



UNIVERSIDAD DEL  
ACONCAGUA

Universidad del Aconcagua

Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas

Carrera de Administración

# **“Impacto de la Cuarta Revolución Industrial, en la provincia de Mendoza, Argentina.”**

Concurso Incentivo a la Investigación

Alumno: Sánchez, Darío

Tutor: Dr. López Reynaudo, Jorge

3° año de Licenciatura en Administración

Septiembre de 2019



## Índice

Introducción.....	1
-------------------	---

### Capítulo I: Marco metodológico

1. Definición del problema.....	2
2. Hipótesis.....	2
3. Objetivos.....	2
3.1. Objetivo general.....	2
3.2. Objetivos específicos.....	3
4. Metodología.....	3
5. Alcances y limitaciones.....	3

### Capítulo II: Marco teórico

1. La cuarta revolución industrial.....	4
1.1. Historia.....	4
1.2. ¿Por qué una cuarta?.....	5
1.3. ¿Cuándo llegará?.....	7
2. Principales tecnologías disruptivas de la cuarta revolución industrial.....	9
2.1. Inteligencia artificial.....	9
2.2. Impresión 3D.....	11
2.3. Big data.....	12
2.4. Realidad virtual y aumentada.....	13
2.5. Computación cuántica.....	14
2.6. La nube.....	16
2.7. Internet 5G.....	17
2.8. Internet de las cosas.....	18
2.9. Blockchain.....	19
2.10. Biotecnología.....	21
2.11. Nanotecnología.....	22
2.12. Industria inteligente y autónomos.....	23

## Capítulo III: Impacto tecnológico

1. El futuro del trabajo .....	24
1.1. ¿Qué tanto afectará la automatización? .....	25
1.2. Vista al pasado.....	27
1.2.1. Calidad de vida.....	29
1.2.2. Productividad.....	31
1.2.3. Desigualdad económica .....	32
1.3. El talento humano .....	34
1.4. Rol del sector privado.....	36
1.5. Colaboración público-privada .....	37
6. Llegada a Latinoamérica .....	38

## Capítulo IV: La Cuarta Revolución Industrial en Mendoza

1. Introducción .....	42
2. Ley de Economía del Conocimiento .....	42
3. Desafíos y oportunidades.....	44
4. Hallazgos .....	49
5. Sugerencias a seguir.....	54
Anexos .....	57
Bibliografía .....	60

## **Introducción**

Las revoluciones industriales están impulsadas por innovaciones tecnológicas, las cuales cuando se logran escalar y adoptar masivamente, cambian la sociedad a gran velocidad. Las empresas que mejor se adaptan crecen aceleradamente y brindan nuevos productos y servicios que mejoran la calidad de vida y transforman la industria, el empleo, la economía y los paradigmas sociales.

La ciencia avanza tan rápido que las limitaciones son ahora más jurídicas, regulatorias y éticas, que técnicas. Los cambios son tan acelerados que a veces es difícil adaptarse y más aún predecirlos. Como escribió Tom Goodwin en un artículo de TechCrunch: “Hace solo una décadas nadie imaginaría que Uber, la empresa de taxis más grande del mundo, no es propietaria de ningún vehículo. Facebook, dueño del medio de comunicación más popular del mundo, no crea contenido. Alibaba, el minorista más valioso, no tiene ningún inventario. Y Airbnb, el proveedor de alojamiento más grande del mundo, no posee bienes raíces”.

Actualmente están coincidiendo en el tiempo muchas tecnologías con tanto potencial disruptivo, que muchos expertos estiman que nos situarán ante el mayor cambio económico y social de las últimas décadas o quizás de los últimos siglos. Estas tecnologías representan una gran oportunidad y a la vez un gran reto. Nos obligan a adaptarnos, como individuos y como sociedad; como sucedió en las revoluciones industriales anteriores pero esta vez mucho más rápido. Como dijo Charles Darwin: “Las especies que sobreviven no son las más fuertes, ni las más rápidas, ni las más inteligentes, sino aquellas que se adaptan mejor al cambio”.

La presente investigación está organizada en cuatro capítulos. El primero es el marco metodológico. El segundo consiste en un resumen conceptual de la cuarta revolución industrial y las principales tecnologías que la generan. El tercero busca profundizar en el impacto de la esta revolución y algunos de los retos y oportunidades que plantea a nivel mundial y luego a nivel Latinoamérica. Y finalmente el cuarto donde se trata de enfocar el tema en la provincia de Mendoza, sugiriendo ideas prácticas para adaptarse y aprovechar el potencial de esta transformación.

### **Palabras clave:**

- Revolución industrial, Tecnología, Futuro del empleo, Industria 4.0, Revolución 4.0.

# Capítulo I: Marco metodológico

## 1. Definición del problema

En la historia humana, los avances tecnológicos han tenido y siguen teniendo un crecimiento exponencial, habiéndose alcanzado un punto de inflexión en que dichos avances suelen evolucionar más rápido que las regulaciones legales y las medidas políticas correspondientes a los cambios que estos generan. Sumado a que la implementación de nuevas tecnologías se da en tiempos muy disímiles según el área geográfica de que se trate, se genera comúnmente una desventaja competitiva realmente significativa para países en desarrollo, como lo es Argentina.

Si bien históricamente los avances tecnológicos han permitido y generado crecimiento, desarrollo, bienestar y numerosas oportunidades para las sociedades, no dejan de requerir un significativo y responsable trabajo por parte de gobiernos, empresas, universidades y demás organizaciones para evitar potenciales perjuicios y para que los beneficios sean dentro de lo posible equitativos para los distintos países y distintas clases sociales.

## 2. Hipótesis

La cuarta revolución industrial presenta una gran oportunidad para la provincia de Mendoza, así como para el mundo; aunque requiriendo de cambios estructurales en las instituciones de los sectores público, privado y educativo, para poder ser aprovechada por el conjunto de la sociedad.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo general

- Analizar y explicitar en que consiste la denominada cuarta revolución industrial, las tecnologías que la producen y algunos de los cambios y tendencias que estas están generando a nivel global.

### **3.2. Objetivos específicos**

- Transponer las tendencias globales de la cuarta revolución industrial a las organizaciones de la provincia de Mendoza.
- Presentar y justificar medidas y acciones a tomar por parte de los sectores gobierno, empresarial y educacional, en la provincia de Mendoza.
- Indagar el impacto de estas tecnologías disruptivas en el mundo del trabajo y las relaciones laborales.

### **4. Metodología**

El diseño de la presente investigación es cuanti-cualitativo y es de carácter exploratorio.

### **5. Alcances y limitaciones**

La mayor parte de la información contenida en este documento deriva de fuentes diversas, que al tratar de tecnologías recientes contienen gran cantidad estimaciones, por lo que deben ser consideradas en todo momento como proyecciones.

Se utilizarán fuentes primarias y secundarias de datos. Respecto a las primarias, se usarán cuestionarios online y entrevistas personales, tomando como unidad de análisis para el trabajo de campo a personas pertenecientes a empresas provinciales que se beneficien de al menos una de las tecnologías que caracterizan la cuarta revolución industrial.

Si bien como menciona el título la presente investigación se enfoca en la provincia de Mendoza, mucha de la información presentada, y en la que se basan las conclusiones, es a nivel mundial, continental o nacional. Según la cantidad y calidad de la información lo amerita. Con la intención de transpolar tendencias y brindar un panorama global.

## Capítulo II: Marco teórico

### 1. La cuarta revolución industrial

*“De la multitud de diversos y fascinantes retos de hoy en día, el más intenso e importante es cómo entender y dar forma a la nueva revolución tecnológica, que supone nada menos que una transformación de la humanidad. Nos encontramos al principio de una revolución que está cambiando de manera fundamental la forma de vivir, trabajar y relacionarnos unos con otros. En su escala, alcance y complejidad, considero que la cuarta revolución industrial no se parece a nada que la humanidad haya experimentado antes”.* Klaus Schwab, fundador y director ejecutivo del Foro Económico Mundial

#### 1.1. Historia

Antes de adentrarnos en la cuarta revolución industrial es importante repasar en qué consistieron las tres previas. La primera revolución industrial se establece entre 1760 y 1840, iniciando con la llegada de la máquina a vapor, que fomentó la mecanización de la agricultura, la producción textil y proporcionó tecnologías superiores para embarcaciones y ferrocarriles. Esto abrió el camino hacia la urbanización y la fábrica se convirtió en el nuevo centro de la vida comunitaria. El avance de la industrialización creó una clase media de trabajadores, mientras que las ciudades, industrias y consecuentemente la economía crecieron y se desarrollaron mucho más rápido de lo que antes lo habían hecho.

Esta primera revolución industrial tuvo consecuencias como:

- Demográficas: Gran movimiento de la población de zonas rurales a urbanas
- Económicas: Desarrollo del capitalismo y gran crecimiento de la productividad y la renta per cápita
- Sociales: Nacimiento de nuevas clases sociales, con grandes desequilibrios entre la burguesía y el proletariado. Aparecen el anarquismo, socialismo y comunismo.
- Ambientales: Aumento del deterioro del medio ambiente

La segunda revolución industrial, también conocida como la revolución de la ciencia y la producción masiva tuvo lugar entre 1870 y 1914, justo antes de la primera guerra mundial. Fue un período de acelerado crecimiento para las industrias ya existentes y para otras

nuevas, como el acero, el petróleo, la electricidad y la energía eléctrica, que propició la producción en masa, a través de la línea de montaje. Los principales avances tecnológicos durante este período incluyeron el teléfono, bombilla, fonógrafo y el motor de combustión interna. Antes de finalizada esta etapa, al rededor del 40% de la población de los países más industrializados vivía ya en ciudades, porcentaje unas 7 veces mayor al de finales del siglo anterior.

La tercera revolución industrial, conocida también como la revolución digital, tiene un comienzo estimado durante los años cincuenta y los ochenta del siglo pasado y no tiene aún un final consensuado. Hace referencia al surgimiento de la microelectrónica y la adopción masiva de tecnologías como el ordenador personal, Internet y las tecnologías de información y comunicaciones (TIC). Se comenzó a impulsar también el fenómeno de la transformación digital, en el cual las empresas buscan mejorar sus procesos operativos, la creación de nuevos modelos de negocios y la integración de la experiencia del cliente por medio de la tecnología.

Estas son las tres revoluciones industriales que moldearon nuestra sociedad moderna. Con cada una de estas tres innovaciones, primero la máquina a vapor, segundo la era del pensamiento científico y de la producción masiva, y tercero el surgimiento de las tecnologías digitales, el mundo cambió profundamente y esto está sucediendo por cuarta vez.

Cabe aclarar que aproximadamente 17% de la población mundial aún no experimenta plenamente la segunda revolución industrial, pues casi 1.300 millones de personas no tienen acceso a la electricidad y lo mismo sucede con la tercera revolución industrial, ya que casi 3.000 millones de personas no tienen acceso a internet. Esto muestra como los avances se dan en forma muy dispar según el lugar donde se trate,

## **1.2. ¿Por qué una cuarta?**

El concepto “Cuarta revolución industrial” fue propuesto en 2016 por el fundador del Foro Económico Mundial, Klaus Schwab, quien en su libro describe las revoluciones industriales así: “Se caracterizan por el surgimiento de nuevas tecnologías y nuevas maneras de percibir el mundo que impulsan un cambio profundo en la economía y la estructura de la sociedad”, y a la cuarta revolución la describe como: “Comenzó a principios de este siglo y tuvo como base la revolución digital. Está caracterizada por un internet mucho más móvil y mundial, por sensores más pequeños y más potentes, por la inteligencia artificial y por la enorme cantidad de datos generados”.



Aunque el término industria 4.0 nació en 2011, acuñado en la feria de Hannover, Alemania, para describir cómo esta revolucionará la organización de las cadenas de valor globales. Mediante la creación de “fábricas inteligentes”, con sistemas de fabricación físicos y virtuales que cooperan entre sí, permitiendo una absoluta personalización de los productos y la creación de nuevos modelos de operación

La división entre esta cuarta revolución y la revolución digital resulta difícil de estimar, según investigadores del Foro Económico Mundial se establecen tres factores de diferenciación:

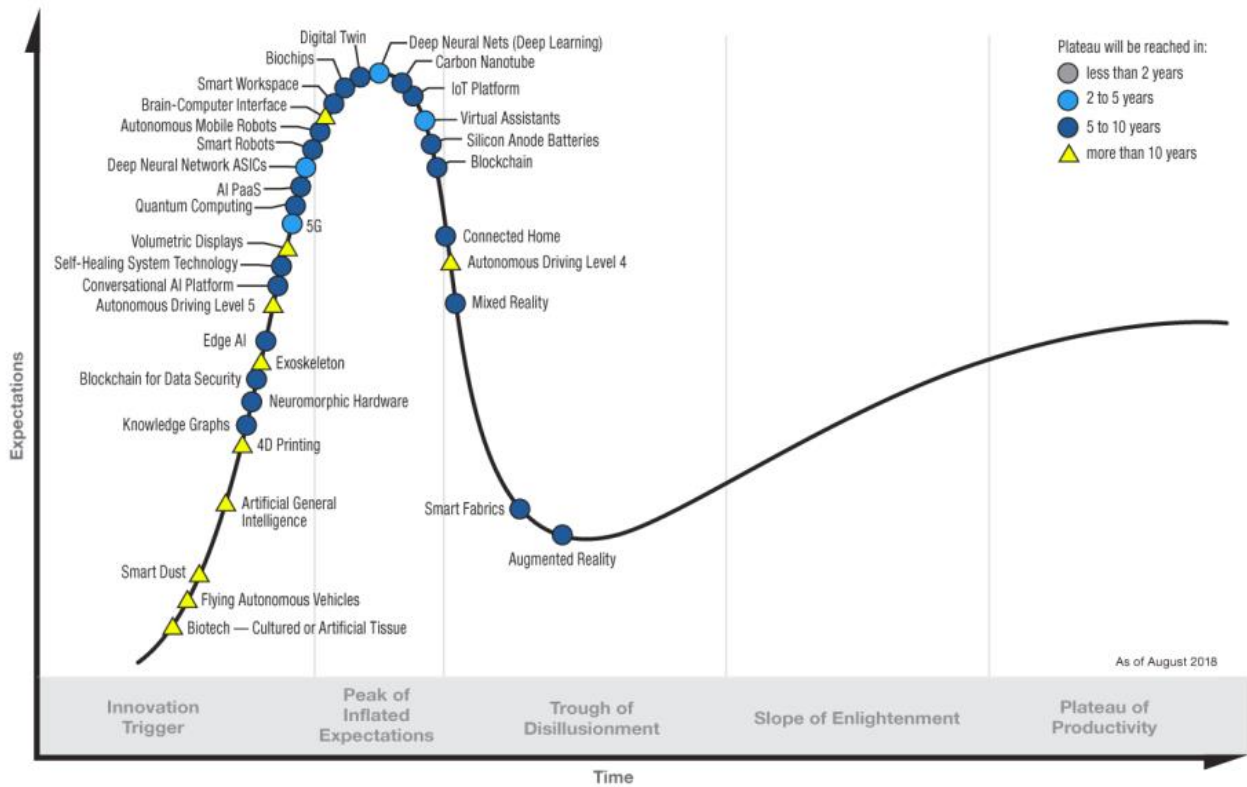
- Velocidad: El mundo está más conectado y esta revolución está transformando todo más rápido que las anteriores revoluciones.

- Alcance: Según Marc Benioff, CEO de Salesforce: “La convergencia de tecnologías digitales con avances en ciencias de materiales y biología significa que estamos siendo testigos del surgimiento de nuevas maneras de vivir. En formas sutiles y explícitas, la tecnología está cambiando lo que significa ser humano”.

- Impacto en sistemas interconectados: Los avances de esta revolución están tan interconectados y son tan sofisticados que están transformando los sistemas de nuestra sociedad.

Todas las revoluciones industriales están impulsadas por innovaciones, generalmente tecnológicas, las cuales cuando se vuelven lo suficientemente baratas para escalarse y difundirse, generan grandes cambios en las sociedades. En esta cuarta revolución, los principales factores de los cambios que estamos presenciando incluyen: el costo decreciente de la computación y de los dispositivos conectados, el potencial y la facilidad de implementación de algoritmos de inteligencia artificial, y la enorme reducción del costo económico de la secuenciación genética.

El siguiente gráfico fue realizado por Gartner Inc. En Agosto de 2018 y muestra una estimación de la etapa que atraviesan las tecnologías emergentes que se espera tengan un impacto significativo en los negocios, la sociedad y las personas en los próximos cinco a 10 años. Pudiéndose observar que es un número importante de tecnologías y que mayoritariamente producen altas expectativas.



### 1.3. ¿Cuándo llegará?

La realidad es que no existe un punto de inicio claro y consensuado. Muchas fuentes estiman que ya estamos transitando la cuarta revolución, mientras otras, por ejemplo, defienden que el punto de inflexión se dará con la adopción masiva del “Internet de las Cosas” en los países más desarrollados.

El Foro Económico Mundial publicó en 2015 un informe con 21 puntos de inflexión de las nuevas tecnologías y sus impactos en la sociedad, junto con los porcentajes de acuerdo de más de ochocientos ejecutivos y expertos del sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones, según creían o no que se efectuarían dentro de los próximos 10 años, es decir para 2025. Los resultados fueron los siguientes:

El 10% de las personas usarán ropa conectada a internet	91,2
El 90% de la gente tendrá almacenamiento ilimitado y gratuito	91
Un billón de sensores estarán conectados a internet	89,2

Primer farmacéutico robótico en Estados Unidos	86,5
El 10% de las gafas de lectura estarán conectadas a internet	85,5
El 80% de las personas tendrán presencia digital en internet	84,4
El primer automóvil impreso en 3D estará en producción	84,1
Primer gobierno que sustituirá su censo poblacional por uno basado en el Big Data	82,9
Primer teléfono móvil implantable disponible comercialmente	81,7
El 5% de los productos de consumo estarán impresos en 3D	81,1
El 90% de la población utilizará teléfonos inteligentes	80,7
El 90% de la población tendrá acceso regular a internet	78,8
Los automóviles sin conductor serán el 10% de todos los vehículos en las carreteras de Estados Unidos	78,2
Primer trasplante de un hígado impreso en 3D	76,4
El 30% de las auditorías corporativas serán realizadas mediante inteligencia artificial	75,4
Primera vez que un gobierno recaudará sus impuestos utilizando blockchain	73,1
Más del 50% del tráfico de internet en los hogares será para electrodomésticos y dispositivos	69,9
En general, habrá más viajes en vehículo compartido que en coches privados	67,2
Primera ciudad con más de 50.000 personas que no tendrá semáforos	63,7
El 10% del producto interior bruto global se almacenará con tecnología blockchain	57,9
Primera máquina de inteligencia artificial en una junta directiva	45,2

Fuente: Deep Shift. Technology Tipping Points and Societal Impact, Consejo de Agenda Global sobre el Futuro del Software y la Sociedad, Foro Económico Mundial, septiembre de 2015.

Podemos inferir de estos resultados que para el 2025 se esperan los que serían motivos más que suficientes para alcanzar un consenso en cuanto al momento de inflexión que dé origen teórico a esta cuarta revolución industrial, no obstante, lo realmente importante, es que la mayoría de estas transformaciones ya han empezado.

## **2. Principales tecnologías disruptivas de la cuarta revolución industrial**

El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua define disrupción como “rotura o interrupción brusca”. Siendo una tecnología disruptiva cuando sus efectos cambian rápidamente y en gran manera el o los sectores que afectan y la forma de vivir de las personas, presentando un crecimiento exponencial, multiplicando sus magnitudes (facturación, número de usuarios o de unidades producidas, capacidad de procesamiento y cálculo, etc.)

### **2.1. Inteligencia artificial**

El concepto de inteligencia artificial (IA) es muy amplio y suele ser mal usado, fue acuñado en 1956 por John McCarthy, quien lo definió como la ciencia y el ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo que puedan imitar comportamientos humanos inteligentes.

Dentro del campo de la IA existen diferentes subcategorías que responden a diferentes comportamientos inteligentes a imitar de los humanos, como el movimiento o la producción de lenguaje, sin embargo si hay una capacidad que de verdad nos define como agentes inteligentes es la capacidad de aprender y a partir de esto deriva el machine-learning o aprendizaje automático, que es la rama de la IA que estudia cómo dotar a las máquinas de capacidad de aprendizaje, entendiendo éste como la generación del conocimiento a partir de un conjunto de experiencias.

Dentro del machine-learning existen diferentes técnicas como los árboles de decisión, modelos de regresión y muchas otras, sin embargo la técnica que ha dado a la IA la fama que tiene es el deep-learning o aprendizaje profundo, la cual consiste en imitar las redes neuronales del propio cerebro humano. Es ésta técnica que tiene un potencial que está revolucionando el mundo, con gran cantidad de oportunidades pero a la vez de amenazas ya que tiene un gran impacto en sectores como la investigación, permitiendo avances que habrían sido quizás imposibles para los humanos; o en el trabajo, superando al ser humano en muchos de sus puestos pero a la vez creando nuevos puestos a cubrir.

Ejemplos de innovaciones que la IA permite a algunas industrias:

- Venta minorista: Mostrar el sentimiento de los clientes en relación con una marca o predecir qué clientes son más propensos a una compra en particular.

- Manufactura: Optimizar las operaciones de cadena de suministro y predecir fallas de equipos, mejorando el mantenimiento predictivo.
- Turismo: Utilizar bots que actúen como asistentes de viaje en la planificación de vacaciones y la recomendación de itinerarios.
- Salud: Asistencia en el diagnóstico de imágenes para tratamientos de cáncer y análisis de anomalías en tiempo real.

Los sistemas de inteligencia artificial de grandes compañías tienen tanto poder, y este aumenta tan rápido que ya se está comenzando a plantear debates éticos acerca de limitar las aplicaciones. La IA, o más puntualmente el deep-learning, trata de imitar al cerebro humano en todas sus funciones, o incluso mejorarlas en cuanto a velocidad y capacidad de cálculo, y en memoria, estando limitada en las funciones no racionales. Aunque hay expertos que creen y están trabajando en la posibilidad de incorporar conciencia y emociones a los sistemas artificiales, comenzando por imitar las capacidades humanas de propiocepción<sup>1</sup>, nocicepción<sup>2</sup>, interocepción<sup>3</sup>, entre otras; para posteriormente buscar dotar a las máquinas de emociones humanas como cariño, preocupación, sentido de la vida, de libre albedrío, etc. Se desconoce si esto será posible, pero es claro que la capacidad de la IA crece aceleradamente, presentando grandes oportunidades y a la vez amenazas.

Las máquinas serán en un futuro próximo más inteligentes que los seres humanos respecto a las tareas racionales, incluso ya los son en muchas; por lo que las personas que no hagan algo diferente, aportando un valor añadido a lo que hacen y harán las máquinas, tendrán gran probabilidad de ser reemplazadas en sus puestos laborales. Aunque también hay nuevas ocupaciones que están emergiendo en organizaciones que utilizan IA como parte de sus procesos productivos. Ocupaciones como: “entrenadores” para sistemas de inteligencia artificial, “explicadores” para comunicar los resultados de estos sistemas, y “sostenedores” para monitorear el comportamiento de los sistemas, incluyendo su adhesión a conductas éticas. Este tema se profundizará más adelante.

---

1. La propiocepción es la capacidad de sentir la posición relativa de partes corporales contiguas.
2. La nocicepción consiste en la emisión de señales de dolor al sistema nervioso central.
3. La interocepción es la capacidad de sentir los órganos internos.

## 2.2. Impresión 3D

La impresión 3D es una tecnología de fabricación donde mediante la superposición de sucesivas capas de diversos materiales se crean objetos tridimensionales a partir de diseños virtuales; objetos con usos prácticos que van desde la creación de herramientas simples hasta la manufactura de huesos u órganos humanos hechos a medida.

Si bien en 1976 se desarrollaron los primeros equipos de fabricación de objetos tridimensionales y en 1983 se presentó la primera patente, fue en 2003 cuando la venta de impresoras 3D comenzó a tener un gran crecimiento y desde entonces los costos de éstas son cada vez menores. Actualmente se fabrican impresoras 3D tanto de uso científico, como de uso doméstico, he incluso para la construcción de grandes obras, como casas y demás edificios.

Las aplicaciones son muchas y están en constante crecimiento, trayendo beneficios y nuevas oportunidades en áreas como educación, arte, moda, alimentación, diseño industrial, industria médica, entre otras; tal vez la impresión de órganos humanos es la aplicación más llamativa y aunque parezca ciencia ficción hay laboratorios que están trabajando en la creación de hígados, huesos, piel y diferentes partes del cuerpo impresas utilizando células madre y ya se han realizado trasplantes exitosos.

La impresión 3D aún no ha desplazado casi a los otros métodos, ya que se encuentra en sus inicios, pero tiene todas las condiciones necesarias (menor costo y tiempo, mejor adaptación, mayor personalización, etc.) para sustituir muchos de los elementos que actualmente intervienen en el proceso de fabricación y de comercialización. La venta de impresoras 3D ha crecido de forma exponencial desde 2003 y su costo es cada vez menor. En 2016 el mercado de estas impresoras fue de 7.300 millones de dólares, en 2018 de 13.000 millones y para 2020 se espera que supere los 21.000 millones.

Dentro de las empresas permite enormes beneficios en la cadena de valor de la producción. Especialmente se está usando en la fabricación de prototipos, pero se espera que llegue a ser el método más usado en la fabricación de productos finales. Permitiendo a las empresas prescindir de los inventarios físicos, trabajando sobre demanda con una agilidad antes imposible y también una fabricación integral de los productos.

Por otro lado representa amenazas para las empresas fabriles, de momento para las que trabajan exclusivamente con plástico; ya que hay una tendencia que apunta a la venta de impresoras 3D al cliente final, para que este pueda diseñar y/o producir sus propios productos. Generándose una oportunidad para quienes se adapten y fabriquen estas

impresoras y los cartuchos de materiales que utilizan, y para los desarrolladores de software para el diseño de productos.

### **2.3. Big data**

*“Los datos son el petróleo del siglo XXI y la tierra más fértil para que crezcan nuestro conocimiento, creatividad e innovación” David McCandless.*

El big data o data science, consiste en la gestión y el análisis de enormes cantidades de datos que debido a su volumen y complejidad no pueden ser tratados de manera convencional, con el objetivo de convertirlos en información útil para la toma de decisiones, ya sea en el corto plazo, largo plazo, e incluso en tiempo real.

Desde sus comienzos las características del big data se han resumido en las denominadas “tres v”, haciendo referencia al volumen de los datos, la velocidad con la que éstos se reciben, procesan y se toman decisiones a partir de ellos y la variedad de las fuentes de los que provienen. Actualmente el número de v se ha ido incrementando con nuevos conceptos como la veracidad, que implica extraer solo los datos confiables; y el valor, es decir trabajar solo con los datos relevantes para cada uso concreto.

A diferencia de los sistemas convencionales que usaban fuentes de datos estructuradas, el big data permite trabajar tanto con datos estructurados como no estructurados. Estos datos se procesan, se les da formato y se almacenan de manera distribuida, de este modo datos de gran tamaño pueden ser divididos y distribuidos entre varios procesadores y al estar estructurados la búsqueda y análisis se hace a una mayor velocidad, utilizando algoritmos de inteligencia artificial con modelos predictivos y prescriptivos finalmente se extrae el valor de los datos analizados en forma de patrones de comportamiento predicciones de compra o identificación de nuevas oportunidades de negocio entre muchas otras finalidades.

Toda acción humana que implique el uso de internet genera datos que pueden ser aprovechados y por otro lado, con el advenimiento del “internet de las cosas” cada vez más dispositivos están enviando constantemente datos desde sus sensores. Se estima que para 2020 habrá más de 200 mil millones de objetos conectados y la capacidad de analizar datos al ritmo que se producen ha convertido el big data en un medio imprescindible para gobiernos y empresas y sus beneficios ya se están aplicando en múltiples sectores como la optimización del tráfico en las ciudades, al conocerse los comportamientos más habituales de los conductores; el marketing, al poder predecir de antemano cuáles son los gustos y

necesidades de los consumidores; en política, al dar a conocer las preocupaciones de los ciudadanos e intentar predecir el impacto en la opinión pública de las decisiones políticas; o en ciencia y salud, permitiendo avances como decodificar cadenas de ADN en solo minutos. Las oportunidades que ofrece el big data son muchísimas y la mayoría aún se están por descubrir.

## **2.4. Realidad virtual y aumentada**

La realidad aumentada es un conjunto de tecnologías que combinan imágenes reales y virtuales, de forma interactiva y en tiempo real, de manera que permite añadir la información virtual deseada a los elementos que el usuario dispone dentro del mundo real. No sustituye la realidad física sino que sobrepone información virtual añadiendo esa información en el contexto de la realidad existente, por ejemplo, permitiendo a un operario ver en tiempo real cómo reparar una máquina paso a paso mediante instrucciones virtuales o dentro del sector del ocio.

La realidad virtual es un conjunto de tecnologías que buscan a través de la óptica y a veces también a través de otros sentidos, sumergir al usuario en un entorno virtual creado por ordenador, por ejemplo un simulador o un videojuego.

La combinación de estas dos tecnologías se conoce como realidad mixta y estos son algunos ejemplos de aplicaciones en las que se está trabajando o que incluso ya se están aplicando en distintos sectores:

- Sector industrial: Mediante Smart Glasses<sup>4</sup>, se puede brindar al operario en un entorno totalmente virtual, donde visualice una máquina que ha detenido su producción o sufrido cualquier tipo de inconveniente, simulando operativas en situaciones de emergencia sin que esté sujeto a ningún tipo de riesgo. También se puede superponer información relativa a un elemento físico (por ejemplo máquina, herramienta o elemento de seguridad) para obtener una confirmación visual, validando que la acción ha sido realizada correctamente o determinando si necesita un ajuste, y durante el proceso productivo se puede guiar al operario en procesos complejos, monitorizando lo que éste está realizando a cada momento y mostrándole el mismo dispositivo cada paso a seguir.

- Comercio: Empresas como Amazon y Microsoft están trabajando en tiendas virtuales 3D que buscan brindar una inmersión casi real al cliente, permitiéndole ver desde casa los

---

<sup>4</sup> Las smart glasses son gafas que añaden, en tiempo real, información complementaria a lo que ve el usuario. Pudiendo también modificar sus propiedades ópticas.



elementos de la tienda, manipularlos, he incluso ver como le quedarían puestos en el caso de prendas de vestir.

- Sector turismo: Mediante realidad virtual, fotogrametría<sup>5</sup> y digitalización de espacios físicos se logra brindar de manera inmersiva y desde cualquier parte del mundo con acceso a internet, una visita virtual a sitios como museos, parques arqueológicos, monumentos destacados o incluso sitios como la superficie lunar. Un ejemplo de este tipo de turismo es el Museo Sefardí de Toledo que ofrece una visita virtual por todo el conjunto con un video 360° interactivo. También hay agencias turísticas que aprovechan esta tecnología para mostrar a sus potenciales clientes los sitios de destino, logrando una interesante ventaja competitiva.

## 2.5. Computación cuántica

Las tecnologías cuánticas son aquellas que tienen como base propiedades cuánticas de la naturaleza subatómica como la superposición cuántica, que describe cómo una partícula puede estar en diferentes estados a la vez; el entrelazamiento cuántico, que describe cómo dos partículas sin importar que tan separadas estén pueden estar correlacionadas de forma que al interactuar con una, la otra responde de igual manera; y el teletransporte cuántico, que utiliza el entrelazamiento cuántico para enviar información de un lugar a otro del espacio sin necesidad de viajar a través de él.

Desde hace décadas hay muchas tecnologías que utilizan fenómenos cuánticos, como el láser o las imágenes por resonancia magnética. Sin embargo, actualmente la computación cuántica está teniendo un crecimiento exponencial debido a que se han podido concretar en los años recientes las primeras aplicaciones prácticas.

Los computadores de uso diario utilizan bits como unidades fundamentales de memoria. Esto significa que las aplicaciones están codificadas en bits, es decir, en lenguaje binario de ceros y unos. Que se corresponden con corriente eléctrica que circula, o no, a través de los transistores, que actúan como interruptores. Cuando no circula corriente, el transistor está “apagado” y se corresponde con un bit 0, y cuando circula está “encendido” y se corresponde con un bit 1.

La unidad fundamental de información en la computación cuántica es el quantum bit o qubit. Que son sistemas cuánticos de dos niveles, que pueden estar en el nivel bajo, que se

---

<sup>5</sup> La fotogrametría es la técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto.

corresponde con un estado de baja energía definido como 0; o en el nivel alto, que se corresponde con un estado de mayor energía definido como 1. Pero también pueden estar en cualquiera de los infinitos estados intermedios, como por ejemplo un estado que sea mitad 0 y mitad 1. Este fenómeno se conoce como superposición cuántica.

El propósito de los computadores cuánticos es aprovechar estas propiedades cuánticas de los qubits, para poder correr algoritmos cuánticos que utilizan la superposición y el entrelazamiento ofreciendo una capacidad de procesamiento mucho mayor que los clásicos.

Se espera que las tecnologías cuánticas tengan una influencia transversal en prácticamente todas las demás tecnologías digitales. La computación cuántica amenazaría la autenticación, intercambio y almacenamiento seguro de datos, teniendo un impacto mayor en aquellas tecnologías en las que la criptografía tiene un rol más relevante, como la ciberseguridad o el blockchain, y un impacto negativo menor pero también a considerar en tecnologías como el 5G, IoT o los drones. Por otro lado, la capacidad computacional que ofrecerá, unida a las otras ventajas que aportan el resto de tecnologías cuánticas emergentes permitirá acelerar la evolución de la mayoría de las tecnologías digitales y ampliar su potencial, algo especialmente prometedor para la inteligencia artificial.

En síntesis, lo que ofrece la computación cuántica es la capacidad de resolver problemas computacionales impensables para resolver con un ordenador clásico. Lo que tendrá aplicaciones en muchos ámbitos, como por ejemplo, en medicina, biología o genética, se espera poder simular la acción de medicamentos renunciando a prácticas en animales y se potencie la búsqueda para curar el cáncer o enfermedades como Alzheimer, Parkinson, etc.; en finanzas, donde se podrían elaborar modelos matemáticos mucho más precisos y procesar datos en tiempo real de manera mucho más ágil y eficiente para la toma de decisiones; o en energía y agricultura sostenible, donde se podría explorar nuevas técnicas de producción de amoníaco con costo energético y económico muy bajo, eliminando los procesos actuales que consumen un 2% de la energía mundial y encarecen los alimentos.

Las posibilidades que se abren para la inversión pública, para el desarrollo de negocios y emprendimientos en proceso de expansión en el aprovechamiento de las tecnologías para obtener impactos sociales son innegables. Las tecnologías cuánticas podrían potenciar en gran manera la revolución tecnológica que está comenzando. Y aunque se desconoce qué tanto de lo que se ve en medios y lo que se muestra posible en la teoría podrá concretarse. La inversión en esta tecnología está creciendo a pasos agigantados, con China estando a la cabeza al haber invertido más de 10 billones de dólares, Estados Unidos con 1,3 billones y la Unión Europea con 1 billón.

## 2.6. La nube

Del inglés “cloud”, es un conjunto de avances tecnológicos que generan un cambio de paradigma al permitir ofrecer servicios de computación en internet, es decir, fuera de los propios dispositivos. Dentro de este paradigma se engloban dos tecnologías distintas:

Por un lado el almacenamiento en la nube, del inglés cloud storage, que consiste un modelo de almacenamiento de datos basado en redes de computadoras, donde los datos están alojados en espacios de almacenamiento pertenecientes a terceros. Los usuarios que requieren estos servicios compran, alquilan o contratan la capacidad de almacenamiento necesaria en lugar de tener sus datos guardados solo en dispositivos propios y ya que los costos de almacenamiento se reducen constantemente y la velocidad de transmisión de la información a través de internet crece es cada vez más conveniente acceder a estos servicios, tanto por costos como por seguridad.

Por otro lado está la computación en la nube, del inglés cloud computing, que consiste en ofrecer servicios de computación a través de internet, permitiendo tener acceso a determinada información o servicio mediante una conexión a internet desde cualquier dispositivo móvil o fijo, además de forma flexible y adaptativa, ya que se paga únicamente por el consumo efectuado. Además permite aumentar el número de servicios basados en la red, los proveedores pueden ofrecer, de forma más rápida y eficiente un mayor número de servicios y los usuarios tienen la posibilidad de acceder a ellos, disfrutando de la ‘transparencia’ e inmediatez del sistema y de un modelo de pago por consumo. Así mismo, el consumidor ahorra los costes salariales o los costes en inversión económica (locales, material especializado, etc.).

La computación en la nube consigue aportar estas ventajas, apoyándose sobre una infraestructura tecnológica dinámica que se caracteriza, entre otros factores, por un alto grado de automatización, una rápida movilización de los recursos, una elevada capacidad de adaptación para atender a una demanda variable, así como virtualización avanzada y un precio flexible en función del consumo realizado, evitando además el uso fraudulento del software y la piratería. Lo que permite a cualquier usuario, persona o empresa, hacer uso de herramientas de software de las más avanzadas a nivel mundial, por costos realmente permisibles y con una gran facilidad.

## 2.7. Internet 5G

5G es la abreviatura usada para hacer referencia a las “redes móviles de quinta generación”, tecnología que no causará una disrupción por si misma sino a través de potenciar a las demás tecnologías de esta cuarta revolución y a algunas de la tercera, como los teléfonos inteligentes. Para comprender el desarrollo de esta nueva red móvil, es óptimo ver antes el trasfondo histórico en la evolución de esta tecnología:

- 1G: Las redes de primera generación se introdujeron en la década de 1980, eran analógicas y solo transportaban voz.

- 2G: En la década 1990, se lanzaron teléfonos 2G o de segunda generación, que eran digitales e introdujeron nuevas funciones, como los mensajes de texto (SMS) y mensajes con imágenes (SMM).

- 3G: La “tercera generación” se inició en 2001, comenzando a incluir video llamadas y datos móviles.

- 4G: Unos diez años más tarde surgen las redes 4G, diseñadas para admitir internet móvil y velocidades más altas para actividades como transmisión de video y de juegos.

Ahora si, como se mencionaba, las redes móviles de quinta generación son una nueva versión de la actual 4G, con el principal beneficio de que la conexión será mucho más rápida, teóricamente hasta 100 veces más que la de 4G, que pueden ofrecer velocidades pico de descarga de hasta 300Mbps, frente a estimaciones sobre el 5G que lo acercan a 10 Gbps.

Para dar una idea más clara se muestra a continuación un cuadro con las velocidades de las últimas versiones de redes móviles:

Tipo de red	Velocidad de descarga	Tiempo de descarga de una película HD
3G	384Kbps	Alrededor de un día
4G	100Mbps	6 a 8 minutos
4G+	300Mbps	2 a 3 minutos
5G	1-10Gbps (teórico)	2 a 40 segundos

Además de la velocidad la latencia es otro aspecto muy importante, ésta será mucho más baja, lo que significa que el retardo entre dispositivos y aplicaciones conectadas a la red será de apenas milisegundos, indetectables a nivel usuario. Esta latencia ayudará al mejor desempeño de aplicaciones existentes, como los videojuegos online, pero además podría ser vital para aplicaciones como los vehículos sin conductor, donde un retraso puede ser la diferencia entre la vida y la muerte, o aplicaciones quizás difíciles de imaginar como una cirugía llevada a cabo por un médico desde el otro lado del mundo.

## **2.8. Internet de las cosas**

Mayormente conocida como “IoT”, del inglés “internet of things”. Consiste en la conexión entre el mundo físico y el digital, a través de sensores conectados vía internet, que captan información del mundo físico para analizarla y en algunos casos almacenarla, para la toma de decisiones, que puede o no ser automática e instantánea. Es una de las más disruptivas, incluso muchas fuentes defienden que el punto de inflexión donde debe establecerse el inicio de la cuarta revolución industrial es cuando el IoT logre una adopción masiva.

El IoT incorpora dos aspectos importante: la necesidad de sensorizar elementos físicos para captar información que dicho elemento genere y mediante algoritmos, analizar, concluir y actuar en consecuencia. Un estudio de la consultora McKinsey & Company estima que para 2020 habrán 34.000 millones de dispositivos conectados a internet (casi 4 veces más que en 2018) y prevé un impacto económico de esta tecnología de entre 4 y 11 billones de dólares para 2025, lo que da una idea del potencial de sus aplicación.

Según un estudio de JP Morgan sobre el impacto del IoT en distintos sectores, las siguientes serán algunas de las aplicaciones:

- Hogares: Mayor eficiencia energética, seguridad y confort.
- Automoción: Vehículos autónomos y conectados.
- Minería: Monitorización de equipos y automatización casi completa de la minería.
- Fabricación: Mantenimiento más preciso y automatización controlada de procesos.
- Servicios públicos: Mejor gestión de los recursos.
- Seguros: Fijación de primas en función de los usos de cada usuario.
- Salud: Personalización del diagnóstico y tratamiento mediante la monitorización de los pacientes.

Un ejemplo de aplicación de esta tecnología (es este caso junto con IA y robótica) es una “casa inteligente” que está desarrollando Microsoft, en esta el inquilino puede consultar o pedir algo simplemente con su voz y el sistema realiza una enorme variedad de tareas, como comprar los ingredientes de un plato que se quiera cocinar y ayudar e incluso corregir a la persona durante la preparación de la comida. Además aprende de las costumbres de cada persona para adelantarse a sus necesidades y según quienes lideran el proyecto, buscan que funcione como un ente inteligente que dé la sensación de que la persona siempre está acompañada.

El IoT también tendrá gran repercusión en las ciudades, llevando a un nuevo nivel las “ciudades inteligentes”. Permitiendo, por ejemplo, saber casi con exactitud y en tiempo real, que sucede con el tráfico, el alumbrado público, los sistemas de riego, etc. permitiendo ciudades que favorezcan más que nunca el bienestar de sus ciudadanos y la sostenibilidad ambiental. Esto da lugar por supuesto a nuevas oportunidades de negocio, empresas como MyTaxi han conseguido a través de una aplicación móvil, una gran eficiencia en la gestión del transporte público, ahorrando tiempo a sus clientes y favoreciendo al medio ambiente.

Finalmente, el otro ámbito de gran repercusión es en las organizaciones, especialmente en las industrias. El IoT está permitiendo un conocimiento exhaustivo de lo que ocurre, permitiendo proyectar lo que va a ocurrir y tomar decisiones más certeras; permitiendo además transformar los sistemas de logística. Un ejemplo de esto es el RFID<sup>6</sup>, que facilita sustancialmente los controles de stock y una vez se compra el producto permite saber dónde está y cuándo se consume o destruye. Siendo ya obligatorio en Europa por ejemplo, para la completa trazabilidad de medicamentos, para que si se detecta un problema en algunos se sepa dónde están y se retiren del mercado.

## 2.9. Blockchain

Blockchain es un conjunto de tecnologías que permite generar un registro de información transparente, inmutable y más seguro que cualquier otro hasta la actualidad. Comenzó a fines del año 2008 cuando una persona o grupo de personas, no se sabe quién, publicó un whitepaper<sup>7</sup> explicando el proyecto de la criptomoneda Bitcoin, un activo digital que

---

6 El RFID es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores RFID, con el propósito de transmitir la identidad de un objeto mediante ondas de radio.

7 Un Whitepaper es un documento en forma de guía cuya función es explicar a los usuarios cómo resolver un problema o ayudarlos a entender un tema determinado.

sustentado en la tecnología blockchain, permitiría intercambiar valor sin necesidad de intermediarios.

Bitcoin significó un cambio de paradigma en cuanto al control monetario de grandes instituciones como gobiernos y bancos centrales, que ofrecen cierta confianza sobre el dinero que utilizamos, pero a cambio de un importante margen de manipulación. Estas instituciones pueden imprimir más dinero según lo supongan necesario y ejercen un fuerte control en los intercambios. Inflación, cepos cambiarios, créditos sin sustento real que lo respalde, miles de millones de personas fuera del sistema bancario; son algunos de los puntos que el sistema monetario tradicional permite y que Bitcoin busca evitar, ya que su emisión es limitada y funciona de forma descentralizada. La información está replicada en todos los nodos y protegida bajo criptografía, además el software es de código abierto por lo que las condiciones en que funciona son conocidas por todos y al ser distribuida, es decir funcionar en los computadores de todas las partes que eligen instalarlo, para hacer algún cambio, los mismos nodos deberían consensuar y reinstalar el sistema.

Cualquier persona que disponga de un computador y acceso a internet puede formar parte del sistema de Bitcoin e incluso funcionar como nodo a cambio de una recompensa en satoshis, la mínima unidad de medida de Bitcoin. Dichos nodos son quienes sostienen la red, el código fuente de Bitcoin se instala en el computador y mediante internet se comunica con los demás nodos, compartiendo toda la información necesaria para que las transacciones se validen y registren por el propio sistema.

En principio es lógico dudar del valor que se le puede dar a una criptomoneda que no es controlada por grandes instituciones, de hecho su valor inicial fue de cero, luego en 2010 se realizó la primer compra, que consistió en 10.000 bitcoins a cambio de dos pizzas. Actualmente cada bitcoin tiene un valor de más de 10.000 dólares, por lo que quien vendió esas pizzas podría vender los bitcoins cobrados, en caso de tenerlos aún, por más de 100 millones de dólares. Lo cual difícilmente quisiera hacer ya que el valor, aunque con fluctuaciones, sigue aumentando constantemente, funcionando como una atractiva reserva de valor ante las crisis económicas, de las cuales incluso se favorece ya que muestran falencias del sistema tradicional.

Más allá del enorme potencial disruptivo que tienen las criptomonedas, podrían ser la punta del iceberg en cuanto a las posibilidades que brinda la tecnología blockchain. Al estar la información distribuida y ser el sistema tan seguro, tiene el potencial para incluso acabar con la corrupción. Si un gobierno manejara todos sus movimientos de fondos sobre redes blockchain, todos tendríamos acceso a conocer cada transacción. Aunque parezca utópico ya hay empresas, como Odebrecht con movimientos de fondos, o gobiernos como el de

Honduras con los títulos de propiedad, que lo están aplicando, además de varios partidos políticos a nivel mundial, que presentan en sus campañas electorales la propuesta de usar blockchain para brindar transparencia.

## **2.10. Biotecnología**

La biotecnología consiste, según un informe de la OCDE, en el uso de técnicas para la modificación de organismos vivos, principalmente microorganismos, células animales y vegetales, y enzimas; para obtener bienes y servicios. Esto tiene aplicaciones en muchos sectores, por ejemplo, nuevos enfoques para el tratamiento de enfermedades, desarrollo de cultivos y alimentos mejorados, cultivos para usos no alimentarios como plásticos biodegradables, y aplicaciones de biorremediación<sup>8</sup> como la limpieza de sitios contaminados por actividades industriales.

Busca mejorar la salud humana, animal y del medio ambiente. Basándose en la bioquímica, la biología molecular y celular, la inmunología, la genética y el tratamiento de datos.

Tiene su propia clasificación, la cual se basa en colores:

- Biotecnología roja: Es la que se aplica a procesos médicos, como la curación de enfermedades mediante manipulación genética, las terapias regenerativas, y el desarrollo de antibióticos, vacunas y fármacos. Recientemente ha permitido una nueva disciplina llamada patología molecular, que permite establecer un diagnóstico del cáncer basado en alteraciones genéticas y bioquímicas, detectando de forma precoz las células malignas y clasificándolas.

- Biotecnología blanca: Es la aplicada a procesos industriales, con el principal objetivo de crear productos fácilmente degradables, que consuman menos energía y generen menos desechos durante su producción.

- Biotecnología verde: Es la aplicada a la agricultura, busca generar soluciones y métodos más favorables con el medio ambiente que la agricultura industrial, evitando el uso de plaguicidas y permitiendo conservar o aumentar los recursos naturales.

- Biotecnología gris: Es la que se aplica al medio ambiente, es decir, al mantenimiento de la biodiversidad, la preservación de especies y la eliminación de contaminantes y metales pesados de la naturaleza.

---

8 Biorremediación es el proceso de usar microorganismos, hongos, plantas o enzimas para retornar a su condición natural un medio ambiente alterado por contaminantes.



- Biotecnología azul: Es la también llamada biotecnología marina. Tiene aplicaciones en los campos de acuicultura<sup>9</sup>, cuidados sanitarios, productos alimentarios y la cosmética.

La principal ventaja de la biotecnología es el aumento de rendimiento en los ámbitos donde se aplica, por ejemplo, con el uso de organismos genéticamente modificados (OGM), aumenta el rendimiento de los cultivos ya que se pierden menos cosechas por plagas y catástrofes naturales, se requieren menos recursos para obtener más alimento, disminuye la necesidad de plaguicidas, y permite cultivar en condiciones extremas.

El impacto en la alimentación u en la sanidad puede ser gigantesco. El coste de producción de los alimentos puede seguir disminuyendo mucho más aún, con las mismas propiedades o incluso enriquecidos, y con un impacto ambiental mucho menor. Según un informe de la ONU, para 2030 se podría erradicar el hambre del mundo. A la vez, en cuanto a las enfermedades se podría acabar con muchas o quizás todas las que afectan a la humanidad en la actualidad, mejorando y extendiendo la vida de las personas. Incluso hay quienes hablan de que en dos o tres décadas, la muerte será opcional.

Por otro lado, tiene diversos riesgos, como la polinización cruzada, que es cuando cultivos modificados genéticamente se extienden a campos cercanos transformando el equilibrio del ecosistema, o el riesgo de producir toxinas que se transfieran de una forma de vida a otra, e incluso de que bacterias y virus modificados escapen de los laboratorios e infecten a la población. Por esto existen varios protocolos de seguridad y demás regulaciones que buscan evitar resultados negativos y se han generado incluso conflictos internacionales por las diferencias en las regulaciones de los diferentes países, que hacen que en algunos países se avance en biotecnología más rápido que en otros a cambio de mayor exposición a los riesgos.

## **2.11. Nanotecnología**

La nanotecnología es la manipulación de la materia a escala nanométrica. Con ella se pueden modificar los materiales para hacerlos más resistentes, ligeros, duraderos, reactivos, mejores conductores de la electricidad, etc. Lo cual está revolucionando muchos sectores industriales.

Gracias a esta, se han incorporado ya al mercado materiales con propiedades extraordinarias, que permiten avances como prendas antiarrugas, antimanchas y

---

<sup>9</sup> Acuicultura es la técnica de dirigir y fomentar la reproducción de peces, moluscos y algas en agua dulce o salada.

antibacterianas. Y se está trabajando en proyectos mucho más ambiciosos, como prendas ligeras pero capaces de repeler un disparo, o de detectar problemas de salud en las personas que las lleva puestas.

Las aplicaciones son muchísimas, en electrónica por ejemplo, ha contribuido a grandes avances al conseguir que los sistemas sean cada vez más rápidos, pequeños y con más capacidad de almacenamiento; permitiendo avances que parecen de ciencia ficción, como carcasas de celulares o tablets, antibacterianas; o libros electrónicos con pantallas flexibles. O en medicina está permitiendo el desarrollo de herramientas médicas y tratamientos cada vez más eficaces en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades.

La nanotecnología está sin duda entre las tecnologías más disruptivas de la actualidad. Su incorporación en casi todos los ámbitos brinda beneficios que pueden ser enormes, he incluso transformadores, y las posibilidades son incalculables.

## **2.12. Industria inteligente y autónomos**

La industria inteligente o industria 4.0 consiste en la aplicación en los procesos productivos, de máquinas que automatizan tareas que antes estaban circunscriptas únicamente al dominio humano. La tendencia mundial de la industria es avanzar sobre la automatización de los procesos productivos, la navegación y el control, la integración de sensores y actuadores, la comunicación de las interfaces. Buscando incrementar la robótica colaborativa para ir hacia fábricas inteligentes donde todas las áreas de la empresa puedan trabajar en forma conectada y con alto nivel de automatización en las tareas. Por ejemplo, una tendencia creciente en las fábricas inteligentes es la adaptación de vehículos de guiado automático que pueden circular por la planta productiva, transportando productos intermedios y finales, incluso de gran peso, desde una estación a otra; compartiendo el espacio con otros y colaborando con los trabajadores.

Este sistema se complementa con el conjunto de tecnologías 4.0 antes explicadas (especialmente IA, big data, IoT y en el futuro cercano internet 5G), buscando integrarlas en los procesos productivos para automatizar las tareas y acrecentar la productividad. Esto está comenzando a impactar fuertemente en los precios, la calidad de productos y servicios, la disminución de accidentes laborales, entre muchas otras repercusiones positivas; pero se teme que en el futuro la automatización llegue a ser tal que la demanda de empleo se reduzca hasta generar conflictos sociales difíciles de afrontar. En este tema se profundizará más adelante.

## Capítulo III: Impacto tecnológico

### 1. El futuro del trabajo

A medida que crece el protagonismo de la cuarta revolución industrial, se intensifica el debate sobre cómo será el mercado de trabajo en los próximos años y aumenta la incertidumbre. El futuro del trabajo estará marcado por dos tendencias: el rápido avance tecnológico y el envejecimiento poblacional, siendo América Latina la región donde la población está envejeciendo más rápido de todo el mundo. Estas dos tendencias son en principio positivas, ya que implican la posibilidad de vivir más años, abandonar los trabajos repetitivos y aumentar la calidad de vida; presentando una gran oportunidad para las sociedades.

Sin embargo los desafíos también son numerosos. Si bien los avances tecnológicos se propagan cada vez a mayor velocidad, en América Latina se implementan más lentamente que otras partes de mundo debido a que la región cuenta con barreras que le dificultan la absorción de estas innovaciones. Y por otra parte, ya a nivel mundial, la cuarta revolución industrial tiene el potencial de disminuir la demanda de empleo en algunas industrias, así como de aumentar las desigualdades. Además, la tecnología está creando nuevas formas de relaciones laborales que pueden conducir a la precarización. Unidas al envejecimiento de la población, estas modalidades de empleo, posibilitadas por el éxito de la economía gig<sup>10</sup>, ponen en riesgo el estado de bienestar<sup>11</sup> actual.

Como vemos esta revolución tecnológica puede tener grandes repercusiones económicas, sociales y políticas a nivel mundial y el futuro del trabajo se encuentra en un momento bisagra, las decisiones tomadas hoy pueden cambiar el destino de los países, de sus trabajadores y de todo su sector productivo, pudiendo provocar cambios en el crecimiento de la economía y la productividad, incrementar o disminuir la desigualdad, y afectar al empleo y los ingresos. Cambiando la manera en que interactúan el Estado, las empresas y los individuos, por ejemplo obligando a repensar la educación y la capacitación laboral.

Si bien el trabajo suele ser visto como una actividad no placentera, es una parte casi esencial de la vida. Casi la mitad del ingreso de los países se origina del trabajo y la gran mayoría de las personas dependen de su actividad laboral para poder subsistir económicamente. Además bajo el paradigma del trabajo como pilar de la vida humana

---

10 Economía gig es un término que define un modelo de trabajo basado en trabajos cortos y esporádicos, sin relación de dependencia.

11 Se denomina Estado de Bienestar al conjunto de acciones y ejercicios por parte del Estado, en búsqueda de una mayor atención a la redistribución y bienestar general de la población.

muchos estados buscan redistribuir rentas y organizan los sistemas de protección ante la vejez, enfermedad y desempleo, y no menos importante, el trabajo es una fuente de integración en la sociedad, siendo la ocupación del individuo una parte importante de su identidad. Por lo tanto, todo cambio significativo en el trabajo puede alterar en gran manera la organización de la sociedad y resultar determinante para nuestro bienestar futuro.

### **1.1. ¿Qué tanto afectará la automatización?**

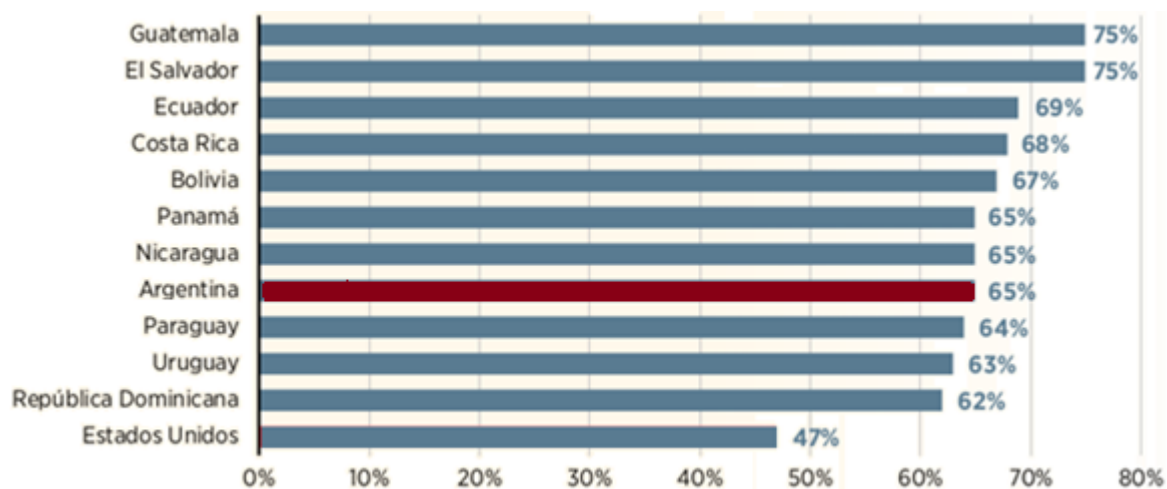
Los cambios tecnológicos han sido permanentes en la historia, por lo que es válido plantearse preguntas como: ¿por qué hacer énfasis en discutir el futuro del trabajo ahora? y ¿Qué tan distinta será esta cuarta revolución a las anteriores?

Muchas fuentes estiman que los cambios tecnológicos actuales no son capaces de igualar los impactos, en términos de crecimiento económico y bienestar de las personas, que tuvieron los de revoluciones pasadas. De hecho, las tecnologías de la cuarta revolución industrial aún no muestran los impactos deseados ni esperados, en términos de una mayor productividad. Por otro lado hay quienes advierten que el cambio tecnológico va a tener fuertes impactos, aunque considerando que es necesario rediseñar la manera en la que trabajan las empresas para obtener todos los beneficios que pueden desprenderse de las nuevas tecnologías.

Es claro que el tema está teniendo un creciente interés para ser tratado y la disrupción esperada del advenimiento tecnológico parece inminente, sin embargo las opiniones son muy disímiles y los cambios producidos por las tecnologías recién están comenzando, por lo que es difícil hacer estimaciones acerca de las magnitudes de los impactos a nivel mundial. De momento puede ser útil tratar de inferir a partir de hechos pasados para plantear diferentes escenarios y estar mejor preparados para afrontar los cambios. Además, en caso de centrarse en Argentina, un país en desarrollo, con un nivel de innovación y de implementación tecnológica muy reducido frente a algunos países desarrollados, es factible y conveniente hacer estimaciones a partir de hechos, en países que hayan transitado los cambios esperados, siempre que se encuentren relaciones que lo ameriten.

Quizás el tema que más intriga y debate genera es la automatización en el mercado laboral. Muchos estudios advierten constantemente de los potenciales efectos destructores de las tecnologías de automatización. Uno de los primeros estudios fue en 2013, donde se afirmó que un 65% de los empleos en Argentina estaban en un alto riesgo de automatizarse entre los próximos 10 a 20 años, al que luego se agregaron otros con la misma metodología,

estimando cifras preocupantes para otros países, algunas de las cuales se muestran a continuación:



Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo (2018)

Es importante aclarar que estos estudios se basan en el potencial de automatización desde el punto de vista tecnológico y no en si realmente será conveniente para los empleadores invertir en esta automatización. Además de que el estudio trata sobre tareas, no sobre ocupaciones; distinción que es fundamental. Cuando se trata de investigaciones que estimen la automatización de ocupaciones en lugar de tareas, los porcentajes disminuyen considerablemente, por ejemplo en Argentina, el 65% antes mencionado, disminuye a un 9% o 10% en otros estudios.

Lo cierto es que aún se conoce muy poco del impacto real de las nuevas tecnologías sobre el empleo. Gran parte de los estudios que miden este impacto, muestran efectos negativos en la oferta de empleo y en los salarios, pero es notable la carencia de evidencia empírica, especialmente en países en desarrollo.

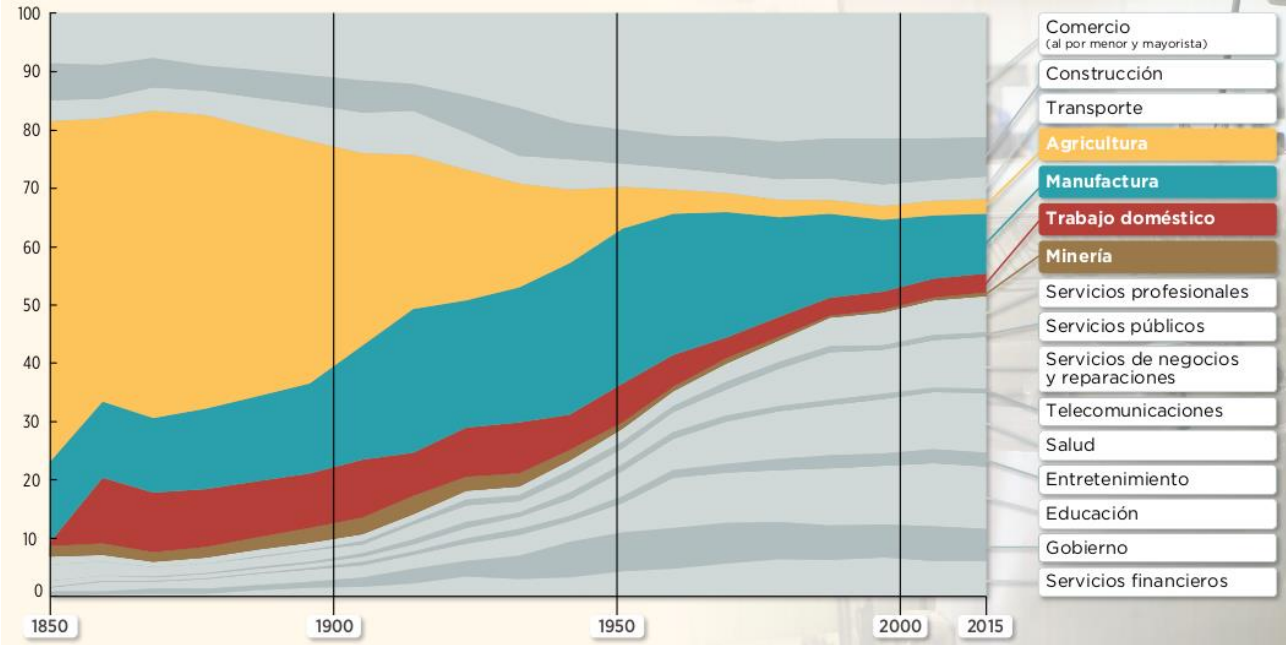
Por otro lado, hay varios indicios de que la gran mayoría de ocupaciones no serán reemplazadas sino que se complementarán. Por ejemplo, según informan en el sitio web de IBM, han probado su inteligencia artificial Watson Oncology, para el pronóstico del cáncer; dando como resultado un 7% de fallos de Watson, contra un 5,5% de fallos por parte de los médicos profesionales, a lo que posteriormente se añadió una segunda prueba donde los médicos trabajaron en conjunto con la IA y el porcentaje de fallos fue menor al 3%, mostrando el potencial del complemento entre personas e inteligencia artificial.

En resumen, viendo que los estudios que estiman altos porcentajes de tareas potencialmente reemplazables, disminuyen sustancialmente cuando se trata de ocupaciones concretas; que los seres humanos destacamos en áreas diferentes a las que destacan las

computadoras, por lo que el potencial de complementariedad es muy alto; y que las nuevas tecnologías que están comenzando a dejar obsoletas algunas tareas laborales, también propician el surgimiento de muchas nuevas; hay importantes fundamentos para estimar que los efectos de las tecnologías que permiten la automatización serán en su gran mayoría positivos. No obstante la evidencia empírica aún es insuficiente para hacer estimaciones suficientemente sustentadas.

### 1.2. Vista al pasado

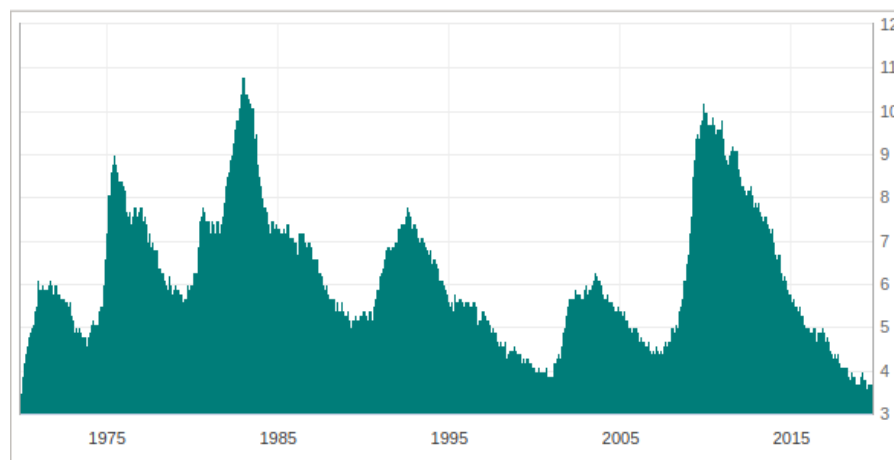
El pasado nos muestra que los cambios tecnológicos pueden y suelen impactar fuertemente en el mercado de trabajo. A mediados del siglo XIX, en poco más de un siglo, desaparecieron más del 90% de los trabajos agrícolas en Estados Unidos y a mediados del siglo XX, entre 1950 y 1980, desaparecieron más de la mitad de los trabajos en el sector de la manufactura. De hecho durante las tres revoluciones industriales anteriores, la tecnología permitió reemplazar muchas de las tareas realizadas por los trabajadores. En el siguiente gráfico se muestra la evolución del empleo en Estados Unidos entre 1850 y 2015:



Fuente: Banco Interamericano de desarrollo. 2018

Como se observa, la cantidad de empleo en los diferentes sectores ha cambiado enormemente. Pero es fundamental ver también los niveles de desempleo para determinar si efectivamente las nuevas tecnologías fueron en detrimento del nivel de empleo. A

continuación se muestra un gráfico con el nivel de desempleo en Estados Unidos en las últimas décadas:



Fuente: Investing.com. 2019

El nivel de desempleo, como se observa a variado cíclicamente y parece no tener relación alguna con la automatización de tareas laborales. Pudiéndose observar también, como en Estados Unidos, que es uno de los países más modernizados del mundo, los niveles de desempleo son mínimos (inferiores al 4%). Similar a otros de los países con mayor automatización en sus industrias, como Japón con el 2,2%, Corea del sur con 3,1%; o Alemania, con el 5%.

Desde la primera revolución hasta ahora, la cantidad de empleo en los diferentes sectores se ha transformado, pero no por esto los niveles de desempleo aumentan. Los trabajos han ido pasando de un sector a otro y no hay motivo que justifique un cambio de tendencia, no quita la posibilidad de que esto ocurra, pero nos muestra que el temor a la automatización, al menos de momento, no está fundamentado.

También, muchas fuentes incluso estiman que los avances tecnológicos han creado más puestos de trabajo de los que han destruido. Según un informe de 2017 del World Economic Forum, las tecnologías que permiten la automatización, entre 2019 y 2023, destruirán 75 millones de puestos de empleo, pero a la vez crearán 133 millones. Según concluye un estudio publicado por The Society of Business Economists: "La tecnología, en lugar de destruir puestos de trabajo, ha sido una gran máquina creadora de empleos. Las máquinas asumen las tareas más repetitivas y laboriosas, pero no parecen estar más cerca de eliminar la necesidad de mano de obra humana que en cualquier momento en los últimos 150 años".

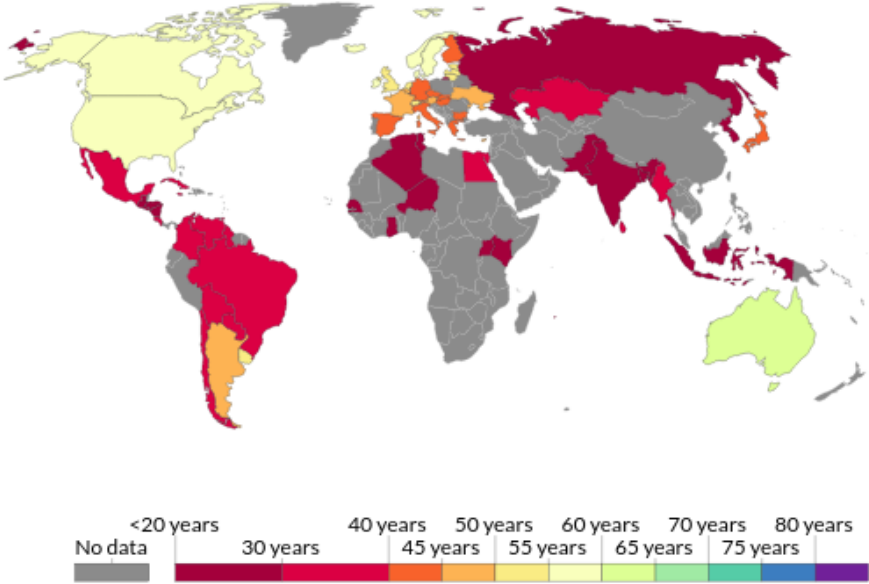
Un ejemplo interesante es la introducción de los cajeros en 1971, lo que dio a pensar que el empleo de personas que atienden a los clientes en la banca disminuiría considerablemente, cuando la realidad fue que el aumento de empleados en este sector continuó creciendo

normalmente, ya que si bien algunas de las tareas que realizaban los empleados de los bancos se han automatizado, existen otras muchas que no. Y esto ocurre en la mayoría de las ocupaciones, aun cuando hay un número de tareas en todos los trabajos que pueden automatizarse, existen pocas ocupaciones que puedan hacerlo por completo.

**1.2.1. Calidad de vida**

También es importante destacar que además de que las tecnologías han permitido la generación de nuevos trabajos que reemplazan a los que van quedando obsoletos, la calidad del trabajo y la calidad de vida de las personas, ha crecido enormemente gracias a los avances tecnológicos. Durante la primera revolución industrial, la producción aumentó exponencialmente y con ello la renta per cápita se multiplicó como nunca antes en la historia. Según Robert Lucas, premio nobel de economía en 1995, durante las revoluciones industriales se generó un crecimiento económico y un aumento en la calidad de vida de las personas mayor a los de cualquier otra etapa de la historia. A continuación se muestran gráficos con cambios en diferentes aspectos que determinan la calidad de vida de las personas:

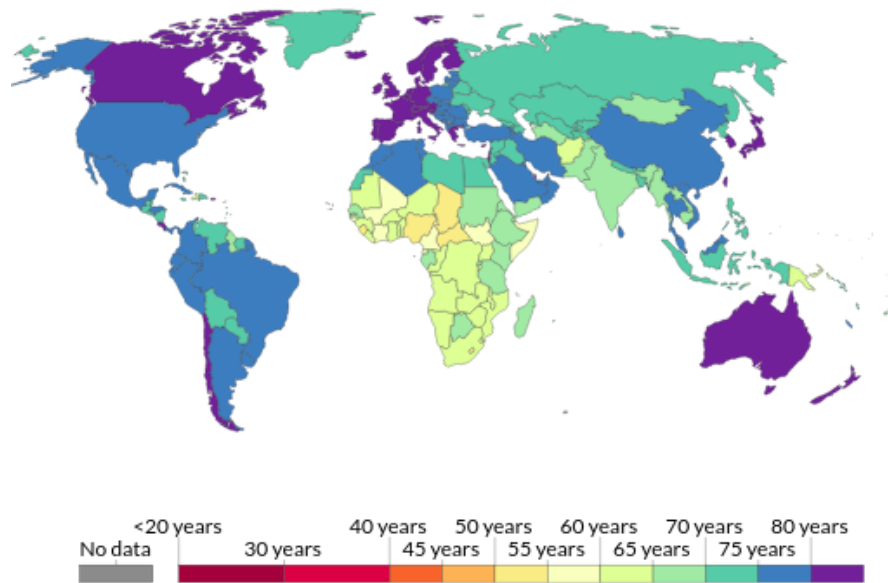
- Esperanza de vida en 1919:



Fuente: United Nations Population Division. (2019)

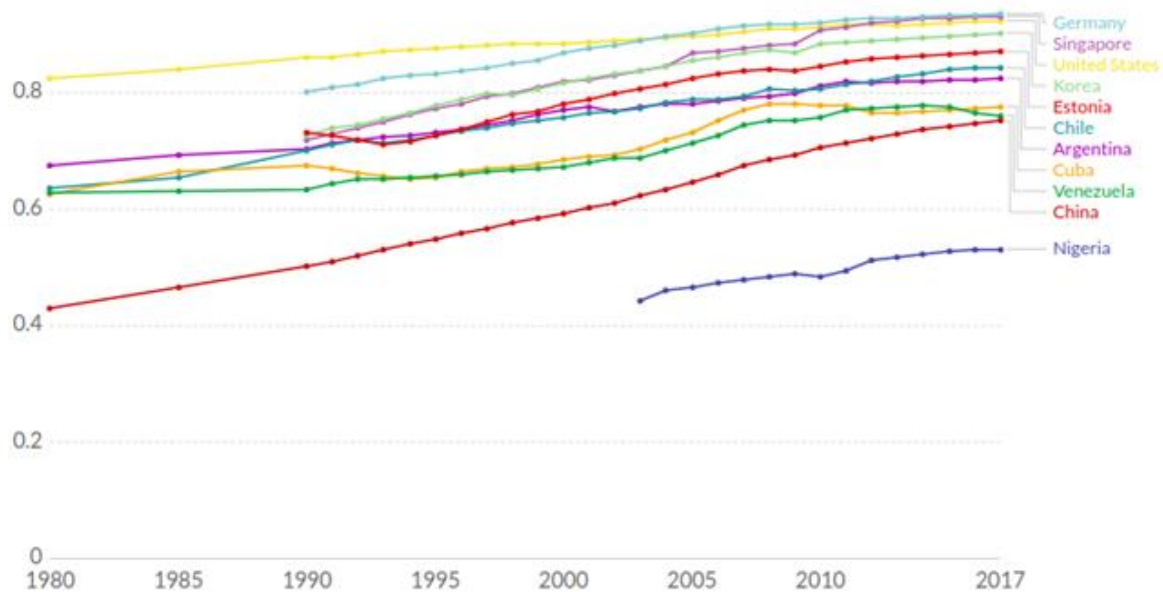


- Esperanza de vida en 2019:



Fuente: United Nations Population Division. (2019)

- Índice de desarrollo humano<sup>12</sup>:



Fuente: PNUD. (2018)

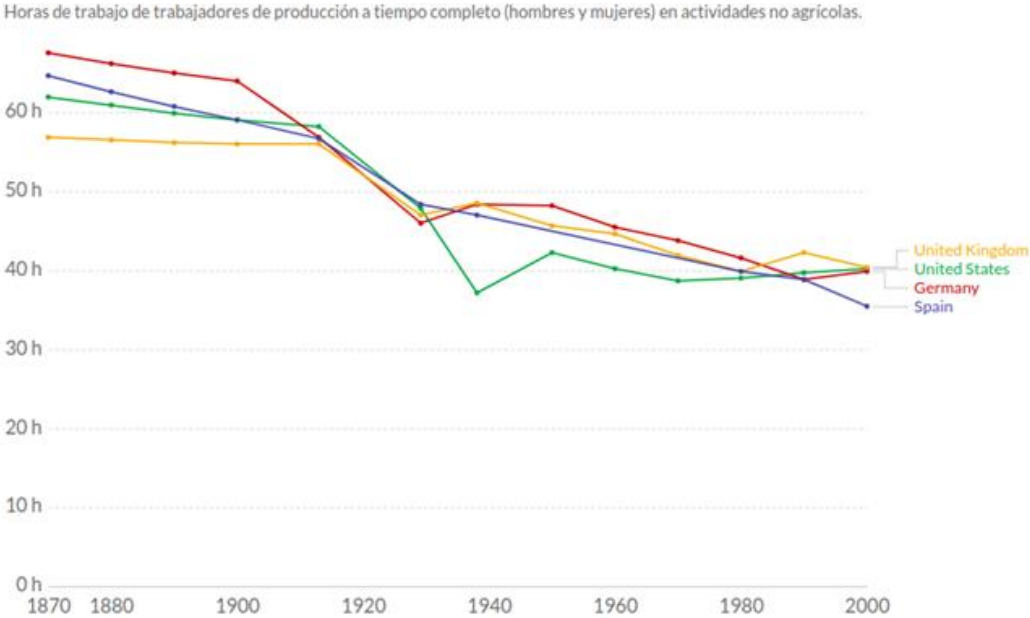
Como se observa, en los países más industrializados el IDH es contundentemente superior. El crecimiento más acelerado se da en China, que en la última década es el país con más inversión en tecnología, educación y en industrial. Mientras que por el contrario los países que muestran un estancamiento o incluso disminución del IDH son Cuba y Venezuela,

<sup>12</sup> El índice de desarrollo humano (IDH) es una medida resumida del logro promedio en dimensiones clave del desarrollo humano: una vida larga y saludable, tener conocimiento y tener un nivel de vida decente.

países con muy baja inversión y muy cerrados al mundo. En el caso de Argentina, país que se encuentra a un nivel promedio, es interesante ver como en los años recientes ha sido superado por Chile, país con condiciones muy similares pero con políticas más adecuadas a los cambios en tecnología y globalización.

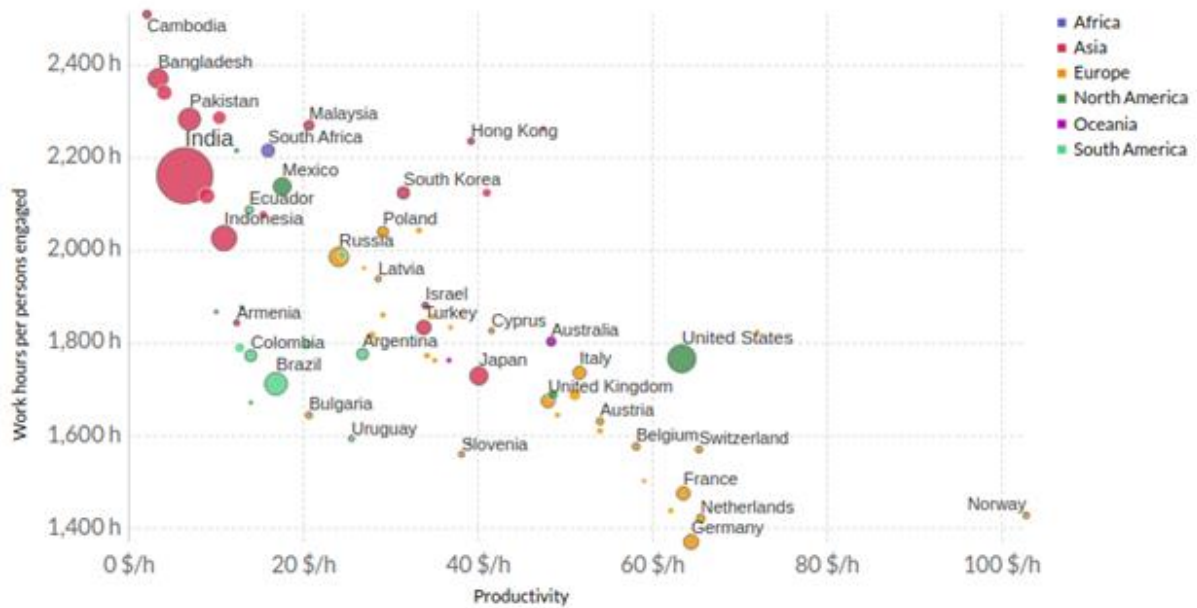
### 1.2.2. Productividad

Desde la primera revolución industrial se observa una constante disminución en las horas de trabajo, acentuada en los países más industrializados y que se correlaciona con el aumento de productividad que las implementaciones tecnológicas permitieron. A continuación se muestra un gráfico con las horas de trabajo semanales en algunos países que se caracterizaron por la rápida adopción tecnológica:



Fuente: Huberman % Minns. (2017)

Y a continuación se muestra una gráfica que relaciona el promedio de horas trabajadas por persona, con la productividad, en distintos países:

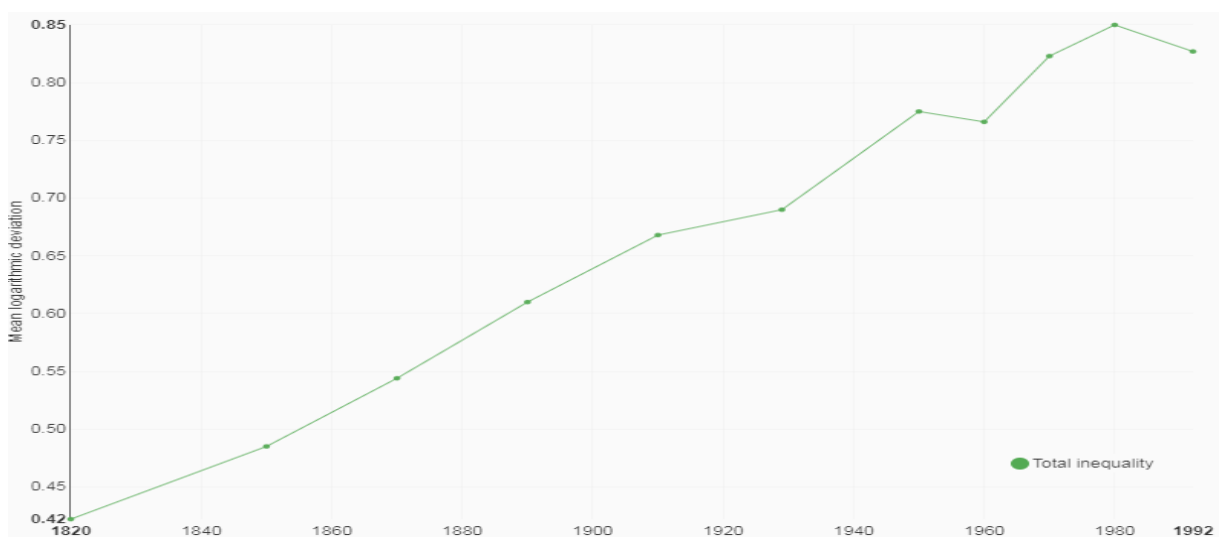


Fuente: Pen World Table. (2015)

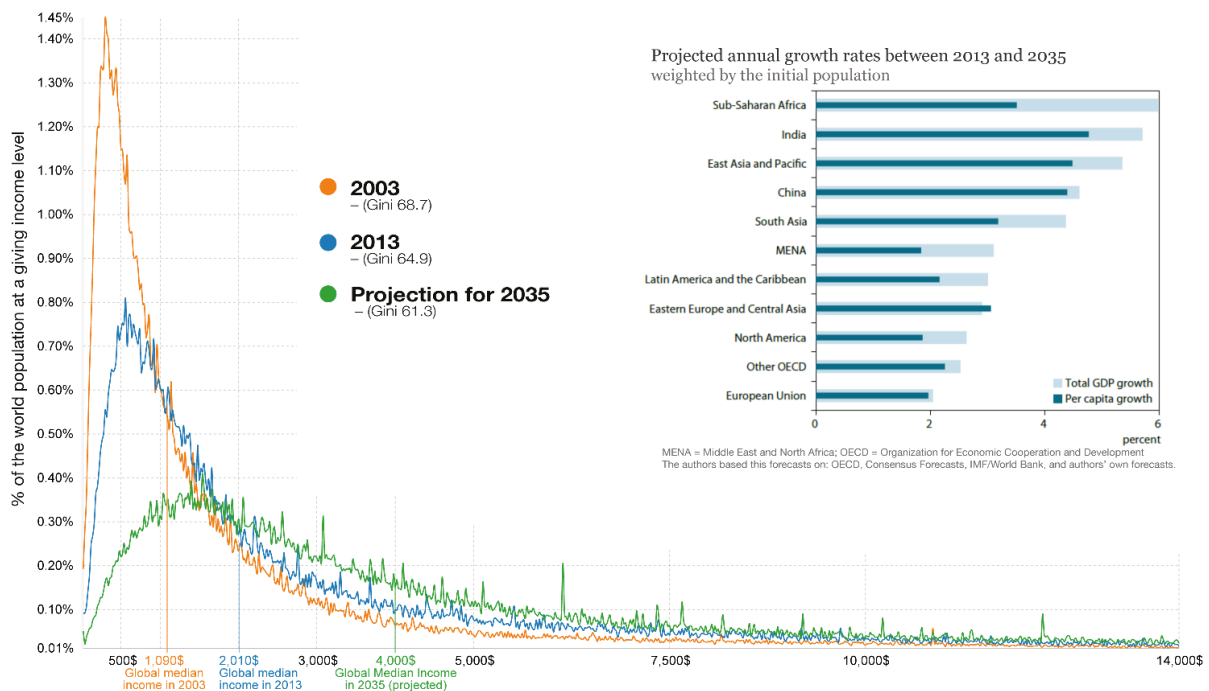
Se observa una clara correlación inversa entre productividad y horas de trabajo semanales, a la vez que se encuentra una clara coincidencia entre países con alta productividad y países con un alto índice de desarrollo humano, mostrado previamente. Indicando un beneficio notorio en los países con mejor adopción tecnológica.

### 1.2.3. Desigualdad económica

El caso de la desigualdad económica de los ciudadanos del mundo es muy diferente, desde la época de la primera revolución industrial, hasta hace algunas décadas, la desigualdad ha tendido a aumentar. Como se muestra en la siguiente gráfica el crecimiento ha sido casi ininterrumpido hasta 1980:



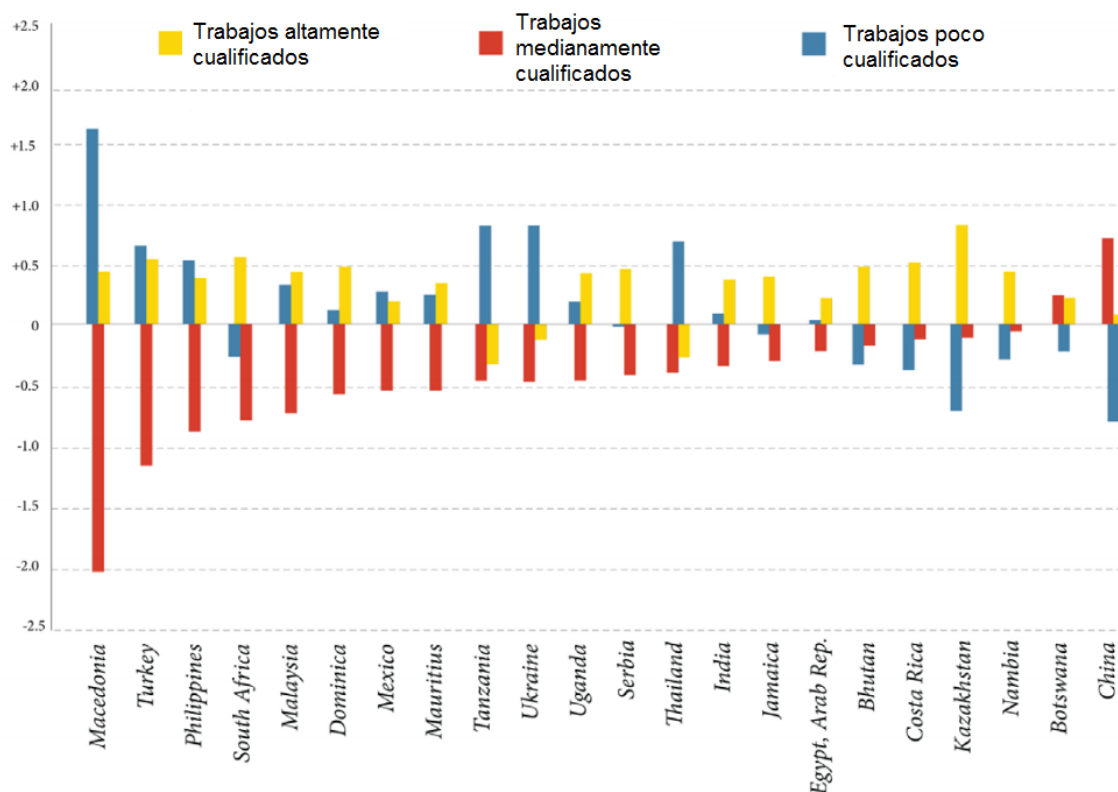
Sin embargo difícilmente se puede correlacionar este aumento con las implementaciones tecnológicas ya que en las últimas décadas esta tendencia se ha invertido. La siguiente gráfica muestra la distribución de la riqueza en 2003, 2013 y una estimación para 2035, junto a la variación porcentual del GDP o PIB total y per capita:



Fuente: Hellebrandt, Tomás y Mauro, Paolo. (2015)

A partir de las gráficas anteriores se observa como en las épocas de la primera y segunda revolución industrial la desigualdad aumenta, lo cual muchas fuentes atribuyen a la automatización y los sistemas de producción que esta permitió. Mientras que en las últimas décadas la tendencia se invierte, alcanzándose lo que se denominó el boom de la clase media y llegando en 2018 el primer momento de la historia en que la clase media y alta sumadas superaron en cantidad a la clase baja. Esto suele ser atribuido a la deslocalización de fábricas propiciada por el aumento de la productividad, que a la vez es en gran parte resultado de las innovaciones tecnológicas; y a la globalización, potenciada en gran medida por el internet.

Ahora hay expertos que advierten que esta tendencia podría volver a invertirse debido a que los puestos de trabajo que se están automatizando, son en su gran mayoría de personas pertenecientes a la clase media, trabajos especializados y repetitivos. El siguiente gráfico, presentado en un informe del Banco Mundial en 2017, muestra el porcentaje de cambio en la demanda de empleos, en 22 de los países que ya están más afectados por la desigualdad:



Este informe muestra también que esta tendencia se mantiene en casi todos los países del mundo y parece inevitable ante la automatización. Lo que indica que el principal planteamiento debe ser cómo realizar una transición sana, y beneficiosa para el conjunto de la sociedad, de trabajos que los robots y algoritmos pueden hacer mejor que las personas, a trabajos en los que el ser humano sea difícilmente reemplazable, e incluso donde pueda realizarse como persona mejor de lo que, en principio, los trabajos repetitivos permiten.

### 1.3. El talento humano

Las innovaciones tecnológicas y los nuevos bienes y servicios que estas permitirán, requerirán nuevos tipos de trabajo, de formación de los empleados y de vinculación entre empleados y empleadores, modificándose la naturaleza y disponibilidad del trabajo.

La capacidad de estar permanentemente conectados y comunicados mediante las plataformas en red, combinada con el fácil acceso a grandes flujos de información, facilitan el auge de la economía on demand, las plataformas colaborativas y relaciones laborales más flexibles y de menor duración. Por un lado, esto presenta una oportunidad para la creación de empleo. Especialmente, crea las condiciones para incorporar a grupos que han estado tradicionalmente excluidos de los mercados laborales. Pero por otro lado hace

necesario el establecimiento de regulaciones y consensos que permitan lidiar con mayores grados de desprotección laboral e informalidad.

Estos cambios estructurales determinarán las competencias necesarias para incorporarse de manera exitosa a los mercados laborales del futuro. Muchos expertos predicen aumentos considerables en la demanda por competencias en sistemas y tecnología, como la programación y las ingenierías; y de habilidades blandas, como la comunicación efectiva y la orientación al servicio.

La tendencia muestra que los trabajos serán más flexibles. Por un lado, los empleados tendrán mayor libertad para elegir desde dónde y cuándo trabajar y por otro lado las nuevas formas de trabajo serán de naturaleza más informal y efímera. Lo que en conjunto con la falta de regulación y capacidad fiscalizadora de los entes gubernamentales, genera incertidumbre sobre los niveles de desprotección con los que tendrán que lidiar los trabajadores.

El efecto más claro es que se requerirá cada vez más y mejor capacitación, ya que el nivel educacional que requieren los trabajos en entornos tecnológicos y automatizados es mayor que el de los trabajos que están siendo reemplazados por la tecnología. Tener habilidades transversales y tecnológicas será fundamental en los mercados laborales del futuro. La irrupción de las nuevas tecnologías implica cambios en los tipos de habilidades que buscarán los empleadores.

Las habilidades cognitivas (como la creatividad, capacidad de abstracción y resolución de problemas complejos), y las habilidades blandas asociadas a la inteligencia social (como el aprendizaje proactivo y la comunicación), serán sumamente relevantes en un mundo donde la tecnología se hace cargo de los aspectos rutinarios del trabajo. Por otra parte, se estima que las habilidades asociadas al desarrollo tecnológico, como el uso y manejo de las nuevas tecnologías, la programación, information design<sup>13</sup>, el manejo de bases de datos, monitoreo y la evaluación de sistemas, etc. serán esenciales. Como también el manejo de idiomas, especialmente el inglés, debido a que el mundo está cada vez más interconectado.

Además el permanente avance tecnológico implica que los contenidos de capacitación ocupacional deben ser permanentemente actualizados. Lo que generará un aumento en la necesidad de mentores y de orientación continua y en permanente actualización.

---

13 Information design es la práctica de presentar la información de manera que haga su comprensión eficiente y efectiva.

#### 1.4. Rol del sector privado

En los últimos siglos, cuando se han producido grandes cambios, y especialmente durante las revoluciones industriales, han irrumpido nuevas empresas que han desplazado abruptamente a muchas de las que parecían estar fuertemente establecidas en sus sectores. De las primeras empresas a nivel mundial, en cuanto a capitalización bursátil, se puede observar que muchas son relativamente recientes, por ejemplo Facebook, fundada en 2004.

Para las empresas es cada vez más importante adaptarse para identificar y formar un capital humano bien preparado para las innovaciones. Lo cual prácticamente exige cambiar la estrategias de recursos humanos, por ejemplo, muchas se están centrando en las habilidades que necesitan, en vez de los cargos, títulos y tareas. Sosteniendo que el contar con habilidades, más que con personal capacitado en tareas específicas, vuelve a la empresa más flexibles y con una mayor capacidad de reacción a un entorno económico cambiante.

Según un informe del BID, la innovación requiere cambios en las prácticas gerenciales y estos cambios pueden tener más impacto que las inversiones en tecnología, innovación y personal. Lograr mejores prácticas gerenciales en cuanto a monitoreo, definición de metas y métricas, y la estructuración de incentivos; es importante para que los avances tecnológicos tengan impactos positivos sobre la productividad.

Ángel Bonet comenta en su libro “El tsunami tecnológico”, que la mayoría de las empresas tienen los siguientes aspectos en común:

- Trabajan por departamentos (planteando objetivos para cada área funcional).
- Centradas en el desarrollo y venta de sus productos o servicios.
- Mantienen muchos procesos manuales llevados a cabo por personas.
- Tienen sedes rígidas desde donde controlan las operaciones.
- Tienden a hacerlo todo internamente por desconfianza.
- Son jerárquicas (con miedo a equivocarse).
- Se miden con indicadores básicamente financieros.
- El personal está en nómina (el contrato laboral es la forma usual de acuerdo entre trabajador y empleado).
- Asumen pocos riesgos y por lo tanto innovan poco.

Mientras que las pocas empresas que más rápido progresan y que atraen al talento mejor calificado, tienden a tener las siguientes características:

- Trabajan por proyectos.
- Retienen clientes satisfechos (totalmente enfocadas al cliente).
- Usan algoritmos de inteligencia artificial.
- Son sociales y deslocalizadas (priorizando la satisfacción y autorrealización de los empleados).
- Consideran a sus proveedores como parte de la cadena de valor.
- Externalizan muchas de sus tareas.
- No son jerárquicas (mayor horizontalidad y menos jefes).
- Usan indicadores down-top (que miden los activos no tangibles, como la relación con los clientes y la capacitación de los empleados).
- Son muy escalables (trabajan con personal free-lance para buscar el mejor talento en cada momento).
- Tienen un ADN innovador.
- Buscan el impacto social.

Profundizando en este último ítem, el impacto social cada vez toma mayor relevancia, para las empresas que no tienen buenas políticas sociales asociadas a sus cuentas de resultados, es cada vez más difícil conseguir financiación y atraer talento. Además que los consumidores están cada vez más informados y tienden a elegir las empresas con las que se identifican. Según una encuesta realizada por Forética, una asociación de empresas y profesionales del ámbito de la responsabilidad social y la sostenibilidad, con presencia en España y Latinoamérica; el 47% de los consumidores entrevistados ha dejado de comprar alguna marca por sus malas prácticas sociales o ambientales, y este porcentaje aumenta año a año. Se puede decir que los dos factores que definen a las empresas mejor adaptadas a los avances, son la adaptación al cambio tecnológico y el desarrollo de políticas sociales.

### **1.5. Colaboración público-privada**

Es muy importante establecer estrategias público-privadas de colaboración efectiva para la adaptación al cambio, la formación de la fuerza laboral y para fomentar la innovación. Especialmente en la actualidad con el aumento en la brecha de habilidades antes mencionada, que genera la necesidad de complementar inversión pública y privada en cantidades adecuadas para aprovechar el capital humano y para ser competitivos frente a las demás economías.



En principio el sector productivo debe liderar la identificación y el desarrollo de las habilidades necesarias para satisfacer sus demandas. Luego, una vez identificadas estas demandas, es fundamental el trabajo conjunto con el Estado en modelos que permitan cerrar las brechas. Por ejemplo, subsidios a la formación y contratos de aprendizaje, son modelos que se aplican en muchos países con resultados favorables.

Muchas fuentes muestran que esta inversión en formación es rentable. Por ejemplo un estudio la consultora McKinsey<sup>14</sup> concluye que en las empresas de estudio se rentabilizó la inversión en capacitación entre 4 y 5 veces en el corto plazo y entre 6 y 8 veces a largo plazo. Mientras que otro estudio<sup>15</sup>, de Fundación estatal, realizado en España, evidencia que en la gran mayoría de las empresa se obtuvieron resultados positivos en cuanto a la inversión realizada en formación, desde las perspectivas de satisfacción de los empleados; conocimiento real, táctico y específico; eficiencia, y generación de valor.

## **6. Llegada a Latinoamérica**

En enero de 2019 se realizó en Medellín, Colombia el Foro Económico Mundial, con la intención de trabajar por una adecuada adopción y difusión de la cuarta revolución industrial en la región latinoamericana. Eligiéndose esta ciudad porque anteriormente había sido elegida como sede del “Centro aliado para la cuarta revolución industrial del Foro Económico Mundial”, elección justificada con que Medellín es la ciudad donde más se invierte en ciencia, innovación y tecnología, de toda la región (2,14% del PBI).

Durante dicho evento Klaus Schwab, fundador y director ejecutivo del Foro Económico Mundial, planteó: “En Latinoamérica existe un gran problema fruto del descontento de la población mundial: los populismos y nacionalismos; siendo el descontento que ha llevado a estos extremos políticos. En la actualidad muchas economías se han cerrado, buscando protegerse de los factores exógenos de una economía ambivalente e inestable. No obstante, estas amenazas presentan retos que pueden ser aprovechados por Latinoamérica para generar desarrollo económico y humano. La guerra comercial entre China y Estados Unidos y el cambio por una economía cerrada en muchos países es un obstáculo trascendental para la cuarta revolución, la cual requiere de la globalización para tener éxito”.

Posteriormente planteó también: “La cuarta revolución es la gran oportunidad para que Latinoamérica salde sus deudas sociales y económicas. Por ejemplo, en América Latina y el

---

14 McKinsey Global Institute. 2018. “Skill shift automation and the future of the workforce”

15 Fundación Estatal. 2016. “Formación en las empresas”

Caribe, 39,3 millones de personas van a sus camas todas las noches sin nada que comer. Otro ejemplo es el rezago latinoamericano en materia de infraestructura básica respecto al mundo desarrollado, el cual llega a casi 20 años. El centro creado en Medellín será un excelente punto de encuentro, reflexión y debate para que América Latina empiece su despegue hacia el desarrollo y se convierta en uno de los principales epicentros globales de la cuarta revolución industrial”.

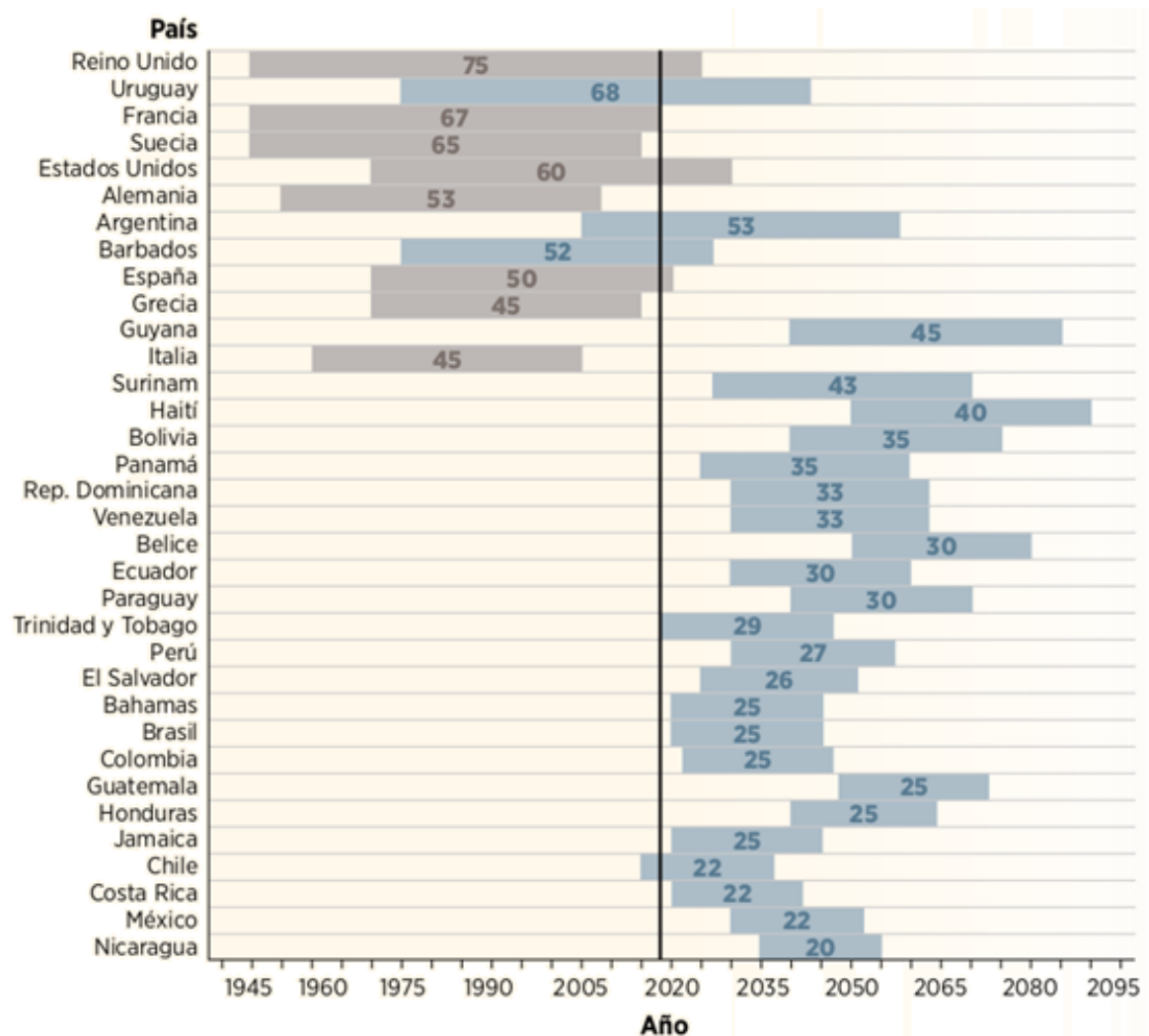
Existen barreras importantes que hacen difícil que América Latina pueda absorber igual de rápido las nuevas tecnologías como países más desarrollados. Esto debido a que, en comparación con los países desarrollados, la región no cuenta con las capacidades, habilidades e infraestructura necesarias para dar una cabida plena a esta revolución tecnológica.

Uno de los motivos es que los menores niveles de preparación de la mano de obra en la región suponen un freno para la adopción de nuevas tecnologías, mientras que el menor costo de la mano de obra hace que para las empresas, resulte menos atractivo incorporar innovaciones tecnológicas. Además, el hecho de que la mayoría de las empresas sean pequeñas y la gran desestabilidad económica que sufre la región limitan el potencial de inversión y de innovación.

Los gobiernos también enfrentan limitaciones, tanto de financiamiento como de capacidades técnicas, para diseñar y llevar a cabo las transformaciones digitales necesarias. A todo lo anterior se suma un déficit claro en infraestructura, por ejemplo, el menor acceso a banda ancha, comparado al de los países desarrollados.

Otro factor importante es el envejecimiento poblacional, que se está dando en todo el mundo y en Latinoamérica sucede más rápido que las demás regiones. Aunque parece que lo hace muy lentamente, en realidad está ocurriendo a gran velocidad en términos demográficos.

Durante la mayor parte del siglo XIX y del XX hubo una explosión demográfica, debida en gran parte a los avances médicos y de salubridad. Este incremento poblacional ha sido una fuente de crecimiento al brindar a las economías de la región un mayor porcentaje de personas en edad de trabajar con respecto a aquellas dependientes, pero esta baja tasa de dependencia hoy se encuentra en el punto más bajo de los últimos 100 años, lo que se conoce como el fin del bono demográfico. Ahora la región envejece rápidamente, a continuación se muestra una gráfica con los años necesarios para que la población de distintos países, mayor a 65 años, pase del 10% al 20% del total:



Fuente: Informe del Banco Interamericano de Desarrollo. (2019)

Como se observa, duplicar el porcentaje de adultos mayores, del 10% al 20%, tardó entre 50 y 75 años en los países europeos. Mientras que en algunos países de América Latina este mismo incremento se producirá en muchos menos años, siendo Argentina uno de los países menos afectados, es decir, con mayor tiempo para prepararse ante este cambio.

Además del incremento porcentual de adultos mayores, también crecerá el porcentaje de personas que alcanzan la “cuarta edad<sup>16</sup>”. Generando mayor demanda de cuidados para personas ancianas, lo cual representará una oportunidad de empleo para muchas personas, pero con la disminución del tamaño de las familias producido por la disminución de las tasas de natalidad es un tema a cuidar ya que la familia suele representar una red de seguridad para el bienestar de las personas mayores y mucho más preocupante, a medida que el

16 La expresión cuarta edad hace referencia a la última fase de la vida de las personas que alcanzan una edad avanzada, generalmente se considera su inicio a los 80 años de edad.

porcentaje de contribuyentes siga disminuyendo, serán cada vez más difíciles de sostener los programas jubilatorios, lo que ya es un problema difícil de tratar en muchos países.

Ante este escenario, parece muy probable que las personas deban prolongar sus vidas activas, trabajando durante más años. Lo que implica un gran reto ya que los mercados laborales deberán adaptarse para darle oportunidades de trabajo a este sector de la población.

Con estos desafíos y oportunidades parece claro que la cuarta revolución industrial es una oportunidad que no se puede dejar pasar. La promesa de estas tecnologías es que van a incrementar la productividad de las economías y, por ende, mejorar las vidas de los ciudadanos, en la medida en que los gobiernos, empresas y trabajadores sean capaces de adoptarlas y absorberlas.

## **Capítulo IV: La Cuarta Revolución Industrial en Mendoza**

### **1. Introducción**

En tiempos recientes ha comenzado a ser en la provincia, un tema de interés por parte del gobierno, del sector empresarial y de universidades, especialmente potenciado con la reciente aprobación de la Ley de Economía del Conocimiento. Ley que puede ser vista como una ampliación de la previamente aprobada Ley de Promoción de Software. Ambas buscando seguir la tendencia mundial de potenciar la industria de conocimiento, que en Argentina representa el 20% de PBI, porcentaje que no ha aumentado desde 2011, mientras que a nivel mundial el promedio es del 40%.

### **2. Ley de Economía del Conocimiento**

Economía del Conocimiento hace referencia al sector de la economía que utiliza el conocimiento como elemento fundamental para generar valor y riqueza por medio de su transformación a información. Abarcando rubros como la educación, investigación y desarrollo, alta tecnología, computación e informática, telecomunicaciones, robótica, nanotecnología, industria creativa e industria aeroespacial. Actividades que destacan por la cantidad y calidad del empleo que generan y por las perspectivas de crecimiento para las próximas décadas.

La ley se aprobó en Mayo de 2019, por decisión unánime. Con la expectativa de crear en el sector 215.000 puestos de trabajo de calidad y alcanzar los USD 15.000M de exportación en el año 2030. Los beneficios que esta ley implica para las empresas que cumplan con los requisitos, son:

- Menor costo laboral: Adelanto del Mínimo no Imponible que la reforma tributaria prevé para el 2022 y un bono de crédito fiscal transferible equivalente a 1.6 veces las contribuciones que debieran abonarse sobre ese mínimo no imponible. Que se puede usar para cancelar tanto IVA como Ganancias.
- Menores impuestos a las ganancias: reducción de la alícuota al 15%.
- Alivio fiscal para las exportaciones: Para los exportadores que hayan abonado o se le hayan retenido impuestos similares al Impuesto a las ganancias en el país destino de la exportación, podrán deducir lo pagado contra el impuesto a las Ganancias.

- Fomento a las nuevas empresas: Las empresas con una antigüedad menor a 3 años categorizadas como “micro” en el Registro Pyme, acreditarán solamente el 70% de su facturación sin necesidad de cumplimentar requisitos.

- Estabilidad fiscal: Las empresas no podrán ver aumentada su carga tributaria total nacional a partir la inscripción en el registro y durante toda la vigencia del mismo, incluyendo los derechos de exportación.

Los requisitos que las empresas deben cumplir para aplicar son:

- Tener el 70% de su facturación en actividades del conocimiento y cumplir con dos de los siguientes requisitos:

– Acreditar procesos de calidad.

– Inversión de un 3% de la facturación en investigación y desarrollo, compensable con un 8% de la masa salarial en capacitación de los empleados

– Exportaciones en un mínimo de 13% de su facturación, excepto para los centros de exportación de servicios que tienen un 70% de mínimo de exportación.

Centrándose en las políticas a seguir a partir de la aprobación de esta ley, se realizó en Agosto de 2019, el Foro Mendoza Tec, donde hablaron personas como Martín Kerchner, Ministro de Economía, Infraestructura y Energía de la provincia; Beatriz Nofal, directora de Eco-Axis, consultora externa del BID, e impulsora de la Ley de Software; y Kirk Laughlin, director y fundador de Nearshore Americas, empresa contratada por parte del gobierno para asesorarse en servicios tecnológicos e innovación digital.

Se comentó que a partir de la Ley de Conocimiento se espera generar en la provincia, 10.000 puestos de trabajo verde<sup>17</sup>, 1.000 capacitaciones en el área de la programación, más de 400 pymes basadas en el conocimiento, crear un nuevo plan de inversión tecnológica y generar U\$D 350.000.000 de exportaciones anuales

Los desafíos planteados como prioritarios fueron: potenciar el talento humano, multiplicar las empresas tecnológicas y aumentar el prestigio que tiene la provincia para atraer inversión; mientras que los otros desafíos planteados fueron: desarrollar una plataforma educativa on-line, potenciar la oficina de empleo, atraer talento humano, incrementar la internacionalización, que la economía provincial deje de depender de commodities y acelerar los proyectos y emprendimientos actuales. En palabras de Martín Kerchner: “Evitando que lo urgente tape lo importante”.

---

17 Los empleos verdes son empleos decentes que contribuyen a preservar y restaurar el medio ambiente ya sea en los sectores tradicionales como la manufactura o la construcción o en nuevos sectores emergentes como las energías renovables y la eficiencia energética.

### 3. Desafíos y oportunidades

Existen importantes barreras que dificultan la implementación de nuevas tecnologías en la provincia, mismas barreras que se suelen encontrar a nivel nacional y a nivel continental incluso. Esto se debe a que la región no cuenta con las capacidades, habilidades e infraestructura necesarias para una buena adopción de nuevas tecnologías, en comparación con los países desarrollados. No obstante muchas fuentes estiman que las oportunidades para los países en desarrollo son superiores a las de los más desarrollados.

A continuación se muestran algunos datos del INDEC a nivel nacional o provincial, que reflejan parte de la situación social actual, respecto a exportaciones, educación, infraestructura tecnológica y mercado laboral:

- Infraestructura tecnológica:

	Hogares con acceso a computadora	Hogares con acceso a internet	Población que utiliza internet
Argentina	63,0%	80,3%	77,7%
Mendoza	63,3%	79,8%	74,5%
San Luis	88,1%	88,8%	86,1%
	4to. trim 2018	4to. trim 2018	4to. trim 2018
	Fuente: INDEC-EPH, MAUTIC.	Fuente: INDEC-EPH, MAUTIC.	Fuente: INDEC-EPH, MAUTIC.

- Empleo a nivel nacional:

**Tasa de actividad**

**47,7%**

2º trimestre de 2019

**Tasa de empleo**

**42,6%**

2º trimestre de 2019

**Tasa de desocupación**

**10,6%**

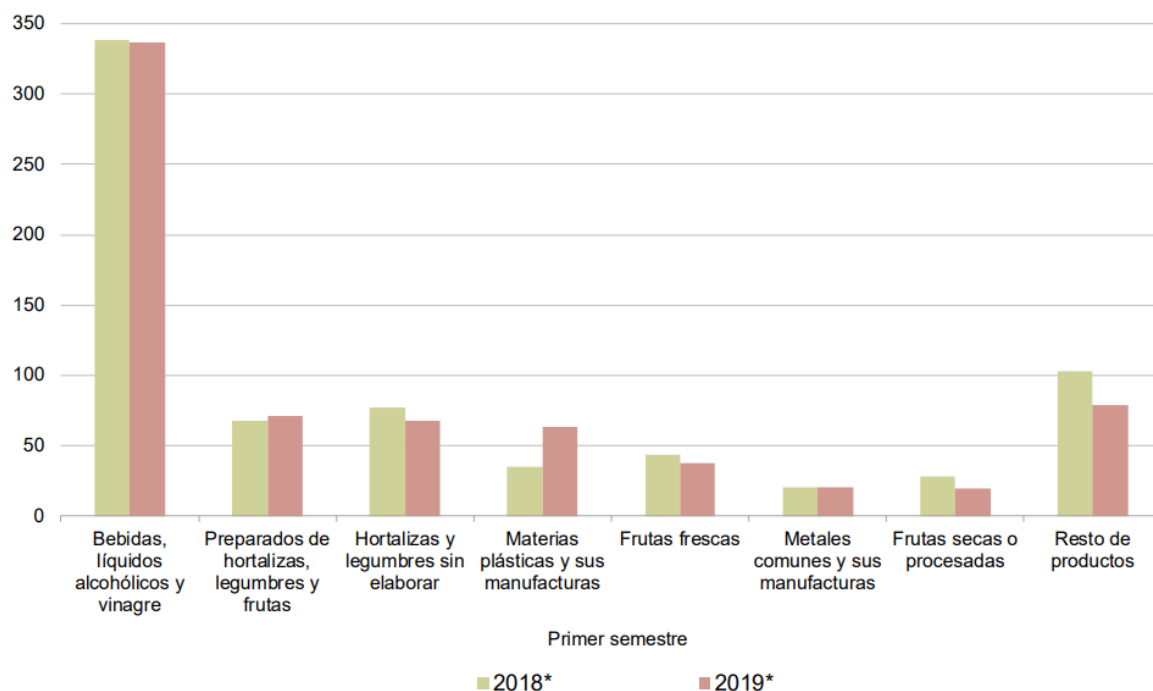
2º trimestre de 2019

**Tasa de subocupación**

**13,1%**

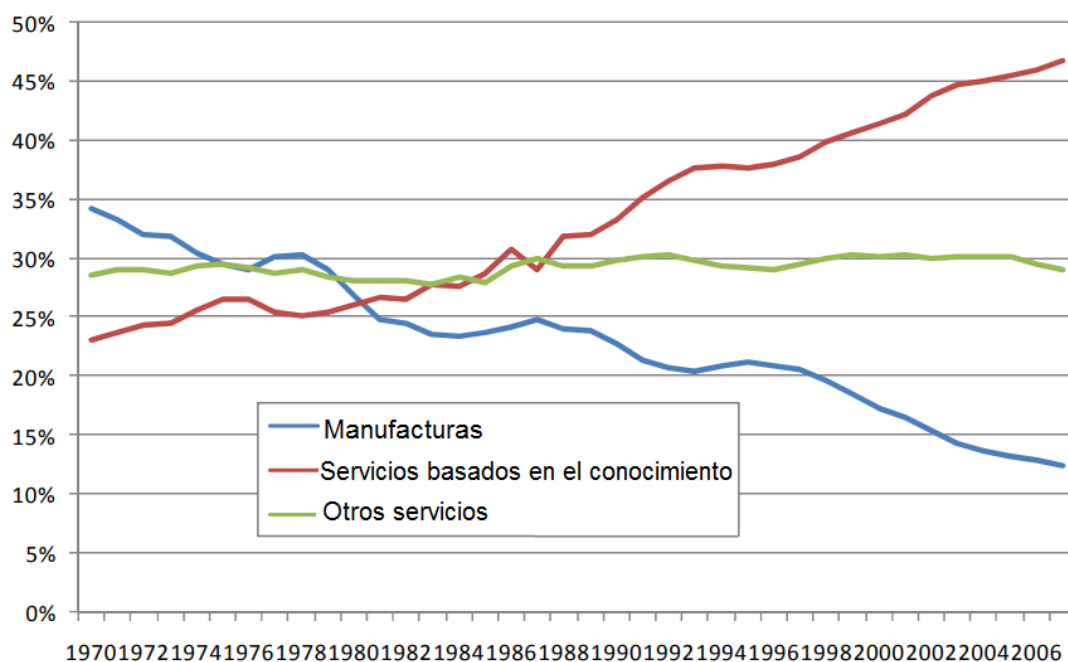
2º trimestre de 2019

- Exportaciones de Mendoza en millones de dólares:



Fuente: INDEC, Dirección Nacional de Estadísticas del Sector Externo. (2019)

Destaca la gran relevancia de los sectores manufacturero y alimenticio, representando por gran diferencia el mayor volumen de exportaciones y a la vez el mayor incremento. Lo cual es inverso a la tendencia mundial, donde la exportación de servicios basados en el conocimiento crece mientras las manufacturas presentan un gran declive, como se muestra a continuación, según datos de EU KLEMS, entre 1970 y 2007:





Esta industria del conocimiento representa una gran ventaja para las economías que mejor la aprovechan, ya que es la que genera mayor valor agregado y es la menos cíclica. Problema que si enfrenta la Argentina al depender mayormente de commodities, lo que da a pensar que teniendo un buen potencial en cuanto al talento humano y en educación (como se mostrará a continuación), sería oportuno priorizar el crecimiento de esta industria basada en la innovación y el recurso humano.

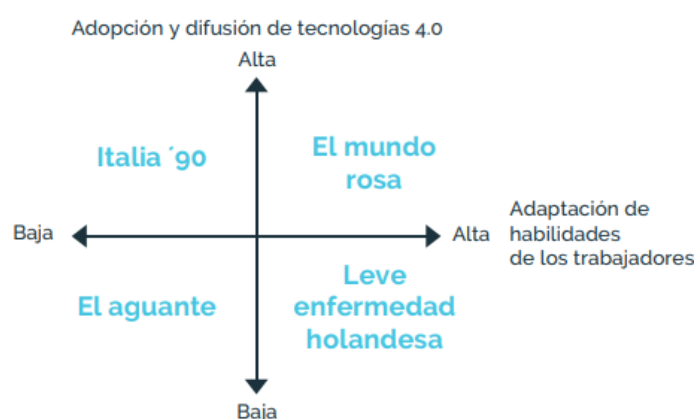
No teniendo datos específicos de la provincia, se muestra a continuación un cuadro con los resultados a nivel nacional del Índice Mundial de Innovación de 2019, donde se clasifica y desglosa el desempeño en materia de innovación de 129 países. Buscando que sirva como orientación de la situación en que se encuentra la provincia en cuanto sus fortalezas y debilidades en cuanto a innovación.

Clasificación	Puesto
<b>Instituciones</b>	86
- Ambiente político	62
- Entorno regulatorio	106
- Ambiente de negocios	95
<b>Sofisticación de negocios</b>	57
- Trabajadores del conocimiento	53
- Enlaces de innovación	106
- Absorción de conocimiento	42
<b>Capital humano e investigación</b>	42
- Educación	31
- Educación terciaria	70
- Investigación y desarrollo	38
<b>Conocimientos y outputs tecnológicos</b>	78
- Creación de conocimiento	60
- Impacto del conocimiento	101
- Difusión del conocimiento	73
<b>Infraestructura</b>	69
- Tecnologías de información y comunicación.	62
- Infraestructura general	75
- Sostenibilidad ecológica	69
<b>Outputs creativos</b>	77
- Activos intangibles	80
- Bienes y servicios creativos	69
- Creatividad online	63
<b>Sofisticación del mercado</b>	111
- Crédito	117
- Inversión	111
- Comercio, competencia y escala de mercado	61

Más allá de que Argentina en cuanto a la clasificación general ocupa el puesto 73 de entre los 129 países y de que en los últimos años ha empeorado dicha clasificación al ser superada por varios países de Asia, se observa también el potencial en del talento humano,

siendo el país uno de que presenta mayor dispersión de resultados entre las diferentes categorías. Vale aclarar también que en este ranking los años en que más se atrasó el país fueron los años en que se tomaron medidas proteccionistas. Medidas que según conclusión del informe parecen ser el principal motivo de desaceleración del crecimiento de la productividad y la difusión de la innovación en todo el mundo.

Finalmente, buscando dar una idea de las perspectivas a futuro, se muestra a continuación parte de un informe del CIPPEC, donde se plantean cuatro escenarios posibles para Argentina en 2030, como combinación de dos variables: Por un lado los rasgos de la economía en términos de ritmo y tipo de crecimiento, y por otro los rasgos del mercado de trabajo. Resultando los siguientes escenarios:



- **Leve Enfermedad Holandesa:** Baja adopción y difusión de tecnologías, y alta adquisición de habilidades. En este escenario, la economía encuentra algunas oportunidades de negocios de la mano de la interacción entre las habilidades de los trabajadores y las tecnologías más sencillas y de código abierto. De todas maneras, el rezago tecnológico en inteligencia artificial y máquinas inteligentes implica que lejos se estará de tener una industria 4.0. Los sectores primarios lideran el crecimiento y representan la principal conexión con el resto del mundo, aunque incorporan menos tecnología de punta que en la situación actual y tienen poco impacto en el empleado. El problema estructural de la escasez de divisas se mantiene. Los sectores industriales gozan de cierta protección contra la competencia externa y ello permite mantener relativamente estable el nivel de empleo. En términos de cohesión social, la masiva inversión en educación opera como un factor inclusivo, y la pobreza se encuentra en niveles inferiores a los actuales. Sin embargo, las dificultades de inserción laboral en un aparato productivo de tecnologías poco modernas operan como un factor de compensación que dificulta que las habilidades de los trabajadores redunden en ganancias de productividad para la economía.

- **El Aguante:** Baja absorción de nuevas tecnologías por parte de las empresas y baja adquisición de habilidades por parte de los trabajadores. La sociedad entra en conflicto

permanente debido al reparto de las pérdidas de bienestar asociadas al rezago. Los sectores con ventajas comparativas son los más dinámicos y conectados al mundo, pero las oportunidades de leapfrogging<sup>18</sup> son muy limitadas. Amplios sectores no transables pueden servir para absorber la mano de obra no calificada, aunque la capacidad de estos para expandirse sosteniblemente dependerá crucialmente de la disponibilidad de divisas. Los vaivenes climáticos determinarán la capacidad de crecimiento de la economía, mientras que en los “años malos” el ajuste será doloroso. Así, se trata de una economía con bajo crecimiento promedio y alta volatilidad macroeconómica. La cohesión social es baja y los conflictos distributivos frecuentes, debido a la precarización en los mercados de trabajo y que la suerte de los sectores más vulnerables estará atada a la capacidad de la política pública para compensarlos a través de transferencias.

- Italia '90: Alta adopción y difusión tecnológica, y baja adquisición de habilidades. Llamado así por el equipo de fútbol argentino del mundial de 1990, con un jugador excepcional y los que acompañaban con un nivel bastante menor. En este escenario, la economía crece a una tasa similar a la de los países emergentes, pero con fuertes disparidades internas. Lideran los sectores con ventajas comparativas y en segundo lugar los SBCs, aunque en el resto de la economía hay ganancias de productividad asociadas a un proceso de fuerte automatización ahorradora de mano de obra, generando fuertes efectos negativos en la distribución del ingreso. Las oportunidades de generar empleo complementario al avance de la tecnología se ven severamente limitadas por la escasez de mano de obra calificada, lo cual significa que la tecnología le ganó la carrera a la educación. Aparecen algunas oportunidades de negocios para trabajadores de baja calificación gracias a las plataformas digitales, pero ello no afecta sustancialmente al bienestar agregado. La cohesión social de este mundo se ve amenazada por una mayor pobreza estructural, la proliferación de empleos precarios en el sector de servicios de baja calificación y una mayor disparidad entre los ingresos del trabajo y los ingresos del capital. El avance de la automatización puede además incrementar el conflicto distributivo y amenazar al sistema político.

- El Mundo Rosa: Alta adopción y difusión de tecnologías y a la vez alta readaptación de habilidades. En este escenario, las empresas absorben masivamente las nuevas tecnologías digitales, de manera que los procesos productivos en los distintos sectores y tipos de empresas se implementan a través del IoT. La naturaleza de la empresa cambia hacia esquemas más flexibles y descentralizados, con un mayor rol de las plataformas digitales como sistemas de intercambio. El profundo cambio tecnológico observado en las

---

<sup>18</sup> El concepto de leapfrogging o salto rápido es que las innovaciones pequeñas e incrementales llevan a la empresa dominante a mantenerse a la vanguardia. Sin embargo, a veces, las innovaciones radicales permitirán a las nuevas empresas superar a la antigua y dominante.

empresas reorienta la demanda de trabajo hacia tareas más complejas y con mayor contenido cognitivo. Ese movimiento es acompañado por un proceso igualmente profundo de adaptación de las habilidades de los trabajadores, desde los sistemas formales de aprendizaje hasta los nuevos mecanismos más flexibles y dinámicos. La economía crece a tasas aceleradas y la brecha con los estándares de vida de los países avanzados se reduce. Los sectores que gozan de ventajas comparativas, asociados al campo, aprovechan la revolución biotecnológica para liderar el crecimiento. Son acompañados por los Servicios Basados en Conocimiento y las industrias extractivas. La industria se rezaga en relación a estos dos sectores pero mejora sensiblemente en relación a la situación actual. En particular, florecen allí varios nichos de mercado aprovechando las complementariedades entre el mundo digital y las nuevas habilidades de los trabajadores. La economía se encuentra integrada al mundo, y la diversificación productiva le permite interactuar con diversas áreas geográficas del globo y al mismo tiempo generar las divisas para crecer sin turbulencias en el frente externo. La transformación estructural implica el pasaje de trabajadores desde puestos de baja productividad hasta otros de productividad media o alta. La pobreza es más baja que en la actualidad aunque persisten bolsones de pobreza estructural. La desigualdad de ingresos podría aumentar de la mano de cierto descalce de habilidades.

#### 4. Hallazgos

Como trabajo de campo se realizó una encuesta (Anexo 1), a miembros de 18 empresas mendocinas que se benefician de al menos una de las tecnologías propias de la cuarta revolución industrial, apuntando mayoritariamente al sector tecnológico.

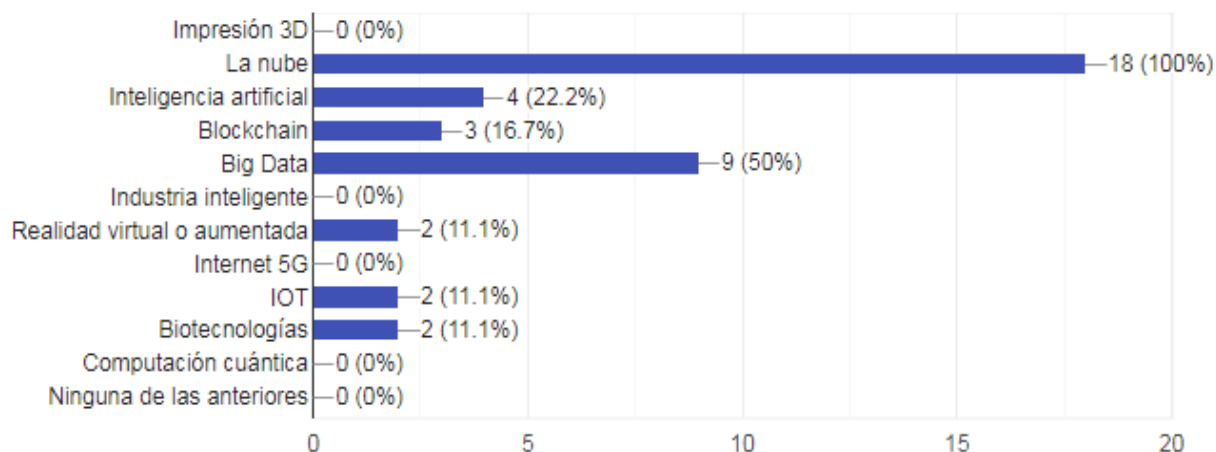
Dichas encuestas se realizaron de manera personal en su mayoría, salvo excepciones que se llevaron a cabo de manera online. Los entrevistados fueron personal de cargo gerencial o especializado en el uso de tecnologías, pertenecientes a las siguientes empresas:

Empresa	Sector
Artrans S.A.	Fabril
Belatrix	Tecnológico
Innova Management	Servicios
Palta	Tecnológico
S&M Andamios	Petróleo
IMPESA	Tecnológico
Sílice	Tecnológico

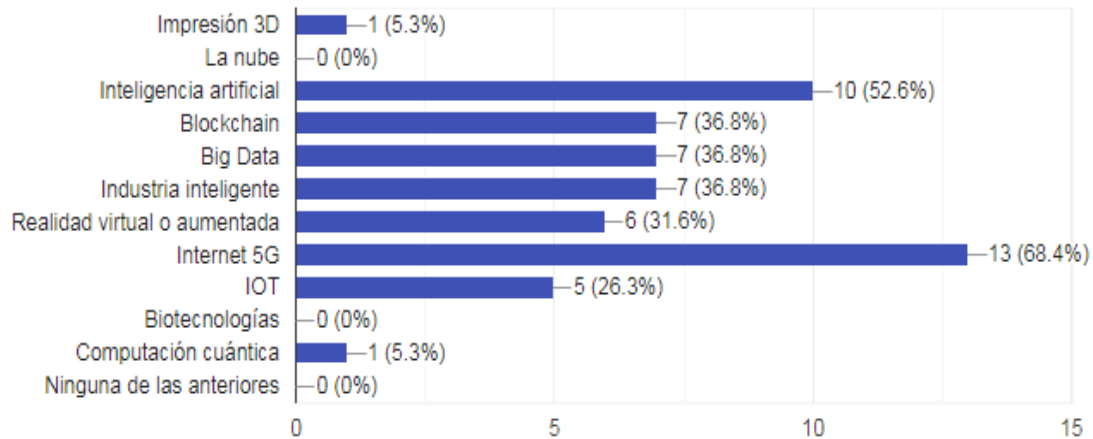
Derivados Vínicos S.A.	Vitivinícola
Lagash	Tecnológico
WAN Internet	Tecnológico
ITC Soluciones	Tecnológico
Adecco S.A.	Servicios
Supermercado VEA	Comercio
Xinca	Fabril
Bodega Costaflores	Vitivinícola
Bodega la Azul	Vitivinícola
Estudio contable	Contable
Estudio contable	Contable

La primera pregunta consistió en qué tecnologías propias de la cuarta revolución industrial están actualmente usando en la empresa, mientras que la segunda consistió en cuáles creían implementar en dentro de los próximos 10 años. Ambos resultados se muestran a continuación:

- Uso actual:



- Implementación próxima:



Buscando aclarar algunos puntos para favorecer una correcta interpretación se puede concluir lo siguiente:

- Impresión 3D: Solo una respuesta de posible implementación a futuro. Si bien en ninguna de las empresas encuestadas se está haciendo uso, hay actualmente algunos emprendimientos de fabricación de estas impresoras.

- La nube: Resultó un 100% de uso actual, lo cual era de esperar siendo una tecnología muy expandida y con costos muy bajos o incluso nulos. Cabe aclarar que ninguna de las empresas encuestadas brinda servicios de cloud computing o cloud storage, simplemente hacen uso de aplicaciones online.

- Inteligencia artificial: Buena expectativa de implementación a futuro y en algunas de las empresas se está trabajando en el desarrollo de algoritmos de IA, o en el caso de IMPSA implementándolos en sus procesos productivos.

- Blockchain: En algunas de las empresas están investigando servicios para brindar sustentados en esta tecnología. En el caso de Belatrix han avanzado e invertido bastante.

- Big data: En casi todas están haciendo uso o esperar hacerlo, algunas de las empresas incluso ofrecen servicios de big data, aunque sustentándose en software producido por empresas internacionales.

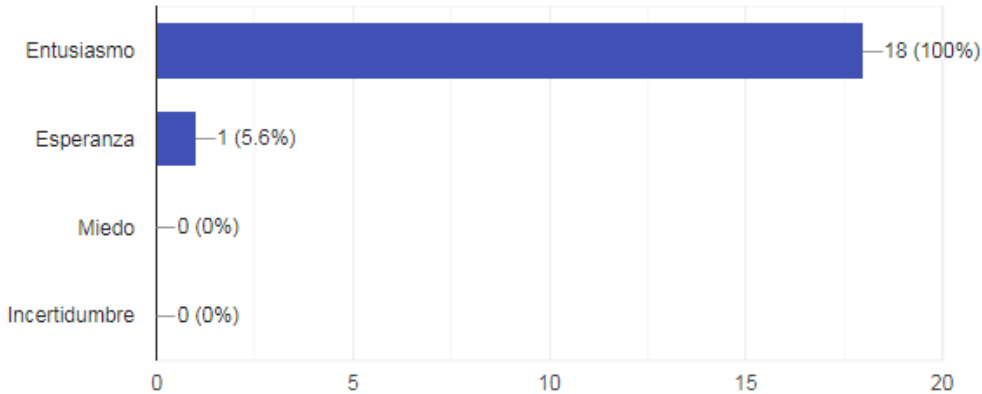
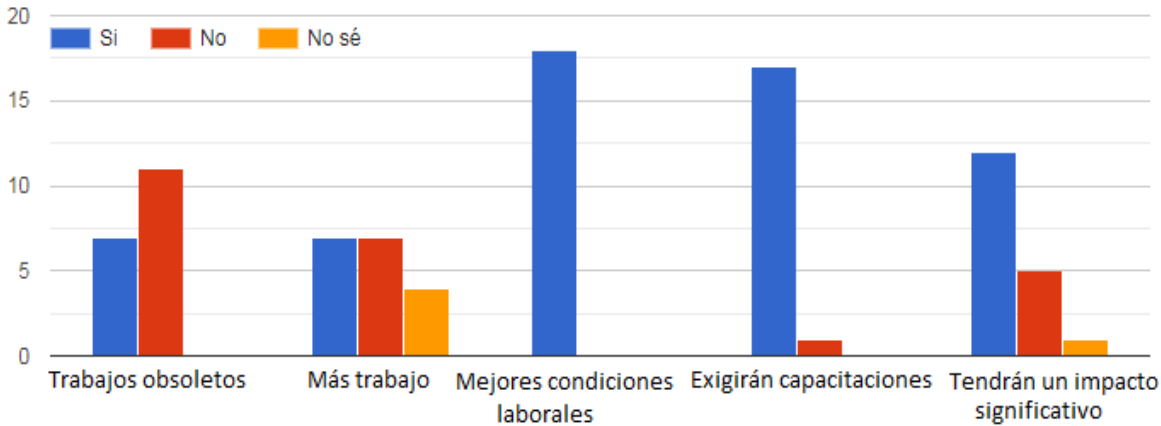
- Industria inteligente: Aquí los resultados no son concisos ya que no está claro a partir de qué punto de automatización se puede considerar industria inteligente.

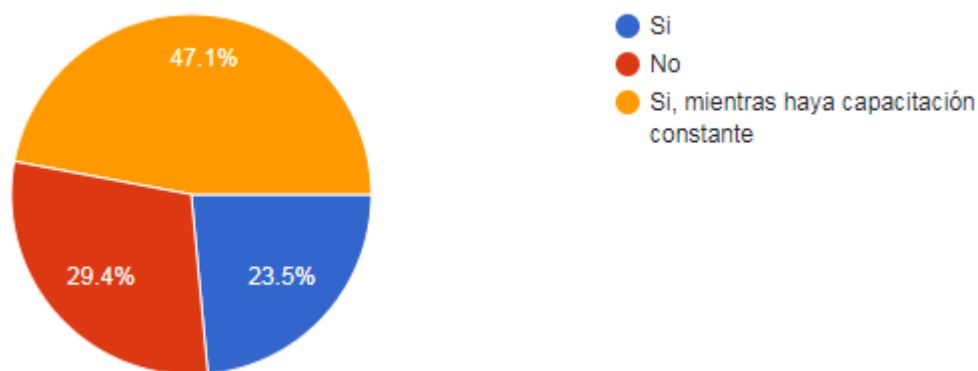
- Realidad virtual o aumentada: En dos de las empresas se está trabajando en aplicaciones de realidad aumentada para aplicar en procesos productivos.

- Internet 5G: Si bien esta tecnología recién está comenzando en algunos de los países más desarrollados, se ve una gran expectativa de uso en los próximos años.

- IOT: En dos de las empresas se está comenzando a usar para controlar algunos dispositivos. En general hay mucha expectativa de eso a futuro pero sin saber si dentro de los próximos 10 años.
- Biotecnologías: Si bien nadie respondió esperar una próxima implementación, dos de las empresas están trabajando en proyectos de biotecnología fuera del país.
- Computación cuántica: Esta tecnología es tan reciente que aún se desconoce qué tanta adopción puede llegar a tener.

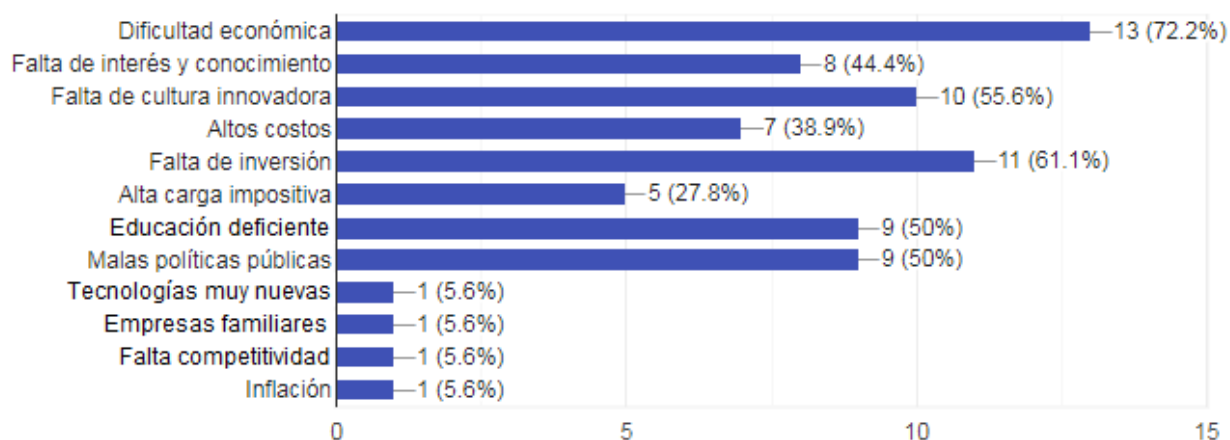
La segunda parte de la encuesta busca evaluar las expectativas respecto al impacto de las nuevas tecnologías:





Se observa que no hay una tendencia clara en cuanto al aumento o disminución de oferta laboral, pero si en cuanto a la mejoría de las condiciones laborales y la necesidad de capacitaciones para adaptarse. Además de una expectativa totalmente positiva frente a los avances tecnológicos esperados.

En la tercera parte de la encuesta se preguntó por los motivos que frenan o dificultan la implementación de nuevas tecnologías en las empresas de la provincia:



Predominan tres motivos que son: en primer lugar la dificultad económica, especialmente por la inestabilidad de la economía, sufrida a nivel nacional y caracterizada por la volatilidad del tipo de cambio. Segundo la falta de cultura abierta a la innovación que es característica de las regiones manufactureras y en países en desarrollo. Y tercera aunque para algunos de los encuestados la más relevante, la deficiencia en la educación, especialmente en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería, matemática e idiomas.



## 5. Sugerencias a seguir

En base a un juicio propio, guiado por el trabajo de campo, políticas que se han llevado a cabo exitosamente en otras provincias y países, y la opinión de los economistas Ramiro Albrieu y Martín Rapetti, y del director de Nearshore Americas, Kirk Laughlin; se plantearán a continuación medidas, enfocadas a los sectores público, privado y educativo de la provincia, que podrían ser provechosas para encarar los cambios que las tecnologías 4.0 están generando y se espera generen en el futuro cercano.

1) Realizar un programa de estabilidad macroeconómica, enfocado en la exportación y en favorecer la industria del conocimiento, teniendo la productividad y la innovación como ejes. Para esto puede ser oportuno aprender de lo que en algunos países están haciendo, como el gobierno alemán que inició su programa de “Industria 4.0” en 2013, tomando como punto de partida las recomendaciones de la National Academy of Science and Engineering, y luego fue seguido por otros como: el programa “China 2025”, el de “Advanced Manufacturing” en Estados Unidos, la “Nouvelle France Industrielle” en Francia, la “Smart Industry” en Suecia, etc. Programas que tienen como rasgos en común:

- Reorganizar la estructura industrial para moverse a esquemas más integrados, flexibles, conectados y colaborativos. Priorizando la inversión en innovaciones asociadas a la creación y adaptación de tecnologías digitales críticas para la reconversión del sistema productivo.

- Hacer foco en los impactos en el mercado de trabajo, con la idea de que la acumulación de capital humano tiene que avanzar equitativamente.

- Actualizar la provisión de bienes públicos poniendo el foco en la infraestructura digital.

- Objetivo último de aumentar la competitividad, de manera que se refleje en el perfil exportador.

2) Mejorar el perfil de integración al mundo: Manteniendo y ampliando la orientación global. Además de buscar algún diferenciador común (educación, talento humano, calidad y resultados, etc.), alineado con las verdaderas capacidades; que potencie a Mendoza como marca. Para esto puede ser un buen ejemplo es de Esencial Costa Rica.

3) Comenzar una transición a la educación dual: Con políticas de capacitación y educación alineadas con las nuevas tecnologías. Fomentando la colaboración entre universidades y empresas para facilitar el pasaje al mundo laboral. Además de conjuntamente:

- Brindar mayor orientación en la educación primaria y secundaria a las áreas de CTIM

- Realizar un diagnóstico profundo sobre el estado de los conocimientos y las habilidades en los trabajadores y crear una agencia pública para la anticipación de las competencias laborales, que guíe la orientación de las políticas educativas (diseños curriculares, formación docente, incorporación de tecnologías digitales, etc.) y el diseño de los incentivos para la capacitación profesional en las empresas.

4) Aumentar recursos y estímulos para emprendedores: Facilitando la toma de riesgo en proyectos tecnológicos través de la promoción de instrumentos financieros adecuados y participar en la toma de riesgos de dichos proyectos, por ejemplo a través de un esquema de compras públicas que potencie a las startups innovadoras.

5) Fortalecer las instituciones y la seguridad jurídica: A través de la profesionalización del Estado, brindando mayor accountability<sup>19</sup> y transparencia (para esto último la tecnología blockchain brinda una gran oportunidad).

---

<sup>19</sup> El término accountability hace referencia a la forma óptima de trabajar en una organización. A través de la responsabilidad, proactividad y el compromiso.

## Conclusión

Una cuarta revolución industrial está comenzando. Los gobiernos deben tomar decisiones que eliminen obstáculos, faciliten y propulsen la adopción de nuevas tecnologías, pero generando a la vez un marco ético y justo todos. En las empresas deben estar atentos a avances tecnológicos que puedan afectar su sector, buscando nuevas formas de producir, de gestionar y de llegar y satisfacer a sus clientes, y demandando a los líderes preparar a las organizaciones para actuar de forma más ágil, rápida y asertiva. Mientras que trabajadores y estudiantes deben estar atentos a estos avances y los cambios que provocan en el marco laboral, para capacitarse y prepararse adecuadamente.

Se abren nuevas ventanas de oportunidad para todas las economías del mundo que logren adaptar adecuadamente sus políticas e instituciones, aprovechando los beneficios tecnológicos y cuidando a la vez los derechos individuales ante la automatización. Las nuevas tecnologías tienen tanto potencial disruptivo que podrían ser la herramienta que permita acabar con las enfermedades, los accidentes viales, la corrupción, la desnutrición y malnutrición, el impacto negativo del hombre en el medio ambiente y la pobreza en el mundo. Según las sociedades sepan aprovecharlas. Como dijo Peter Drucker: “La mejor forma de predecir el futuro es creándolo”.

Argentina ha mostrado en el pasado poca capacidad para reformar y adaptar sus políticas e instituciones ante cambios bruscos de contexto, pero cambiar esto solo depende de las acciones que gobernantes, empresarios, emprendedores y el conjunto de la sociedad, tomen de aquí en adelante. Mientras que en el caso de Mendoza se presenta una gran oportunidad para favorecer y aprovechar su talento humano, y potenciar la industria del conocimiento, hasta establecerse como un centro tecnológico reconocido a nivel mundial. Para lo cual es indispensable que se logre reducir contundentemente la inestabilidad económica y del tipo de cambio; actualizar los sistemas educativos y de capacitaciones, y mejorar el perfil de integración al mundo; en palabras de Martín Kerchner: “Trabajar hasta lograr que la provincia sea reconocida como la tierra del sol, el vino y el conocimiento”.

Estimar los motivos que frenan a Argentina en cuanto a innovación y competitividad es complejo ya que son muchas las variables que influyen y no se encuentran correlaciones directas con facilidad. Por ejemplo, la inversión en educación ha crecido más que el PBI en las últimas décadas y el país tiene una inversión en educación pública muy por sobre el promedio mundial, sin embargo los resultados de estudios internacionales muestran que Argentina lleva varios años consecutivos cayendo en los rankings educativos. Lo cual da a pensar que podría tener una fuerte influencia el aspecto cultural. Este tema queda abierto para próximas investigaciones.

Los conocimientos adquiridos durante la realización de la presente investigación han sido:

- La gran cantidad de información falsa o carente de fundamentos sólidos que se encuentra en internet.
- El fuerte interés por parte del gobierno provincial en cuanto a definir políticas que permitan a la provincia aprovechar de forma positiva las innovaciones tecnológicas y tendencias mundiales que estas producen. Además del interés por comenzar a ser realmente competitivos dentro de la economía del conocimiento.
- El fuerte interés de autoridades de sector educativo, especialmente universitario, para adaptar los planes de estudio a nuevas tendencias y al futuro mercado laboral; fomentando el aprendizaje de idiomas y aumentando la enseñanza de conocimientos técnicos desde la educación inicial.
- El valor de las buenas políticas de apertura al mundo, buscando generar reconocimiento, confianza y con ellos cooperación con otras economías.
- El impacto de la ciencia y especialmente la tecnología en los distintos aspectos de la vida individual y social.
- El potencial de Mendoza como provincia donde el talento humano suele destacar ante las condiciones económicas adversas. Sobre todo el potencial emprendedor.

## Anexos

- Anexo 1:

### Encuesta sobre el uso y el impacto de las tecnologías de la cuarta revolución industrial en empresas y organizaciones de Mendoza

#### 1- Datos empresa/organización:

Nombre del encuestado: \_\_\_\_\_

Empresa de la que forma parte: \_\_\_\_\_

Cargo que desempeña: \_\_\_\_\_

Número de empleados de la empresa: \_\_\_\_\_

#### 2- Implementaciones de tecnologías disruptivas

- ¿Se está haciendo uso de las siguientes tecnologías en su empresa?

- Inteligencia artificial
- Industria inteligente
- Internet 5G
- Internet de las cosas
- Blockchain

- Big data
- Realidad virtual
- Biotecnologías
- Impresión 3D
- La nube

Comentario: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- ¿Cuáles de las siguientes tecnologías cree usted que se hará uso en su empresa dentro de los siguientes 10 años, siendo relevante en el desarrollo de las actividades?

- Inteligencia artificial
- Industria inteligente
- Internet 5G
- Internet de las cosas
- Blockchain

- Big data
- Realidad virtual
- Biotecnologías
- Impresión 3D
- La nube

Comentario: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 5- Impacto en la fuerza laboral

- ¿Cómo cree que afectarán en el trabajo en su empresa?

	Si	No	No sé
Dejarán obsoletos algunos de los actuales puestos, disminuyendo la oferta de trabajo			
Aumentarán la oferta de trabajo			
Ayudarán a mejorar las condiciones laborales			
Exigirán diversas capacitaciones			
Tendrán un impacto realmente significativo en el empleo			

Comentario:

## 6- Percepción / opinión

- ¿Considera que en su empresa están capacitados para los próximos avances tecnológicos?

Sí     No     Sí, con capacitación constante

¿Por qué?: \_\_\_\_\_

- ¿Qué sentimientos le generan los recientes avances tecnológicos?

Entusiasmo                       Preocupación  
 Incertidumbre                     Indiferencia

Otros: \_\_\_\_\_

- ¿Qué factores considera que frenan las implementaciones de nuevas tecnologías en Mendoza?

Rta: \_\_\_\_\_

## Bibliografía

- Albrieu, R., & Rapetti, M. (2018). *¿Robots en las pampas? Futuros alternativos para el mercado de trabajo argentino en la Cuarta Revolución Industrial.*
- Allende, M. (2019). *Tecnologías cuánticas.*
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *El BID y la tecnología para mejorar el aprendizaje.*
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). *Compás Millennial: La generación Y en la era de la integración 4.0.*
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *El futuro de ltrabajo en América Latina y el Caribe.*
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2018). *Industri 4.0: Fabricando el futuro.* Buenos Aires.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Habilidades del siglo 21.*
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *La disrupción del talento.*
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *travesía 4.0: Hacia la transformación industrial Argentina.*
- Banco Interamericanop de Desarrollo. (2018). *Capital humano 2.0: El futuro del trabajo en las américas.* Lima.
- Barranco, R. (Junio de 2012). *ibm.com*. Recuperado el Marzo de 2019, de <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/index.html>
- Basco, A. (2017). *La tecno-integración de América Latina.*
- Benavente, J. (2017). *Políticas públicas para la creatividad y la innnovación.*
- Bonet, Á. (2018). *El tsunami tecnológico.* Deusto.
- Calderón, S., & Cubero, C. (2019). *Tendencias Globales de Capital Humano 2019.*
- Cavalli, O. (2016). *Industria 4.0: Perspectivas de América.*
- Deloitte Insights. (2018). *Revolución 4.0.*
- Deloitte Insights. (2019). *Tendencias tecnológicas 2019*].
- Endeavor Argentina. (Mayo de 2019). *endeavor.org.ar*. Recuperado el Julio de 2019, de <https://www.endeavor.org.ar/congreso-aprobo-la-ley-promueve-la-economia-del-conocimiento/>
- Gartner Research. (Agosto de 2019). *gartner.com*. Recuperado el Septiembre de 2019, de <https://www.gartner.com/en/documents/3956015/hype-cycle-for-emerging-technologies-2019>
- González, J. (2016). *El camino hacia la tecnología 5G.*
- iadb.org*. (s.f.). Recuperado el 2019, de <https://data.iadb.org>
- INDEC. (2019). *Origen provincial de las importaciones.*

Levy, C., Sissons, A., & Holloway, C. (2011). *A plan for growth in the knowledge economy*.  
Management Solutions. (2012). *La nube: oportunidades y retos para los integrantes de la cadena de valor*.  
McKinsey Digital . (2016). *Industry 4.0 after the initial hype*.  
Meta4. (2017). *¿Preparado para abordar la digitalización del talento de tu organización?*  
*ourworldindata.org*. (s.f.). Recuperado el Septiembre de 2019, de <https://ourworldindata.org>  
Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.  
World Bank group. (2017). *World development report 2017*.  
World Bank Group. (2019). *World development report 2019*.  
World Economic Forum. (2018). *The Future of*.