

Análisis comparado de la industria 4.0 en las organizaciones de países de América Latina y países desarrollados

Harrison Steven Vargas Hernández



Universidad Cooperativa de Colombia  
Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables  
Ibagué, Tolima  
2021

Análisis comparado de la industria 4.0 en las organizaciones de países de América Latina y  
países desarrollados

Harrison Steven Vargas Hernández

Proyecto presentado como requisito para optar al título de administrador de empresas

Director temático:  
Julián Ricardo Rodríguez

Director metodológico:  
Carlos Dussan Pulecio

Universidad cooperativa de Colombia  
Facultad de Ciencias Administrativas Económicas y Contables  
Ibagué, Tolima  
2021

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del director temático  
**Julián Ricardo Rodríguez**

---

Firma del director metodológico  
**Carlos Dussan Pulecio**

**Ibagué; Tolima, 29 de marzo de 2021**

## Tabla de contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Anteproyecto .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Antecedentes.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Planteamiento del problema .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3. Objetivo General.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.1. Objetivos específicos .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4. Justificación.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5. Metodología .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1. Estado del arte en la industria 4.0 en Colombia.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2. Estado del arte en la industria 4.0 en México.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3. Estado del arte en la industria 4.0 en Chile .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Estado del arte en la industria 4.0 en Brasil .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5. Estado del arte en la industria 4.0 en Alemania.....</b>	<b>33</b>
<b>2.6. Estado del arte en la industria 4.0 en China.....</b>	<b>39</b>
<b>2.7. Estado del arte en la industria 4.0 en Estados Unidos.....</b>	<b>44</b>
<b>2.8. Estado del arte en la industria 4.0 en Japón.....</b>	<b>50</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>56</b>
<b>3. Análisis Comparativo .....</b>	<b>56</b>
<b>3.1. Conclusiones .....</b>	<b>61</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>65</b>

## Resumen

La última revolución industrial nombrada industria 4.0 esta agrupada por un conjunto de tecnologías de inteligencias emergentes de información, comunicación. Esta última revolución industrial cada vez se hace más fuerte permitiendo oportunidades y beneficios en el proceso de producción de las empresas haciéndolas eficaces brindándoles oportunidades y ventajas. El objetivo de esta investigación es establecer el impacto que causan las tecnologías de la cuarta revolución industrial en países desarrollados y países en vías desarrollo de América Latina, Alemania, China, Estados Unidos, Japón, Colombia, México, Chile y Brasil, identificando estrategias adoptadas por los gobiernos, industrias manufactureras y organizaciones de estos países. En la metodología se utilizaron artículos la base de datos Scopus y algunos del buscador Google académico, acerca de la industrialización de diversos países. El resultado muestra portes de conocimientos básicos y fundamentales de tecnologías digitales de Industria 4.0, también brinda evidencias de la situación actual del desarrollo industrial de cada país, las problemáticas que se presentan. Las conclusiones reflejan que los países de América Latina se encuentran en un desarrollo lento de implementación de tecnología 4.0, no existen políticas públicas que promuevan el desarrollo industrial, también los costos para implementar esta industria son elevados, causando barreras en los procesos de fábricas, en la competitividad y el desarrollo sostenible. En Alemania, China, Estado Unidos y Japón se ve un liderazgo global, estos países se encuentran comprometidos con la implementación de tecnologías digitales de la cuarta revolución industrial.

**Palabras claves:** Industria 4.0, revolución industrial, competitividad, liderazgo, empresas, desarrollo, tecnología.

## **Abstract**

The last industrial revolution named Industry 4.0 is grouped by a set of emerging information and communication intelligence technologies. The latter industry is becoming more and more powerful, allowing opportunities and benefits in the production process of companies, doing them effectively by providing opportunities and advantages. The objective of this research is to establish the impact caused by the technologies of the fourth industrial revolution in developed and developing countries of Latin America, Germany, China, the United States, Japan, Colombia, Mexico, Chile and Brazil, identifying strategies included by governments, manufacturing industries and organizations in these countries. In the methodology, articles from the Scopus database and some from the academic google search engine were used, about the industrialization of various countries. This research provides basic and fundamental knowledge of digital technologies, also provides evidence of the current situation of industrial development in each country, the problems that arise and also the strategies they adopt to solve problems that may arise in industrialization. The conclusions reflect that Latin American countries are in a slow development of technology 4.0 implementation, there are no public policies that promote industrial development, also the costs to implement this industry are very high, causing barriers in factory processes, in competitiveness and sustainable development. In Germany, China, the United States and Japan, global leadership is seen, these countries are committed to the implementation of digital technologies of the fourth industrial revolution.

**Keywords:** Industry 4.0, industrial revolution, competitiveness, leadership, companies, development, technology.

## **Introducción**

Las tecnologías asociadas a la industria 4.0, han tomado un papel de liderazgo a nivel mundial, porque ser globalmente competitivo en el sector industrial depende no solo del mundo real sino también en el mundo digital. Es por esto que las técnicas predictivas utilizadas en mantenimiento y que actualmente emplean tecnologías como: internet de las cosas, aprendizaje automático, big data, cyber Sistemas físicos, Análisis de datos entre otros (Ramírez y López, 2020). El propósito de esta investigación es determinar la incidencia y los efectos que causa la cuarta revolución industrial en países en vías de desarrollo de América Latina como Colombia, México, Chile y Brasil. Además, en países desarrollados como Alemania, China, Estados Unidos y Japón; identificando y analizando las estrategias adoptadas por empresas y organizaciones gubernamentales.

Para recolectar la información de la industria 4.0 y cumplir los objetivos establecidos, se utilizó la base de datos Scopus y algunos artículos del buscador Google académico, se analizó el alcance de industrialización de cada país. Como resultados se evidencio la situación actual que enfrentan los países, organizaciones gubernamentales y empresas respecto a la implementación y adaptación de las tecnologías que hacen parte de la cuarta revolución industrial, también se conocieron las estrategias empleadas para llegar al nivel donde se encuentran hoy en día. Se demostraron las barreras y los grandes desafíos que enfrentan las empresas en los países latinoamericanos para poder adaptarse a la tendencia industrial de la actualidad.

En la evaluación se concluye que en Latinoamérica no existen políticas gubernamentales que promuevan el desarrollo empresarial e industrial, una de las barreras de no implementar las tecnologías 4.0 son los costos elevados. En los países desarrollados se evidencia que las manufactureras cuentan con las suficientes tecnologías para cumplir su proceso productivo,

beneficiándose en reducción de costos, aumento de productividad, reutilizando los recursos y mejorando la competitividad.



# CAPÍTULO I

## 1. Anteproyecto

### 1.1. Antecedentes

A medida que pasa el tiempo, las organizaciones deben reinventarse a sí mismas para ser efectivas en el mercado. Es esencial para cada empresa tener un flujo constante de nuevos negocios, que son los que proporcionarán las nuevas fuentes de ingresos (INNpuls Colombia 2018). La Industria 4.0 está incursionando en la cadena de suministro y una de las principales razones es que el sector industrial en general tiene la prioridad de acelerar sus procesos, operaciones y otros eslabones. Las secuelas de la cuarta evolución industrial han permitido a las empresas automatizar e impulsar la velocidad del proceso en general (Schuh, Potente, Varandani, Hausberg, Fränken. 2014).

El nuevo modelo se basa en un proceso que conecta tecnologías físicas y digitales en toda la cadena de valor con el objetivo de transformar la producción y la oferta de servicios. Este enfoque se centra en la fusión de diferentes tecnologías, como big data, realidad aumentada (virtual), fabricación aditiva (3D), computación en la nube, ciberseguridad, IoT y la integración y simulación de sistemas (Kagermann 2014; OCDE 2014). Varios estudios, incluido IBM, han analizado la gran cantidad de aplicaciones para big data; el estudio muestra cinco orientaciones preferidas para aplicar big data en organizaciones en las que el 49% prefiere aplicarlo para centrarse en el cliente, el 18% en optimización operativa, el 15% en gestión financiera y de riesgos, el 14% en el nuevo modelo de negocio y el 4% en colaboración empresarial (López, D. 2012).

La irrupción de las tecnologías 4.0 cambiará de manera significativa las cadenas de valor (Tirole, 2017), lo que permite el nacimiento de nuevos modelos de negocios y genera nuevas demandas sobre la mano de obra, ya sea por las nuevas destrezas requeridas como por el posible

aumento en la tasa de desocupación (Nedelkoska & Quintini, 2018). Por esta razón y en consecuencia, todavía existen muchos desafíos y oportunidades (por ejemplo, eficiencia de recursos, costos, organización del trabajo y sincronismo entre las TIC y las personas) para el desarrollo sostenible en la Industria 4.0 (Stock y Seliger, 2016; de Sousa Jabbour et al., 2018).

En general las empresas (especialmente las pymes de países emergentes) luchan por adaptarse a la Industria 4.0 con sus grandes cambios de mercado y entornos tecnológicamente turbulentos (Sahi et al., 2020). El Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania sostiene que en la Industria 4.0, como los equipos, máquinas y componentes individuales que pertenecen a esta cuarta revolución industrial, intercambian información continuamente, de modo que en el futuro muchos procesos serán controlados y coordinados en tiempo real a grandes distancias (Bundesministerium für Bildung und Forschung 2013, p.6).

Las tecnologías de la cuarta revolución industrial están transformando los modelos de negocio de las empresas manufactureras. Estas tecnologías pueden respaldar la flexibilidad, la eficiencia y la productividad de la producción a través de diversas tecnologías emergentes de comunicación, información e inteligencia (Ibarra et al., 2018; Rübmann et al., 2015).

La Industria 4.0 y la sostenibilidad<sup>1</sup> son tendencias tecnológicas y organizativas emergentes relativamente recientes que están influenciadas o influyen en la mejora de la productividad y la producción sostenible (Luthra y Mangla, 2018). Las tecnologías también traen muchos desafíos y limitaciones a la sociedad. Por ejemplo, reducción del empleo, problemas de seguridad de la información, datos pueden prevalecer la complejidad, los desechos electrónicos y la mala calidad (Rojko, 2017).

De acuerdo a la investigación realizada con artículos académicos relacionados a la industria 4.0 de la base Scopus de la Universidad Cooperativa de Colombia, se puede apreciar las ventajas

y oportunidades que brindan las tecnologías de la cuarta revolución industrial, son muy positivas en las organizaciones, estas permiten crecer de manera permanente y mejorar la competitividad en el mundo empresarial, también ayuda a mejorar la calidad de dichos productos y servicios, acompañada de sostenibilidad económica, ambiental y social.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Actualmente la implementación de la cuarta revolución industrial en países latinoamericanos es muy escasa comparada con países desarrollados y algunos ya se alistan para la quinta revolución industrial (Sang Jin, 2020). Muchas empresas e instituciones presentan cambios y retos extremadamente grandes en el momento de acogerse a esta industria llamada 4.0, pero ni siquiera los países en vías de desarrollo como Colombia, México, Chile y Brasil han podido salir de la segunda revolución industrial. Se debe tener en cuenta que muchas organizaciones no se atreven a reemplazar o cambiar sus tecnologías para beneficiarse a un corto plazo en la optimización de procesos productivos, seguridad de datos, flujos de datos eficientes, mejorar la competitividad organizacional, reducción de costos y tiempo (Gonzales, 2018).

Hoy en día, para un buen funcionamiento organizacional es necesario disponer de tecnología 4.0, las empresas deben reemplazar y actualizar sus tecnologías para no tener que cerrar ni reinventarse más adelante (Gatica y Ramos 2020). Se debe tener en cuenta que la industria 4.0 es una opción donde las empresas pueden destacarse de una mejor manera en los procesos productivos, cumpliendo sus metas y llegando a ser más competitivas. La principal barrera para la adopción de las tecnologías 4.0 es que los países en vías de desarrollo no cuentan con una infraestructura fuerte, las entidades gubernamentales no invierten sus recursos en la implementación de la industria 4.0 (Gatica y Ramos 2020). Mientras que las entidades gubernamentales y empresas grandes de los países desarrollados como Alemania, China, Estados

Unidos y Japón, cada vez le apuestan más a la implementación de las tecnologías de la cuarta revolución industrial (Tortella y Fettermann 2017).

Muchas empresas en los países de Latinoamérica han sido beneficiadas, pero también se debe destacar que otras se han visto amenazadas por no adoptar tecnologías de la industria 4.0 y han tenido la necesidad de implementar estos cambios tan robustos, acompañada de una buena formación educativa en la nueva era tecnología (Fuchs 2018). De acuerdo a lo anterior se plantea la formulación del problema *¿cuál es el impacto actual de la industria 4.0 en las organizaciones de países de América Latina de Colombia, México, Chile y Brasil, y en países desarrollados como Alemania, Estados Unidos, China y Japón?* De manera que, se pretende conocer situación actual de cada país y determinar las estrategias y soluciones que adoptan a partir de estas tecnologías industriales.

### **1.3. Objetivo General**

Analizar y comparar el impacto de la industria 4.0 en las organizaciones de países de América Latina como Colombia, México, Chile y Brasil, y en países desarrollados como Alemania, China, Estados Unidos y Japón.

#### **1.3.1. Objetivos específicos**

- Reunir datos teóricos relacionados a la industria 4.0 a nivel de América Latina y países desarrollados como Alemania, China, Estados Unidos y Japón.
- Analizar e identificar cómo los países de América Latina y países desarrollados han ido implementando las tecnologías de la cuarta revolución industrial.
- Comparar el desarrollo y la ejecución de la industria 4.0 entre los países de América Latina, tales como Colombia, México, Chile y Brasil; y países desarrollados como Alemania, Estados Unidos, China y Japón.

- Identificar y analizar las estrategias utilizadas para la implementación de la industria 4.0 en las organizaciones gubernamentales y empresariales de Colombia, México, Chile, Brasil, Alemania, China, Estados Unidos y Japón.
- Analizar y contextualizar los documentos obtenidos del progreso de la industria 4.0 en países de América Latina y países desarrollados.
- Realizar una comparación escrita mediante un documento presentado como trabajo de grado del desarrollo de la industria 4.0 en los países estudiados como Colombia, México, Chile, Brasil, Alemania, Estados Unidos, China y Japón.

#### **1.4. Justificación**

El siguiente trabajo se realiza con la finalidad de determinar y comprender la situación actual de la implementación de las tecnologías que hacen parte de la industria 4.0 en países desarrollados como Alemania, China, Estados Unidos y Japón; también en países en vías de desarrollo de América Latina como Brasil, Chile, Colombia y México. Analizando artículos de la base de datos de la universidad cooperativa Scopus, con el objetivo de dar a conocer a los lectores el nivel de implementación de cada uno de los países anteriores, las estrategias utilizadas para llegar a liderar la industria 4.0, la importancia que tienen estas tecnologías en las organizaciones empresariales y los beneficios que aportan en un mercado competitivo. Además establecer la importancia que representan estas tecnologías para los países investigados, en relación con el desarrollo socioeconómico, competitivo y social.

Las tecnologías 4.0 están evolucionando en torno a muchos países, incluso hoy en día hay países líderes en las capacidades digitales. La digitalización brinda grandes oportunidades a muchas organizaciones que la emplean, incluso estas tecnologías podrían causar una mayor competitividad tecnológica entre países líderes en digitalización (Sang Jin, 2020). Esto mejora la

competitividad de muchos emprendedores y empresarios que aún no han tomado la iniciativa de adaptarse a los cambios tecnológicos de esta cuarta revolución industrial.

## **1.5. Metodología**

La investigación se realiza bajo la modalidad Revisión de Literatura, modalidad aprobada por la institución mediante acuerdo superior. Para obtener los resultados fue necesario hacer uso de un enfoque cualitativo a 24 artículos científicos. El tipo de investigación es descriptivo, una vez, que en el proceso se extraen rasgos significativos de la industria 4.0.

El diseño es de tipo experimental utilizando la técnica Revisión Sistemática de Literatura RSL, técnica avalada por otros autores (Rodríguez y Dussan, 2018). La muestra la componen 24 documentos procesados, tres de cada país mediante una selección aleatoria por conveniencia, todo lo anterior en un corte de tiempo transversal.

## **CAPITULO II**

### **2. Marco teórico**

#### **2.1. Estado del arte en la industria 4.0 en Colombia**

Dueñas y Villegas. (2002) afirman que en Colombia existen pocas empresas que se están adaptando con la industria 4.0 para un buen desarrollo de los procesos productivos, pero debemos tener en cuenta que hay un gran número de pequeñas y medianas empresas en donde estas tecnologías no son aceptada.

La optimización de las operaciones del proceso es fundamental para maximizar la productividad de una empresa a lo largo con limitar el consumo en el proceso productivo, generando una disminución en los costos operativos e impactos ambientales, ya que uno de los problemas más importantes en muchos de los sectores industriales es la ineficiencia de la

producción y el tiempo de inactividad del proceso que representan una pérdida para empresas (Dueñas y Villegas, 2002, p.1).

El big data, las tecnologías analíticas e inteligencia artificial son de gran importancia en las empresas actuales y todo depende del potencial que tenga cada una, pero existen grandes roturas entre los estándares mundiales y el nivel de progreso del país colombiano, por lo que se requiere de muchos esfuerzos para su desarrollo, esfuerzos que se deben realizar para adaptar la tecnología 4.0 para el mundo empresarial en Colombia en su conjunto y no solo para una o la gran empresa. Dueñas y Villegas (2002) afirma “las políticas de promoción de las pequeñas y medianas las empresas deben centrarse en el tema de la digitalización de la economía, debido al impulso transformador que está teniendo en todos los procesos de producción y consumo” (p.2). Dueñas y Villegas. (2002) dice que esta observación manifiesta la magnitud de tecnología y roturas que posee Colombia respecto a la gestión e industria 4.0 y la situación en el que se encuentra hoy por hoy los sectores productivos del país, demostrando la importancia que tiene estas tecnologías en cuanto a la gestión del mantenimiento industrial en Colombia.

Dueñas y Villegas. (2002) realizaron este estudio bajo un modelo de la curva S, con apoyó en la observación de información recopilada y datos analizados por el gobierno nacional de Colombia con relación a la industria 4.0 o tecnología 4.0 en los diferentes grupos productivos a nivel nacional para evaluar el desarrollo de la tecnología teniendo en cuenta patentes en torno a las innovaciones tecnológicas en el país, este estudio arrojó resultados desde el punto de vista del mantenimiento industrial y en qué nivel de desarrollo se encuentran estas tecnologías.

Luego de distinguir la información clara de las tecnologías utilizadas en el mantenimiento industrial y todo lo relacionado con su administración, las más asociadas a la Industria 4.0 que se utilizan en el país en diferentes sectores productivos de Colombia.

Los sectores donde más se han utilizado las tecnologías 4.0 en la gestión de mantenimiento son el sector siderúrgico y metalúrgico, así como el sector de la automoción, la mayor parte las aplicaciones que han tenido estas tecnologías en cuanto a mantenimiento han sido para análisis predictivo respaldado por IA centrada en reducir los tiempos de inactividad de los sistemas y componentes mecánicos en la búsqueda para procesos más autónomos que apoyen las decisiones de las organizaciones. (Dueñas y Villegas, 2002, p.4).

Esto significa, que la tecnología 4.0 se está comenzando a incorporar. Así, el 50% de las tecnologías evaluadas en Colombia tienen un nivel superior en vacío tecnológico para su adaptación y en el 50% sobrante también tiene un vacío o una rotura del 50% en el tema de conocimiento (Dueñas y Villegas, 2002). Por último al incorporar tecnologías 4.0 en la cadena productiva aumenta la eficiencia en las organizaciones y permite el seguimiento de las variables operativas de las máquinas, realizando predicciones, diagnósticos y mantenimientos enfocados a la confiabilidad; lo que reduce costos en reparaciones y mantenimiento.

Los cambios extremos han impactado productividad de las industrias, estos cambios son llamados revoluciones industriales. Las ganancias en la implementación de estrategias de la cuarta revolución industrial se pueden ver en la planeación de la demanda, gerencia de inventarios y la limitación de tiempo de producción. Es cierto que Colombia es un país que se encuentra atrasado en el crecimiento de procedimientos y reglas que regulen el adelanto y aplicación de las tecnologías en las PYMES para sumar la producción, según el Informe nacional de competitividad, 2016 – 2017. Siendo la informalidad el factor asociado al decrecimiento competitivo, aun cuando el desarrollo económico colombiano se mantiene estable, los estados de la productividad laboral han permanecido paralizados por muchos años y exactamente la forma de ejemplo en el Informe nacional de competitividad, 2016 – 2017, (como se citó en Gonzales, 2018) “En el sector



agropecuario se requieren 10 trabajadores para producir lo mismo que un trabajador estadounidense” (p.22).

Cabe destacar que, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), son muy importantes en las organizaciones y además brindan muchos beneficios el tema de la competitividad y la productividad de la empresa. Teniendo en cuenta las pequeñas y medianas empresas que no cuentan con la tecnología suficiente y en dichas ocasiones tampoco le dan el uso adecuado a las tecnologías que poseen. Ahora se debe explorar la industria 4.0 y adquirir esos conocimientos que concedan a las PYMES de Bogotá, los instrumentos o herramientas para enfrentar los cambios que está provocando la revolución industrial. Gonzáles (2018) afirma:

“Los resultados obtenidos es principalmente el desconocimiento de las características de la denominada cuarta revolución industrial, aunque existen organizaciones que aplican herramientas principalmente en el marketing, ventas y servicio al cliente. Las herramientas más utilizadas por las PYMES son el cloud computing y la inteligencia artificial” (p.16).

Gonzáles (2018) El mayor problema es el desconocimiento de estas tecnologías y esto hace que el mundo empresarial colombiano no avance en cuanto al tema de la actualización de la tecnología 4.0 muchas empresas colombianas desconocen conceptos fundamentales relacionados a esta industria, los directivos no plantean las estrategias suficientes para dar solución a este problema. Teniendo en cuenta que las empresas no se pueden quedar desactualizadas en cuanto a la evolución tecnológica. Gonzáles (2018) recomienda que las PYMES deben hacer lo posible por cambiar o rediseñar esos planes de negocio haciendo que sean más efectivas en función de la implementación digital con la visión a las nuevas tendencias industriales y así poder dar un buen uso a la industria 4.0.

Hoy en día la comunicación es importante y prácticamente se realiza por medio de redes de internet, donde facilita conectar al sensor con el conector de red. Estas redes basadas en la internet han permitido un desarrollo de productos y servicios que ofrecen mayor innovación y calidad. Rodríguez, García y león (2018) aseguran:

La Industria 4.0 está incursionando en la cadena de suministro y una de las principales razones es que el sector industrial en general tiene la prioridad de acelerar sus procesos, operaciones y otros eslabones. Las secuelas de la cuarta evolución industrial han permitido a las empresas automatizar e impulsar la velocidad del proceso en general. Las empresas deben estar abiertas a los cambios y deben reestructurarse de forma rápida y precisa para satisfacer las necesidades de sus clientes (p.704).

Al ejercer la industria 4.0 en las cadenas de suministro puede darse una reducción de gastos y mayor eficiencia, estas cadenas de suministro cuentan con tecnología avanzada para gestionar la información y mejorar la planificación organizacional con el fin de controlar eficazmente el proceso para producir y dar un servicio o producto que agrade en el mercado.

Al implementar las tecnologías 4.0 en las cadenas de suministro, estas brindan ventajas competitivas en un mundo empresarial globalizado y actualizado. Rodríguez et al. (2018) dicen:

Para nadie es un secreto que los modelos actuales de negocio, producción y otro tipo tienden a desaparecer ya que no siempre está claro qué hay que reinventar o qué hay que modificar o actualizar en el modelo de trabajo que se viene utilizando desde hace tiempo. Los modelos que logren sobrevivir tendrán infinitos beneficios en el futuro en términos de costos, velocidad, desempeño y otros factores vitales a lo largo de la cadena de suministro (p.706).

El plan estratégico del Ministerio de TIC llamado “Vive Digital” busca hacer masivo o multitudinario el desarrollo tecnológico por medio del internet.

Según el ecosistema digital (como se citó en Rodríguez et al., 2018) el aumento de las TIC en el país ha sido lento y la globalización obliga a las empresas colombianas a competir con el resto del mundo, por lo que hay que acelerar el proceso. Para lograrlo, los sectores público, privado y académico deben enfatizar sus esfuerzos para avanzar hacia la Industria 4.0 en Colombia (p.709).

Rodríguez et al. (s.f.) Colombia es un país que apenas le está apostando a la industria 4.0, lo que es la ciudad de Bogotá y Medellín, el progreso de la industria tecnológica es más visible y notable. Es fundamental destacar que Colombia es un país que no aprovecha al máximo la nueva era de la tecnología llamada industria 4,0 y al no aprovecharla no se ve favorecido en ningún aspecto.

Este es un problema común en el país y las empresas no quieren revolucionar ni diversificarse hacia nuevas herramientas digitales. En Colombia ya existen una serie de empresas que han enfocado sus esfuerzos en la implementación de la Industria 4.0, sectores como minería, petróleo, plantas de tratamiento de agua y manufactura, han descubierto los beneficios de la correcta implementación de la Industria 4.0 (Rodríguez et al., 2018, p.708).

Es una realidad que las empresas deben hacer frente a enormes desafíos al momento de incursionar la industria 4.0, estas no cuentan con los conocimientos y recursos necesarios.

## **2.2. Estado del arte en la industria 4.0 en México**

Casalet y Stezano. (2020) El objetivo de este artículo es determinar la circunstancia actual en México para implementar las actualizaciones de la digitalización en la parte productiva, llamado industria 4.0.

CEPAL (como se citó en Casalet y Stezano, 2020) El avance de Internet de las cosas y los servicios ha aumentado la conectividad entre las personas y las máquinas, lo que ha generado un mayor conocimiento sobre el medio ambiente y la posibilidad de nuevos cursos de acción en

múltiples contextos. Esta migración hacia una economía más compleja basada en el uso intensivo de información digital junto con tecnologías de automatización e inteligencia artificial es la nueva convergencia tecnológica, destinada a revolucionar los procesos productivos dando lugar a la Industria 4.0 (p.1).

Kagermann, OECD (como se citó en Casalet y Stezano, 2020) El nuevo modelo se basa en un proceso que conecta tecnologías físicas y digitales en toda la cadena de valor con el objetivo de transformar la producción y la oferta de servicios. Este enfoque se centra en la fusión de diferentes tecnologías, como big data, realidad aumentada (virtual), fabricación aditiva (3D), computación en la nube, ciberseguridad, IoT e integración y simulación de sistemas (p.3).

Casalet y Stezano. (2020) México es un país que le da poca importancia al uso de las tecnologías digitales 4.0, esto significa que las empresas tienen una baja contribución productiva de estas tecnologías, por lo tanto se debe tener en cuenta que hoy en día es fundamental una infraestructura tecnológica en todas las organizaciones, para optimizar la gestión de la misma y también el conocimiento previo en el desarrollo digital en la parte empresarial donde perdura una amplia debilidad de educación particular e implementación de esta revolución industrial llamada industria 4.0, un punto clave que se tiene en cuenta y es necesario resaltar, es lo siguiente:

Los ingenieros mexicanos no están desarrollando nuevas interfaces o aplicaciones digitales: están realizando actividades concretas dentro del proceso productivo en áreas como la mecánica, la electrónica y la química (Casalet y Stezano, 2020, p.9).

Casalet y Stezano. (2020) describieron que la infraestructura es la principal causa para establecer la desigualdad en el manejo del internet:

El desarrollo de la producción y la innovación en México aún carece de una infraestructura sólida para brindar servicios esenciales I4.0, como computación en la nube y big data, para

asegurar el acceso a la información y el procesamiento de datos. Muchas empresas han avanzado en el dominio de aplicaciones digitales con fines de virtualización y modelado y, en menor medida, big data y cloud computing (p.11).

Casalet y Stezano. (2020) concluyeron teniendo en cuenta la problemática que se presentan hoy en día con respecto al avance de digitalización en el país de México y según el estudio que realizaron que:

México vive un proceso que, de manera estilizada, se caracteriza por una lenta transición productiva de las empresas nacionales en relación a la aplicación de las nuevas tecnologías digitalizadas. Lo anterior ocurre en un entorno empresarial caracterizado por la falta de formación especializada en competencias relacionadas con las nuevas tecnologías digitales y una débil articulación técnica e integración entre empresas y proveedores (p.11).

Actualmente, el proceso coyuntural asociado al inicio de un nuevo período de gobierno dificulta la realización de aproximaciones más precisas, en cuanto al tipo de políticas públicas y programas para promover tecnologías específicas que habiliten los procesos AM, I4.0 e internet industrial en México (Casalet y Stezano, 2020, p.12).

Valdez et al. (2019) El interés y el significado que se le dan a los datos en las organizaciones es cada vez más amplio por la cantidad que se pueden llegar a manejar. Al hablar de la industria 4.0 hacemos relación a la importancia que tiene esta por su totalidad de tecnologías distintas con el fin de una conexión y una digitalización en las empresas. Las tecnologías relacionadas a la industria 4.0 que pueden ayudar a las organizaciones a utilizar y gestionar grandes volúmenes de datos para respaldar la toma de decisiones son las siguientes:

Tecnologías como internet de las cosas, computación en la nube, big data, inteligencia artificial e impresión 3D, entre otras; destacando la importancia de la fabricación de productos

personalizados e inteligentes. El análisis de datos, el intercambio de información y la toma de decisiones en tiempo real tienen un impacto positivo en la eficiencia de toda la cadena de valor. Estas tecnologías pueden ayudar a las empresas a reducir costos, así como otros factores vinculados a la competitividad, como la infraestructura, la logística y el sistema de conectividad digital, el costo de la energía y el talento de las personas (Valdez et al., 2019, p.285).

La digitalización es muy importante en todas las organizaciones eso sí, unas más que otras, estas reciben beneficios al momento de implementarla. Valdez et al. (2019) describen:

La digitalización de la economía permite a las empresas tener más información sobre sus clientes, al mismo tiempo que la entrada de nuevos competidores; por lo tanto, enfrentan el desafío de aumentar y escalar la competencia y de tomar decisiones sobre una gran cantidad de datos que a veces no tienen la capacidad de interpretar (p. 285).

Ahora las empresas se están transformando en modelos digitales, los productos mejoran con esta revolución, los clientes están cambiando sus expectativas, una recomendación es plantear un diseño de arquitectura para la implementación del big data, teniendo en cuenta las necesidades de la organización, según los resultados obtenidos en la investigación que realizaron. Valdez et al. (2019) afirman lo siguiente:

Los resultados obtenidos han demostrado que desarrollar e implementar una estrategia basada en big data implica varias actividades de software, hardware y formación; mencionando como principales: Enfatizar la verdadera necesidad de tener un procesamiento de big data en la empresa o utilizar soluciones con técnicas de inteligencia empresarial y bases de datos relacionales. En este proyecto se ha diseñado una estrategia de tecnología de big data para apoyar el análisis de datos en las medianas empresas, en procesos de inventarios de materias primas para producir diversos bienes para la industria automotriz del norte de México (p.289).

Valdez et al. (2019) Para implementar el big data en las organizaciones se requiere de un análisis de arquitectura de tecnología, de los procesos que se desean analizar, montaje y conformación de sistemas, pero al desarrollar una estrategia en una mediana empresa sobre el big data es un proceso difícil para las áreas involucradas, estas podrían tener consecuencias a corto plazo. Las organizaciones que tienen más necesidad de implementar la estrategia del big data son las que tienen cantidad de datos, variedad y velocidad de datos internos y externos, esta estrategia sería muy buena implementarla en organizaciones que en realidad quieran gestionar sus datos de manera adecuada.

Sivarajah et al (como se citó en Valdez et al, 2019) han analizado el impacto de la tecnología de big data, definida como la nueva materia prima del siglo XXI; El procesamiento y la gestión de datos adecuados podrían exponer nuevos conocimientos y facilitar la respuesta a las oportunidades y desafíos emergentes de manera oportuna. Las tecnologías de bases de datos y almacenamiento de datos se están volviendo inadecuadas para administrar la cantidad de datos que está generando el mundo (p.286).

Angelini y Atzori (como se citó en Contreras et al, 2019) piensan que el internet de las cosas es una red de dispositivos físicos, vehículos, electrodomésticos y otros dispositivos con electrónica, software, sensores, actuadores y conectividad integrados que permiten que estos objetos se conecten e intercambien datos (p.104).

La manufactura inteligente se enfoca en aprovechar las tecnologías de información avanzadas e incluso el análisis inteligente de datos y manufactura a través de Internet de las cosas para permitir flexibilidad en los procesos físicos para abordar un mercado dinámico en cada sociedad y desde una perspectiva global (Contreras et al., 2019, p.103).

Contreras et al., (2019) señalan que la tecnología 4.0 hoy en día es factible por la potencia del procesamiento informático, el internet de las cosas crea un alto nivel de información y al momento implementar la industria 4.0 genera el beneficio de tomar decisiones afectivas y eficientes, inclusive aún existen valiosos retos como la valoración, el proceso de la transferencia de información, porque aún hay organización que no implementan, ni se adaptan a esta nueva revolución industrial.

Contreras et al., (2019) advierten que, cuando se habla de manufactura, se hace relación a una transformación inteligente, siendo un conjunto que aplica procedimientos de inteligencia artificial y de tecnología para un enorme cambio de un producto o una mejor producción. Por esta razón al poner en práctica la implementación de la inteligencia artificial y patrones de manufactura inteligente, se podría edificar un plan o un sistema inteligente para una buena toma de decisiones en la Industria Nacional de Autopartes en México.

La industria 4.0 está apoyada por tecnología que actualmente es factible a favor de los procesos informáticos, Industry Forum 4.0 (como se citó en Contreras et al, 2019) describen que:

En México también se está considerando la importancia de Industria 4.0 como alternativa para incrementar la competitividad. Sin embargo, México se queda rezagado en esta área porque destina alrededor de 0.6% del PIB mientras que el promedio de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es 2.4% (p.112).

Al introducir la Industria 4.0 a la fabricación, las máquinas reemplazan al hombre y ponen en riesgo el trabajo de las personas, se observa que es todo lo contrario. Cuando las máquinas se convierten en entidades inteligentes, las líneas de producción se enriquecen y humanizan. Las tareas simples tienden a desaparecer, transformando a los trabajadores en coordinadores,



poniéndolos en acción donde se requiere ayuda, de manera flexible y oportuna, mejorando la conciliación de la vida laboral y personal del trabajador (Contreras et al., 2019, p112).

La tecnología e instrúa 4.0 apoya y protege la sostenibilidad de las organizaciones y por consiguiente al medio ambiente.

Por ejemplo, al encontrar formas de lidiar con las limitaciones energéticas, de recursos y ambientales, la Industria 4.0 puede encontrar soluciones a estos desafíos. La producción puede reducir el consumo de energía y ayuda a la sostenibilidad del negocio. Inclusive, la forma de trabajar, la habilitación del trabajo remoto, los sensores y actuadores, pueden permitir la reducción del traslado de personas y esto ayuda a reducir la emisión de contaminantes por el transporte. Inclusive, la forma de trabajar, la habilitación del trabajo a distancia, los sensores y actuadores, pueden permitir la reducción del traslado de personas y esto ayuda a reducir la emisión de contaminantes por el transporte (Contreras, et al, 2019, p.112).

### **2.3. Estado del arte en la industria 4.0 en Chile**

Gatica y Ramos. (2020) de esta manera los autores observan las políticas públicas y las redes para el crecimiento de las tecnologías 4.0 en Chile, realizando un estudio de desarrollo tecnológico para analizar el nivel de implementación de las nuevas tecnologías. El gobierno chileno debe hacerse cargo o asumir la responsabilidad de crear nuevos negocios que se centren en la implementación de la cuarta revolución industrial. Causando y brindando más oportunidades a pequeñas y mediana empresas que existen en la actualidad con el complemento de un nivel alto en educación industrial 4.0 para la búsqueda de unas oportunidades empresariales y tecnológicas, con el fin que el país se vea interesado en transformación de la nueva era digital.

Calderón y Castells (como se citó en Gatica y Ramos, 2020) plantean que, para el caso chileno, existe todavía una mentalidad neoliberal que impregna el Ministerio de Economía, lo que

deja a la modernización tecnológica en manos del mercado y, por tanto, resulta ineficaz según el sector y socialmente desigual desde el punto de vista territorial (p.5).

Gatica y Ramos. (2020) Hoy en día Chile es uno de los tantos países que no cuentan con un nivel de desarrollo amplio, no hay oportunidades ni siquiera para la implementación de la industria 4.0 es decir, Chile no cuenta con el capital suficiente para asumir aquellas barreras, retos y problemáticas que se podrían presentar en el momento que decida transformar y actualizar sus tecnologías antiguas con las actuales. Hasta el momento se tiene entendido que Chile apenas está optando por implementar una que otra tecnología de la cuarta revolución, pero aún no se han visto cambios ni resultados positivos, se requiere de más compromiso y un periodo de tiempo más estimado.

Se comprueba que solo el 10.4% de los proyectos FONDEF-IDEA 2012-2017 se vincula con las tecnologías 4.0, lo que evidencia la ausencia de una política pública que estimule decididamente el desarrollo estratégico de este sector. Se descubre también que estas iniciativas públicas están fuertemente concentradas en la capital nacional, por lo que las instituciones regionales son las más desfavorecidas en la adjudicación de estos proyectos. Se constata una fuerte inversión de sensores para la minería, siendo este sector económico el que explica 55% del total de exportaciones chilenas (Gatica y Ramos, 2020, pp.2-3).

Gatica y Ramos (2020) Estos resultados son mediante el estudio realizado a los proyectos FONDEF-IDEA de la comisión nacional de ciencia y tecnología, con un total de 530 proyectos del 2012 y 2017 con el fin de conocer aquellos proyectos que se encuentran vinculados con tecnología de la industria 4.0. El estado de Chile debería de dar importancia e implementar estrategias de desarrollo tecnológico, dando la oportunidad a la cuarta revolución industrial de

transformar su competitividad interna y externa, también acordando la brecha con países que hoy en día son líderes en la ejecución de estas tecnologías.

Gatica y Ramos. (2020) Es importante que las tecnologías 4.0 se implementen en Chile, pero se debe contar con estrategias públicas y privadas que promuevan oportunidades a las empresas chilenas, también políticas para generar competitividad en este país latinoamericano y nuevas ideas empresariales, para fomentar en el desarrollo del empleo.

Chile no presenta una estrategia focalizada para desarrollar las tecnologías 4.0, centrándose hasta ahora en los aspectos vinculados al monitoreo y conversión del dato-información para el sector minero. Lo anterior genera brechas a ser cubiertas por una política pública más activa, que actúe con un criterio descentralizado, en el contexto incierto de una dispersión creadora (Gatica y Ramos, 2020, p.8).

La cuarta revolución industrial ya ha sido implementada en varios países desarrollados y pocos países de Latinoamérica. Orellana (2020) afirma:

Atrasar la incorporación a los procesos de la 4ª revolución Industrial creará pobreza y limitaciones de las posibilidades de crecimiento y desarrollo equitativo tanto de los países que no participan como de las empresas. Las barreras tecnológicas, la falta de profesionales con una nueva orientación de sus profesiones, la falta de nuevas carreras propuestas por las instituciones superiores de educación y la carencia de impulsos y señales entregadas por los gobiernos buscando la adaptación de las instituciones y organismos para desenvolverse en la 4ª Revolución Industrial son las bases del problema de nuestros países latinoamericanos (p5).

Orellana. (2020) dice que, de las causas importantes hay que resaltar que la cuarta revolución está promoviendo actualizaciones y cambios innovativos, que están transformando la situación existente. La tecnología 4.0 ha ocasionado una enorme impresión al implementarla a nivel

organizacional, agrupaciones con intereses o fines, en la evolución y progresos de países, pero sin embargo muchos estados no responden a esta cuarta revolución industrial y tampoco captan las barreras que puede ocasionar en los países latinoamericanos con los países que sin la ponen en funcionamiento.

La 4ª Revolución Industrial ha propiciado la Industria 4.0, Gobiernos 4.0, Universidades 4.0, Sistemas de Salud 4.0 y porque no una Sociedad 4.0 y es de tal relevancia ya que afecta a toda la sociedad de uno o varios países, a los sectores económicos, a la inmediata y futura gobernanza de empresas, gobiernos, universidades, centros de investigación e innovación de todas las áreas conocidas, generando un cambio estructural impensado en las diferentes sociedades (Orellana, 2020, p.4).

Orellana. (2020) afirma que, las organizaciones que actualmente no responden a la cuarta revolución industrial, la conservación de profesionales y la contratación adecuada, se unirán con las nuevas tecnologías implementadas, la mejora de destrezas, habilidades y conocimientos, transformando el proceso aún más difícil. Pero, puede llegar el sin regreso, dejando fuera a organizaciones e instituciones que tendrán que terminar actividad comercial, unirse o renacer.

Es relevante destacar que las tecnologías que surgen y soporten la 4ªRI contribuyen a la efectiva gestión de los gobiernos, reduciendo costos y mejorando los servicios. Por otro lado, el internet industrial también relaciona el mundo digital con el de las máquinas inteligentes, combina el sistema industrial con el avance de los sistemas de información y de computación, facilitando así la recolección, selección y análisis de grandes volúmenes de datos a través de procesos tecnológicos especializadas (Orellana, 2020, p.7).

Las ventajas de la industria 4.0 se manifiestan siempre y cuando la sociedad, las organizaciones, instituciones y el estado tengan el acceso y la empleen fuertemente para que

responda a las necesidades de las personas, pero deben aprovechar las herramientas, la infraestructura y elemento porque siendo lo contrario. Orellana (2020) afirma:

LA 4ª Revolución Industrial afecta transversalmente a empresas, organizaciones, personas, sociedades e instituciones, tanto públicas como privadas. Pero, para que estas puedan integrarse a la revolución tecnológica requieren profesionales adecuados y alineados. Por ello, las universidades e instituciones de educación superior, mediante las actividades de vinculación con el medio, deberían recoger las experiencias exteriores y recabar las necesidades y requerimientos de las organizaciones del país para reconvertir, a la mayor brevedad, su oferta profesional (p20).

El cambio de las organizaciones del siglo XXI sin duda es por la incorporación y el progreso tecnológico de la información en los diferentes procesos organizacionales. Poveda, Flores y Sánchez (2020) aseguran:

La digitalización es un término que se asocia a la habilidad de convertir productos o servicios existentes en una variante digital, y así poder ofrecer beneficios sobre productos tangibles. Las organizaciones se convierten cada vez más en una entidad digital y requieren de datos extraídos de varias fuentes de información del entorno empresarial para su procesamiento y su debida gestión. Para ello, es necesario la capacitación del personal como el empoderamiento a través de distintas herramientas digitales, digitalización del lugar de trabajo y un fomento continuo de la cultura digital para poder dirigir la transformación (p2).

Poveda, et al. (2020). tienen como principal objetivo valorar el grado de equilibrio digital en las organizaciones que pertenecen al clúster minero de una región de Chile, evaluando algunos elementos de la cuarta revolución industrial, siendo el internet de las cosas, el big data, el cloud, la inteligencia artificial, la robótica y la sistematización. Las organizaciones presentan desafíos por muchas razones y para beneficio de estos desafíos, requieren ampliar esos conocimientos digitales

para resolver de una manera efectiva su cadena de valor. La competitividad incita a las organizaciones a perfeccionar su rendimiento por medio de la implementación de tecnologías.

El estudio muestra que el nivel promedio de madurez de digitalización es un nivel iniciado, esto es algo que se estableció en las hipótesis planteadas y fue soportado con los datos obtenidos. En parte este resultado podría estar influenciado por el hecho que el desarrollo de las innovaciones y tendencias de la digitalización ha tomado más tiempo que se implemente como nuevo estándar en Chile. El nivel de competitividad de las PYME es bajo y existen grupos económicos que operan en mercados que están ya cautivos y donde no hay necesidad de innovar. También, las PYMEs de la región de Antofagasta se mueven en un nivel de presupuesto limitado en comparación a las empresas grandes, por lo que es menos probable que inviertan en nuevas tecnologías de información. Para una PYME con 10 trabajadores resulta poco factible invertir en un sistema de información ERP del nivel de SAP pero tampoco hay una oferta de soluciones de tecnologías de información atractivas para las PYMEs de la región (Poveda, et al., 2020, p9).

Poveda, et al. (2020). evidencian que algunas empresas mineras no tienen página web, otras están en desarrollo, otras que no se actualizan y que se utilizan usualmente, mientras pocas empresas la utilizan como el primordial canal organizacional. Existen empresas que no cuentan con una regulación implantada de seguridad de tecnología de información, cierta totalidad se encuentran en nivel 1. El estudio también plantea que el conjunto de empresas mineras tiene un grado de implementación digital menor al grado medio, pero tiene una conexión positiva con el total de trabajadores que poseen.

La industria minera y sus proveedores deberán comenzar el camino de la digitalización utilizando las tecnologías que hoy están disponibles como los servicios en la nube, el internet de las cosas, los sistemas integrados, plataformas de e-procurement, etc. Además, deben generar sus

propios modelos de negocio. Claramente los desafíos futuros también incluirán problemas de gobernanza y seguridad vinculados con las nuevas arquitecturas, incluidos los desafíos en el manejo de Big Data. Para cumplir estas metas se requiere de las instituciones de apoyo productivo a nivel gubernamental que diseñen programas de financiamiento y subvención del uso e implantación de TI en la empresa para incorporarse a la industria 4.0 (Poveda, et al., 2020, p10).

#### **2.4. Estado del arte en la industria 4.0 en Brasil**

Bogoviz, Osipov, Chistyakova y Borisov (2019) realizan un análisis comparativo de acuerdo a la formación de la industria 4.0 en países desarrollados y en vías de desarrollo, con el objetivo de establecer características de la formación. Para asegurar si los países desarrollados y en vías desarrollo emplean usos similares en la compatibilidad de los datos, empleando el procedimiento de análisis de problemas y sistémico. Los países tienen diferente desarrollo económico y social como Brasil, China, India y República Sudafricana, con base a la hipótesis que arroja el estudio se analiza que la formación de la revolución industrial llamada industria 4.0 en países en vías de desarrollo tienen sus particularidades, se dedican a la actualización de tecnologías para vencer el déficit de tecnologías industriales, por otra parte la situación es diferente a los países desarrollados, la tecnología es completamente nueva con el fin de liderar el sistema económico global.

El uso de estrategias relacionadas a la industria 4.0 es beneficiosas para las organizaciones, Bogoviz et al. (2009) afirman en el artículo que las empresas que más utilizan estrategias de implementación en de la industria 4.0 son empresas industriales de la RAE, estas consideran la computación en la nube, la impresión 3D, la automatización, el internet de las cosas (IoT) y los algoritmos para el desarrollo comercial. Los países en vías de desarrollo enfrentan grandes desafíos colectivos, no cuentan con políticas estatales de implementación y formación de la industria 4.0,

ni siquiera una alusión en planes oficiales del gobierno, carecen de apoyo del estado en cuanto a la implementación y formación de esta industria.

Según el CNI 2017 (como se citó en Bogoviz et al., 2019) En Brasil, no existen documentos normativos y legales oficiales relacionados con los temas de formación de la Industria 4.0, y el interés por este concepto solo lo muestran las empresas privadas y los organismos de investigación. El informe de una de estas organizaciones, el Centro Nacional de Inteligencia (C-NI) proporciona resultados de encuestas estadísticas y sociológicas, según las cuales el 48% de las empresas brasileñas utilizan al menos una tecnología digital en sus actividades y más del 50% de las empresas brasileñas están interesadas en el uso de las ventajas de la industria 4.0 para la modernización y apoyo a la competitividad global de su negocio (p158).

Bogoviz et al. (2019) dicen que los empresarios de Brasil no tienen la disposición de emplear tecnologías 4.0 y gastar en desarrollo científico, este país se encuentra en un nivel bajo de formación respecto a las tecnologías de la industria 4.0, lo que significa que no ha iniciado y posiblemente lo haga en el transcurso del tiempo. El nivel de digitalización en países desarrollados es más alto que en países en desarrollo a modo de ejemplo siendo china el más ponderado con el 65% y la india con la menor ponderación correspondiente al 22%, los autores describen algo importante de acuerdo a la formación de la industria 4.0 y es lo siguiente:

Bogoviz et al. (2019) Describen los países en vías desarrollo como desafiadores de las problemáticas institucionales, como la falta de estrategias estatales y financieras; con bastantes intereses sociales y centrada en el aumento de productividad de las empresas y los países desarrollados en relación con la formación de la industria 4.0 se inició con el fin de obtener beneficios sociales y de comercialización, centrada también en la producción a gran escala. En todas las regiones de países desarrollados se menciona la cuarta revolución industrial y hacen uso



de ella, mientras que en países en vías de desarrollo se consideran estrategias de crecimiento de manera individual. El poder de la industria 4.0 va de la mano con el desarrollo de los países desarrollados y en los países en desarrollo depende de la educación y el conocimiento que tienen los entes gubernamentales y empresarios.

Tadeu, Lucato, Facchini y Mummolo (2019) plantean que la cuarta revolución industrial ha tenido un impacto positivo en empresas, siendo un grupo diverso de tecnologías digitales y físicas, que prometen ventajas y cambios en un periodo determinado a las organizaciones, por este motivo analizan a una multinacional que ejecuta hace más de 50 años en el mercado y que se dedica la fabricación de motores en el estado de Sao Paulo, Brasil. Esta les comercializa a los inventores de buses y camiones, la evaluación se realiza con el objetivo de estimar el nivel de acondicionamiento que tiene la empresa manufacturera para aprobar la implementación de la industria 4.0 y que tan cerca están de alcanzar su propósito.

Tadeu et al. (2019) presentan el análisis del caso a las tecnologías más sobresalientes en las organizaciones como la tecnología 3D, sistemas ciberfísicos, realidad aumentada, la computación en la nube, el internet de las cosas (IoT), el big data, la robotización autónoma e inteligencia artificial. Se puede decir que las condiciones más importantes para las tecnologías anteriores, mantener datos completos, actualizados y organizados, una red de comunicación para la circulación de los datos, contar con personal especializado en manejo de datos y en el caso de los sistemas digitales debe contar con una infraestructura para su buen funcionamiento, la evaluación se identificara de acuerdo al estado de cada tecnología y a cada afirmación como el requisito no está presente, el requisito está presente e implementado, el requisito está completamente implementado.

Según el análisis de los datos recolectados y el análisis de los resultados, en las tablas que presenta el artículo se dan a conocer algunas conclusiones de las tecnologías. Tadeu et al. (2019) cuenta:

En primer lugar, el grado de preparación de esta empresa de fabricación de motores diésel es de 0,7569 o 75,7%. Esto significa que la empresa cuenta con el 75,7% de las tecnologías necesarias para soportar una implementación adecuada de I 4.0. Este sería el grado de madurez. Se trata de evaluar cuántos o muchos de los prerequisites de cada una de las tecnologías habilitadoras de I 4.0 están presentes en la empresa (grado de preparación). Por lo tanto, el 75% calculado aquí representa que el 75% de todos los prerequisites de I 4.0 se están cumpliendo actualmente. Esto posiciona a esta empresa en una etapa avanzada de madurez para implementar I 4.0. De hecho, esta empresa ya está empleando algunas iniciativas iniciales de I 4.0 y adoptando algunas prácticas, aunque de forma preliminar y no integrada, nivel de madurez muy bajo (p5).

Tadeu et al. (2019) indican que la tecnología que exige más trabajo para que se apruebe como una tecnología conveniente es la de robotización colaborativa y por otra parte la tecnología en la que la empresa fabricante de motores diésel mejor situada para sostener la industria 4.0 es en la tecnología 3D. Es evidente que a la empresa le faltan requisitos previos para llegar a un 100% de preparación, la dirección podría distinguir los requisitos que faltan y para dar alguna solución, podría establecer planes para aumentar el nivel de preparación en cuanto a la robotización colaborativa que es la que más requiere esfuerzos.

Tadeu et al. (2019) recomiendan a la empresa herramientas para determinar planes y tomar decisiones para situarla de una mejor manera respecto a las tecnologías de la industria 4.0, este análisis ofrece un patrón innovador para estimar el nivel de preparación de manufactureras en la ejecución y puesta en marcha de la industria 4.0 que no ha sido analizada anteriormente con

restricciones, el modelo solo se basa en las ocho tecnologías más sobresalientes, afirman que estas tecnologías nunca van a tener la misma impresión que ha tenido la cuarta revolución industrial.

Tortorella y Fettermann. (2017) describen que las tecnologías 4.0 son una ventaja para las empresas manufactureras, esta le brinda al proceso productivo la capacidad de efectuar o ejecutar dichas funciones y una mayor calidad a los productos. La inquietud es saber de qué manera las tecnologías de la industria 4.0 se incorporan en el sistema productivo y que tipo de proceso puede resistir cada una. El objetivo de los autores es analizar la relación entre las habilidades de la producción y la implementación de estas tecnologías en 110 empresas manufactureras del estado de Brasil.

Tortorella y Fettermann. (2017) dicen que producción manufacturera es favorable, esta consta de buena tecnología y genera un gran impacto en la industria 4.0 con la ventaja de superar barreras y desafíos en empresas manufactureras de economías emergentes brasileñas, incluso la producción lean podría llegar a ser un requisito obligatorio como tecnología digital en el proceso de producción empresarial. La importancia de la industria 4.0 se basa en tecnologías habilitadoras y digitales que han sido desarrolladas antes del 2012 en tal sentido muchas organizaciones implementaron estas tecnologías antes que fueran catalogadas tecnologías de la cuarta revolución industrial.

Secretaría de Economía de México (como se citó en Tortorella y Fettermann, 2017) en concreto, en el contexto de economías en desarrollo, como Brasil, la Confederación Nacional de la Industria 2016 ha realizado una encuesta para identificar los desafíos existentes para la implementación de tecnologías de Industria 4.0. Los altos costos de implementación se señalaron como la principal barrera interna para avanzar en la Industria 4.0, mientras que la falta de trabajadores calificados se señaló como el mayor desafío entre los factores externos. En total, se

identificaron 10 tecnologías digitales agrupadas en 3 áreas de aplicación diferentes. Los resultados también indicaron que una característica de la digitalización en la industria brasileña es el enfoque en los procesos, es decir, en una mayor eficiencia y productividad. Estos hallazgos corroboran el estudio realizado en México, responsable de producir el 80% de las exportaciones de alta tecnología de América Latina (p.3).

Tortorella y Fettermann. (2017) dan a entender que los resultados arrojados por la evaluación, las empresas que implementan la producción lean y tecnologías de la industria 4.0, afirma que no han visto cambios notorios y que no se han sentido beneficiados en absolutamente nada, esto significa que las empresas manufactureras de Brasil no están dando el uso adecuado y por este motivo hay beneficios reducidos acorde al uso de la industria 4.0, para que las empresas vean los resultados que quieren obtener, deben de analizar sus estrategias, adquirir la tecnología exacta y suficiente para cumplir con el enfoque y la meta deseada. La industria que puede proteger y avalar a la producción lean, es la 4.0, lo que permite que las empresas brasileñas implementen la producción lean para mejorar su proceso productivo mientras toman la decisión de implementar las tecnologías de la cuarta revolución industrial.

Tortorella y Fettermann. (2017) Aseguran que las empresas que tienen el nivel más alto de rendimiento son las emergentes, se han dedicado a implementar la producción lean de manera fuerte obteniendo la mayor oportunidad de implementar la industria 4.0, lo que significa un resultado bueno entre las dos variables para que las empresas sean más competitivas y que cumplan con su calidad y valor agregado en cada producto. Esto significa que el tamaño de la empresa no importa, tanto pequeñas, medianas y grandes empresas pueden tener el acceso a la producción lean e industria 4.0. Las empresas grandes tienen la oportunidad de implementar la producción lean de

la menara más intensiva, pero si se agregara la cuarta revolución industrial el resultado del estudio no sería igual.

## **2.5. Estado del arte en la industria 4.0 en Alemania**

Pereshybkina, Conde y Kalyesubula. (2017) En Alemania surgió la estrategia de la creación de tecnologías que hacen parte de la cuarta revolución industrial también llamada industria 4.0, con el fin de ser un país líder y competitivo a nivel mundial en las industrias manufactureras, vinculando la conectividad en el mundo físico y digital. La industria 4.0 aumenta el rendimiento de las empresas, disminuye costos y gastos, también mejora la eficiencia de los recursos teniendo en cuenta los cambios que se van dando en el transcurso del tiempo en el mundo empresarial. Es cierto que existen oportunidades para que las pymes en Alemania se especialicen y desarrollen mejores productos y servicios. Teniendo en cuenta que las pymes son el soporte principal de la economía de Alemania, estas no se adaptan, ni asumen riesgos de la implementación de tecnología de la cuarta revolución industrial. Las pymes sino modifican sus tecnologías podrían afectar la economía alemana.

Pereshybkina at al. (2017) Hoy en día la implementación de las tecnologías 4.0 tiene costos muy elevados, lo que significa que muchas empresas no cuentan con el capital suficiente para dar el cambio a esta tendencia que es tan importante para los países, pero en el porvenir existirá un conjunto de tecnologías más extenso y con menor costo. Es importante mencionar que las empresas hoy se ven en la necesidad de crear un mundo virtual en la fabricación de procesos físicos, vinculando y conectando al ser humano, materias primas, equipos de maquinaria y aumentando la calidad de los productos y servicios, evitando riegos a la empresa.

Pereshybkina at al. (2017) Alemania siendo el principal líder mundialmente en la fabricación e implementación de tecnologías de la cuarta revolución industrial, presenta la

oportunidad a grandes empresas de diferentes actividades comerciales que solucionen sus problemáticas en los procesos productivos como la insuficiencia de recursos, altos costos y el bajo nivel de productividad. Más del 85% de pymes representan las empresas de Alemania, estas empresas también tienen la responsabilidad de crear más del 55% de empleo laboral en este país. Desde empresas dedicadas a la artesanía, hasta empresas de un nivel alto de tecnología, ofreciendo productos de calidad con trabajando en pro con los clientes. En Alemania no existen patrones y principios para la garantía de fiabilidad de datos, lo que le impide las pymes de alemanas contribuciones para innovar, es importante que las pymes tengan en cuenta estrategias para la adopción de esta industria.

Schröder (como se citó en Pereshybkina et al., 2017) Industry 4.0 conlleva muchas oportunidades y desafíos para las pymes alemanas. Aproximadamente el 5% de las pymes ya han adoptado las nuevas tecnologías disruptivas. Sin embargo, solo un tercio de ellos están creando estrategias para su plena adopción. Los cambios necesarios para la plena implementación de la Industria 4.0 en las pymes alemanas no son fáciles. Se necesita la red de varios sistemas de TI y la infraestructura, que requieren recursos que la mayoría de las pymes aún no cuentan (p.13).

Los autores plantean que para el año 2030 la industria 4.0 afectara las pequeñas y grandes empresas, estas empresas tiene un desarrollo lento en transformación digital, cuentan con poco apoyo del estado alemán, no tienen la disposición para enfrentar este cambio tan drástico y cuentan con poco capital financiero para invertir en esta industria. Reduciendo cada día la competitividad de estas empresas. Para que esto no llegue a suceder a las pymes en los próximos años se deben tomar medidas donde el gobierno alemán intervenga de manera frecuente en la implementación y gestione oportunidades para estas empresas, generando estrategias que ayuden a implementar estas tecnologías 4.0 y así mismo aumentando la competitividad.

Fuchs (2018) En Alemania se ha desarrollado la cuarta revolución industrial, también llamada industria 4.0, en el cual se ha discutido públicamente la polémica que ha provocado las tecnologías que la representan, hoy en día las generaciones viven alrededor de tecnologías digitales que generan gran impacto en las empresas manufactureras, a la economía mundial, a la sostenibilidad social y ambiental. Se ha debatido que la cuarta revolución industrial y el internet industrial reemplazan la industria 4.0. Las tecnologías que hacen parte de esta cuarta industria es el big data, el internet de las cosas, la robotización, la inteligencia artificial, computación e información en la nube. El fin de la industria 4.0 es producir, ofrecer, usar, componer y reutilizar absolutamente de manera mecánica e involuntaria sin participación del ser humano, por medio de conectores de redes de diversas tecnologías, con ayuda del internet.

Fuchs (2018) La ideología de la cuarta revolución industrial en Alemania representa que los procesos de producción y empresariales serán dominados y establecidos en periodo de tiempo real a enormes intervalos. También es el modelo ideal para determinar el desarrollo económico. La economía de Alemania es menos subvencionada y de modo importante dedicada a la fabricación. Se destaca que no hay una rivalidad o una competencia entre Alemania y Estados Unidos con respecto a la economía del internet. Alemania busca transformarse en un líder mundial y progresista con un modelo de tecnología distinto como la fabricación de máquinas, autos, fármacos, metales, plástico y químicos. Alemania espera y anhela que disminuyan los costos y gastos que con el desarrollo de las tecnologías y la digitalización 4.0 y también que el porcentaje de utilidad y ganancia sea mayor que el de hoy en día.

Fuchs (2018) Los costos fijos y la conservación de las maquinas incluyendo sus mantenimientos podrían ocasionar problemáticas con el aumento de la ganancia, la idea es que la industria 4.0 genere ganancias en la economía alemana y mecanice la mano de obra en las

industrias manufactureras. Existe una controversia entre los resultados de las TIC y la intervención en la economía alemana, no existe la capacidad suficiente para reunir capital a nivel alto. El objetivo del capital alemán es aumentar la utilidad y poder trasladarlo a la parte de la manufactura y así mismo atraer rendimiento y beneficios.

Pero dado el imperativo capitalista de aumentar las ganancias, existe el interés material del capital en reducir los costos laborales y hacer de los humanos un engranaje controlable en una máquina (digital), de modo que el resultado más probable de la automatización basada en la industria 4.0 en condiciones capitalistas sea un aumento de El desempleo inducido tecnológicamente y la pérdida humana de control sobre los medios de producción, de modo que las máquinas digitales actúan como un medio por el cual el capital controla y monitorea a los trabajadores y trata de limitar la autonomía y el poder de decisión del trabajo en el proceso de producción. Los robots no disienten, no reclaman aumentos salariales y mejores condiciones laborales, no se declaran en huelga y no trabajan para gobernar, lo que los hace interesantes para el capital como un medio para limitar los potenciales de las luchas obreras (Fuchs,2018, p.284).

Fuchs (2018) Con los procesos automáticos se busca disminuir los costos e incrementar la utilidad neta, complementando la mano de obra de los trabajadores, Alemania es un país con empresas manufactureras que contratan mucha mano de obra pero por los costos de los salarios altos, el bajo rendimiento productivo y el periodo de tiempo laboral es elevado lo que causa una necesidad de implementar las tecnologías de la industria 4.0 para reducir los costos elevados de producción y disminuir el talento humano en las manufactureras, el interés de estas empresas es que algún día se llegue a sustituir de manera completa el trabajo humano.

Götz. (2020) En el papel de la articulación productiva con gobiernos, instituciones e industrias se establece el objetivo de aumentar la competitividad de la cuarta revolución industrial,



también llamada industria 4.0 en Alemania. También con el fin de suministrar el progreso de las tecnologías 4.0 por medio del clúster reduciendo los costos, convirtiéndola en tecnologías aceleradas y dándole importancia como elemento importante en las políticas que ejecutan el desarrollo de esta cuarta revolución. Alemania siendo el país pionero de esta industria, dirige y conduce a efectuar soluciones a las problemáticas que se presentan en la industria 4.0, incorporando estudios y análisis sobre la relación entre los clústeres y la cuarta revolución industrial. Las problemáticas de la industria 4.0 se centran en mayor parte en las pymes, donde entes públicos y privados de este país actúan para promover la implementación de tecnologías digitales junto a políticas y objetivos.

Götz. (2020) Destacando que los clústers son la relación y el vínculo que tienen las empresas con terceros dedicados a la producción, comercialización de productos y servicios semejantes, éstas cooperan al aumento de la productividad y al desarrollo económico alemán. Esta relación puede ayudar a acelerar el desarrollo e implementación de las tecnologías 4.0 reduciendo y estimulando los costos, también recuperando la economía del país. Los clusters no se comprometen solo con la reindustrialización sino también con los objetivos generales de las regiones alemanas y a planificar la ejecución de la implementación protegiendo la digitalización de las industrias. Los resultados y beneficios que se podrían dar en la relación de estas empresas, es gracias a las estrategias utilizadas por los planes y programas del estado alemán y el mismo cambio que aportan los clústeres en la transformación digital.

En promedio, el clúster I4.0 cuenta con 215 miembros con una participación del 59% de las pymes; 13% de participación de las instituciones de investigación y 16% de las grandes empresas. Los resultados obtenidos arrojan luz sobre las principales características de la cohorte de agrupaciones alemana I4.0. Los resultados de la encuesta por muestreo obtenidos confirman

que los conglomerados ofrecen un entorno propicio que facilita el surgimiento, la prueba y el desarrollo de soluciones específicas de I4.0. Proporcionan un entorno de conocimiento favorable, simplifican y aumentan la eficiencia de los procesos comerciales y organizan la formulación de políticas en esta área (Götz, 2020, p.19).

Götz. (2020) En Alemania se puede asegurar que los clusters brindan la oportunidad de crear estrategias, tomar decisiones y mejorar problemáticas de la industria 4.0, incrementando la eficiencia y remodelando las políticas de los procesos comerciales. Pero sin embargo los clústeres son anticuando con respecto a la actualidad, el clusters se tiene en cuenta más como contribuye geográficamente en Alemania. Las tecnologías como la computación en la nube, el big data, la robotización e inteligencia artificial entre otras, favorecen la concertación y corporación de diferentes acciones especialmente en acabar con la relación de clústeres empresariales.

Götz. (2020) Con el fin de determinar el papel que sumen los clústeres en relación con el avance de la industria 4.0 y la transformación digital, se concluye que cooperan al desarrollo de la cuarta revolución industrial por medio de canales conectados a redes y plataformas que incentivan a la adaptación de esta tendencia mundial como lo es la industria 4.0. Según el análisis se necesita de un control más permanente en cuanto a las políticas de implementación y modificación de estas tecnologías digitales. El clusters puede llegar a proporcionar un nivel de rendimiento alto en la creación de nuevas empresas y precisamente sus procesos no tienen que ser mecánicos completamente. Por una parte, los clústeres pueden ser el triunfo de las empresas alemanas con una buena política que sea asequible para todas las que deseen ponerla a ejecutar y por otra parte puede ser un gran riesgo.

## **2.6. Estado del arte en la industria 4.0 en China**

Hace unos años China se ha convertido en una potencia mundial, en relación con la fabricación de productos tecnológicos de alta gama como celulares, computadores, maquinas, acondicionadores, etc. Esto significa que china es un país ingenioso e innovador, tiene la capacidad de producir tecnologías y muchas otras cosas, como productos de consumo masivo y elementos tecnológicos inteligentes a grandes cantidades. China en su plan de estrategias se compromete en desarrollar cada vez más el valor empresarial, adaptándose a los cambios que ha provocado la industria 4.0 transformando la producción manufacturera a un proceso mecanizado universal.

Generalmente China siempre ha estado en vanguardia con las tecnologías de la cuarta revolución industrial, estimulando la innovación, mejorando las tecnologías que poseen su industria dándole importancia a la calidad de los productos que se producen en gran cantidad, también educando y aportando conocimientos a ser humano con el fin de lograr una producción manufacturera sostenible tanto social, como ambiental. Por otra parte, existen países aún más desarrollados, Alemania, Estados Unidos y Japón, han adoptados las tecnologías 4.0 de manera completa y efectiva el objetivo de crear nuevos negocios y fortalecer las industrias manufactureras, implementado nuevos servicios y productos en el mercado, también transformando los productos existentes. China ha obtenido una mejor competitividad, un mayor reconocimiento con su producción Hecho en China por medio de beneficios tecnológicos.

Yang (como se citó en Ling, L. 2018) Una de las prioridades comunes tanto de la Industria 4.0 como del Hecho en China 2025 es acelerar la automatización y desarrollar robots industriales colaborativos. Los robots avanzados son una forma de máquinas complejas que ayudan y alivian al operador humano, mejoran la productividad, reducen los costos y aumentan la seguridad. Los

robots industriales colaborativos son buenos dispositivos para ser utilizados en el ensamblaje de piezas pequeñas y la clasificación de materiales (p.68).

En la cuarta revolución industrial existen tecnologías innovadas, como el big data, la inteligencia artificial, robotización, inteligencia artificial e internet de las cosas. Estas tecnologías han evidenciado resultados favorables en la producción, comercialización y actividades mercantiles. China requiere un desarrollo de negocios sostenibles que se adapten a tecnologías digitales, dirigiendo el desarrollo de la innovación y disminuyendo altos costos que genera la mano de obra, también aumentado el valor agregado de los productos para una mejor rentabilidad. Muchos profesionales de este país en el futuro no accederán a oportunidades laborales con sueldos bajos, siempre se le ha dado la importancia que merecen, las industrias de China constantemente compiten entre sí, por personal calificado con experiencia de acuerdo en la necesidad, para mantener el desarrollo de manera acelerada, en especial las que solicitan este personal son empresas de tecnologías.

Es importante que China comience a cambiar su producción Hecho en China por medio de diseños y nuevas innovaciones, siguiendo el ejemplo de países como Estados Unidos y Alemania que crean sus propios productos con diseños que ellos mismos han propuesto. También deberían promover la fabricación y el aumento del desarrollo industrial aportando a las industrias manufactureras oportunidades en un mercado global y competitivo. Ling, L. (2018) Afirma:

Hasta la fecha, las empresas manufactureras chinas establecieron menos marcas conocidas que sus contrapartes en Alemania, Estados Unidos y Japón. El aumento de las inversiones y las solicitudes de patentes proporciona una evidencia notable que indica que China se está alejando de la fabricación de contenido de baja tecnología y se esfuerza por respaldar el objetivo de la innovación, la alta tecnología y la integración (p.72)

Min, Lee, y Aoshima. (2018) En China la industria 4.0 se estimula por medio del Hecho en China 2025 nivel regional, mientras que otros países como Alemania, Estados Unidos y Japón se centran en las estrategias de innovación, creando desarrollo laboral y reforzando el liderazgo que se tiene hasta el momento de industria de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Con la relación que hay entre las TIC y las industrias se puede lograr una mejor competitividad en los procesos productivos de las industrias manufactureras. Esto significa que las tecnologías de la información y comunicación, máquinas e industrias dedicadas a la biomedicina, están en primera mano vinculadas con tecnologías de la cuarta revolución industrial. El objetivo de los autores es analizar los resultados que causa la relación que existe entre la industria de máquinas y las TIC.

Min et al. (2018) La industria de la maquinaria y la mecanización es una pieza clave y fundamental para mejorar la infraestructura de las industrias manufactureras, automatizando los procesos, disminuyendo costos elevados y dando un buen uso a los recursos disponibles. De la misma forma esta industria es muy importante en fábricas inteligentes. El Estado de China planteó políticas para promover la industria de la maquinaria, pero sin embargo a principios del año 2012 el desarrollo de estas maquinarias disminuyó por el surgimiento de las nuevas tecnologías que hacen parte de la cuarta revolución industrial, llamada industria 4.0 en Alemania. De acuerdo a lo anterior, China se vio en la necesidad de crear su propio plan estratégico llamado Hecho en China 2025 planteado a principios del 2015 para promover la implementación de las tecnologías 4.0 y así mismo estimular las industrias manufactureras.

El efecto de vinculación hacia adelante de la industria de las TIC es mayor que el efecto de vinculación hacia atrás en todos los países, lo que indica el alto efecto de innovación de las TIC en el lado de la oferta para impulsar el crecimiento de otras industrias. La razón es que la rápida

innovación tecnológica no solo ocurre dentro de la industria de las TIC, sino que también estimula a otras industrias a acelerar el surgimiento y la servitización entre industrias y fomentar el desarrollo de nuevas industrias. La demanda continúa en otras industrias, como la servitización de las industrias manufactureras, y se espera que la tendencia continúe en el futuro (Min et al., 2018, p.13).

Min et al. (2018) teniendo en cuenta la industria relacionada con equipos de maquinaria y la industria de las TIC, se puede decir que países con Japón, Alemania, Estados Unidos, Corea y China se integran generando estrategias y promoviendo la innovación en las industrias manufactureras. Prácticamente estas estrategias están centradas en la robotización digital. Se dice también que los anteriores países siempre han ocupado los primeros lugares en términos de importación y exportación de la demanda de máquinas generales, según el estudio que realizan los autores se afirma que la inversión más alta fue en Japón. En general las tecnologías TIC tienen ventajas en el momento de vinculación hacia adelante, brindando oportunidades y apoyo a las actividades de la producción en general.

En los EE.UU., el efecto de derrame de la industria de las TIC es el más bajo de Alemania entre los cinco países. A pesar de que Alemania tiene la mayor capacidad de fabricación del mundo, sus empresas pueden permanecer como subcontratistas de empresas de plataformas estadounidenses si se retrasa la convergencia con la industria de las TIC nacional. Por lo tanto, Alemania debe aumentar el ritmo de construcción de sistemas de producción inteligentes eficaces y fluidos mediante el fortalecimiento de los servicios de TIC y buscar estrategias para aumentar el efecto de desbordamiento entre industrias (Min et al., 2018, p.17).

Müller y Voigt. (2018) La cuarta revolución industrial ha generado grandes desafíos y barreras económicas, ambientales y sociales a nivel mundial. Los autores realizan una evaluación

a 329 pequeñas y medianas empresas de China y Alemania, recolectando información de las anteriores dimensiones mencionadas y con respecto a la cuarta revolución industrial y el plan Hecho en China 2025, en las pymes de Alemania se pueden generar efectos inferiores de la industria 4.0 comprendiendo más a las grandes industrias con más beneficios. Aunque en las pequeñas empresas de China se ven más oportunidades sociales.

Müller y Voigt. (2018) Describen que el internet de las cosas es genera utilidad en las industrias, por medio de redes conectadas a máquinas y tecnologías digitales, brindado posibles soluciones a los problemas que se presentan en la implementación de esta cuarta revolución industrial en la actualidad. Asimismo, las industrias manufactureras se mantienen actualizadas e instruidas para reforzar la competitividad mundial. De hecho, se ha promovido la importancia del internet de las cosas por medio de programas y planes a nivel global. Por ejemplo, China y Alemania son líderes en la implementación de este internet industrial, a pesar de una infraestructura totalmente diferente, ambos lideran en el desarrollo industrial sostenible. Alemania considera seguir implementando tecnologías relacionadas al internet de las cosas promoviendo y aumentado el valor que merece la industria con el objetivo de conservar su nivel de liderazgo universal.

Müller y Voigt. (2018) Las industrias manufactureras afrontan retos sostenibles en el ámbito social, ambiental y también en el sector económico. En el plan Hecho en China se proponen también a incorporar el internet de las cosas con un fin distinto, de lograr el puesto de potencia industrial global. De acuerdo a lo anterior los desafíos no son nada fáciles para este país, deben asegurar una buena competitividad en las industrias manufactureras, un nivel de digitalización alto, vincular maquinas industriales con el ser humano, con la finalidad de crear valor industrial y una infraestructura inteligente que se mantenga en constantes cambios actuales.

Esta interpretación tiene éxito para los beneficios percibidos de las PYMES a través del internet de las cosas. Mientras que las pymes chinas esperan un conjunto de beneficios económicos, ecológicos y sociales distribuidos de forma más o menos equitativa a través del Made in China 2025, las pymes alemanas, con pocas excepciones, evalúan los potenciales de Industria 4.0 considerablemente más bajos. En cuanto a los beneficios económicos, las PYMES alemanas esperan principalmente beneficios operativos, como beneficios financieros, ahorro de tiempo y una evaluación comparativamente alta de la eficacia global del equipo en comparación con las PYMES chinas (Müller y Voigt, 2018, p.665).

Müller y Voigt. (2018) según los resultados del estudio de los autores se estima que las pequeñas y medianas empresas de Alemania desconfían que el internet de las cosas genere un nivel alto de impresión y, por otra parte, las pymes de China también dudan del resultado positivo que podría generar el internet de las cosas hoy en día. De este modo China se compromete a brindar ventajas a las pymes implementando el internet de las cosas como estrategia para alcanzar una sostenibilidad económica, social y ambiental. De este modo aumentado el valor económico del internet de las cosas, generando competitividad entre pymes a nivel mundial, mejorando la eficiencia en la producción y estimulando el desarrollo de las pequeñas y mediana empresas que no han tenido oportunidades.

## **2.7. Estado del arte en la industria 4.0 en Estados Unidos**

Sang Jin (2020) Las tecnologías 4.0 están evolucionando en torno a muchos países, incluso hoy en día hay países líderes en las capacidades digitales. La digitalización brinda grandes oportunidades a muchas organizaciones que la emplean, incluso estas tecnologías podrían causar una mayor competitividad tecnológica entre países líderes en digitalización. Estados Unidos se ha transformado con una mayor fuerza mundial en la nueva era de la digitalización, convirtiéndose



en un líder de la industria 4.0, este país está siendo impulsado por la digitalización del internet de las cosas, en seguida, se ha vuelto llamativa por investigadores, emprendedores y políticos.

Sang Jin (2020) Estados Unidos siendo un país líder en la digitalización impulsado por el internet de las cosas se ha sentido retado por los países del noreste, en estudios recientes han encontrado que los países del noreste de Asia han logrado el nivel que tiene Estados Unidos en la digitalización impulsado por el internet de las cosas, en el estudio que realizan los autores destacan que estados unidos y china se encuentran liderando la digitalización, lo que permite que estos dos países sean más competitivos en cuando a la implementación de la industria 4.0. Estos países se benefician en el uso de las fortalezas de la innovación abierta, en el remplazo digital de nuevas tecnologías y superando competidores que no tomaron la decisión de remplazar y ajustarse a los cambios tecnológicos de la industria 4.0, mientras tanto Estados Unidos sigue siendo un líder mundial en la digitalización.

Sang Jin (2020) Se encuentran dos fenómenos diferentes que han llevado a estos países al éxito de la digitalización impulsada por el internet de las cosas, la innovación en países del noreste de Asia y en Estados unidos la maximización de los efectos de la red, siendo los países con más éxitos en la era de la digitalización. En consecuencia, estados unidos sigue persistiendo por medio de organizaciones de plataformas que incrementan los efectos de la red, superando a competidores estrellas.

Mehmood et al (como se citó en Sang Jin, 2020) encontraron que China ya está liderando la digitalización impulsada por IoT a través de un análisis de artículos científicos. Si bien estos dos estudios clave son similares en el sentido de que utilizan análisis cuantitativos de la literatura técnica, identifican diferentes países como líderes en digitalización impulsada por IoT. En consecuencia, el presente estudio explora si Estados Unidos o China lideran la digitalización

impulsada por IoT. Dos estudios previos también han pedido un análisis cuantitativo de la literatura técnica sobre derechos de propiedad (p.2).

Sang Jin (2020) Todos los países tienen la oportunidad de implementar tecnologías de la industria 4.0, sin embargo, muchos no toman la iniciativa ni se enfrentan a los cambios que estas tecnologías pueden presentar. Tampoco tienen el mismo nivel de oportunidades de digitalización impulsada por el internet de las cosas. Con base en los resultados, en los países líderes se ha disminuido la oportunidad tecnológica, fuera de Estados Unidos, este si lidera cada vez de manera más fuerte con la digitalización brindando oportunidades a la fabricación de automóviles, al sector salud y la electrónica de consumo.

Sang Jin (2020) Japón es un país que está intentado alcanzar a Estados Unidos en la digitalización impulsada por el internet de las cosas. Las empresas conocidas como las TIC que tienen un alto nivel de participación en Estados Unidos con base a la industria 4.0 y el internet de las cosas es IBM, Google y Microsoft, tienen un grado alto de predominio en su variedad de plataformas. Actualmente existen tres preferencias, la innovación ágil, la digitalización en relación con el internet de las cosas, y los efectos de la red. Otros países también líderes en la digitalización utilizan la innovación ágil como la digitalización anterior.

Bai, Dallasega, Orzes y Sarkis (2020) La última revolución industrial nombrada industria 4.0 esta agrupada por un conjunto de tecnologías de inteligencias emergentes de información, comunicación y disruptivas. Esta última revolución industrial cada vez se hace más fuerte permitiendo oportunidades y beneficios en el proceso de producción de las empresas haciéndolas eficaces. Aparte de brindar oportunidades y ventajas, también contribuye radicalmente en el desarrollo sostenible social. Las empresas, organizaciones e instituciones deben aportar sostenibilidad social y ambiental acompañada de las tecnologías 4.0, de acuerdo a lo anterior los

autores realizan un estudio para determinar la aplicación y las consecuencias de la cuarta revolución industrial a las sostenibilidad social y ambiental.

Bai et al. (2020) La adopción de las tecnologías de la cuarta revolución industrial en empresas principalmente manufactureras modifica el modelo de negocio, protegiendo y aumentando el nivel de productividad, flexibilidad y eficiencia en los procesos de producción con tecnologías como el big data, la inteligencia artificial, fabricación aditiva, el internet de las cosas, información en la nube e impresión 3D. Las anteriores tecnologías pueden brindar muchas ventajas en cuanto a la competitividad, en la innovación y en la sostenibilidad del sistema industrial presente. La industria 4.0 en el transcurso del tiempo ha tenido una mayor consideración y visibilidad. En cambio, la sostenibilidad social y ambiental se ha visto en la necesidad de más consideración e importancia en cuanto al calentamiento global, abatimiento ambiental y contaminación en el medio ambiente, imputables a las tecnologías y los sistemas industriales anteriores y actuales.

Bai et al. (2020) Comparando la preparación de la industria 4.0 en diferentes empresas manufactureras se afirma que el 57% de empresas chinas se encuentran del todo listas para la cuarta revolución industrial, mientras que el país Estado Unidos y Alemania muestran un porcentaje superior en preparación para abordar la industria 4.0 superando el 70% global. Existen procedimientos, apreciaciones y herramientas que podrían ayudar a los entes gubernamentales, empresas e instituciones a analizar la situación actual del sistema industrial y la relación con la sostenibilidad social y ambiental, generando una toma de decisiones y estrategias para dar un uso efectivo a las tecnologías de la cuarta revolución industrial, considerando los problemas ecológicos, sociales y aumentado la competitividad organizacional. Bai et al. (2020) afirma:

Los resultados muestran que la tecnología móvil tiene el mayor impacto en la sostenibilidad en todas las industrias, y la nanotecnología, la tecnología móvil, la simulación y los drones tienen el mayor impacto en la sostenibilidad en las industrias automotriz, electrónica, de alimentos y bebidas, y textil, confección y calzado, respectivamente. Nuestra recomendación es aprovechar la adopción de la tecnología de la Industria 4.0 para mejorar el impacto de la sostenibilidad, pero cada tecnología debe evaluarse cuidadosamente ya que la tecnología específica influirá de forma variable en las dimensiones de la industria y la sostenibilidad. La inversión en tales tecnologías debe considerar la inversión y el apoyo prioritarios apropiados (p.1).

Bai et al. (2020) La sostenibilidad ambiental, económica y social se ve reflejada de acuerdo al tipo de tecnología. En la parte ambiental, las tecnologías con mayor impacto son la inteligencia artificial. Las tecnologías de comunicación generan sostenibilidad económica y en la social en big data y tecnologías de la información en la nube. De acuerdo a lo anterior escrito, la sostenibilidad con base a las tres categorías es diversa, teniendo en cuenta el funcionamiento específico que se le da a cada. Es importante resaltar que se necesita de más estudios y evaluaciones para identificar fallas y así mismo poder plantear estrategias que faciliten la sustentabilidad mundial apoyada de estas tecnologías de la cuarta revolución industrial.

Shan, Wen, Wei, Wang y Chen (2020) El internet de las cosas es fundamental en la cuarta revolución industrial, su finalidad es ayudar a las organizaciones a gestionar sus procesos y a tomar decisiones. En el transcurso del tiempo los procesos empresariales se vuelven aún más eficaces e inteligentes. El internet industrial es el apoyo para los fabricantes mejoren cada vez su competitividad y cumplan sus finalidades, sin embargo, muchos de estos fabricantes les faltan patrones para la implementación de este internet. Desde que surgieron las tecnologías de la industria 4.0 los fabricantes han expandido el apoyo de la comunicación interna entre los

trabajadores, es decir se ha encargado que el sistema de comunicación sea más asertivo dentro de las organizaciones, también se han visto mejoras en las redes interorganizaciones, teniendo en cuenta los vínculos con terceros y adaptando mutuamente la toma de decisiones entre las entidades.

Shan et al. (2020) Los empresarios implementan las tecnologías de la industria 4.0 para fortalecer la relación y la digitalización en los procesos empresariales. Esta industria se centra en los procesos productivos por medio de sistemas ciberfísicos creando una interrelación entre el ser humano e inteligencia artificial. Estas tecnologías se hacen inteligentes porque generan un impacto positivo en las empresas con adaptabilidad rápida, eficiencia en los procesos y una buena optimización de los recursos productivos. Por ejemplo, en Estados Unidos se desarrollan estrategias para la implementación de tecnologías 4.0, incluso en el acuerdo de fabricación avanzada para el desarrollo de la cuarta revolución industrial en Estado Unidos.

Internet industrial consta de equipos inteligentes, recopilación de datos y sistemas de análisis inteligente, gestión inteligente y toma de decisiones. Requiere bajos costos de implementación de equipos, alta potencia informática y nuevas técnicas para el análisis de big data. Los datos se recopilan primero mediante dispositivos y redes inteligentes y luego se almacenan, analizan y visualizan con herramientas de análisis de big data. En última instancia, se proporciona información inteligente a quienes toman las decisiones. A medida que se integran más máquinas y dispositivos en Internet industrial, los sistemas de análisis inteligentes los agregan en un solo sistema de información. El sistema de análisis inteligente permite que cada máquina aprenda a funcionar mejor y se dé cuenta del rápido aprendizaje de todo el grupo de máquinas. Este autoaprendizaje en continua expansión puede hacer que las máquinas sean inteligentes (Shan et al, 2020 p.4).

Shan et al. (2020) Al implementar el internet industrial en las empresas mejora la eficiencia, provocando que los productos estén rápido en el mercado, disminuyen los costos y gastos, también permite que las maquinas se informen y coordinen con el ser humano. Los fabricantes se ven beneficiados y apoyados en los sensores, en el conocimiento automático y en los diferentes tipos de software que tiene el internet industrial, en el momento de realizar sus operaciones, evaluaciones y análisis de las bases de datos.

Shan et al. (2020) Las tecnologías que hacen parte de la cuarta revolución industrial ayudan a controlar el proceso productico y la gestión, también a disminuir los riesgos dentro de la empresa. Para que las empresas sean competitivas hoy en día, deben de extraer, buscar y almacenar datos en cada periodo determinado por la misma, para analizarlos, evaluarlos y tomar decisiones e implementar estrategias que le ayuden a mejorar su competitividad organizacional. Las empresas también deben contar con una buena infraestructura de información vinculada con máquinas de producción, robotización, recursos y personal capacitado, para que la fabricación inteligente sea la herramienta más eficaz de la industria 4.0 automatizando los servicios, los productos y la gestión empresarial.

## **2.8. Estado del arte en la industria 4.0 en Japón**

Prause, M. (2019) Las tecnologías inteligentes 4.0 han generado un gran impacto en Alemania y también la estrategia del plan en China, llamado Hecho en China 2025. Con los resultados positivos que estas brindan en los países, los autores observan los retos y barreras de la implementación de la industria 4.0 en pymes de Japón dedicadas a la manufactura. Las industrias manufactureras son el principal sostén del desarrollo económico de Europa, USA, China y Japón. Las principales problemáticas que provocan estas fábricas es la contaminación del medio ambiente, la insuficiencia de recursos, la alteración climática. Todas las anteriores problemáticas

alteran sus procesos estratégicos. De acuerdo a lo anterior surgieron e implementaron tecnologías para una producción inteligente y dar soluciones a aquellas problemáticas existentes y promoviendo el desarrollo de las economías a nivel global.

La Industria 4.0 facilita el acto de equilibrio de la complejidad interna y externa al cambiar los sistemas de producción tradicionales de un control centralizado estructurado a un control descentralizado. Es un despliegue específico de una estrategia de fabricación avanzada. Los principios fundamentales de la Industria 4.0 son la modularización, la autorregulación y la integración digital en todas las funciones comerciales y dentro y fuera de los límites de la organización. La Industria 4.0 induce la innovación de productos basada en el uso de sensores inteligentes y sistemas de actores para facilitar los procesos de producción sensibles al contexto y la innovación de procesos basados en las TIC para integrar los procesos de producción en toda la cadena de valor, la red de valor y el ciclo de vida del producto (Prause, M., 2019, p.1).

Prause, M. (2019) los países han optado por implementar estrategias basadas en materiales similares o diferentes, creando un vínculo entre el ser humano y la inteligencia artificial, también dando uso a los sistemas virtuales y físicos en tecnologías 4.0 para incrementar la eficiencia de los procesos de producción de las fábricas. La cuarta revolución industrial se compone de dos elementos importantes, descubriendo de nuevos productos y procesos. En el descubrimiento de nuevos productos se incorpora métodos ciberfísicos para una producción autoajustable, empleando tecnologías de la información y comunicación, observando y vigilando los datos con el fin de promover la sostenibilidad ambiental.

Prause, M. (2019) Las pequeñas y mediana empresas de Japón han implementado tecnologías de la cuarta revolución industrial, de acuerdo a lo anterior estas empresas han dado importancia a muchas tecnologías maduras para procesos sencillos y cortos. Los principales

desafíos que enfrentan las pymes en Japón es el bajo recurso financiero con el que cuentan para suplir los costos que conlleva implementar estas últimas tecnologías revolucionarias, poca tecnología antigua para apoyar los cambios en tecnologías actualizadas, falta de políticas de las altas direcciones para suministrar los recursos necesarios y las pocas destrezas que tiene las personas en este país para brindar una mayor productividad a estas fábricas.

Prause, M. (2019) se concluye que el modelo de negocio de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Japón es fundamental para la implementación de tecnologías 4.0 a plazos diferentes, lo que significa que Japón tiene como estrategia principal el mercado para habilitar la inteligencia artificial y la manufactura avanzada. Las principales tecnologías que han implementado las pymes son la computación en la nube, mejorando sus almacenamientos de datos y la eficiencia de los procesos operativos. Estas empresas también desarrollan la implementación tecnologías para la información y comunicación, instaurando modelos comerciales adecuados e innovando sus productos y servicios, para incentivar a desarrollo sostenible y a la competitividad del país.

Yong Yin, Kathryn E. Stecke & Dongni Li. (2017) Actualmente la última industria 4.0 genera un vínculo entre los productos ofertados y la cantidad que demandan las personas. Muchas fábricas en el mundo han tenido la oportunidad de tener tecnologías de la industria 2.0, incluso hoy en día estas tecnologías hacen todavía parte de su infraestructura, la electricidad, herramientas tecnológicas, automóviles, también máquinas electrónicas y mecánicas. Pero sin embargo en el transcurso del tiempo, inclusive en la actualidad los sistemas de producción de las industrias evolucionan rápidamente, como las tecnologías. La industria 4.0 también ha generado un gran impacto en las industrias, beneficiando a los países con una mayor competitividad por medio de



fabricaciones inteligentes. Por ejemplo, Japón ha planteado un programa para tecnologías inteligentes en fábricas inteligentes.

Yong Yin et al. (2017) Japón es un país que lidera las tecnologías de la cuarta revolución industrial como el big data, la computación en la nube, la inteligencia artificial, la robotización, el internet de las cosas y tecnologías electrónicas. Las anteriores tecnologías han provocado un desarrollo más sostenible, una alta fabricación de productos, eficiencia en los procesos productivos de fábricas y una mayor competitividad a nivel mundial. En este país se promueve a impulsar el desarrollo de las ciudades. El objetivo de Japón es llegar a ser un país que promueve y desarrolla sus ciudades con inteligencia industrial.

Yong Yin et al. (2017) Las fábricas industriales con la computación en la nube y sistemas ciberfísicos pueden resultar exitosas de manera transparente, Pero sin embargo estas industrias presentan barreras y desafíos para poder aumentar volúmenes de datos, infraestructuras tecnológicas y en la relación de inteligencia artificial con la del ser humano, para mejorar su producción, el tiempo de las actividades y la creación de valor en su negocio.

La construcción de IoT y big data cloud permite las comunicaciones entre clientes, ensambladores, proveedores y otros proveedores de servicios. Un sistema de fabricación inteligente puede constar de dos partes. La primera parte es un sistema de información (computación en la nube y diseño de productos y procesos en la Figura 1 que puede actuar como un cerebro del sistema de fabricación inteligente. El sistema de información implementa dos tareas. Los módulos y / o componentes personalizados se articulan durante el diseño del producto para realizar CPIC en función de las solicitudes de los clientes específicos recibidos (Yong Yin et al, 2017, p.8).

Yong Yin et al. (2017) integrar tecnologías en las industrias de la cuarta revolución industrial, podría ser beneficioso en la disminución de costos, desarrollo de nuevos productos. Según los autores el motivo de implementar la industria 4.0 es para cambiar las líneas de ensamblaje para automóviles japoneses y mejorar la capacidad de respuesta frente al mercado competitivo, esperando resultado en un determinado tiempo.

Yong Yin et al. (2017) La tecnología de la cuarta revolución llamada impresión 3D puede resultar beneficiosa en las fábricas industriales, cadenas de valor, en la economía japonesa a nivel nacional y regional. En Japón se espera que esta tecnología tome fuerza en un futuro en la producción de bajo volumen personalizando diseños de productos y generando valor a estas fábricas que son tan importantes en la economía japonesa, pues esta generaría ahorros en costos para la producción, dando la oportunidad que a fábricas de producir más cantidades de diversos tipos de productos.

Nafchi y Mohelská. (2018) La revolución de tecnologías para fábricas industriales se ha determinado muy importante, pero sin embargo esta tiene sus desafíos, específicamente en países que no cuentan con los recursos suficientes, bajo apoyo del gobierno y que no son tan competitivos globalmente, es pocas palabras los países en vías de desarrollo. A diferencia Irán y Japón se consideran líderes en implementación de tecnologías industriales a modo de ejemplo destacan la industria 4.0 como las mejores tecnologías que han existido en las fábricas industriales.

Nafchi y Mohelská. (2018) La industria 4.0 ha generado un gran impacto en Japón, las fábricas industriales dan uso extremo a sistemas ciberfísicos, para alcanzar una automatización de procesos productivos. La cuarta revolución industrial aporta muchos beneficios a la economía japonesa debido a que este país se ha dedicado constantemente en automatizar cierta parte de sus procesos con tecnologías industriales, provocando oportunidades competitivas, pero por otro lado

estas tecnologías industriales causan desempleo no solamente en Japón sino a nivel mundial debido a la automatización y a la implementación de inteligencia artificial. Actualmente los negocios, servicios y modelos de mercados, tienen una interconexión con tecnologías de información y comunicación, como el internet de las cosas, de servicios y de las personas.

Nafchi y Mohelská. (2018) La industria 4.0 permite a las fábricas industriales crear casi que un proceso de producción completo, diseñando y asimilando las actividades que el ser humano puede ejecutar en la producción. Estos procesos que se ponen en marcha son con diferentes tipos de software virtuales principalmente, después de pasar algunas pruebas satisfactorias, se ejecuta en el mundo físico de las maquinas industriales, a el anterior proceso que manejan las fábricas se le reconoce como tecnologías o sistemas ciberfísicos en la cuarta revolución industrial.

La fuerza laboral en Japón, como cualquier otro país, se vería afectada si adoptaran la Industria 4.0. No obstante, sería un poco diferente porque no tienen problemas de desempleo como Irán en primer lugar. Por otro lado, cuentan con toda la ciencia, las tecnologías y los trabajadores calificados necesarios para respaldar dicho cambio; así como un presupuesto mucho más alto y mejores relaciones internacionales para ayudarlos a completar esta transición de propiedades intelectuales que pertenecen a otros países (Nafchi y Mohelská, 2018, p.10)

Nafchi y Mohelská. (2018) En el sector industrial se vería más afectado Irán, porque no cuentan con el suficiente personal calificado y las estrategias que han adoptado para solucionar esta problemática no han funcionado. A este país le costara tiempo buscar el suficiente personal que requieren para el desarrollo de la cuarta industria. En comparación con Japón, no cuenta con problemáticas de este tipo, este país ha sabido tomar medidas frente al impacto que han provocado las tecnologías de la cuarta revolución industrial en la disminución de empleo. Lo que significa

que los desafíos y barreras respecto a la implementación de tecnologías industriales en Irán, serán más grandes.

### CAPITULO III

#### 3. Análisis Comparativo

**Tabla 1 Análisis comparado de la industria 4.0 en organización de países desarrollados y en vías de desarrollo.**

País	Fortaleza de i4.0	Debilidades i4.0	Conclusiones
<b>Países de América Latina</b>			
<b>Colombia</b>  Dueñas y Villegas (2002)  Gonzales (2018)  Rodriguez, et al. (s.f)	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Empresas que han implementado tecnología 4.0.</li> <li>Estudios realizados por el gobierno nacional</li> </ul> <b>2) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo económico estable.</li> <li>Posibles resultados positivos de algunas empresas.</li> </ul> <b>3) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>En algunas ciudades como Bogotá y Medellín hay cambios tecnológicos notables.</li> <li>Planes gubernamentales para el desarrollo de las TIC.</li> </ul>	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Carencia de tecnología.</li> <li>No hay conociendo de la industria 4.0.</li> </ul> <b>2) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Baja productividad en los procesos de las pymes.</li> <li>Las empresas desconocen el termino industria 4.0</li> </ul> <b>3) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No hay normas que promuevan el desarrollo tecnológico.</li> <li>Modelos de negocios que tienden a desaparecer.</li> </ul>	<b>1)</b> Es claro que en Colombia se está empezando a implementar tecnologías inteligentes.  <b>2)</b> Las pequeñas y medianas empresas deben hacer lo posible por cambiar o rediseñar esos planes de negocio haciendo que sean más efectivas en función de la implementación digital con la visión a las nuevas tendencias industriales.  <b>3)</b> Al implementar las tecnologías 4.0 en las cadenas de suministro, estas brindan ventajas competitivas en un mundo empresarial globalizado y actualizado.
<b>México</b>  Casalet y Stezano (2020)	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas empresas se han visto beneficiadas por el big data.</li> <li>México le da importancia a la producción automática, la electrónica y la química.</li> </ul> <b>2) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las tecnologías que hasta el momento se</li> </ul>	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No se utilizan servicios basados en la nube.</li> <li>Los profesionales no actualizan ni desarrollan aplicaciones digitales.</li> </ul> <b>2) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No existen políticas públicas para</li> </ul>	<b>1)</b> Hoy en día es fundamental una infraestructura tecnológica en todas las organizaciones, para optimizar la gestión de la misma y también el conocimiento previo en el desarrollo digital.  <b>2)</b> Al poner en práctica la implementación de la

<p>Valdez, et al. (2019)</p> <p>Contreras, et al. (2019)</p>	<p>han implementado en Mexica han generado sostenibilidad económica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>México enfrenta los desafíos de las tecnologías digitales.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lidera todo el proceso de transición de la nueva industria.</li> <li>Hay capacidad de liderazgo en la digitalización del sector automotriz.</li> </ul>	<p>habilitar tecnologías 4.0.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No hay formación especializada en competencias relacionadas a las nuevas tecnologías digitales.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La industria 4.0 reemplaza al ser humano y pone en riesgo su trabajo.</li> <li>Altos costos para la implementación de la cuarta revolución industrial.</li> </ul>	<p>inteligencia artificial y patrones de manufactura inteligente, se podría edificar un plan o un sistema inteligente para una buena toma de decisiones en la Industria Nacional de Autopartes en México.</p> <p><b>3) El internet de las cosas crea un alto nivel de información y al momento implementar la industria 4.0, genera un beneficio de tomar decisiones afectivas y eficientes</b></p>
<p><b>Chile</b></p> <p>Gatica y Ramos (2020)</p> <p>Orellana (2020)</p> <p>Poveda, et al. (2020)</p>	<p>1) Artículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La modernización tecnológica está a cargo del mercado chileno</li> <li>Se estimula en el sistema educativo las oportunidades tecnológicas.</li> </ul> <p>2) Artículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existe profesionales adecuados y alineados respecto al tema.</li> <li>Chile promueve la competitividad por medio de la implementación tecnológica.</li> </ul> <p>3) Artículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las páginas web son la principal estrategia en las empresas chilenas</li> <li>Chile invierte en capacitación relacionada a la revolución industrial.</li> </ul>	<p>1) Artículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No hay apoyo del gobierno para para actualizar las tecnologías.</li> <li>El estado no asume responsabilidad de crear nuevas empresas con modelos tecnológicos 4.0.</li> </ul> <p>2) Artículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ausencia de políticas para el desarrollo tecnológico del sector.</li> <li>Negocios y empresas que aún no responden a la cuarta revolución industrial.</li> </ul> <p>3) Artículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No existe una infraestructura tecnológica fuerte que soporte los desafíos digitales.</li> <li>Las empresas mineras de Chile cuentan con un nivel</li> </ul>	<p><b>1) Es fundamental el surgimiento de nuevas empresas 4.0. Además, es clave contar con una política pública acertada que fomente nuevos modelos de negocios.</b></p> <p><b>2) Las empresas chilenas sino responden a la necesidad de la tecnología 4.0 podrían terminar su actividad comercial, unirse con terceros o renacer.</b></p> <p><b>3) Las organizaciones presentan desafíos por muchas razones y para beneficio de estos desafíos, requieren ampliar esos conocimientos digitales para resolver de una manera efectiva su cadena de valor.</b></p>

		bajo en tecnologías digitales.	
<b>Brasil</b>			
Bogoviz, et al. (2019)	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brasil está dedicado a la actualización de tecnologías para vencer el déficit de tecnologías industriales</li> <li>El 48% de empresas brasileñas utiliza al menos una tecnología de la industria 4.0.</li> </ul>	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>No se cuenta con políticas estatales de implementación y formación industrial</li> <li>Las tecnologías 4.0 no se nombran en los próximos planes del gobierno brasileño.</li> </ul>	<b>1).</b> El nivel de digitalización en países desarrollados es más alto que en países en desarrollo
Tadeo, et al. (2019)	<b>2) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La empresa de motores diésel cuenta con el 75% de tecnologías necesarias para soportar una adecuada industria 4.0.</li> <li>La producción lean, puede llegar a sustituir tecnologías de la industria 4.0.</li> </ul>	<b>2) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Más del 50% de empresas de Brasil no tienen acceso a tecnologías de la cuarta industria.</li> <li>Faltan requisitos previos para llegar a un 100% de preparación industrial.</li> </ul>	<b>2)</b> anterior la tecnología que exige más trabajo para que se apruebe como una tecnología conveniente es la de robotización colaborativa y por otra parte la tecnología en la que la empresa fabricante de motores diésel mejor situada para sostener la industria 4.0 es en la tecnología 3D.
Tortella y Fettermann (2017)	<b>3) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las empresas emergentes son las que han obtenido un alto impacto de la producción lean.</li> <li>Las industrias brasileñas pueden mejorar su proceso productivo por medio de la implementación de la producción lean.</li> </ul>	<b>3) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La principal barrera son los altos costos para el avance tecnológico en Brasil.</li> <li>Las pymes tienen menos oportunidad de implementar la producción lean de manera intensiva.</li> </ul>	<b>3)</b> La implementación de la producción lean es favorable, esta consta de buena tecnología y genera un gran impacto en la industria 4.0 con la ventaja de superar barreras y desafíos en empresas manufactureras de economías emergentes brasileñas.
<b>Países desarrollados</b>			
<b>Alemania</b>			
Pereshybkina, et al. (2017)	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>En Alemania surgió la estrategia de la creación de tecnologías que hacen parte de la cuarta revolución industrial</li> <li>Existen oportunidades para que las pymes en</li> </ul>	<b>1) Artículo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las pymes sino modifican sus tecnologías podrían afectar la economía alemana.</li> <li>En Alemania no existen patrones y principios para la</li> </ul>	<b>1)</b> Los autores plantean que para el año 2030 la industria 4.0 afectará a las pequeñas y grandes empresas, estas empresas tienen un desarrollo lento en transformación digital, cuentan con poco apoyo del estado alemán, no tienen la disposición para enfrentar este cambio tan

<p>Fuchs (2018)</p>	<p>Alemania se especialicen y desarrollen mejores productos y servicios.</p> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Más del 85% de pymes representan las empresas de Alemania, estas empresas también tienen la responsabilidad de crear más del 55% de empleo laboral en este país.</li> <li>Se destaca que no hay una rivalidad o una competencia entre Alemania y Estados Unidos.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alemania busca transformarse en un líder mundial y progresista con un modelo de tecnología distinto como la fabricación de máquinas, autos, fármacos, metales, plástico y químicos.</li> <li>Con los procesos automáticos se busca disminuir los costos e incrementar la utilidad neta.</li> </ul>	<p>garantía de fiabilidad de datos, lo que le impide las pymes de alemanas contribuciones para innovar.</p> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se desea complementar la mano de obra de los trabajadores con tecnologías industriales.</li> <li>El bajo rendimiento productivo y el periodo de tiempo laboral es elevado lo que causa una necesidad de implementar las tecnologías de la industria 4.0</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los clústeres son anticuados con respecto a la actualidad.</li> <li>Por una parte, los clústeres pueden ser un gran riesgo para el triunfo de las empresas.</li> </ul>	<p>drástico y cuentan con poco capital financiero para invertir en esta industria.</p> <p><b>2) Se deben tomar mediadas donde el gobierno alemán intervenga de manera frecuente en la implementación y gestione oportunidades para estas empresas, generando estrategias que ayuden a implementar estas tecnologías 4.0 y así mismo aumentando la competitividad.</b></p> <p><b>3) El interés de Alemania en empresas es que algún día se llegue a sustituir de manera completa el trabajo humano con tecnología industrial.</b></p>
<p><b>China</b></p> <p>Ling, l. (2018)</p>	<p><b>1) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tiene la capacidad de fabricar tecnologías inteligentes a grandes cantidades.</li> <li>Siempre ha estado en vanguardia con las tecnologías de la cuarta revolución industrial.</li> </ul> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocimiento de su plan hecho en China</li> </ul>	<p><b>1) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No ha adoptado la industria 4.0 de manera completa.</li> <li>Los profesionales no acceden a oportunidades laborales de bajo corto</li> </ul> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Infraestructura tecnología diferente a las potencias mundiales.</li> </ul>	<p><b>1) China requiere un desarrollo de negocios sostenibles que se adapten a tecnologías digitales, dirigiendo el desarrollo de la innovación y disminuyendo altos costos que genera la mano de obra, también aumentado el valor agregado de los productos para una mejor rentabilidad.</b></p>

<p>Min, et al. (2018)</p> <p>Muller y Voigt (2018)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promueve la fabricación y el aumento del desarrollo industrial aportando a las industrias manufactureras oportunidades en un mercado global y competitivo.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existen políticas que regulan las industrias de maquinaria.</li> <li>• Las TIC impulsa el desarrollo de China.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las pymes de china, dudan de resultados positivos de la industria 4.0.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No existen ventajas de valor para las pymes.</li> <li>• Las pymes tienen baja sostenibilidad ambiental y social.</li> </ul>	<p><b>2)</b> Las tecnologías TIC tienen ventajas en el momento de vinculación hacia adelante, brindando oportunidades y apoyo a las actividades de la producción en general.</p> <p><b>3)</b> Aumentando el valor económico del internet de las cosas, genera competitividad entre pymes a nivel mundial, mejoran la eficiencia en la producción y estimula el desarrollo de las pequeñas y mediana empresas que no han tenido oportunidades.</p>
<p>USA</p> <p>Sang Jin (2020)</p> <p>Bai, et al. (2020)</p>	<p><b>1) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estados Unidos se ha transformado con una mayor fuerza mundial en la nueva era de la digitalización, convirtiéndose en un líder de la industria 4.0.</li> <li>• Dos piezas claves para llegar al liderazgo, la digitalización y el internet de las cosas.</li> </ul> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se modifican procesos productivos de empresas manufactureras.</li> <li>• Hay consideración con el medio ambiente y la sostenibilidad social.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Más del 70% de empresas estadounidenses se encuentran listas para la cuarta revolución industrial.</li> <li>• Se fortalece la digitalización en los</li> </ul>	<p><b>1) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asia ha alcanzado el nivel que tiene Estados Unidos en la digitalización.</li> <li>• No existen oportunidades para las pequeñas empresas.</li> </ul> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos elevados para implementar tecnologías digitales.</li> <li>• Infraestructura tecnológica débil en pymes.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca consideración en la contaminación ambiental.</li> <li>• Los resultados de las tecnologías de la industria 4.0 son a largo plazo.</li> </ul>	<p><b>1)</b> Existen tres preferencias, la innovación ágil, la digitalización en relación con el internet de las cosas, y los efectos de la red.</p> <p><b>2)</b> La sostenibilidad ambiental, económica y social se ve reflejada de acuerdo al tipo de tecnología.</p> <p><b>3)</b> Las empresas también deben contar con una buena infraestructura de información vinculada con máquinas de producción, robotización, recursos y personal capacitado, para que la fabricación inteligente sea la herramienta más eficaz de la industria 4.0 automatizando los servicios, los productos y la gestión empresarial.</p>



Shan, et al. (2020)	<p>procesos empresariales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe diversas tecnologías industriales actualizadas.</li> </ul>		
<p><b>Japón</b></p> <p>Prause, M. (2019)</p> <p>Yong Yin, et al (2017)</p> <p>Nafchi y Mohelská (2018)</p>	<p><b>1) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopción de tecnologías industriales en pymes.</li> <li>• Programa que promueve al desarrollo de tecnologías y fabricas inteligentes</li> </ul> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo sostenible y eficiencia en los procesos productivos de fábricas.</li> <li>• Mayor competitividad a nivel mundial.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Japón es líder mundial en la implementación de tecnologías industriales.</li> <li>• Buena interconexión entre teologías industriales y el ser humano.</li> </ul>	<p><b>1) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabricas con baja sostenibilidad ambiental.</li> <li>• Bajos recursos Financieros</li> </ul> <p><b>2) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos elevados para implementar tecnologías industriales</li> <li>• Barreras y desafíos para poder aumentar volúmenes de datos.</li> </ul> <p><b>3) Artículo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de desempleo.</li> <li>• Estrategias débiles que fortalezcan y promuevan el empleo.</li> </ul>	<p><b>1)</b> Las principales tecnologías que han implementado las pymes son la computación en la nube, mejorando sus almacenamientos de datos y la eficiencia de los procesos operativos.</p> <p><b>2)</b> Integrar tecnologías en las industrias de la cuarta revolución industrial, podría ser beneficioso en la disminución de costos y en el desarrollo de nuevos productos.</p> <p><b>3)</b> La cuarta revolución industrial aporta muchos beneficios a la economía japonesa, pero por otro lado estas tecnologías industriales causan desempleo no solamente en Japón sino a nivel mundial debido a la automatización y a la implementación de inteligencia artificial.</p>

Fuente 1: Elaboración propia, Harrison Steven Vargas Hernández

### 3.1. Conclusiones

En la industria 4.0, existen barreras de implementación en los países en vías de desarrollo, mientras que en países desarrollados cada vez cada vez se hacen más fuertes en la adaptación de esta cuarta revolución industrial. De otro modo es obligación que las entidades gubernamentales de cada país brinden aquellos recursos o faciliten e inviertan en infraestructura 4.0, para que las

empresas se van más apoyadas en la adaptación de la industria 4.0 y puedan ser competitivas a nivel mundial.

Incorporar tecnologías 4.0 en la cadena productiva aumenta la eficiencia en las organizaciones y permite el seguimiento de las variables operativas de las máquinas, realizando predicciones, diagnósticos. Las PYMES aún no han aprovechado las herramientas aplicables en la cuarta revolución industrial, existen oportunidades para aprovechar e implementar gratuitamente a los procesos de las organizaciones, y así, reducir la brecha tecnológica, con el fin de aumentar la productividad. En general, nuestros hallazgos muestran que las empresas de economías emergentes con niveles más altos de mejora de desempeño en los últimos años que han estado implementando LP de manera extensiva tienen más probabilidades de adoptar simultáneamente Industry Tecnologías 4.0 (Tortorella y Fettermann. 2017).

Es fundamental despuntar que Colombia es un país que no aprovecha al máximo la nueva era de la tecnología llamada industria 4,0 y al no aprovecharla no se ve favorecido en ningún aspecto. El desarrollo de la producción y la innovación en México aún carece de una infraestructura sólida para brindar servicios esenciales 4.0, como computación en la nube y big data, para asegurar el acceso a la información y el procesamiento de datos. La digitalización de la economía permite a las empresas de México tener más información sobre sus clientes, al mismo tiempo que la entrada de nuevos competidores.

En Alemania las pequeñas y mediana empresas se ven afectadas, responden a un desarrollo lento en la implementación de la industria 4.0, el estado alemán apoya contribuye muy poco en el crecimiento de la infraestructura tecnológica de las pymes. Este país le apuesta la disminución de costos y a una implementación completa con el objetivo de sustituir la mano de obra con

tecnologías inteligentes que cumplan con las actividades del proceso de producción de las manufacturas.

Estados Unidos, es un país que lidera en tecnologías industriales 4.0, la tecnología que le ha generado un gran impacto a este país es el internet de las cosas, permitiendo ser competitivo primordialmente con Alemania, pero también a nivel mundial.

En los países desarrollados como Alemania, Estados Unidos, China y Japón se han registrado cambios y resultados satisfactorios. En estos países se ha afirmado que las tecnologías de la cuarta revolución industrial generan sostenibilidad económica, social y ambiental. Las tecnologías 4.0 brindan oportunidades y ventajas a las empresas, organizaciones e instituciones.

El impacto que tiene la cuarta revolución industrial es positivo tanto en países desarrollados como en los países en vías de desarrollo, solo hay una diferencia y es que los países como Colombia, México, Chile y Brasil cuentan con poca tecnología actualizada lo que resulta un proceso de desarrollo tecnológico más lento, de la misma manera las entidades gubernamentales no prestan la atención suficiente para mejorar en esta problemática. Con respecto al nivel y la importancia de la industria 4.0, cabe destacar que estas tecnologías siempre van a ser importantes en las organizaciones, estas ayudan a mejorar los procesos productivos, la calidad de los productos, la eficiencia de los trabajadores y le brinda competitividad al país, sostenibilidad ambiental, social y económica.

De acuerdo con la investigación que se ha realizado sobre la implementación y el impacto que ha tenido la cuarta revolución industrial en las organizaciones de países, como Colombia, México, Chile, Brasil, Alemania, China, Estados Unidos y Japón, se concluye que los países en vías de desarrollo no cuentan con un objetivo claro en el avance de tecnologías 4.0, por falta de apoyo de las entidades públicas encargadas de ejecutar planes de acción de la misma, la poca

disponibilidad de recursos para la inversión 4.0, lo que significa y que el desarrollo de la industria 4.0 en estos países es demasiado paulatino a comparación de los países desarrollados.

Por otra parte Alemania, China, Estados Unidos y Japón, siendo países desarrollados y con amplios retos en las industrias, también son líderes en la implementación de las tecnologías 4.0. Estos países han tenido el propósito claro desde un principio, además han recorrido un proceso muy largo, desde aprender, hasta aplicar e implementar tecnologías desarrolladas, invertir, capacitar al personal de las industrias y mejorando la infraestructura tecnológica, dando la posibilidad a los empresarios de crecer de manera rápida, mejorando la competitividad y la automatización en los procesos productivos.

## Referencias bibliográficas

- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., y Sarkis. J. (2020) Evaluación de tecnologías de la industria 4.0: una perspectiva de sostenibilidad. *Elsevier*, 1-15.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Bogoviz A. V., Osipov V. S., Chistyakova M. K., y Borisov M. Y. (2019) Análisis comparativo de la formación de la industria 4.0 en países desarrollados y en desarrollo. *Estudios en Sistemas, Decisión y Control*, vol (169), 155-164. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_15)
- Casalet, M., y Stezano F. (2020). Riesgos y oportunidades para el avance de la digitalización en México. *Taylor & Francis Online (S.V.)*, 1-16.
- Contreras R., Ochoa A., Cossío E., García, V., Oliva D., y Torres R. (2019) Diseño e implementación de una interfaz háptica basada en IoT implementada por algoritmos meméticos para mejorar la competitividad en un modelo de Industria 4.0 para el sector manufacturero. *Springer Nature Switzerland AG*. 939, 103-117.
- Fuchs, C. (2018) Industria 4.0: la ideología digital alemana. *TripleC*, 16(1), 280-289.
- Gatica Neira, F. E. y Ramos Maldonado, M. A. (2020). Políticas públicas y redes para el desarrollo de las tecnologías 4.0 en Chile. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 10(19), 1-28. <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a10n19.475>
- Gonzales, M. F. (2018). Definición de estrategias de adopción de la cuarta Revolución industrial por parte de las empresas en Bogotá, aplicables a pymes en Colombia. *Creative Commons* (143) 1-143.
- Götz, M. (2020). El papel del clúster en la industria 4.0: un estudio piloto de Alemania. *Emerald insight*. 1059 (5422), 1-29. DOI 10.1108/CR-10-2019-0091
- Ling, L. (2018). Locus de fabricación de China en 2025: con una comparación de “Hecho en China 2025” e “Industria 4.0”. *Elsevier*, 135, 66-74.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.028>
- Müller, M. J., y Voigt, I. K. (2018). Creación de valor industrial sostenible en pymes: una comparación entre Industria 4.0 y Hecho en China 2025. *Springer*, 5(5), 659-670. DOI: 10.1007/s40684-018-0056-z
- Nafchi y Mohelská (2018). Efectos de la industria 4.0 en los mercados laborales de Irán y Japón. *Economies*, 6(39) 1-13. Doi: 10.3390/economies6030039
- Orellana-Daube, D. (2020). El efecto global de la actual revolución tecnológica 4ª revolución industrial y la industria 4.0 en acción. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 7(2), 1-24. <https://doi.org/10.22579/23463910.194>

- Pereshybkina, A., Conde, M. y Kalyesubula, T. (2017) Planificación de escenarios de industria 4.0. *HSU*. 1-72.
- Pol. Con. (Edición núm. 22) Vol. 3, No 8, agosto 2018, pp. 561-578, ISSN: 2550 - 682X
- Poveda, G. Flores, M. y Sánchez A. (2020) Medición del nivel de digitalización de las empresas del clúster minero de Chile. *Biblioteca electrónica AIS (AISEL)*, 1-13. Recuperado de <https://aisel.aisnet.org/isla2020/15>
- Prause, M. (2019). Desafíos de la adopción de tecnología de la industria 4.0 para las pymes: el caso de Japón. *Sustainability*, *11*, (5807), 1-13. Doi: 10.3390/su11205807
- Rodriguez, M., García, M. y León P. (2018). Impacto de la implementación de la Industria 4.0 en las cadenas de suministro de Colombia. *El Sevier* *713(704)*, 704-713.
- Sang Jin, A. (2020). Tres características de la competencia tecnológica mediante la digitalización impulsada por IoT. *El Sevier*, *0040(1625)*, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120062>
- Shan, S., Wen, X., Wei, Y., Wang, Z., y Chen, Y. (2020) Fabricación inteligente en la industria 4.0: un estudio de caso de la industria pesada de Sany. *Syst Res Behav Sci*. 1–12. <https://doi.org/10.1002/sres.2709>
- Tadeu, P. Lucatoa, W. Facchinib, F. y Mummolob, G. (2019). El grado de preparación para la implementación de Industria 4.0. *El Sevier*, *0166 (3615)*. 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103125>
- Tortorella, G. y Fettermann, D. (2017). Implementación de Industria 4.0 y producción ajustada en empresas manufactureras brasileñas. *International Journal of Production Research*, *1-14*. Doi: 10.1080/00207543.2017.1391420
- Valdez, A., Cortes, G., Castaneda, S., Vazquez, L., Zarate, A., Salas, Y. y Atondo, G. (2019). Estrategia de Big Data. *Revista Internacional de Aplicaciones y Ciencias Informáticas Avanzadas*, *10 (4)*, 285-290
- Valdez, A., Cortes, G., Castaneda, S., Vazquez, L., Zarate, A., Salas, Y. y Atondo, G. (2019). Estrategia de Big Data. *Revista Internacional de Aplicaciones y Ciencias Informáticas Avanzadas*, *10 (4)*, 285-290
- Yong Yin, Kathryn E. Stecke y Dongni Li (2017). La evolución de los sistemas de producción de Industry 2.0 a Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, *0020(7543)* 1-14 DOI: 10.1080 / 00207543.2017.1403664
- Yong-Ki Min, Sang-Gun Lee, Yaichi Aoshima. (2018). Un estudio comparativo sobre los efectos indirectos industriales entre Corea, China, Estados Unidos, Alemania y Japón. *Sistemas de datos y gestión industrial*. 1-20. <https://doi.org/10.1108/IMDS-05-2018-0215>