 9% y casi un 50%.

Kai-Lee sostiene que estas consultoras no tuvieron en cuenta la evolución y progreso de la tecnología e hicieron sus estimaciones basándose en un momento particular de la historia. Concluye que para 2030, aproximadamente el 38% de las profesiones de EEUU corren riesgo de ser automatizadas y que los nuevos modelos de negocios (las disrupciones desde cero) impactarán a un 10% adicional, alcanzando casi un 50%. Si a este escenario se agregan las nuevas ocupaciones y la resistencia de las organizaciones al cambio, probablemente el nivel de sustitución se reduzca en un 10-25%, alcanzando entonces entre un 25 y 40%.

Los sectores que se verán mayormente impactados serán los sectores medios, es decir, los trabajos de oficina, camioneros, contables y jefes de recursos humanos. Si bien esta es una tendencia que se viene dando desde 1979, la IA va a acelerar y profundizar sus efectos. Los sectores que están más protegidos de la automatización son aquellos que están en los extremos de la pirámide de ingresos: los más lucrativos -directores generales- y los menos: masajistas y peluqueros.

A nivel global, el equilibrio económico y político va a quedar definido entre EEUU y China. Los componentes que necesita un país para poder liderar el cambio son centros avanzados de investigación, la propiedad de grandes bases de datos, un ecosistema empresarial y capital de riesgo. China tiene a favor la disponibilidad de grandes volúmenes de datos de calidad, lo cual es una gran ventaja competitiva.

Para el resto del mundo, sería muy difícil competir. Las economías digitales hacen que los ingresos se concentren fuertemente en el líder, dada la ventaja competitiva por la disponibilidad de datos y el *know-how*, así como por la facilidad de distribución y reproducción. Para los países

subdesarrollados que desarrollaron su ventaja competitiva a partir de la mano de obra barata, lo más probable es que la pierdan.

¿Qué queda entonces para los seres humanos? ¿Qué podemos hacer si nuestras capacidades serán ventajas competitivas de manera transitoria? ¿Qué acciones debemos tomar para un futuro digno y de prosperidad?

6. Políticas y acciones para mitigar el impacto de la IA

“We also see many governments failing to prepare for the future, on issues ranging from retirement and infrastructure to automation and worker retraining. As a result, society increasingly is turning to private sector and asking that companies respond to broader societal challenges (...) Society is demanding that companies, both public and private, serve a social purpose. To prosper over time, every company must not only deliver financial performance, but also show how it makes a positive contribution to society. Companies must benefit all of their stakeholders, including shareholders, employees, customers, and the communities in which they operate.”⁹

(Fink, 2018)

6.1. Perspectiva china sobre el futuro del empleo

La cultura china ve en el desarrollo tecnológico el elemento fundamental para la prosperidad y el bienestar de la sociedad. En los últimos 40 años el país pasó de predominantemente agrícola a una potencia industrial, y la sociedad vio una mejora generalizada de sus medios de vida. Por esta razón, independientemente de los trastornos a corto plazo, consideran que el desarrollo tecnológico siempre trae prosperidad en un largo plazo. Es decir, se alinean con la visión tecno-optimista. (Lee, 2020)

Aquellos que pudieran tener alguna preocupación en el impacto negativo de la IA en el empleo, confían que el gobierno se hará cargo de ellos. Fue lo que sucedió en la década de los '90 cuando el gobierno hizo una reestructuración en las empresas estatales eliminando a millones de personas de la nómina de la administración. La fuerza de la economía nacional sumado a un plan de

⁹ [Vemos que muchos gobiernos no se preparan para el futuro, en temas que van desde la jubilación y la infraestructura hasta la automatización y el reciclaje de trabajadores. Como resultado, la sociedad se dirige cada vez más al sector privado y pide a las empresas que respondan a retos sociales más amplios (...) La sociedad exige que las empresas, tanto públicas como privadas, presten una función social (...) Las empresas deben beneficiar a todas las partes interesadas, incluidos los accionistas, los empleados, los clientes y las comunidades en las que operan]

largo alcance del gobierno para dar apoyo a estas personas durante la transición hizo que no se generara un desempleo masivo. (Lee, 2020)

6.2. Perspectiva de Silicon Valley

La postura estadounidense para hacer frente al impacto de la IA en el empleo se reduce a 3 acciones: reciclar, reducir y redistribuir. (Lee, 2020)

- **Reciclar** implica la conversión de las habilidades de la fuerza laboral a través de la educación en plataformas online y a lo largo de toda la vida. (Lee, 2020). Entienden que la educación es la herramienta fundamental para hacer frente a las dislocaciones en el empleo. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016) La eficiencia de esta solución dependerá de que haya empleos disponibles. De modo contrario, la mano de obra pasaría a estar sobrecalificada para las tareas que debe realizar. (Ford, 2016) (Lee, 2020)
- **Reducir** se refiere a acortar la jornada laboral de modo de no generar desocupación, tal como sucedió durante la crisis de 2008, y evitar despidos masivos. La mano de obra compartiría el trabajo y el gobierno debería complementar esa parte del trabajo perdido. Esta propuesta fue defendida por Larry Page, el cofundador de Google, quien propuso que se pasara a una semana laboral de cuatro días o que las personas compartan un mismo trabajo. Las objeciones a esta propuesta tienen que ver con la reducción al ingreso que representan y que sería aplicable a las ocupaciones que requieran de un aporte humano, además de la IA, y no para todos los empleos en general. (Lee, 2020)
- **Redistribución** hace referencia a la redistribución del ingreso a través de una Renta Básica Universal (RBU). Ésta implica garantizar un ingreso mínimo a toda la población sin ningún tipo de distinción. Se diferencia de las prestaciones sociales o los seguros de desempleo porque se darían a todo el mundo, sin límites de tiempo, o requisito de búsqueda de empleo. Una propuesta alternativa es dar este ingreso únicamente a los pobres, en cuyo caso sería un Ingreso Mínimo Garantizado (IMG). (Lee, 2020)

6.3. Propuestas a de Brynjolfsson y McAfee

Brynjolfsson y McAfee proponen políticas de corto y de largo plazo para superar las dislocaciones generadas por la tecnología teniendo en cuenta que las máquinas no tomarían todos los trabajos. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

6.3.1. Medidas de corto plazo

Proponen medidas que apuntan a generar tasas de crecimiento económico general. Entre ellas: mejorar la enseñanza a todos los niveles (primario, secundario, universitario, preescolar, educación vocacional y educación continua) con el uso de plataformas online y herramientas tecnológicas y poniendo en valor el pensamiento crítico, fomentar el desarrollo de nuevas empresas que generen empleos nuevos, mejorar el proceso de inserción laboral de modo de poder dar oportunidades a toda la población, apoyar a los científicos, actualizar la infraestructura y cobrar impuestos prudentemente que fomenten o desincentiven las actividades de manera estratégica. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

6.3.2. Medidas de largo plazo

Proponen, por un lado, medidas para alentar y recompensar el trabajo que ponga en valor las habilidades propias de las personas frente a las máquinas. Esto incluiría la capacidad de ideación, el reconocimiento de patrones en un marco amplio, formas complejas de comunicación y tareas sensoriomotoras. También proponen fomentar las nuevas oportunidades que surjan en las combinaciones simbióticas entre la IA y el hombre, que prometen superar las capacidades de las máquinas y de los hombres de manera independiente. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Por otro lado, proponen la creación de un impuesto al ingreso negativo donde, para niveles de ingreso inferiores a cierto monto, el Estado “compense la brecha para que la persona alcance un ingreso mínimo, mientras que, si se supera ese monto, se pague el impuesto al Estado. El sentido de este impuesto sería preservar al consumidor y de esta manera el funcionamiento de la economía.

Actualmente la mayor parte de la plata recaudada a través de impuestos proviene de las cargas sociales y de impuestos a los ingresos, ambos son impuestos al trabajo humano que desalientan lo que en realidad deberíamos alentar. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

Finalmente, rescatan el rol de la Economía de pares para generar nuevas soluciones para los desafíos que se nos presenten y nuevos productos y servicios. (Brynjolfsson & McAfee, La segunda era de las máquinas, 2016)

6.4. Propuestas de Kai-Lee

El enfoque de Kai-Lee para mitigar el impacto de la IA en el empleo es el de poner en valor las habilidades propias de los seres humanos respecto de las máquinas y así generar nuevas oportunidades de obtener un ingreso. Muchas ocupaciones tales como la medicina, la enseñanza, la abogacía o la planificación se van a ver redefinidas, y también surgirán profesiones nuevas gracias a los nuevos criterios “humanos” de valoración. Asimismo, propone fomentar la simbiosis hombre-máquina donde las máquinas aportarían el pensamiento analítico y la capacidad de optimización y los hombres, el toque personal, la creatividad y la compasión.

Por otro lado, considera que la economía colaborativa todo a través la de plataformización de servicios siguiendo el modelo UBER también generará nuevas actividades con oportunidades de generar ingresos aún si el número de empleos generados no será suficiente para la pérdida masiva de empleo y desigualdad. (Lee, 2020)

6.4.1. Medidas de corto plazo

Mediante políticas gubernamentales y de inversión de impacto propone fomentar proyectos de servicios centrados en el ser humano donde se pongan en valor las habilidades propias de los hombres y se incremente en gran número la contratación de personas. Considera que el sector privado es responsable de generar más de estos empleos de tipo humanista, ya que ellos están liderando la revolución de IA. Esta propuesta implicaría reinventar y revigorizar la responsabilidad social corporativa, fomentar el surgimiento de un nuevo tipo de inversión de impacto que fomente la

creación de empleos— con rendimiento lineales para la creación de empleo - y el emprendimiento social. Ve cierto peligro en que las empresas busquen ganancias a ciegas sin tener en cuenta su impacto social. (Lee, 2020)

6.4.2. Medidas de largo plazo

Como contrapropuesta a la Renta Básica Universal predominante en Silicon Valley, Lee propone que los gobiernos creen un “Estipendio de Inversión Social” que equivaldría a un ingreso respetables para quienes trabajen en actividades socialmente beneficiosas para la sociedad. Sería un nuevo contrato social donde, así como en la actualidad se valoran las actividades económicamente productivas, se valoren las actividades que promuevan una sociedad amable, compasiva y creativa.

Los trabajos se clasificarían en tres categorías: trabajo de cuidado, servicio comunitario y educación, y el sistema debería permitir que las personas progresen dentro del mismo, del mismo modo que sucede con las profesiones actuales. Como el salario sería a cambio de la participación en actividades prosociales, la sociedad de abundancia que se genere sería el producto de la participación de todos y de una construcción colectiva.

El objetivo de este “Estipendio” sería poner en valor las acciones de las personas cuando sean reemplazadas completamente por las máquinas en todas las actividades productivas de la economía y donde sólo puedan aportar valor con humanizando la sociedad con el cuidado, el servicio y el cultivo personal. (Lee, 2020)

6.5. Conclusiones

Las medidas para mitigar el impacto de la IA en el empleo se centran fundamentalmente en fomentar la creación de empleo y en poner en valor las capacidades humanas, tal como se puede ver en la Tabla 2 a continuación.

Tabla 2. Medidas en el largo y corto plazo para mitigar el impacto de la IA en el empleo

	Medidas de corto plazo	Medidas de largo plazo
China	El progreso tecnológico trae prosperidad. Cualquier impacto negativo va a ser resuelto por el gobierno.	
Silicon Valley	<ul style="list-style-type: none"> • Reciclar la fuerza de trabajo mediante la capacitación permanente mediante plataformas online. • Reducir la jornada laboral y que mayor cantidad de personas puedan trabajar. El gobierno compensaría la reducción de los ingresos. 	Redistribuir los ingresos otorgando una Renta Básica Universal.
Brynjolfsson y McAfee	<p>Fomentar el crecimiento económico general</p> <ul style="list-style-type: none"> • mejorar la enseñanza • fomentar las nuevas empresas que generen empleos nuevos • mejorar el proceso de inserción laboral • apoyar a los científicos • actualizar la infraestructura • cobrar impuestos para fomentar o desincentivar las actividades estratégicamente 	<ul style="list-style-type: none"> • Alentar y recompensar el trabajo que valore habilidades propiamente humanas • fomentar las nuevas oportunidades que surjan de las combinaciones simbióticas entre la IA y el hombre • Impuesto al ingreso negativo para que todas las personas alcancen un ingreso mínimo
Kai-Lee	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar proyectos de servicios centrados en el ser humano que valoren las habilidades propias de los hombres y aumente la contratación de personas. Responsabilidad del sector privado por la creación de dichos empleos. • Implicaría una nueva forma de inversión de impacto, revigorizar la responsabilidad social empresaria y el emprendimiento social. 	<p>La creación por parte del gobierno de un “Estipendio de Inversión Social” para quienes trabajen en actividades socialmente beneficiosas para la sociedad.</p> <p>Categorías de trabajos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • trabajo de cuidado, • servicio comunitario • educación

Es interesante destacar el rol predominante que dichas propuestas otorgan al Estado para resolver la crisis que se avecina. Tanto los chinos que confían en el gobierno para resolver cualquier dislocación como el pensamiento predominante en Silicon Valley o los que creen en un futuro sin empleos tal como lo conocemos, todos dan a los gobiernos un rol de responsabilidad clave, ya para administrar una renta, un nuevo tipo de trabajo o de gestionar impuestos estratégicamente.

De todas las propuestas mencionadas, la de más impacto es la Kai-Lee quien involucra fuertemente al sector privado al hacerlo responsable de la generación de nuevos empleos y plantea cambios a nivel generación de nuevos empleos avalados por un nuevo contrato social donde se retribuirían actividades no productivas, un nuevo tipo de inversión de impacto y el emprendimiento social. En este caso, al gobierno le correspondería el “Estipendio de Inversión social” que sería la renta que se le da a las personas por sus servicios no productivos.

Sería interesante entender desde qué lugar podrían los estados nacionales adquirir este rol de distribuidores de ingresos dado que están en posiciones cada vez más débiles frente a las corporaciones, y en un mundo polarizado donde la riqueza se concentra en unos pocos países, ¿de obtendrán los ingresos para poder financiar las rentas que permitan hacer más igualitaria la sociedad? Quizás independientemente de cómo se regule la distribución del ingreso, el ser humano encuentre en las habilidades que lo diferencian de las máquinas, en las ocupaciones donde estas habilidades se pongan en valor o en nuevos contratos sociales los medios para una sociedad de mayor prosperidad.

7. Conclusión

La IA tuvo su origen en la década del '60 para pasar por grandes períodos de avances y estancamientos hasta que, en 2016, con el desarrollo del Aprendizaje Profundo, el aumento de la capacidad de cálculo y el desarrollo de Internet, se dieron las condiciones para que pueda aplicarse a problemas de la vida cotidiana y así tenga impacto en la sociedad y en la economía.

Las tecnologías son importantes para la sociedad dado que:

1. definen el límite de lo posible
2. permiten que las personas se integren a la sociedad en tanto que seres productivos y obtengan un ingreso. El trabajo es importante porque define la identidad de las personas, sus aspiraciones, prioridades y su rol en la sociedad y es lo que da en gran medida sentido a sus vidas.

Adicionalmente, la IA cumplen con las condiciones de una TPG (la de ser penetrantes, la de mejorar en el tiempo y la de derivar en nuevas innovaciones) por lo que generaría aumentos en los rendimientos de muchos sectores de la economía y generaría un crecimiento de la economía en general que implica que se genere una mayor riqueza y que la población disfrute de un mayor bienestar.

Este pensamiento, avalado por el comportamiento de la economía durante la 1ra y 2da Revolución Industrial y el pensamiento económico dominante, está suponiendo que el aumento de la productividad genera un mayor bienestar en la sociedad y permite que las personas aumenten su calidad de vida. Sin embargo, este pensamiento se gestó con las Revoluciones Industriales cuando la tecnología facilitó el ingreso al mundo del trabajo a grandes masas de trabajadores. En la actualidad, lo que busca la IA es sustituir el mismo trabajo de los humanos con algoritmos digitales y máquinas cada vez más inteligentes. En lugar de incorporar gente al mercado laboral, la expulsa. Si bien se genera más riqueza, el proceso de producción digital no prevé mecanismos de redistribución de los ingresos para que la sociedad en su conjunto mejore su calidad de vida.

Este comportamiento diferente entre lo que sucedió durante las 1ra y 2da Revolución Industrial con el motor de vapor y la electricidad y lo que sucede en la actualidad con las tecnologías digitales y la IA se evidencia en las métricas. Éstas nos enseñan que, si bien la productividad creció de manera sostenida hasta la actualidad, los ingresos medios se estancaron a partir de la década del '70, el empleo privado se disocia de la productividad a fines de la década del '90, hay una concentración de los ingresos en el 10% superior únicamente, y los beneficios corporativos en relación con el PBI están en su nivel máximo, mientras que los salarios, en el mínimo. Estas estadísticas nos muestran que la desigualdad es tan real como la abundancia.

La pregunta entonces que surge es si esta desigualdad va a primar frente a la abundancia haciendo que la abundancia sea inaccesible para la población dado que no tienen los medios económicos para disfrutarla o si la abundancia permitirá que toda la sociedad mejore su calidad de vida, a pesar de la desigualdad.

Entre los expertos, hay dos posturas: hay quienes son optimistas y predicen que la tecnología permitirá que el hombre disfrute del mundo de una manera distinta con nuevas oportunidades laborales o al menos con una existencia feliz y un nuevo sentido de la vida y quienes son pesimistas y creen que primará la desigualdad y que gran parte de la población quedará sin ingresos, desempleados y sin sentido en la vida.

Si se analiza el proceso de sustitución, podemos ver que éste favorece a 3 sectores principales: los trabajadores más calificados, los dueños del capital y las superestrellas, sectores que concentran los ingresos. Un trabajador que se vea expulsado por la competencia de las máquinas, tecnología que se introduce en los esquemas productivos para ser más competitivos, la única opción que tiene para poder reinsertarse en el mercado laboral con buenos ingresos es capacitarse. No hay ninguna razón para que quien obtiene mayores beneficios de esta sustitución, los redistribuya, porque entonces la misma incorporación tecnológica dejaría de tener sentido. Desde mi punto de vista, necesariamente,

la sustitución implica una pérdida de ingresos para gran parte de la población y una mayor ganancia del sector de la punta de la pirámide.

Por otro lado, la IA busca reemplazar la mano de obra humana en todas las áreas donde es fuerte, es decir donde no se requiera de interactuar de forma natural con las personas, imitar las destrezas de los dedos y extremidades o pensar en tareas creativas o que requieran de una estrategia compleja. Pero a medida que la tecnología mejore, va a ser capaz de abarcar más tareas, de ser más efectiva y de que se prescindiera en mayor medida del ser humano. Por esta razón, no hay actividad está exenta de ser reemplazados en largo plazo. Aquellos que acepten el desafío de intentar seguir el ritmo del cambio tecnológico y se capaciten toda la vida o se ocupen en las áreas donde las máquinas no son fuertes probablemente sean quienes tengan las mayores posibilidades de mantener por más tiempo un empleo tal como lo conocemos hoy.

Este diagnóstico es compartido por los expertos, tanto los optimistas como los pesimistas. La diferencia fundamental es que los primeros tienen confianza que van a surgir nuevas oportunidades o que el ser humano con su creatividad e ingenio va a ser capaz de crearlas ya sea porque las nuevas tecnologías requieran del ser humano ya sea por la simbiosis hombre-máquina, porque el ser humano es insaciable y siempre tiene necesidades insatisfechas o porque hay desafíos, como el cambio climático, que todavía no están resueltos. Los pesimistas le dan mayor importancia al volumen de personas que quedarán desempleadas, sin ingresos y sin posibilidad de reintegrarse, lo cual pondría en peligro la economía en tanto no haya consumidores y el mundo se vería sumido en una gran crisis social.

Frente a este panorama, ambas visiones proponen medidas similares para mitigar los impactos negativos de la implementación de la IA. Estas medidas tienen que ver con poner en valor las capacidades propias de los seres humanos y establecer mecanismos para favorecer la redistribución del ingreso.

Dentro de las propuestas que se centran en valorar las capacidades de los seres humanos se propone desde reciclar la fuerza laboral mediante la capacitación de modo que pueda adaptarse a las nuevas demandas del mercado, hasta plantear un futuro donde las personas van a recibir un ingreso por lo servicios “humanos” que brindan a la sociedad, servicios que tengan que ver por ejemplo con el cuidado de personas, los servicios comunitarios y la educación.

Dentro de las políticas que favorecen la redistribución del ingreso se plantea desde reducir la jornada laboral de modo que menos gente quede sin nada de trabajo, fomentar el desarrollo de la economía en general para dar oportunidades a toda la población, generar un nuevo tipo de inversión de impacto que favorezca los emprendimientos que ponen en valor las habilidades de los humanos y generen grandes volúmenes de empleos, hasta otorgar rentas a la población que garanticen un ingreso mínimo.

Evidentemente la IA es una tecnología que promete modificar radicalmente el mundo en el que vivimos y tanto los gobiernos, como los grupos económicos, como la población en general deben trabajar para buscar soluciones para que la vida en el mundo sea lo más amable posible para toda la población y prepararse para los cambios.

7.1. Conclusiones personales

Desde el punto de vista del autor del trabajo, la IA tendrá un fuerte impacto en el empleo y en la sociedad desde el momento que sea capaz de sustituir a grandes masas de trabajadores prácticamente sin costo. Además de tener que luchar por encontrar un trabajo, muchas personas van a tener que encontrar un nuevo sentido a su vida. Hay una frase que dice “Locura es hacer lo mismo una y otra vez esperando obtener resultados diferentes”, con lo cual, como personas, tenemos que estar dispuestas a cambiar, a buscar oportunidades, a entender cómo aportamos valor. Si pretendemos seguir haciendo lo que siempre hicimos, posiblemente nos sea muy difícil mantener o mejorar nuestro nivel de vida. La gente va a tener que reconvertirse, lo cual va a ser un gran esfuerzo por parte de toda la sociedad. También creo que la principal herramienta es la educación, frente a

otras soluciones como la RBU (renta básica universal). Aún si la educación no garantice el éxito, es lo que nos da herramientas para comprender, ser críticos y tomar mejores decisiones. Y siempre vamos a estar mejor posicionados si intentamos estar mejor, que si no hacemos nada.

Si bien estamos en un mundo de desigualdad, todas las personas están en la misma situación, tanto las de los países del primer mundo como los de los países subdesarrollados. Dada la velocidad del cambio, excepto los investigadores en IA o quienes trabajan en las corporaciones líderes, la gran masa de personas sabe del uso y de las oportunidades de las nuevas tecnologías tanto como el más novato, el CEO más experto y cualquier especialista. Y todos tenemos acceso a las mismas herramientas de capacitación, plataformas de aprendizaje online e internet. Si las grandes corporaciones dejan lugar para productos de nicho, los beneficios derramarían para quien pueda aprovechar esa oportunidad. Aún si son pocas, probablemente sean mayores a una renta básica. Coincido con Lee que es importante considerar el ecosistema que acompaña, entre ellos la disponibilidad de capital de riesgo, el ecosistema emprendedor y las políticas gubernamentales y que posiblemente estas variables marquen la diferencia entre países o regiones.

Por otro lado, pensar en un mundo sin nada que hacer sería pensar en un mundo sin necesidades, lo cual me resulta poco creíble. Tenemos muchos desafíos por delante y quizás sea para resolverlos y gestionar esas soluciones para lo que seamos contratados, con o sin el aporte de las máquinas. Con esto me refiero, por ejemplo, a los mismos problemas que el desarrollo tecnológico plantea, tales como el problema de desempleo, la reconversión y ocupación activa de la gente, la gestión de la abundancia, la seguridad de datos y el cambio climático, para no mencionar los conflictos bélicos. Definitivamente, no me imagino un mundo estable sin conflictos donde no haya nada para hacer. Si llegamos a un nivel tal de absolutismo, donde haya una clase super-poderosa muy reducida en cantidad y una gran masa de personas totalmente subyugadas, me inclino más a pensar en una gran revolución que ponga fin al sistema económico y quite poder a esas empresas, tal como sucedió con los grandes imperios y reinados

Finalmente, hay un componente muy importante que me interesa remarcar: la Inteligencia Artificial forma parte de nuestro mundo artificial que, en contraposición con el mundo natural que viene dado, es producto de la acción del hombre. Y no sólo de la acción, pero de un proyecto del hombre y de un diseño. Y como tal, tenemos que entender que somos nosotros quienes como sociedad lo llevamos adelante. Por lo tanto, el primer paso es interiorizarse y educarse, y generar conciencia. Y luego definir la situación deseable.

Respecto de las soluciones mitigadoras que se plantearon, cada país va a tener que actuar de acuerdo con su contexto de modo de estar preparados de la mejor manera posible.

En 2018, Larry Fink, socio fundador del fondo de inversión Black Rock, hizo referencia en su carta anual a los CEO que, dado que los gobiernos no se estaban preparando para los desafíos de la automatización, iba a ser la sociedad que se lo pidiera a las empresas privadas. Me parece muy positivo que en los ámbitos corporativos y de inversión se esté generando conciencia de los desafíos próximos respecto del empleo y del rol social frente a la sociedad. Posiblemente, el camino sea una solución en conjunto entre la sociedad y otros sectores como serán empresas privadas, estatales y gobiernos.

Las rentas básicas garantizadas no me convencen porque me hace pensar en una sociedad donde las personas “esperan” recibir, sin ningún tipo de obligación para con la comunidad ni la generación de valor a cambio, y donde se requiere un Estado con el poder económico suficiente para poder subvencionar a todos los habitantes. Como dice Hobsbawm en el libro *Historia del Siglo XX*, los estados naciones fueron perdiendo poder en la medida que se desarrolló la economía transnacional a partir de la década del '70.

“Organizaciones [estados nación] cuyo campo de acción se circunscribía al ámbito de las fronteras territoriales (...) perdieron terreno, en la misma medida que lo ganaban otras organizaciones que no tenían esas limitaciones, como las empresas multinacionales, el mercado monetario internacional y los medios de comunicación global (...)” (Hobsbawm, 1998, pág. 423)

Mi pregunta sería, ¿de dónde van a obtener los recursos para repartir la renta? Entiendo que en última instancia EEUU podría cobrar impuestos altísimos a Amazon, Google y Facebook, pero no entiendo bajo qué concepto el resto de los países lo harían, dado que las empresas siguen siendo norteamericanas. ¿Cuál sería el poder de negociación de dichos estados?

Por otro lado, en estas propuestas se ubica al Estado como el ente que administra estas rentas y define como se cobra, a quién otorgársela y como distribuirla. Por un lado, me sorprende una propuesta de este tipo luego del fracaso del régimen comunista. Y, por otro lado, dudo que las corporaciones prefieran que los estados administren la redistribución de estos ingresos con la entrega de poder que eso significaría en lugar de que ellas mismas lo hagan.

Finalmente, podría verse en la desigualdad un tema moral por el nivel de concentración de riqueza frente a la pobreza. También como manifestó Tegmark, un gran riesgo para la democracia y las libertades individuales y en última instancia el sistema económico. Probablemente, como manifestó Lee, también haga falta generar una sociedad más empática y comprensiva y un nuevo sentido de comunidad donde se implementen medidas a nivel global para hacer frente a los desafíos existenciales como son el del empleo y el de la crisis ecológica.

8. Referencias

- Autor, D. (2016, September). *TEDxCambridge*. From Will automation take away our jobs?: https://www.ted.com/talks/david_ator_will_automation_take_away_all_our_jobs#t-47727
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (11 de Diciembre de 2012). *Jobs, productivity and the Great Decoupling*. Obtenido de New York Times: <https://www.nytimes.com/2012/12/12/opinion/global/jobs-productivity-and-the-great-decoupling.html>
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2016). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en un tiempo de brillantes tecnologías*. (E. Ghelfi, Trans.) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Temas Grupo Editorial.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (s.f.). *The Second Machine Age*. Recuperado el 04 de Febrero de 2021, de E-disciplinas:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/622156/mod_resource/content/1/Erik-Brynjolfsson-Andrew-McAfee-Jeff-Cummings-The-Second-Machine-Age.pdf
- Fink, L. (17 de Enero de 2018). *A sense of purpose*. Obtenido de Harvard Law School Forum on Corporate Governance: <https://corpgov.law.harvard.edu/2018/01/17/a-sense-of-purpose/>
- Ford, M. (2016). *El auge de lo robots: la tecnología y la amenaza de un futuro sin empleo* (1 ed., Vol. 1). (E. P. SAICF, Ed., & A. G. Aguinaga, Trans.) Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Paidós.
- Hobsbawn, E. (1998). *Historia del Siglo XX*. Buenos Aires: Crítica.
- Lee, K.-F. (2020). *Superpotencias de la inteligencia artificial*. (2. Mercedes Vaquero Granados, Trad.) Barcelona: Centro de Libros PAPF, SLU.
- Mises, L. V. (12 de Noviembre de 2018). *La definición de progreso económico*. Obtenido de Mises Institute: <https://mises.org/es/library/la-definicion-de-progreso-economico#:~:text=Lo%20que%20se%20llama%20progreso,en%20este%20sentido%20del%20t%C3%A9rmino.>

Mishel, L. (2012, Abril 26). *The wedges between productivity and median compensation growth*. From Economic Policy Institute: <https://www.epi.org/publication/ib330-productivity-vs-compensation/>

Organización Mundial del Trabajo. (n.d.). *Trabajo decente*. From OIT: <http://www.oit.org/global/topics/decent-work/lang--es/index.htm>

Russo, M. (16 de Noviembre de 2017). *Confessions of an AI Optimist: An Interview with MIT's Andrew McAfee*. Obtenido de Boston Consulting Group: <https://www.bcg.com/publications/2017/technology-digital-big-data-artificial-intelligence-interview-with-mit-andrew-mcafee>

Stanford University. (2016). *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)*. Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 License. Obtenido de <https://ai100.stanford.edu/>

Ted. (Abril de 2017). *How we'll earn money in a future without jobs [Archivo de video]*. Recuperado el 04 de febrero de 2021, de Ted: https://www.ted.com/talks/martin_ford_how_we_ll_earn_money_in_a_future_without_jobs#t-545438

TEDxCambridge. (Septiembre de 2016). *Will automation take away our jobs? [Archivo de video]*. Recuperado el 02 de Febrero de 2021, de https://www.ted.com/talks/david_ator_will_automation_take_away_all_our_jobs#t-47727

Tegmark, M. (2018). *Vida 3.0*. (M. P. Sanchez, Trans.) Barcelona: Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U.