

**Implementación de la industria 4.0 en países desarrollados y subdesarrollados: una
revisión de literatura**

Kevin Andrey Patiño Cárdenas

Universidad Cooperativa de Colombia

Facultad de ciencias Administrativas, Económicas y Contables

Administración de Empresas

Santiago de Cali

2021

**Implementación de la industria 4.0 en países desarrollados y subdesarrollados: una
revisión de literatura**

Kevin Andrey Patiño Cárdenas

**Proyecto presentado como trabajo de grado para obtener el título de Administrador
de Empresas**

Tutor

Darío Quiroga Parra

Universidad Cooperativa de Colombia



Facultad de ciencias Administrativas, Económicas y Contables

Administración de Empresas

Santiago de Cali

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado _____

A handwritten signature in black ink, consisting of a circular loop with several vertical and horizontal strokes crossing through it.

Director de opción de grado

Darío Quiroga Parra

A handwritten signature in black ink, identical to the one above, consisting of a circular loop with several vertical and horizontal strokes crossing through it.

Jurado

Santiago de Cali, abril de 2021

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
CAPITULO UNO	9
ANTEPROYECTO	9
1.1. Antecedentes	9
1.2. Planteamiento del problema	10
1.3. Objetivo general.....	12
1.3.1. Objetivos específicos	12
1.4. Metodología.....	12
1.5. Justificación.....	13
CAPITULO DOS.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Estado del arte de la industria 4.0 en Colombia.....	15
2.2. Estado del arte de la industria 4.0 en México	18
2.3. Estado del arte de la industria 4.0 en Chile	21
2.4 Estado del arte de la industria 4.0 en Brasil	23
2.5. Estado del arte de la industria 4.0 en Alemania	26
2.6. Estado del arte de la industria 4.0 de China	30
2.7. Estado del arte de la industria 4.0 en Estados Unidos	33
2.8. Estado del arte de la industria 4.0 en Japón	36
2.9. Análisis comparado	39
Conclusiones.....	44
Referencias bibliográficas.....	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa implementación industria 4.0 en los casos de estudio.....	39
---	-----------

Resumen

La historia industrial ha presentado diferentes cambios enmarcados en distintas eras, donde cada una presentó impactos significativos en los sistemas productivos, económicos y sociales para las organizaciones a nivel mundial. Actualmente, la “industria 4.0” es el nuevo modelo industrial del siglo XXI. En esta nueva era, la automatización y digitalización los procesos industriales impactan significativamente la economía y la sociedad. El presente trabajo busca identificar las principales problemáticas en el proceso de implementación de la industria 4.0 en los países de América Latina y países desarrollados. Fueron ocho los casos de estudio escogidos, cuatro países desarrollados tales como Alemania, China, Estados Unidos, Japón y cuatro países latinoamericanos, México, Colombia, Chile y Brasil. La metodología consistió en una revisión de literatura de artículos académicos de bases de datos internacionales, que permitieron la selección de los artículos para el estudio de los casos. Seguidamente, se llevó a cabo un análisis en una tabla comparativa, señalando las ventajas y desventajas de la implementación. Los resultados muestran las persistentes brechas de implementación entre los dos grupos de estudio, a nivel de diseño y ejecución de políticas para el desarrollo de la industria 4.0, poco presupuesto, entre otras, pero también nos permitió conocer que estas brechas se han logrado solucionar en otros países con alianzas entre el sector público y privado etc. Todo este análisis es importante porque permite orientar y dar ideas a los países subdesarrollados para salir de sus brechas existentes y poder explotar los beneficios de esta nueva era.

Palabras clave: industria 4.0, países subdesarrollados y países desarrollados

Abstract

Industrial history has presented different changes framed in different ages, where each one presented significant impacts on the productive, economic and social systems for organizations worldwide. Currently, "Industry 4.0" is the new industrial model of the 21st century. In this new era, automation and digitization of industrial processes and significantly impact the economy and society. This work seeks to identify the main problems in the implementation process of Industry 4.0 in Latin American and developed countries. Eight case studies were chosen, four developed countries such as Germany, China, the United States, Japan and four Latin American countries, Mexico, Colombia, Chile and Brazil. The methodology consisted of a literature review of academic articles in international databases, which allowed the selection of articles for the study of the cases. Next, an analysis was carried out in a comparative table, pointing out the advantages and disadvantages of the implementation. The results show the persistent implementation gaps between the two study groups, at the level of design and implementation of policies for the development of Industry 4.0, little budget, among others, but also allowed us to know that these gaps have been solved in other countries with alliances between the public and private sectors etc. All this analysis is important because it allows to guide and give ideas to the underdeveloped countries to get out of their existing gaps and to be able to exploit the benefits of this new era.

Keywords: Industry 4.0, underdeveloped countries and developed countries

Introducción

La industria 4.0 representa un nuevo modelo de organización centrado en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), apoyadas en los sistemas electrónicos y digitales. Esta industria también es conocida como “Fabrica Inteligente” o “Internet Industrial” porque son términos que expresan la transformación digital que representa a esta nueva era (del Val Román, 2016).

Esta nueva industria es tendencia a nivel mundial, porque no solo permite mejorar la economía, sino avanzar a nivel social. La implementación de esta industria no es una tarea sencilla de realizar, ya que se encuentran diversos desafíos, como las sombras de desempleo masivo que se puede ocasionar por la automatización de las industrias, la gran cantidad de dinero para las compras y mantenimiento de tecnología, más capacitaciones para el manejo de la tecnología, falta de políticas públicas entre otras (Gutiérrez, 2019).

Hay países que pueden obtener los beneficios de la implementación de la industria 4.0 de mejor forma y más rápida, para estos casos los países desarrollados tienen más ventajas en esta industria, porque son países que tienen una infraestructura más sólida en las industrias que pueden sobrellevar más fácilmente los cambios que se requieren hacer y disponen también de mayores presupuesto para implementarla. Mientras que, los países subdesarrollados aún tienen muchas más limitaciones que les permite tener panorama nublado en esta cuarta era industrial (Ziaei et al., 2018).

Con el fin de observar un panorama general de la situación de la industria 4.0 en algunos países desarrollados como lo son Alemania, China, Estados Unidos y Japón comparado de países subdesarrollados como México, Colombia, Chile y Brasil, se realizó una revisión en la literatura para identificar las principales problemáticas que existen al llevar a cabo la implementación de la industria 4.0. Se escogieron y sintetizaron tres documentos académicos para cada caso de estudio, con el ánimo de realizar un análisis preciso de la situación que vive cada uno en el proceso de implementación de nueva industria 4.0.

Además, permite hacer un comparativo de la situación de estos países viendo las ventajas y desventajas que cada uno presenta. Observando que, los países desarrollados presentan muchas más ventajas sobre los países subdesarrollados. Estos últimos están desarrollando la industria 4.0 a una velocidad muy lenta por la cantidad de brechas a las que se enfrentan. Al conocer la situación de los países desarrollados se pueden extraer estrategias que ellos han usado que pueden servir como herramientas de apoyo que al adoptarlas traigan grandes beneficios.

CAPITULO UNO

ANTEPROYECTO

1.1. Antecedentes

La cuarta revolución industrial, más conocida como industria 4.0 ha enmarcado una nueva era que viene acompañada de muchos cambios tecnológicos y nuevos modelos de desarrollo económico. Esta nueva era fue introducida en el año 2011 en la Feria de Hannover, Alemania, donde diferentes fábricas presentaron modelos de adaptación en sus industrias que consistía en la optimización de recursos, disminuyendo tiempo y costos de producción. También mostraron como la automatización digital, inteligencia artificial, internet de las cosas, Big Data, entre otras eran las tecnologías que priman en este nuevo modelo (Cabaña et al., 2019). Después de esta feria diversos países empezaron a adoptar estas estrategias mostradas en Alemania, ya que al incluir tecnologías informáticas y electrónicas nuevas veían que sus fábricas comenzaban a tener crecimiento en su sistema de producción brindándoles mejores características a nivel industrial y una robustez económica. Por estas razones este nuevo modelo industrial empezó a crecer rápidamente y fue adoptada por muchos países.

A pesar de las grandes características que tiene la industria 4.0, no todos los países que la implementan presentan esos cambios positivos notorios o una misma velocidad de desarrollo. Esto pasa por distintos motivos, como lo son: ausencia de políticas públicas que apoyen al sector industrial para el proceso de transformación hacia la industria 4.0; falta de disponibilidad de recursos para adquirir nuevas tecnologías; falta de inversión en educación e investigación. Es por esto que actualmente hay países líderes como Japón, Corea del Sur, Alemania, Suiza, China, donde su modelo industrial es bastante efectivo y productivo, con velocidades de desarrollo grandes a comparación, por ejemplo, con países latinoamericanos como México, quien lidera América latina en este campo, después sigue Brasil, Argentina y Colombia (Martin et al., 2018).

Estas grandes diferencias entre países no solo se ven reflejado en estadísticas, sino también en la información bibliográfica que se encuentra disponible sobre la situación actual, modelos de desarrollo en la industria 4.0 de cada uno de estos. Notándose que, para el caso de países como Alemania, China, Estados Unidos la información disponible es amplia, incluso muestran las estrategias que han usado, los problemas a los que se han enfrentado y las soluciones que han implementado, mostrando también toda la trayectoria que han tenido y las metas a futuro. Mientras que, países como Brasil, México, Colombia la información es más limitada. Y se observa que, pocas empresas han migrado a esta nueva era industrial. Incluso, la información que más se encuentra es sobre las brechas que tienen actualmente estos países para desarrollar eficientemente la industria 4.0. Paralelamente, países como

Chile y Perú, la información disponible de la industria 4.0 es aún mucho más limitada que en los países de Latinoamérica anteriormente nombrados.

1.2.Planteamiento del problema

El correcto entendimiento de las necesidades, expectativas y requerimientos que traen los mercados a nivel global y el comercio internacional es una tarea cada vez más complicada de llevar a cabo por la cantidad de factores que se deben analizar. Actualmente, el comercio se mueve de manera muy rápida y estratégica con ayuda de nuevas herramientas tecnológicas que se están convirtiendo en elementos igual de importantes como la misión, política y modelo de negocio de una empresa. Incluso, están siendo elementos determinantes para la adaptación de las exigencias del mercado, haciendo en algunos casos reestructurar la visión de las organizaciones para permitir mejores adaptaciones a los nuevos retos que están apareciendo, lo cual implican cambios en los procesos productivos a nivel industrial.

La generación de políticas públicas que garanticen una mayor cobertura de las tecnologías acordes con las exigencias que traen las nuevas industrias es uno de los más grandes retos a los cuales se enfrenta el sector público, ya que garantizar la disponibilidad y el costo de la implementación de nuevas tecnologías es determinante para la competitividad empresarial debido a que permiten la sostenibilidad productiva y determinan la estructura de costos en las empresas (Estrada et al., 2009). También se debe tener en cuenta que, no solo el desarrollo de las grandes empresas es importante para el desarrollo industrial de un país, sino también el desarrollo en las pequeñas y medianas industrias, pues los resultados que se obtengan en todo el sector industrial (pequeñas, medianas y grandes empresas) es lo que permite medir al país correctamente en cuestión de desarrollo.

Sistemas industriales que no obedezcan a los nuevos requerimientos que surgen a nivel global, pondrá en desventaja a las empresas a nivel competitivo en el territorio nacional. Ahora, las organizaciones deben enfrentarse a competidores con mejores desarrollos e industrias más eficientes que cuentan con mayor intervención estatal en materia industrial, lo cual permite una organización adecuada en sus empresas. En los países desarrollados las tecnologías les están permitiendo mejorar las características de sus industrias, llevando resultados positivos a nivel económico y social (Rubio et al., 2015).

A nivel industrial latinoamericano, Colombia y México son un claro ejemplo de países en desventaja competitiva. Pues el desarrollo industrial de estos aún no se encuentra bien estructurada, considerando las exigencias de la nueva era industrial. Colombia es un país que a penas esta adecuando sus empresas en el desarrollo, y además se encuentra con grandes brechas a nivel político y social que impiden avanzar rápidamente en su desarrollo y aumentar su productividad (Galvis et al., 2018; Ramírez et al., 2020). En Colombia por lo menos “se necesitan 2,6 trabajadores para producir lo mismo que un trabajador surcoreano y

alrededor de 4,3 para lo de un estadounidense” (Consejo Privado de Competitividad, 2017), dato que muestra la desventaja a nivel competitivo. También otros países, especialmente de Latinoamérica se encuentran en la misma posición de Colombia, por ejemplo México. El país se encuentra en un proceso inicial de desarrollo industrial, pero se encuentra distintos retos que le crean un cuello de botella en sus avances que le impide avanzar al ritmo de países más avanzados. Uno de esos cuellos de botella está en la falta de reformas estructurales y la prolongada escasez de crédito para la implementación de tecnologías y estrategias que permiten al país una mejor competencia internacional (Calderón et al., 2012; España et al., 2018).

Los países anteriormente nombrados se encuentran altamente amenazados en cuestión de competitividad industrial por países desarrollados como Japón, Corea del Sur, Alemania, Suiza y China que son los países líderes en esta nueva generación industrial y que le llevan una diferencia bastante grande y marcada a los países de América Latina (Martin et al., 2018). Ya que estos países son los que presentan mejores tecnologías e innovación, capital humano, comercio global e inversión, marco institucional, producción sostenible y entorno de demanda. Por ejemplo, en un país como Japón no solo se están preocupando por llenar de tecnología sus industrias para transformar su producción, sino que también están invirtiendo en la transformación de la sociedad, situación que no pasa en países de América latina (Rodríguez et al., 2018). También promover la investigación para un buen desarrollo industrial es fundamental y es una característica que se destaca en la industria de Corea del Sur, este factor aún no lo han comprendido muchos países y es por eso que no avanzan a la par con países como estos (Osorio et al., 2015).

La calidad, el nivel de servicio en el productor o prestador de servicio, buena aplicación de tecnología en los procesos productivos, capacitación de capital humano y herramientas para una transformación de la mentalidad de la sociedad son factores determinantes para marcar una diferencia en la competencia industrial y que en el caso de diversos países es una limitante marcada para ser visible internacionalmente en distintos mercados. Ya que en el caso de algunos países solo se enfocan por ejemplo en la inversión de tecnologías y no en capacitar a sus empleados, ni en una investigación rigurosa que indique que tecnología es más adecuada para su industria, lo cual hace que ese impulso desenfrenado por mejorar industrialmente termine en malas inversiones y en un retroceso de un desarrollo, es decir, con un resultado totalmente opuesto a lo deseado.

Considerando lo anterior, surge la pregunta ¿cuáles son los mayores problemas y limitaciones que tienen los países de América latina tales como tales México, Colombia, Chile y Brasil, para llevar a cabo la correcta implementación de la industria 4.0 a comparación de países como Alemania, China, Estados Unidos y Japón ?

1.3. Objetivo general

Identificar las principales problemáticas en la implementación de la industria 4.0 en los países de América latina, como México, Colombia, Chile y Brasil en comparación con países como Alemania, China, Estados Unidos y Japón.

1.3.1. Objetivos específicos

- Realizar una búsqueda exhaustiva en la literatura sobre la situación de la industria 4.0 en países desarrollados y América latina
- Sintetizar la información de literatura sobre la industria 4.0 encontrada resaltando la información más relevante de cada uno con el fin de permitir una mejor comprensión de la situación de cada uno de los países escogidos.
- Analizar la situación actual de la industria 4.0 de algunos países desarrollados tales como Alemania, China, Estados Unidos y Japón y en los de América latina como lo son México, Colombia, Chile y Brasil .
- Contrastar la forma como se han llevado a cabo la implementación de la industria 4.0 en los países desarrollados de Alemania, China, Estados Unidos y Japón y países de América latina tales como México, Colombia, Chile y Brasil.

1.4. Metodología

Para llevar a cabo el presente trabajo se realizó una revisión de literatura en las bases de datos académicas de Scopus y Google Académico sobre las generalidades de la industria 4.0, antecedentes, origen, desarrollo y las tecnologías que la componen.. De acuerdo con el panorama general observado se decidió escoger cuatro países desarrollados dentro de los cuales están los países líderes en esta industria que son Alemania, China, Estados Unidos y Japón. También se escogieron cuatro países subdesarrollados de acuerdo con las directrices dadas por el docente que guía este proyecto. Para caso de estudio se escogieron los tres documentos más relevantes de cada uno y se realizó una síntesis de la información exponiendo lo más importante de cada documento encontrado.

Cuando ya se tenía la síntesis de cada documento, se procedió a realizar un cuadro comparativo que permitió observar de mejor manera la situación de cada uno de estos países reflejada en las ventajas y desventajas que tenían. Este cuadro permitió sacar conclusiones acerca de la situación de los países e identificar cuál de estos estaban mejor posicionados y el por qué. Además, se observaron las estrategias que los países mejores posicionados usaron para llegar al nivel que están actualmente, dejando información abierta de estas estrategias con el fin de que pueda ser analizada por los países que no se encuentran en la mejor posición de desarrollo y puedan decidir si se adopta como una herramienta base para mejorar mucho más su proceso de desarrollo de la Industria 4.0.

1.5. Justificación

Se pretenden alcanzar los objetivos de este proyecto mediante una metodología basada en la búsqueda bibliográfica que permitirá conocer de mejor manera la situación que viven algunas países subdesarrollados y desarrollados en el tema de la industria 4.0. Permitiendo hacer el planteamiento general del contexto industrial actual, resaltando algunas características, ventajas, desventajas. Esto permite conocer más a fondo los beneficios que tienen los países desarrollados sobre los subdesarrollados en la implementación de la industria 4.0. Además, se puede conocer la trayectoria que estos países han tenido, los problemas a los cuales se han visto enfrentados y las soluciones que han propuesto, siendo esto un ejemplo para los países subdesarrollados que actualmente se encuentran con grandes brechas para llevar a cabo esta nueva revolución industrial.

La información recolectada en este trabajo ayudará a los países subdesarrollados idear estrategias y planes que les permitan mejorar su implementación tecnológica en la industria, aprovechando al máximo los recursos de su cadena de producción y tener una mejor organización hasta tal punto de sacarle el máximo provecho que trae esta nueva generación que permitirá a los países crecer social y económicamente, logrando ser competitivos en el mercado a nivel mundial.

CAPÍTULO DOS

MARCO TEÓRICO

Las nuevas evoluciones de la industria a nivel mundial han empezado a cambiar el panorama sobre la forma en cómo se llevan a cabo diferentes procesos en la industria y consigo se vienen diferentes retos para la implementación de esta. La evolución industrial empezó con procedimientos netamente mecánicos donde la organización no era la mejor. Seguidamente, se empezaron a incluir procedimientos que requerían de energía eléctrica organizando un poco las cadenas de producción, estableciendo cadenas de montaje que agilizaban el proceso productivo (Basco et al., 2018). Después de este desarrollo se aprovechó la organización que estaba tomando la industria y las nuevas tecnologías que iban surgiendo para incluir cada vez más procesos eficaces que contenían componentes electrónicos, incluyendo energías renovables, apuntando a procesos automatizados y a la utilización del internet de las cosas, logrando aumentar el rendimiento y la cantidad de producción que se tenía en la industria. Con estas evoluciones la industria mejoraba cada vez hasta el punto de organizar los medios de producción con ayuda de la digitalización, inclusión de sistemas ciber-físicos, hiperconectividad y Big data. Donde el conjunto de todos los aspectos nombrados anteriormente permite una sinergia con todos los procesos industrializados, logrando una alta calidad en los productos fabricados y la satisfacción del cliente desde todos los procesos. A esta última evolución de la industria se le conoce como “Industria 4.0” (Galvis, Palacio, 2018).

La industria 4.0 permite una manufactura avanzada e implementación de los recursos realmente necesarios para evitar sobrecostos en la industria. Estas tecnologías incluyen el uso del internet de las cosas, inteligencia artificial, automatización digital, Big data y entre otras que permiten consolidar la organización industrial debido a que reduce tiempos de producción, optimiza recursos, disminuye de costos, aumenta ganancias y permitir tener una mayor competencia empresarial (España et al., 2018).

La industria 4.0 se está aplicando con mayor profundidad en países desarrollados, en Europa, Japón y Estados Unidos. Al adoptar las nuevas tecnologías que conforman esta nueva era permite a las empresas automatizar procesos, implementación de conectividad, información digital, acceso digital al cliente, proporcionándole ventajas en la producción, ya que se evitan interrupciones en los procesos, se hace un uso adecuado de los recursos protegiendo así al medio ambiente, minimizando costos y obteniendo también una mayor eficiencia en dichos procesos. Además, se trabaja con mayor seguridad a nivel laboral, ofreciendo empleos más seguros y de alta calidad. Reuniendo todos los aportes positivos que trae la implementación de estas tecnologías se fortalece la competitividad empresarial generando mejores estrategias

para dar solución a las necesidades del mercado local, regional, nacional e internacional (Casadiego, 2020).

2.1.Estado del arte de la industria 4.0 en Colombia

La nueva generación industrial que enmarca la industria 4.0 tiene resultados prometedores en la productividad del país que este aplicando los procesos que rodean a esta generación, haciéndola confiable, segura y más rentable. Por esta razón, la industria colombiana se ha empezado a ver obligada a realizar avances con las nuevas tecnologías que están surgiendo para poder permitir al país ser más competitivos frente al mundo globalizado. Esto implica distintos retos para la industria nacional en los factores técnicos, económicos y sociales, que son aquellos que determinan el alcance de la automatización y desarrollo de la industria (Galvis et al., 2018).

El factor más determinante para el alcance industrial de país es la aceptación social, ya que en su mayoría avanzar industrialmente implica la automatización de distintos procesos que mejoran la productividad e incluso disminuyen cargas laborales considerados de alto riesgo. Pero a su vez se pierden un gran número de puestos de trabajo que desempeñan actividades sencillas y repetitivas, es por esto que el avance industrial de esta forma puede ser controversial desde algunos puntos de vista (Galvis et al., 2018)

El Gobierno Nacional Colombiano ha empezado a desarrollar estrategias que disminuyan los efectos controversiales que se puedan generar a nivel social, que tiene como objetivo mostrar y ofrecer que puedan dar una mejor perspectiva y mayor aceptación de esta industria tanto a los empresarios como a los trabajadores (Galvis et al., 2018). Es por esto que se han venido desarrollando políticas industriales sólidas con el fin de recuperar paulatinamente las exportaciones manufactureras, incentivando a los dueños de las empresas nacionales a invertir en novedosas tecnologías que permitan optimizar y renovar sus plantas productivas logrando expandir sus empresas de forma considerable, fomentando y creando empleo formal. También, se han propuesto estrategias para preparar a las personas a asumir los nuevos retos laborales que trae esta industria, apostándole a la mejora de la educación superior, inversión en investigación y desarrollo que permita capacitarse cada vez más en la importancia de la industrialización. Todas estas propuestas nombradas anteriormente requieren del acompañamiento continuo del gobierno al sector privado para lograr que las propuestas sean sostenibles tanto para el País como para la empresa y asegure una responsabilidad social, financiera y fiscal (Galvis et al., 2018).

Con el fin de seguir promoviendo el desarrollo de la industria nacional, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) buscan diferentes problemáticas en los sectores productivos del país a las cuales se les pueda dar solución que permita el crecimiento en la industria. En este caso

encuentra que el sector de la agroindustria es uno de los más productivos del país y es uno de los que más requiere de inversión y desarrollo tecnológico. Encontraron que el sector avícola en Santander es uno de los más avanzados pero que aun así requiere de la implementación de procesos tecnificados con ayuda de nuevas tecnologías, ya que carecen de sistemas de monitores del ambiente de las granjas, siendo este importante para el adecuando cuidado de la materia prima (Galvis et al., 2018).

Teniendo en cuenta la problemática mostrada anteriormente el SENA logra realizar un equipo que permite monitorear la temperatura con mayor precisión que los sistemas convencionales, garantizando las condiciones del ambiente. Este sistema cuenta con una batería que dura hasta 4 días sin necesidad de ser recargado y se dejó para lograr una adaptación a un panel solar que permita la recarga de energía de mejor manera, implementando las energías renovables. Estas iniciativas y proyectos mejoran el proceso productivo de las industrias de Colombia, permitiendo avanzar en la optimización de procesos productivos con la implementación de nuevas tecnologías y a su vez sean sistemas eficientes con proyección social, logrando hacer de Colombia un país más competitivo (Galvis et al., 2018).

Por otro lado, en otro estudio se muestra que, Colombia se ha enfrentado a brechas tecnológicas que impide el correcto desarrollo industrial, quitándole posibilidades de considerarse como una competencial a nivel mundial. Por esta razón, el análisis riguroso del estado de los sectores productivos del país es de vital importancia porque permiten conocer con certeza cuales son los factores que primero deben ser atacados, logrando plantear alternativas que brinden solución a los problemas industriales encontrados. Dentro de las investigaciones y análisis que se han realizado, se ha rescatado la importancia que tiene la implementación de estas tecnologías en la industria colombiana. Es por esto que dentro de los últimos años Colombia ha presentado estrategias que permitan incentivar y promover la reestructuración de ciertos sectores productivos con la inversión de nuevas tecnologías. El “Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018” es una de las estrategias que implementó el gobierno colombiano uniendo los avances de la ciencia de datos que impulsó la creación de un centro de excelencia en Big data. Otra estrategia fue fortalecer las alianzas entre Universidades-Empresas-Estado que permiten la formación de personas con visión del crecimiento industrial y a su vez creación de nuevas tecnologías que puedan ser implementadas en las empresas colombianas (Ramírez et al., 2020).

A pesar de los avances que se ha tenido por parte de la industria colombiana la implementación tecnológica que implica la automatización de procesos a nivel general en las empresas del país sigue considerándose baja, es por esto que la Universidad EAFIT en el 2020 presenta un estudio con el fin de profundizar más sobre la industria colombiana en el desarrollo de la industria 4.0, donde se profundizo en: las tecnologías asociadas a dicha industria y las brechas que existen para su implementación, establecer los avances en el país para el desarrollo de las tecnologías industriales, determinar en qué sectores productivos de Colombia se están utilizando tecnología 4.0 y en identificar como las empresas están

utilizando esas tecnologías. Los resultados extraídos de este estudio muestran que el sector automotriz en Colombia es el sector que mayor tecnología 4.0 tiene, implementando realidad virtual, Big Data, inteligencia artificial e internet de las cosas, seguido a este sector está el textil, metalurgia y electrodomésticos donde implementan Big data, inteligencia artificial e internet de las cosas (Ramírez et al., 2020).

Este estudio mostró que, la industria colombiana apenas está comenzando a implementar tecnología 4.0, encontrándose en la etapa de crecimiento. Ya que la seguridad cibernética, eficiencia energética, internet de las cosas, nanotecnología, robótica y biotecnología se encuentran en un nivel inicial de crecimiento. Solo el internet de las cosas, big data y seguridad cibernética se encuentran a un nivel más avanzado de implementación a comparación de los anteriormente nombrados (Ramírez et al., 2020).

Con los resultados obtenidos se confirma que Colombia debe seguir buscando estrategias para avanzar tecnológicamente en la industria, puesto que las tecnologías se encuentran en etapa de crecimiento con bajos indicadores de conocimiento de manejo de dichas tecnologías en las empresas que tienen algunos sistemas automatizados, frenando así el crecimiento económico del país. Por esto se debe seguir insistiendo y apostando en la implementación de la industria 4.0, ya que trae diversos beneficios como la mejora de las cadenas productivas aumentando la eficiencia de la empresa, permite realizar diagnósticos predictivos y mantenimientos de alta confiabilidad, costos de reparaciones y mantenimientos. Además, la correcta implementación de estas generaría un crecimiento sostenible para el país en periodo de mediano y largo plazo (Ramírez et al., 2020).

Otro dato importante es a pesar de que el 94 % de las empresas colombianas usan computadoras, el 96% usan internet y el 55% tienen una página web, siguen siendo aspectos poco significativos para establecerse indicadores reales que midan el uso de las tecnologías en los procesos industriales (Casadiego, 2020). Datos que se aproximan mucho más al enfoque de las nuevas tecnologías son los que evidencia CEPAL en el 2018, donde solo el 0.5% de las empresas colombianas han adoptado sistemas robóticos, un 3% están incorporando la fabricación aditiva. También el 18% de las grandes empresas usan internet de las cosas y de estas solo el 8% han incorporado robots, 6% usan impresión 3D y un 4,4% están probando la implementación de la inteligencia artificial. Otro dato que muestra es que solo 33 empresas de las 1.141.000 empresas formales están en el proceso de incorporación a esta cuarta revolución industrial, es decir, solo el 0.002%. Siendo estos datos preocupantes, pues muestran que solo las grandes empresas están implementando nuevas tecnologías mientras que las medianas y pequeñas empresas no encuentran con la disposición para implementar estas nuevas tecnologías (Casadiego, 2020).

Es por esto la importancia de fortalecer en las diferentes academias que inviertan en la generación de nuevo conocimiento e investigaciones que permitan avanzar tecnológicamente

en las empresas llegándola a convertir en un país competitivo a nivel internacional con respecto a la industria 4.0 (Casadiego, 2020).

2.2.Estado del arte de la industria 4.0 en México

Dentro de las tecnologías de la industria 4.0, la digitalización de servicios, procesos y productos se ha permitido agilizar desde la interacción cliente-empresa en cuestión de los recursos prestados, hasta la optimización de procesos de producción (España et al., 2018). Por otro lado, el internet de las cosas ha logrado buenas interconexiones que facilitan la obtención y envío de datos de los procesos que se estén realizando. También el uso del aprendizaje automático en la maquinaria industrial ha permitido desarrollar mayor eficacia en los procesos productivos. Estos efectos positivos nombrados a partir del uso de diferentes tecnologías solo son uno de los pocos que se pueden lograr implementando los nuevos recursos tecnológicos que propone esta nueva revolución industrial (España et al., 2018).

Ante los beneficios que puede traer la implementación de estas tecnologías en la industria mexicana y las nuevas oportunidades, surgen distintos retos. El reto que se aborda en este caso es acerca de la poca preparación profesional enfocada al manejo de la industria 4.0. El Foro Económico Mundial en el año 2018 muestra que el 69% de los empresarios consideran que hay pocos profesionales enfocados a la industria 4.0, es por esto que sugiere evolucionar en las competencias que se les inculcan a los profesionales en sus procesos de formación, con el fin de que estas competencias puedan apuntar a la evolución industrial. También otro dato que aporta al reto de la preparación de los profesionales es que el 58% de los empresarios consideran que los egresados no salen correctamente preparados para afrontarse al campo laboral, según lo publicado por el periódico El Economista (España et al., 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantean la idea de incorporar estrategias para la formación de los profesionales que permita la correcta migración de procesos industriales convencionales a procesos industriales altamente tecnificados que es el caso de la industria 4.0. Dentro de estas estrategias es el enfoque en la formación académica de siete habilidades de supervivencia labora como lo son: Resolución de problemas y pensamiento crítico, trabajo en equipo y liderazgo, adaptabilidad al cambio, vocación emprendedora, comunicación eficaz oral y escrita, acceso a la información y capacidad de análisis, finalmente curiosidad e imaginación (España et al., 2018).

Con la implementación de las anteriores habilidades y tres competencias importantes para la industria 4.0 como lo son el uso de herramientas de forma interactiva, interacción en grupos heterogéneos y actuación de manera autónoma, permite instrumentos adecuadas para la formación de un capital humano que pueda asumir los retos que trae esta nueva era industrial (España et al., 2018). Esto acompañado de vinculaciones de instituciones que estén enfocadas

al manejo de nuevas tecnologías como la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información y el Clúster de tecnologías de la información de Guanajuato, entre otras permite el respaldo de la orientación aplicada de tecnologías 4.0, con el fin de que los estudiantes puedan tener un panorama real y realizar prácticas enfocadas a esta industria que les permita adquirir mejores experiencias y ser aplicadas a nivel profesionales (España et al., 2018).

Un aspecto importante es que México es un país enfocado en la parte del ensamblaje y manufactura, pero apenas está en la fase inicial de la industria 4.0. Una de las razones por la cual esta industria no ha avanzado en México es el bajo costo en la mano de obra al cual se enfrentan los empresarios mexicanos que prefieren pagar a los trabajadores y no invertir en plantas tecnológicas por que se verían obligados a incurrir en una inversión inicial bastante alta comparada con los gastos de mano de obra que han venido pagando (Huidobro et al., 2020).

Sin embargo, hay estados de México que tienen más avance tecnológico que otros por ejemplo el estado de Nuevo León uno de los precursores. En este estado hay industrias que con ayuda del enfoque tecnológico está fabricando soluciones en iluminación LED, que no solo ha permitido una economía en los hogares que lo utilizan sino también al mejorar el sistema productivo beneficia de manera significativa a la empresa en cuestión económica y demanda (Figuroa et al., 2020).

Seguido a Nuevo León en la implementación de esta industria se encuentra Estado de México que se centra en la transformación de la industria automotriz, proponiendo nuevos modelos de negocio e integrando la inteligencia artificial que se evidencia con el desarrollo de algunas partes de los vehículos como la dirección asistida, manejo autónomo con restricciones y en cuestión de la industria se optimizan procesos productivos utilizando los componentes adecuados que brindan seguridad en la empresa y en el desarrollo de estos procesos, además de traer beneficios económicos. Después está Jalisco donde la robótica, internet de las cosas, impresión 3D, nanotecnología y biotecnología han sido tenidos en cuenta en diferentes empresas en este estado, adaptándose y mejorando la utilización de éstas (Figuroa et al., 2020).

Guanajuato y Querétaro son los siguientes después de Jalisco a nivel de la implementación de la industria 4.0. Guanajuato se está enfocando en las pequeñas y medianas industrias, también se están realizando diferentes eventos que promueven la visión a la transición de la industria 4.0. En Querétaro las nuevas tecnologías se están llevando a cabo en la industria automotriz, impulsando cada vez más la investigación y desarrollo en este campo, avanzando también en productos de electrónicos como sistemas autónomos y eléctricos (Figuroa et al., 2020).

México ocupa el puesto 46 de 140 países en el pilar de la innovación y en América latina ocupa el cuarto lugar. A nivel global México puede generar oportunidades en la industria 4.0 y tiene mucho campo por abordar especial en el sector automotriz y electrónico, debido a que hay gran potencial para llegar a ser líderes digitales (Figuroa et al., 2020). Sin embargo, México se enfrenta a un reto grande al momento de querer implementar dicha tecnología, pues cuenta con poco capital humano que sea capaz de manejar correctamente la nueva infraestructura que se establecería a base de la industria 4.0. Por esta razón, es importante que las empresas y el gobierno se unan y creen lazos cada vez más fuertes con el fin de ayudar a los actuales y futuros empleados a desarrollar las habilidades necesarias para afrontar los cambios que conlleva la implementación de la nueva industria. Al lograrse la correcta implementación de esta industria ayudaría al país a tener mayores posibilidades de mejorar su nivel industrial competitivo a nivel internacional (Figuroa et al., 2020).

Por otro lado, la Secretaría de Economía en México (SE) (2018) resalta que para el desarrollo de la tecnología 4.0 y su extensión en el tiempo sea positiva se debe trabajar en cuatro pilares básicos tales como: el desarrollo del capital humano para la buena utilización de las tecnologías, la innovación por parte de las empresas, el desarrollo de los clúster y la adopción de las nuevas tecnologías entre las empresas grandes pequeñas y medianas para lograr en estas un desarrollo y competitividad (Huidobro et al., 2020).

Las empresas del sector tecnológico en México han optado por invertir y apoyar en la industria automotriz y aeronáutica dado que en estos sectores el país se encuentra bien parado frente a otros países, la idea es apoyar la transformación digital en estos sectores para ser más productivos y competitivos en el nuevo mercado de la industria 4.0 (Huidobro et al., 2020).

En busca de la mejora industrial, el tecnológico de monterrey ha desarrollado programas en la transformación digital de negocios, centrándose en la capacitación de los estudiantes para afrontar las nuevas empresas digitales (Huidobro et al., 2020).

Igualmente, en temas de educación se desarrolló un plan llamado Nuevo León 4.0 que ha logrado replantear 46 planes de estudio en los cuales no tenían en cuenta proyectos de digitalización, y ha logrado capacitar a más de 480 ingenieros en temas de la industria 4.0 (Huidobro et al., 2020).

Para finalizar se denota que en México se están llevando ciertos procesos de implementación de las tecnologías 4.0 pero se debe profundizar y potencializar la educación superior para poder contar con personal capacitado para dichas tecnologías, también deben tener en cuenta la inclusión en los planes de educación las tecnologías 4.0 y sus materias de igual modo en México están trabajando en la capacitación laboral con el desarrollo de sistemas ciber físicos que permita tener personal apto para desarrollar labores en general a través de la internet sin tener que ser expertos en determinadas áreas (Huidobro et al., 2020).

2.3.Estado del arte de la industria 4.0 en Chile

En el 2013 el Banco Central de Chile informó que el sector de servicios presenta un 12,9% del producto interno bruto, el minero un 12% y el manufacturero el 10,4%. Indicando que el sector que más genero ganancias no fue el industrial, comportamiento que se presenta en países como Perú y Colombia donde su industria crece lentamente comparada al resto de la economía, mostrando entonces una incapacidad para competir internacionalmente como por ejemplo con países europeos y asiáticos que son industrializados. Con base a esos datos y a los actuales, Chile sigue mostrando un enfoque al sector de servicios, siendo ese donde más invierte, dejando a un lado el potencial que podría generar la inversión en el sector industrial. Además, este país no cuenta con buenas políticas que ayuden a proteger la industria como por ejemplo en el sector minero y manufactureros que ha mostrado tener buenas salidas en el mercado (De la Fuente, Fuentes, Leiva, 2020).

Teniendo en cuenta las grandes oportunidades que puede presentar el sector manufacturero se ha investigado diferentes técnicas que puedan brindarle beneficios económicos con el uso de la ciencia de datos, es decir, empezar a buscar las mejores maneras para migrar a la era digital que está altamente ligada a la industria 4.0, concepto formado en Alemania, donde su enfoque manufacturero es bastante claro, se esfuerza constantemente en enfatizar la alta calidad, invierta en el capital humano, capacitar y atrae talento necesario a las nuevas industrias, además de velar por el cuidado del medio ambiente (De la Fuente et al., 2020).

Para la implementación de sistemas que conforman a la industria 4.0 se tienen en cuenta las “5C” que son: conexión inteligente incorporando sensores, conversión de datos a información teniendo en cuenta la herramienta de negocio inteligente, cyber nivel apoyándose de sistemas ciber físicos, nivel cognitivo donde se prioriza y se toman decisiones y por último configuración de nivel que es donde se toman las decisiones correctivas o preventivas (Neira et al.,2020). Estas herramientas mencionadas anteriormente son de vital importancia para una empresa que piensa migrar su modelo de funcionamiento a este que impone la cuarta revolución.

A partir de un análisis de diferentes estudios enfocados a la difusión de las industrias 4.0 en Chile se encuentra que este país no cuenta con estrategias focalizadas para el buen desarrollo de estas, encontrándose también que el sector minero representa gran parte del mercado internacional de este, siendo una gran oportunidad para el avance tecnológico. Sin embargo, actualmente solo se encuentran centrados en el monitoreo y conversión del dato-información en este sector, sin miras a un mayor avance (Neira et al.,2020).

Por otro lado, la mentalidad neoliberal del Ministerio de Economía de Chile hace que este no se posicione adecuadamente en los avances tecnológicos que esta nueva industria trae. También existen grandes brechas entre el sector económico y social que les permite ser un

poco más ineficaces en la implementación de nuevas tecnologías en las industrias (Neira et al.,2020).

Con la reciente creación del ministerio de Ciencia, tecnología, Conocimiento e Innovación mediante la Ley 21.105 se forma una gran iniciativa para la modernización productiva que en el momento de ser aprovechada correctamente puede verse acelerada la cuarta revolución industrial (Neira et al.,2020). Por iniciativas como estas es importante seguir creciendo la visión hacia un desarrollo cada vez mayor. Por los menos en los estudios analizados en Chile se tienen 15 Universidades que han sido beneficiarias de proyectos que apoyan la migración a la industria 4.0 pero el 52% de estos proyectos están concentrados en la capital, por lo tanto, sería adecuado pensar en distribuir por diferentes partes de País estos proyectos para que no se vea centralizado las posibles implementaciones, sino que pueda avanzar a la par todo el País. Esta centralización del enfoque de las nuevas tecnologías no presenta un buen panorama ya que produce perdida de externalidad tecnológicas positivas separando también geográficamente la labor investigativa de la industria generando tensión a nivel industrial en las diferentes partes del País. Por esta razón, Chile requiere de más estrategias que le permitan actuar con una lógica descentralizada e inclusiva acortando las brechas existentes en el país (Neira et al.,2020).

Otro dato que contribuye a las ideas de enfoque de la industria chilena es conocer la importancia de su sector minero, contando actualmente con la inclusión de tecnologías que tienen componentes eléctricos que inclinan la industria a la automatización y que, al invertir en muchas más nuevas tecnologías podría generar efectos realmente positivos en la economía de su país. Seguido a este sector está el de salud que ya cuenta con implementación 3D y redes neuronales, mientras que el sector agrícola presenta algunas aplicaciones del internet de las cosas; el pesquero, cuenta con energías renovables entre otros. Al explotarse nuevas tecnologías en estos la economía subiría significativamente y presentaría a Chile como un país más competitivo a nivel industrial internacionalmente (Neira et al.,2020).

De acuerdo a la situación presentada anteriormente se puede llegar a la conclusión que un país como Chile que apenas está dando los primeros pasos hacia el desarrollo de esta nueva industria debe promover la creación de políticas industriales que mejoren las reglas del comercio internacional, permitiendo aumentar la competitividad en este campo. Para la creación de estas políticas se deben identificar adecuadamente las limitaciones legales a nivel nacional e internacional. También debe seguir trabajando en mejorar la unión que hay entre la política y las empresas, que en muchas ocasiones suele ser un limitante para la implementación de nuevas tecnologías (De la Fuente et al.,2020).

Países con la misma ideología de economía que Chile, donde tienen a la industria manufacturera como en un “segundo plano” son amenazados por la cadena de suministro manufacturera global. Aun así, se esté empezando a transformarla siguen estando en riesgo. Es por esto que deben promover la fabricación teniendo en cuenta sistemas ciber-físicos,

innovación en los servicios y en la cadena de suministros mediante el uso de análisis de datos. Siendo considerada esta última como una tendencia de la fabricación inteligente (De la Fuente et al.,2020).

El sistema que se propone para la mejora del sector manufacturero en Chile analiza el saldo del activo fijo total, la mano de obra calificada, costos de materias primas y consumo de materia eléctrica, con el fin de proponer una solución que traiga verdaderos beneficios al país y su implementación no sea tan rigurosa. El resultado del estudio de este modelo en la industria chilena es que, por una parte, permitirá postular el sector manufacturero en un nivel más alto que el actual en la eficiencia técnica, disminuyendo así los tiempos de producción que se traduce en beneficios económicos (De la Fuente et al.,2020).

Además, este sistema al implementar la ciencia de datos permite extraer información pertinente y adecuada para sacar conclusiones sobre los valores agregados que se pueden traer a la industria, permitiendo acercarse cada vez más a la transformación digital, necesaria para el desarrollo industrial especialmente en el sector manufacturero. La innovación de esos valores agregados y eficiencia técnica son factores que están altamente relacionadas con la industria 4.0 y puede empezar un gran inicio de esta era en Chile. Al implementar iniciativas como esta se aportan cambios positivos que no solo están ligados a la economía industrial, sino también, al ambiente laboral donde se mejora la percepción social que se tiene acerca de la implementación de estas tecnologías, llevando al país a ser industrialmente más competitivo a nivel internacional sin dejar a un lado la aceptación social de estas tecnologías (De la Fuente et al.,2020).

2.4 Estado del arte de la industria 4.0 en Brasil

La correcta implementación de la industria 4.0 permite la elevación del desempeño de las empresas gracias a las tecnologías novedosas que se empiezan a adoptar, debido a que comienzan a mejorarse aspectos organizativos, desarrollo de productos y servicios, gestión en la fabricación y la innovación de modelos de negocio. La aparición de estos factores nombrados trae consigo cambios en la manera de trabajo de las personas y la gestión de las actividades laborales. También es importante tener en cuenta que las tecnologías 4.0 no solo influyen en aspectos técnicos a nivel organizativo, sino también en factores socioculturales, es decir, en aspectos relacionados con la participación de los empleados en las actividades laborales (Tortella et al., 2020).

Teniendo en cuenta la importancia de la industria 4.0 y los beneficios que esta puede traer, se hace un análisis de la posición de Brasil en esta nueva generación. Inicialmente se tiene que Brasil es una de las diez economías más grandes del mundo (FocusEconomics,2018) y

la industria manufacturera corresponde al 25% del PIB de este (DEPECON,2017) sin embargo aún es un país que está en el proceso inicial de esta nueva industria.

La indagación de empresas que operan en Brasil permitió hallazgos que afirman que la industria 4.0 brinda distintas oportunidades que las impulsan las tecnologías que vienen en esta industria. También muestra que esta industria logra contribuir al desarrollo de capacidades del aprendizaje organizacional a nivel individual, grupal y empresarial. A pesar de los grandes beneficios que muestra tener esta industrial se encontró que las empresas brasileñas tienen grandes brechas en contextos socioeconómicos, por lo tanto, la adopción y la comprensión de estas nuevas tecnologías apenas está empezando y cuentan con alguna que otra aplicación de Internet de las cosas y Big Data (Tortella et al., 2020).

Por otro lado, la implementación de la industria 4.0 requiere de altos gastos de capital que para la mayoría de las empresas brasileñas es difícil pagar. Por lo tanto, la integración de esas tecnologías puede priorizarse a los procesos más importantes en la empresa, que son aquellos que abarcan niveles altos de organización ya que involucran múltiples productos (Tortella et al., 2020).

Otro de los resultados mostro que las empresas brasileñas descuidan la importancia del aprendizaje organizacional, dejando los aspectos que comprometen al personal a un lado, es por esto que deben reforzar y mejorar los factores socioeconómicos para poder notar más los beneficios que trae la implementación de las nuevas tecnologías (Tortella et al., 2020).

Los desafíos existentes que tiene Brasil a nivel socioeconómico se basan en los altos niveles del gasto de capital y mano de obra calificada que se debe tener para la implementación de la industria 4.0. Es por esto que se requiere mejorar la comprensión de los beneficios y desafíos de la relación existente entre los factores socioculturales y la cuarta generación industrial que permitirá la industria brasilera lograr resultados similares a los Países con económicas desarrolladas como es el caso de Alemania, Reino Unido, EE.UU, China, entre otros, permitiendo también abarcar diferentes mercados y así aumentar la competitividad industrial que lleven al país a un crecimiento social y económico (Tortella et al., 2020).

En otro estudio se conoció que Brasil a pesar de tener una economía grande posee dificultades y necesidades para adaptarse a la Industria 4.0, por esta razón debe buscar nuevas herramientas para superar estas brechas y prepararse para no ser marginado en la industria digital, ya que entre más tiempo le cueste a el país adaptarse a estos cambios mayor ventaja le llevarán las empresas dinámicas de los países más desarrollados y tendrá cada vez más obstáculos que superar para reposicionar la industria. A partir de esta posición, Brasil empieza a buscar nuevas tendencias en manufactura avanzada, distintas iniciativas públicas y privadas (Arbix et al., 2017).

En el estudio realizado por la Confederación Nacional de la Industria en el año 2016 mostro que 48% de las empresas brasileñas adoptan tecnologías digitales en su producción. Sin embargo, siguen estando bastante lejos en alcanzar la automatización, el uso de la nube que dificulta un poco llegar a una fabricación avanzada a nivel de los países que lideran esta industria. Otro factor que ha dificultado un poco la evolución de Brasil en esta nueva industria es la poca conexión entre el sector público y privado al momento de incentivar la inversión de nuevas tecnologías, ya que no se tienen leyes o reglas que respalden esa parte a nivel industrial que puedan aportar garantías a este sector y tampoco se maneja un buen apoyo económico (Arbix et al., 2017).

Teniendo en cuenta el contexto de Brasil en esta industria, este país ha propuesto distintas iniciativas para avanzar en el desarrollo de la manufactura de sus empresas. La primera es la creación de red de bancos de pruebas que se encarguen de buscar soluciones a los problemas tecnológicos y puedan apalancar tecnologías en las empresas brasileñas en su fase precompetitiva. La segunda es la integración internacional donde se revela e identifican las oportunidades de cooperación internacional para acelerar la expansión de la fabricación avanzada lo que le permite a Brasil mejorar la formación de sus ingenieros y técnicos en las nuevas tecnologías. Por último, se tiene la gobernanza que se encargaran de reestructurar y remodelar la industria brasileña para reequilibrarla (Arbix et al., 2017).

En un tercer estudio realizado por Nara et al (2021) se conoció que, en Brasil la industria de plásticos es uno de los sectores industriales que genera mayores puestos de trabajo y también tiene una tasa promedio de implementación de innovación en los procesos de fabricación de productos de plásticos del 40,9%, siendo una de las más altas en Brasil, es por esto que el estudio se centra en esta industria con el fin de mostrar y generar el potencial de la implementación de la tecnología 4.0 en la industria brasileña de plástico (Nara et al., 2021).

Los resultados del estudio muestran que, la fabricación aditiva es una de las más utilizadas en la industria 4.0 y ha demostrado tener la capacidad para cubrir las brechas tecnológicas, sin embargo, para la industria brasileña de plástico este no es uno de los motores principales del desarrollo sostenible. La tecnología en la nube mostro ser una limitante para la esta industria a pesar de que las empresas de plástico tienen una relativa avanzada automatización y digitalización a comparación de industrias en otro sector, es por esto por lo que la aplicación de tecnologías que permitan el manejo de datos en la nube tampoco es una prioridad de para estas empresas debido a que no representan mayor importancia en el desarrollo de su producción (Nara et al., 2021).

El proceso de la toma de decisiones al momento de seleccionar tecnologías es importante, aunque actualmente la consideración más importante y casi que la única para algunas empresas es la inversión económica inicial sin tener en cuenta un análisis riguroso que muestre el costo-beneficio de la implementación por lo tanto en este aspecto Brasil encuentra

inconvenientes para la toma de decisiones acertadas que impulsen la industria 4.0 (Nara et al., 2021).

En general el estudio muestra que las nuevas tecnologías tienen un gran potencial para incrementar la sostenibilidad en la industria brasileña de plásticos, además permite mejorar la productividad y desempeño económico de las empresas que en masa se convierte en la mejora económica del país entero (Nara et al., 2021). Además, permite un monitoreo continuo del consumo de energía, manejo correcto de los recursos para que se desperdicie lo mínimo posible y crea un ambiente más seguro a nivel laboral para los trabajadores, logrando una mejor aceptación social de esta industrial (Nara et al., 2021).

Es importante que Brasil siga continuando en investigaciones para llegar a una correcta adaptación de esta industria que no solo trae beneficios económicos sino ambientales y sociales. Las correctas investigaciones permiten llegar a proponer alternativas eficientes que impulsen el desarrollo en estas tecnologías que son claves para aumentar las ventas, la participación de mercado, clientes que le permitirán a Brasil mostrarse como un País más competitivo a nivel industrial aprovechando los grandes recursos que este tiene y colocándose al nivel de los países más desarrollados en este tema (Nara et al., 2021).

2.5. Estado del arte de la industria 4.0 en Alemania

El concepto de industria 4.0 es originario de la Feria Industrial de Hannover en 2011 con el fin de escalar el nivel de fabricación alemana haciendo uso de nuevas tecnologías como lo es el Internet de las cosas, realidad virtual, Big Data, computación en la nube, controladores programables etc (Kuo, Shyu, Ding, 2019).

A partir del informe presentado por la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial donde señalaba que la manufactura mundial enfrentaría diversos desafíos y que los cambios en la proporción de la fuerza laboral podrían afectar la competitividad industrial. Muchos países empezaron a presentar políticas a nivel industrial, siguiendo la establecida de la industria 4.0 por Alemania como EE. UU que creó la Asociación de Fabricación Avanzada, Japón presentó Industrial 4.1J, Corea propuso una estrategia para la Innovación en la industria manufacturera 3.0, entre otros (Kuo et al., 2019).

Alemania a pesar de tener industrias encargadas de la fabricación de máquinas y equipos de talla mundial que son usadas en distintas industrias, siendo el líder en el campo de sistemas integrados e ingeniería de la automatización presenta algunos desafíos en la industria 4.0, específicamente en el cambio de los modelos de negocio de pequeñas y medianas empresas manufactureras (PYME). Por lo tanto, Alemania empieza a ver las estrategias que puede aplicar en ese sector, ya que las PYME tienen un papel fundamental en la creación de valor

industrial en el país. En caso de no actuar de forma correcta en este sector podrían tomarle la delantera otros países en la competencia mundial de maquinarias y equipos. Otra debilidad relativa que presenta la industria alemana está en el software y la tecnología de Internet (Kuo et al., 2019).

Por las razones expuestas anteriormente, Alemania presenta una estrategia propia que consiste en una extensión del internet de las cosas, es decir, realizar una integración técnica, datos e información y contexto. Los pasos para llevar a cabo esto se resumieron en construir una red con dos temas principales, lograr las 3 integraciones que ya se nombran en 8 áreas clave de actividades de desarrollo. Además, se propuso un proyecto de educación con visión de futuro e investigación (Kuo et al., 2019).

También, Alemania no solo se respalda por las estrategias que está poniendo en práctica sino por las políticas que ayudan a nivel industrial como la de empresa pública, desarrollo científico y técnico, educación, servicio de información, financiero, fiscalidad, regulación legal, político, adquisiciones, servicios públicos, comercial y agente en el extranjero. Estas políticas promueven el liderazgo en el mercado de fabricación de maquinarias e instalaciones, brinda fuerza laboral altamente calificada, provee mayor eficiencia de recursos, apoya a la normalización y estándares abiertos para una arquitectura de referencia (Kuo et al., 2019).

Cuando se comparan las políticas de innovación entre distintos países líderes en la industria 4.0 muestran que las herramientas políticas de Estados Unidos comprenden más políticas de la demanda siendo estas un 45% que por el lado medioambiental 36% y por último sobre la oferta que son un 19% (Kuo et al., 2019). En Alemania las políticas de demanda están en un 41%, medioambientales en 34% y oferta en 25%. Mientras que en China las políticas medioambientales se destacan al ser un 71%, la demanda un 20% y la oferta en un 9% (Kuo et al., 2019). También se encuentra que en Alemania sus principales políticas están en el sector de servicios públicos, desarrollo científico y técnico, aspectos políticos, legales y regulatorios, mostrando que es el País que más tiene en cuenta el desarrollo científico comparado con Estados Unidos y China. Pero en el aspecto que Alemania debe fortalecer es en las políticas medioambientales, ya que representan más del 50% del índice general para el desarrollo de la Industria 4.0 y Estados Unidos y China en este aspecto se encuentran por encima del (Kuo et al., 2019).

Alemania entonces es un país líder en la industria 4.0, siendo un modelo a seguir para muchos países a nivel industrial, sin embargo, como cualquier país se enfrenta a distintos retos para llevar su desarrollo cada vez a un nivel superior y para esto se buscan alternativas para lograrlo, en este caso Alemania se preocupa por llevar propuesta a las pequeñas y grandes empresas (Kuo et al., 2019).

En un estudio se encontró que un indicador de éxito de la industria 4.0 en Alemania son los programas especiales que se brindan para la financiación en tecnologías, que han sido creadas

con el fin de acelerar la implementación de industrias modernas que cumplan con el modelo establecido por la nueva generación industrial, por ejemplo, el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania tiene un programa espacial para promover la industria 4.0 en el país (Meyer, 2019).

Alemania tiene una base sólida de fabricación industrial y es competitiva, siendo un país con altos salarios considerándose como una región con alto nivel de producción, dentro de las cuales cuenta con características que no se encuentran en otros países europeos o en Estados Unidos (Meyer, 2019).

A pesar de que Alemania introdujo la industria 4.0 dentro del país se han presentado controversias sobre esta, algunos empresarios no ven la necesidad de llevar sus industrias a ese nivel debido a que no lo ven necesario ni rentable, esto es un caso especialmente de los dueños de algunas pequeñas y medianas industrias. Pero distintas asociaciones alemanas se han encargado la importancia de migrar hacia esta generación, incluso han propuesto diferentes estrategias para este sector porque consideran que esta industria representa una alta importancia en el desarrollo económico del País y esto gracias a las tecnologías nuevas que se está implementando (Meyer, 2019).

Para lograr que la industria 4.0 se pueda desarrollar de forma correcta los actores políticos se deben unir con los actores industriales para poder apoyarse y proponer estrategias que puedan implementar sin ningún problema, además esa unión proporciona una base sólida a nivel industrial, esto fue lo que hizo Alemania y por esa razón también se considera como un modelo a seguir (Meyer, 2019). De hecho, algunos ministerios federales y gobiernos regionales en Alemania han creado programas especiales que permiten el apoyo de actividades destinadas a la implantación de la industria 4.0 como es el caso de Renania del Norte-Westfalia y Baden-Wuerttemberg en el sur (Meyer, 2019).

El Ministerio Federal de Economía y Energía de Alemania afirma que “el gobierno alemán busca promover activamente y dar forma a la transición a la era digital y producción en red” con el de influir significativamente en los sectores importantes industrialmente de Alemania (Meyer, 2019).

Para Alemania es fundamental y un gran reto ayudar a las pequeñas y medianas empresas a la mejora de su capacidad innovadora haciendo uso de las nuevas tecnologías digitales, por esto estas empresas son un objetivo principal de las actividades de sensibilización de la unión de los actores políticos e industriales, porque es ahí donde más alternativas de mejoras deben (Meyer, 2019). Mostrándoles a ese grupo de empresas que necesitan generar innovación para poder meterse cada vez más en líneas competitivas altas, mostrándoles un camino adecuado para hacerlo y también un apoyo en el camino, ya que si se logra que estas empresas puedan emplear correctamente la innovación aseguran un camino de competitividad continua, posicionándolas de mejor manera a nivel industrial y también ayudando al desarrollo del País desarrollar (Meyer, 2019).

En un tercer estudio realizado por Schroeder (2017), se conoció más acerca de la situación de la industria 4.0 en Alemania, donde se conoció que la digitalización le ofrece a la industria

alemana diferentes posibilidades de mejora en competitividad teniendo en cuenta 4 enfoques. El primero es el proceso de producción, ya que la implementación de tecnologías digitales mejora la eficiencia de los procesos industriales al ahorrar costos por la optimización de recursos. El segundo es la logística, donde mejora el flujo de mercancías e información, inventarios de almacén e instalaciones. El tercero es la Fidelización de clientes, la digitalización hace posible una fidelización de clientes más estrecha y por último están los productos híbridos y servicios inteligentes que sigue posibilitando el desarrollo de Alemania como un país de alta calidad de producción (Schroeder, 2017).

La industria manufacturera de Alemania ha mostrado un crecimiento dinámico en su economía, donde se planea que su industria podría alcanzar un valor añadido adicional entre el 1,5% y el 2,2% hasta el año 2025. Previendo además efectos positivos a nivel económico donde se tiene un añadido adicional de entre 20 a 30 mil millones de euros anuales. Todo esto gracias al modelo implementado de digitalización a nivel industrial (Schroeder, 2017).

En Alemania la seguridad de datos juega un papel importante, ya que la falta de dicha seguridad se considera como un riesgo tanto para el vendedor como para el comprador, también el espionaje interno y externo es un tema delicado. Estos temas son de principal preocupación para las pequeñas y medianas empresas alemanas que no han podido implementar de manera correcta las tecnologías 4.0. Los ciberataques son cada vez más frecuentes convirtiéndose en acontecimientos públicos llegando a perjudicar las relaciones entre Estados soberanos. Por esta razón en Alemania aún existen inconvenientes en el ingreso a las redes externas porque se encuentran con brechas en cuestión de la seguridad de la red y hasta la fecha no han dado con soluciones totalmente efectivas para el problema de la ciberseguridad, pero si se están probando otras estrategias como el intercambio de datos en una red cerrada sin conexión a internet (Schroeder, 2017).

Otro reto al cual se enfrenta Alemania es en el avance de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) a nivel industrial que no avanzan al mismo ritmo que las empresas grandes, por esto las uniones entre el sector público y la industria han servido para crear proyectos que mejoren la implementación de la industria 4.0 en las PYMES, estos proyectos están liderados en gran medida por el Estado. Un ejemplo de eso es la confederación de Industria Alemana que trabaja apoyando el ámbito de la digitalización de la cadena de suministro en este tipo de empresas (Schroeder, 2017).

El rendimiento de la economía alemana es basado en la especialización sectorial de industrias en investigación, teniendo en cuenta la economía, ciencia y el Estado. Además, posee una regulación robusta del mercado laboral teniendo como principal objetivo trabajar en empleados cualificados y en brindar un adecuado ambiente laboral. Pero igual como todo País tiene sus brechas en el proceso de desarrollo y más en la era que estamos de la tecnología, porque día a día aparecen sistemas nuevos que toman un poco de tiempo entenderlos y adaptarse a ellos (Schroeder, 2017).

El desarrollo industrial es de constancia y continua actualización y por esa razón Alemania es un país que sigue buscando alternativas para promover su competitividad cada vez más, fortalecer colaboraciones internacionales y aumentar las investigaciones en los temas industriales (Schroeder, 2017).

2.6. Estado del arte de la industria 4.0 de China

En un primer documento, escrito por Lin et al (2019) se encontró que China es pionero en campo de la industria 4.0, siendo también uno de los mayores fabricantes a nivel mundial. Sin embargo, el sector manufacturero de este país tiene algunas brechas como lo es el aumento de los costos laborales, limitaciones ambientales y recursos, entre otras. Debido a estas brechas China se ha encargado de promover cada vez más la industria 4.0 usando distintas estrategias que le permitan salir de estas, incluso en el 2014 China y Alemania hicieron un plan de acción juntos para crecer en la innovación de esa industria juntos, fortaleciendo la cooperación bilateral y por su propio lado China saco una iniciativa “Made in China 2025” donde sigue impulsando las fabricaciones de sistemas digitales, inteligentes y ciber-físicos (Lin et al., 2019).

Según la Oficina Nacional de Estadísticas de China en el año 2018, la fabricación tiene un papel muy importante de la economía en ese país, ya que esta da un valor agregado siendo el 29,4% del PIB en el 2018 llegando hasta tal punto de tener un valor agregado de la manufactura de la misma suma que obtiene Estados Unidos, Japón y Alemania. Así el sector manufacturero no sea todavía tan fuerte en China si puede ser competitiva en precio y velocidad de producción. Lo que muestra que China a pesar de tener brechas, tiene también un crecimiento exponencial en su industria quedando todavía mucho espacio para su crecimiento industrial (Lin et al., 2019).

En China el 40% de las empresas fabricantes promueven la industria 4.0, además de las empresas encargadas de fabricación de alta fama, equipos eléctricos, automóviles, etc (Lin et al., 2019). Pero industrias tradicionales como las encargadas de procesar el petróleo, combustión nuclear, medios de impresión, no implementan aún esta industria y esto es debido principalmente a que la rentabilidad de estas empresas no es tan fuerte para implementar tecnologías avanzadas (Lin et al., 2019). También en diferentes estudios realizados a las empresas chinas se ha encontrado que las empresas privadas son las que tienen mayor intención de promoción de la industria 4.0 (Lin et al., 2019).

La promoción de la Industria 4.0 tiene diferentes factores que pueden influenciarla como lo es la participación de los accionistas, apalancamiento financiero y el tamaño de la empresa. Esto es una de las razones que explica también porque la industria tradicional es más difícil

implementar estas tecnologías, ya que sus equipos de fabricación son pocas, la empresa es relativamente pequeño lo que implica que en la visión a mediano plazo aun no les represente cambios positivos, ya que es más lo que invierte que lo que lograrían recuperar en ese plazo. Por eso las empresas que cuentan con equipos de fabricaciones y son empresas grandes tienen un 54% más de probabilidad de poder implementar las tecnologías que abarcan a esta industria (Lin et al., 2019).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es importante seguir impulsando la implementación de la industria 4.0 en las empresas que conforman la industria ya que permite el mejoramiento continuo de las empresas, aumentan la competitividad de estas en el mercado. Además, esta industria le permite tener a las empresas una mayor transparencia en su información lo cual es un aspecto positivo tanto para los socios corporativos como para los clientes (Lin et al., 2019).

China por esto le apuesta a seguir aumentando la transparencia a su información, al fortalecimiento en la comunicación internacional que le permite avanzar con ayudas de otros países que son potencia también en esta industria (Lin et al., 2019). Además, este país sigue buscando estrategias para estrechar más la relación entre el sector público y privado con el fin de reducir las limitaciones de financiación, ya que actualmente las brechas existentes en este aspecto están colocando barreras para la implementación de la industria 4.0, impidiendo que China pueda avanzar aún más rápido de cómo lo está haciendo actualmente (Lin et al., 2019).

Por otro lado, en otro estudio se conoció que la industria manufacturera en China representa aproximadamente el 30% del PIB, ocupando una posición importante en la economía nacional de China. Además, el empleo de este sector representa el 28% del empleo total (Feng et al., 2018). A pesar de la importancia que tiene china en la fabricación, este país aún se enfrenta a muchos inconvenientes como la producción de mano de obra unitario ineficiente, sistema estándar de industrialización imperfecta, capacidad innovadora débil, construcción deficiente de infraestructura digital, alto consumo de energía, alta contaminación (Feng et al., 2018).

Para poder establecer un modelo adecuado de implementación de la industria 4.0 se necesita definir un conjunto de sistemas estándar que puedan hacer posible la conexión de red, instalación y adecuación de las tecnologías, que en el caso de China estos modelos no se encuentran bien estructurados del todo a comparación de los países principales en la fabricación a nivel mundial, por lo tanto a nivel de competencia en el mercado y fuerza económica china está un poco detrás del promedio mundial en estos aspectos. Una de las principales fallas en la infraestructura digital es el sistema de red que se tiene en ese país porque a pesar de que se tenga la idea de que es país bastante avanzado la velocidad de red

está muy por detrás de los países desarrollados como Alemania. Esta diferencia está muy marcada entre las zonas urbanas y rurales, lo cual coloca en gran desventaja algunas localidades y esto presenta un problema en el desarrollo uniforme de esta industria (Feng et al., 2018).

Por otro lado, existe una situación severa con el consumo energético industrial de china en estos últimos años, que produce también una alta contaminación. Siendo algo que afecta demasiado el modelo que establece la industria 4.0, ya que no encaja con el desarrollo sostenible que este propone, debilitando la competitividad de los productos chinos en términos de precio y tecnología (Feng et al., 2018).

Teniendo en cuenta las barreras que presenta China en la implementación de la industria 4.0, este país comienza a adoptar estrategias que Alemania ha implementado en su industria, debido a que sus referencias teóricas y prácticas no solo han ayudado a ese país, sino que se han convertido en un referente mundial ayudando al desarrollo de diferentes países. Una de las cosas más representativas que ha Alemania ha implementado es la creación de muchos equipos de investigación y plataformas para nuevas formas para aprovechar al máximo los recursos para el desarrollo de la industria 4.0 (Feng et al., 2018).

China con este referente alemán busca fortalecer las alianzas entre el gobierno, industria, universidad, unidad de investigación y cliente para promover desde todos los sectores la innovación tecnológica de manera integral, mejorando la relación entre países ya que se volvería un país que pueda aportar mucho más a esta era industrial y a su vez le permite fortalecer su interdependencia (Feng et al., 2018).

Para manejar todos los retos que se venían con la Industria 4.0 el Consejo de Estado de China anunció el plan “Hecho en China 2025” donde estableció objetivos estratégicos para llevar de mejor manera el desarrollo industrial y llevar a este país a convertirse en una potencia mundial de fabricación desde el actual taller de producción del mundo (Li, 2018). Una de las estrategias de este plan consiste en la creación de marcas propias de China, desarrollar tecnologías avanzadas, investigar nuevos materiales y buscar nuevas formas de desarrollar la producción de piezas y componentes claves de los productos principales para la industria China (Li, 2018).

Este plan contiene 3 fases, la primera va del año 2015 al 2025, en este periodo china debe esforzarse por estar dentro de los países con potencia manufacturera global y para esto empezara priorizando diez industrias: “tecnología de la información, maquinaria y automatización de control numérico de alta gama, equipo aeroespacial y de aviación, equipo de ingeniería marítima y fabricación de embarcaciones de alta tecnología, equipo ferroviario, ahorro de energía vehículos, equipos eléctricos, nuevos materiales, biomedicina y aparatos médicos de alto rendimiento, y equipos agrícolas” (Li, 2018). La segunda fase que esta entre el año 2026 al 2035 China elevara su potencia de fabricación mundial y en él la ultima que va del 2036 al 2049 piensan buscar estrategias para llevarse el liderato mundial de la

fabricación, mejorando su sistema productivo y con un gran avance en su comunidad (Li, 2018).

De acuerdo con lo anterior China está acelerando la automatización industrial con el fin de apoyar y aliviar cargas laborales de los operadores, donde se pueda garantizar un trabajo digno y aparte de eso mejorar la productividad de las industrias optimizando los recursos y disminuyendo costos. También están acelerando todo lo que tiene que ver con el internet de las cosas, pues esta es una de las tecnologías base de la industria 4.0 y en la que Alemania también ha enfatizado mucho (Li, 2018).

Finalmente, es cierto que China es una gran potencia económica y es un país donde el desarrollo prima, pero aun así tiene aún muchas barreras que le impiden avanzar de manera totalmente significativa a nivel industrial al menos comparado con países como Alemania, Estados Unidos y Japón (Li, 2018). Por esa razón es de vital importancia seguir implementando las estrategias para llevar a cabo de forma correcta la transformación industrial, donde se busquen tratados o acuerdos entre los países potencia con el fin de ampliar las posibilidades de desarrollo industrial, también que se sigan alimentando las estrategias que China plantea de las herramientas que da Alemania como pionero en esta industria para superar las adversidades que a nivel social y económico trae esta nueva era (Li, 2018).

2.7. Estado del arte de la industria 4.0 en Estados Unidos

En el artículo de Adedoyin et al (2020) se anota que, el proceso de implementación de la industria 4.0 habrá ganadores y perdedores entre los países del mundo, siendo los países con economías líderes las que tendrán mayor probabilidad de sacarle los mejores beneficios a esta industria, como lo es la economía de Estados Unidos (E.E.U.U.). Adicionalmente EE. UU tiene una ventaja y es la buena base de infraestructura que tiene en tecnologías de información y telecomunicaciones (TIC), que es un factor determinante para el desarrollo en la industria 4.0. Los avances en las TIC generan una red de banda ancha que acelera la información, los movimientos de bienes, servicios y desarrollo financiero en la era de la industria 4.0 (Adedoyin et al., 2020).

E.E. U.U. es el tercer país productor de carbón más grande del mundo, primero esta China e India. Por lo tanto, este es un sector con amplio estudio, ya que puede resultar mucho más significativo de lo que es ahora para la economía de este país. Sin embargo, se tiene un desafío grande en este y es en la parte ambiental, ya que la extracción de este recurso natural y alguno de sus usos no es tan amigable con el medio ambiente y el crecimiento verde es de un concepto vital en la industria 4.0 (Adedoyin et al., 2020).

Ante el desafío anteriormente presentado Estados Unidos ha propuesto una solución en forma de utilizar las rentas del carbón como parte de los recursos naturales totales y buscar formas

de la obtención de este recurso mucho más amigables con el medio ambiente, ya que este recurso se considera la fuente de energía mas abundante y utilizada a nivel mundial, por lo tanto buscar la forma de explotar sus beneficios sin provocarle daño al medio ambiente sería algo demasiado beneficioso no solo económicamente hablando sino que daría un concepto de responsabilidad ambiental a la sociedad, lo cual permite una mejor aceptación de esta industria por parte de ellos (Adedoyin et al., 2020).

Por otro lado, se ha estudiado que el transporte aéreo tiene un rol importante en el crecimiento económico de Estados Unidos, considerándose relevante para la industria 4.0 y también se ha visto que el sector turístico es considerado como la clave para una recuperación económica, lo que hace pensar en la necesidad de estudiar la relación existente entre el transporte aéreo y el turismo para poder tener distintas perspectivas sobre los sectores que más benefician a el país y estudiar la forma de llevar a cabo la implementación de la industria 4.0 (Adedoyin et al., 2020). En estos dos sectores nombrados se encuentran limitaciones que están ligadas a las políticas de la industria, que es un problema común en el desarrollo en algunos sectores, pues se ha visto que una de las mayores barreras para implementar la industria 4.0 en la mayoría de los países ha sido la falta de políticas publicas que respalden y/o incentiven esta implementación (Adedoyin et al., 2020).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente para Estados Unidos es importante seguir buscando estrategias energéticas más eficientes y a la vez con mayor responsabilidad ambiental. Para volverse más competitivo en este sector, Estados Unidos debe seguir tomando como referencia los acuerdos ambientales internacionales para la reducción de emisiones, lo que llevaría a una energía más limpia y menos dependiente de las fuentes fósiles. Además, se ha observado que el cambio en esta cuestión ambiental promueve positivamente el turismo, ya que ahora las personas le están apostando también al turismo sostenible de alta calidad y baja contaminación (Adedoyin et al., 2020).

El turismo seguirá siendo para Estados Unidos un elemento determinante para su economía y es por esto que buscan diferentes opciones para aumentarlo y a su vez contribuir en el transporte aéreo (Adedoyin et al., 2020).

Al realizar la búsqueda de más información relevante se encontró que Estados Unidos en el 2011 presento un informe sobre “Garantizar el liderazgo estadounidense en la fabricación avanzada”, siendo estos uno de los primeros pasos en esta nueva industria. Además, trabajan en una misión para solicitar una asociación entre el gobierno, industria y el mundo académico para identificar de forma mucho más rápida las oportunidades de mejora de tecnologías que le aporte a la transición de una industria más avanzada (Kuo et al., 2019).

Al ejecutar la misión anteriormente expuesta se identificaron varios aspectos y de acuerdo con eso se realizaron 16 recomendaciones que estaban en 3 categorías. La primera categoría es habilitar la innovación, la segunda asegurar el flujo de talento y la tercera mejorar el clima empresarial. En la primera categoría han propuesto una red nacional de institutos estadounidenses de innovación en fabricación y lanzar un instituto piloto, otra fue incrementar la inversión en tecnología de fabricación avanzada. Para la segunda categoría se propone la creación de un fondo de carreras universitarias comunitarias y un lanzamiento de un grupo de trabajo de acreditación y licencias militares. En la última categoría se propone la reforma del código fiscal para fomentar la inversión en la fabricación nacional, promover el desarrollo responsable y seguro de recursos de gas natural y mejorar el ambiente laboral para los trabajadores y empresas estadounidenses (Kuo et al., 2019).

También el Comité de Tecnología del consejo Nacional de Ciencia y tecnología desarrolla una estrategia para la fabricación avanzada y desarrollo en Estados Unidos. Este plan establece una política de innovación sólida que ayudaría a solucionar problemas presentes en el tema de la tecnología y abordar un nuevo ciclo (Kuo et al., 2019).

Otro aporte importante para mejorar el desarrollo de la industria 4.0 fue el programa para coordinar inversiones públicas y privadas para mejorar la competitividad y la productividad del sector manufacturero estadounidense (Kuo et al., 2019). Para lograr este programa se crea una red solida de institutos de innovación en manufactura, cada uno enfocado en un área de tecnología de manufactura avanzada y prometedora. Este plan estratégico tiene 9 institutos de innovación de fabricación (Kuo et al., 2019).

Por otro lado, se han establecido herramientas políticas de innovación en fabricación avanzada en Estados Unidos. Por el lado de la oferta se han creado políticas para la empresa pública, desarrollo de materiales avanzados, científico y técnico, educación y servicio de la información. En el lado ambiental se han puesto políticas a nivel financiero, fiscalidad, regulación legal y político todo con el fin de respaldar y apoyar tecnologías que promuevan el cuidado del medio ambiente. Finalmente, por el lado de la demanda las políticas que se están buscando implementar es con la adquisición de tecnologías, servicios públicos y comercial (Kuo et al., 2019).

Abordando un poco mas a fondo la situación de este país se tiene que Estados Unidos es el país con mayor cantidad de inmigrantes en el mundo, lo que significa que tienen una cantidad considerable en su mercado laboral y por lo tanto ven necesario la formación de los inmigrantes para que puedan ser miembros de pleno derecho de la sociedad e integrarse en el mercado laboral. Estados unidos ha establecido avenidas importantes con disponibilidad laboras con el fin de obtener trabajos mejor pagos y además tener capacitación para calificar a nuevos trabajos que tengan que ver con programas gubernamentales, organizados o financiados por el estado, todo esto se ha realizado con el fin de no dejar afectar el desarrollo económico y de la industria 4.0 en Estados unidos (Banevičienė, 2020).

También, en Estados Unidos llegan más integrantes jóvenes con el sueño de encontrar un nuevo futuro. Además de los programas ofrecidos por el gobierno, sin fines de lucro o basados en la comunidad, estas personas también pueden beneficiarse de la capacitación en el trabajo, el aprendizaje o los programas basados en sindicatos (Banevičienė, 2020). La formación en el trabajo ayuda a los inmigrantes a crecer en el negocio y a su vez aporta al crecimiento del desarrollo de Estados Unidos. Esta formación es muy beneficiosa cuando la empresa a la cual está capacitándose un inmigrante se ajusta a los nuevos roles emergentes de la Industria 4.0 (Banevičienė, 2020).

Como Estados Unidos tiene la mayor cantidad de inmigrantes a nivel mundial se ve obligado a integrarlo a su fuerza laboral y estilo de vida, ofreciéndoles diferentes caminos en cuanto a educación y capacitación que les permita adquirir nuevas habilidades para que puedan afrontarse a los cambios laborales que se están presentando actualmente (Banevičienė, 2020).

A pesar de las oportunidades que brinda este país los inmigrantes se enfrentan a muchas dificultades al buscar programas o a participar en ellos, una de las principales dificultades es el dominio del idioma inglés, falta de información sobre cómo encontrar los programas y la falta de comprensión de las brechas educativas. Por esta razón, en Estados Unidos siguen colocando este tema como de importancia significativa para el desarrollo de la Industria 4.0 y seguir buscando formas para que los inmigrantes no contribuyan al retraso del desarrollo de esta nueva era industrial, sino por el contrario dar distintas alternativas que incentiven a estas personas de entrar a un trabajo legalizado y también a inclinarse por todo aquello que rodea la industria 4.0 con el fin de seguir siendo un país destacado por su velocidad de fabricación y desarrollo industrial compitiendo con grandes potencias en este tema como lo es Alemania y China (Banevičienė, 2020).

2.8. Estado del arte de la industria 4.0 en Japón

En el documento de Sayer (2017) se muestra que las empresas Japonesas en este tema de la nueva generación industrial le apuestan a algo más allá que una fábrica inteligente, se inclinan por la formación no solo de empresas sino también de una sociedad inteligente a la que tildan como “Society 5.0”. Pero para esto se deben enfrentar a diferentes problemas a nivel de sociedad como lo son la disminución de la tasa de natalidad, envejecimiento de la población, desastres naturales y contaminación. De estos el problema más grande es que la población de Japón cada vez disminuye, pero el promedio de edad de los ciudadanos está aumentando y como consecuencia de esto se está generando un desequilibrio entre los trabajadores jóvenes y activos y los necesitan atención. Además, este país es de un área sísmicamente activa y

presenta una infraestructura industrial envejecida lo que hace que los desastres naturales y contaminación sea más alta de lo normal (Sayer, 2017).

Debido a esto, la Federación Empresarial de Japón estableció un plan para llevar a cabo la transformación y para esto decide abrir puesto de trabajo a extranjeros y a mujeres, siendo estos dos grupos notorios en la industria japonesa. También Japón busca formas en las que la tecnología pueda ayudar a todos los ciudadanos a participar activa y continuamente en la sociedad. Al implementar esto, Japón planea aliviar los problemas demográficos del país (Sayer, 2017).

Corea del Sur recientemente ha superado a Japón en el uso de la robótica en la industria, con 211 robots por cada 10.000 trabajadores. Alemania ocupa el tercer lugar con 161 por 10.000, lo que coloca a esos países en el camino de la Industria 4.0 (Sayer, 2017).

Japón cuenta con varias empresas reconocidas que implementan las tecnologías de la industria 4.0, como lo es Pepper empresa de telecomunicaciones e internet, Softbank, entre otras. Este país es reconocido por fabricación de microelectrónica y las empresas que lo producen en su mayoría tienen tecnologías innovadoras (Sayer, 2017).

Una empresa altamente reconocida de Japón a nivel mundial en la fabricación de maquinaria industrial de construcción ha mostrado una excavadora inteligente que controla digitalmente el rango de trabajo, lo cual facilitaba y mejoraba mucho la precisión de la funcionalidad de esta máquina, pero aquí viene un problema muy convencional que trae consigo la tecnología y es que la persona encargada de manejar esta herramienta de construcción porque ya la maquina es capaz de manejarse sola. Pero ante estos las empresas están haciendo ver a la gente que no es dejarla sin trabajo, sino que se mueven de área laboral donde incluso su trabajo mejora la calidad por el hecho de que disminuyen la probabilidad de accidentes laborales y además de eso mejora también el trabajo realizado por la maquina (Sayer, 2017).

Por otro lado, empresas como Toshiba están apostándole a buscar la forma de sacarle el máximo provecho de cada carga a las baterías que ellos fabrican, buscando también la forma de aportar a la industria 4.0 con la agregación de recursos energéticos amigables para el medio ambiente como el suministro de energía de fuentes renovables como la fotovoltaica (Sayer, 2017).

Un País como Japón tiene mucho campo para potencializar su industria y seguirla llevando cada vez más alto, para competir con los países pioneros como Alemania, pero para esto debe seguir implementando estrategias para los problemas que en frenan a nivel de sociedad que es lo que está retrasando un poco la velocidad de su desarrollo industrial (Sayer, 2017).

Otra información relevante es que “El PIB de Japón fue de \$ 5.238 billones en estimaciones de 2016 y la tasa de crecimiento real se estimó en 1%; El PIB se obtuvo de los siguientes sectores: 1,2% del sector agrícola, 27,7% del sector industrial y 71,1% del sector de servicios”. Teniendo en cuenta estas cifras del sector industrial clave de Japón son los vehículos de motor, equipos electrónicos, máquinas, herramientas, productos químicos, textiles y alimentos procesados (Ziaei et al., 2018).

En un análisis FODA hecho para el caso que presenta Japón a nivel industrial muestra que para ellos la estrategia más adecuada es la ofensiva Fortalezas-Oportunidades, es decir, enfocarse en las fortalezas que actualmente presenta su industria para poder aprovechar las oportunidades que puede traer el uso de la industria 4.0. Japón debe seguir colocando la mira en aquellos sectores que más importancia tienen en la economía del país y buscar la forma de incentivar su transformación a la industria 4.0, con ayuda también de políticas públicas que le den confianza, seguridad y apoyo a aquellas industrias que la implementan. Adicionalmente, Japón no debe descuidar tampoco a las empresas que están como en un segundo plano para la economía del país, sino buscar la forma de apoyar y elevar esos sectores casi al mismo nivel de importancia de los demás (Ziaei et al., 2018).

Japón tiene una fuerza laboral mucho mayor comparada a Irán, sin embargo, esta podría verse afectada si se adopta la industria 4.0 y no se tiene un buen manejo de ella. Pero hay una característica muy positiva de Japón y es que en el momento de que las industrias empiecen a realizar su transición a esta nueva era industrial cuenta con toda la ciencia, tecnologías y trabajadores calificados necesarios para respaldar este cambio. Además, también cuentan con presupuestos y mejores relaciones internacionales para ayudar a completar esta transición. Otro punto a favor que tiene Japón es que en el tema de la educación se está encargando de enseñar sobre las tecnologías nuevas que están ayudando a esta industria desde todos los niveles de educación, es decir, desde diferentes puntos de vista están promoviendo la importancia del uso de nuevas tecnologías, lo cual es algo realmente bueno porque cuando se llega a la formación profesional, la persona ya viene con pensamiento avanzado sobre la industria 4.0 y nuevas formas de explotar cada vez más esta y esto es algo que ayuda mucho a la aceptación social de esta industria, pues las personas ya no empiezan a ver las nuevas tecnologías como un desplazamiento laboral sino como una forma de mejorar trabajos laborales y al mismo tiempo la creación de trabajos con más alta calidad y menos riesgos laborales para las personas (Ziaei et al., 2018).

Un tercer documento permitió enterarse que la adopción de esta industria por parte de las pequeñas y medianas empresas japonesas de fabricación tiene distintos desafíos asociados principalmente a las altas inversiones y al análisis costo-beneficio que estas ve en un mediano plazo. Para llevar a cabo la implementación de esta industria en este sector se prueba un modelo de adopción de tecnología con 38 empresas de fabricación (Prause, 2019).

También hay que tener en cuenta antes de la implementación este modelo se deben evaluar las siguientes características técnicas para evaluar la adopción de una innovación: primero, la ventaja relativa de la innovación en comparación con la competencia y su compatibilidad con la infraestructura existente. Segundo, se evalúa el contexto organizacional externo a los proveedores, clientes o autoridades gubernamentales en términos de ganancias de eficiencia o posibles limitaciones de la innovación adoptada (Prause, 2019).

Por otro lado, fue importante también agregar características específicas para estudiar la adopción de estándares de sistemas abiertos en los procesos de producción de un producto como tener en cuenta el entorno externo, tecnología organizacional, satisfacción con el sistema existente, formalización en el desarrollo, administración del sistema y características del sistema abierto como beneficios y barreras percibidas (Prause, 2019).

La adopción de tecnologías específicas de la información y la comunicación está guiada por la cooperación intraorganizacional. Reflejando un modelo que permite incorporar factores de alta dirección como creencias hacia la innovación, participación en el proceso de adopción y fundamento estratégico de inversión (Prause, 2019).

Finalmente, en Japón están trabajando arduamente en la creación de diversas estrategias y modelos de implementación de la industria 4.0 como se mostraron anteriormente, sin embargo, su reto más grande está en las pequeñas y medianas empresas (PYME), puesto que habría una adopción tardía de la Industria 4.0 en comparación a las empresas grandes que son los que atienden los mercados masivos. Esto debido a los altos costos que se deben asumir al implementar tecnologías innovadoras y que como las PYME abarcan mercados pequeños su relación costo beneficio no les muestra grandes beneficios, lo que hace que las empresas descarten la implementación de esta industria. Por esta razón un país como Japón debe centrarse también en estrategias para este sector y así poder tener un desarrollo uniforme y no por sectores (Prause, 2019).

2.9. Análisis comparado

Tabla 1. Comparativa implementación industria 4.0 en los casos de estudio

Países	Aspectos positivos de la industria 4.0	Aspectos negativos de la industria 4.0	Conclusión
--------	--	--	------------

<p>Colombia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de estrategias en disminución de efectos controversiales en la sociedad • Creación de plan de desarrollo en el periodo 2014-2018 • Estrategias de fortalecimiento universidad empresa estado 	<ul style="list-style-type: none"> • Controversia de la fuerza laboral y empresarios con respecto a la disminución de trabajo por la implementación de la industria • Brecha tecnológica • La evolución y crecimiento de la industria en Colombia es mínima • Solo 33 empresas de 1.141.000 formales están aplicando procesos 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia que Colombia está en fase inicial de la industria 4.0 por que apenas está generando estrategias para el impacto socioeconómico que podría traer la industria, además del retraso tecnológico que se trae con respecto a otros países. • Se concluye según los artículos que Colombia está en etapa de desarrollo de estrategias por parte del estado universidad y empresa
<p>Chile</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reciente creación del ministerio de ciencia y tecnología por medio de la ley 21 105 • Fase inicial de procesos tecnológicos en el sector de la minería 	<ul style="list-style-type: none"> • Mentalidad neoliberal no permite que avance la apertura de la I4.0 • Grandes brechas entre el sector económico y social • Industria manufacturera en Chile no es considerada tan importante en la economía • Poca conexión entre los entes gubernamentales y el sector privado 	<ul style="list-style-type: none"> • En Chile la falta de conexión entre empresa y estado no es tan fuerte, aparte de la mentalidad neoliberal de sus gobernantes que retrasa aún más el proceso • Recientemente desarrollaron el ministerio de tecnología esto denota su fase inicial en la industria • No tienen prioridad por la manufactura
	<ul style="list-style-type: none"> • Se plantea estrategias para la formación de los profesionales que permita la migración de procesos convencionales a industriales altamente tecnificados • La secretaria de economía de México trabaja desarrollo de capital humano, innovación y el desarrollo de clúster y adopción de nuevas tecnologías en las PYME 	<ul style="list-style-type: none"> • Las empresas ven a la fuerza laboral en desventaja con esta industria • El 58% de los empresarios consideran que los egresados no salen correctamente preparados para enfrentarse al campo laboral • Los empresarios mexicanos se encuentran con mano de obra económica • Poco capital humano para desarrollar eficientemente los 	<ul style="list-style-type: none"> • Los empresarios mexicanos no consideran competitivos los profesionales, por ende, se encuentran con mano de obra económica. Debido a esto se desarrolla desde el gobierno estrategias que permitan cambiar esta mentalidad y mejorar el capital humano. • Grandes empresas mexicanas interesadas en el desarrollo de la industria

<p>México</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación de estudiantes por medio de programas digitales • Fortalecimiento de la industria automotriz y aeronáutica por parte de las empresas tecnológicas del país • Estados como nuevo león y Guanajuato están desarrollando avances en la industria 4.0 • Empresas grandes de México como SISAMEX y METALSA invierten en esta industria 	<p>procesos de la industria 4.0</p>	
<p>Brasil</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil en su fase inicial está desarrollando procesos de investigación importantes de la industria • Creación de bancos de pruebas que ayuden a la búsqueda de soluciones en procesos tecnológicos • Integración internacional para tomar experiencias y mejoras de los otros países • Brasil está dentro de las 10 economías a nivel mundial y la manufactura abarca el 30% de la torta 	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil tiene debilidades en la toma de decisiones en el momento de la selección de tecnologías debido a la inversión inicial. • Poca conexión entre el sector público y privado con el fin de desarrollo de políticas que ayuden a incentivar el inicio de esta industria • Tienen debilidades en el correcto uso de la nube • Tienen falencias en procesos de automatización • la industria 4.0 requiere fuerte inversión capital y las empresas brasileras no ven viable la inversión • descuidan la importancia del aprendizaje organizacional 	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil a pesar de ser una de las economías más fuertes a nivel mundial cuenta con una brecha tecnológica que se denota con problemas en la nube y por ende el desarrollo de la industria • La no conexión entre empresa estado no permite el desarrollo de la nueva industria • Brasil esta como todos los países de Latinoamérica, en fase de inicio, pero se están enfocando en la investigación y en las relaciones internacionales
	<ul style="list-style-type: none"> • País con mejor desarrollo científico • Avance en la pyme • Unión política e industrial • Concientización de la importancia de la industria 4.0 en la pyme por parte del estado 	<ul style="list-style-type: none"> • Carece de políticas medioambientales • Algunos empresarios no ven la necesidad de ingresar a esta industria • Falta de seguridad de datos que representa riesgo para compradores y vendedores 	<ul style="list-style-type: none"> • Por parte de Alemania según los artículos se evidencia que el interés de ellos esta principalmente en desarrollar la industria en su totalidad en las PYME, debido a que las grandes industrias ya cuentan y desarrollan los

<p>Alemania</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de proyectos de implementación de la industria por parte del estado 		<p>procesos de 4.0 de buena manera</p> <ul style="list-style-type: none"> • En Alemania el estado es parte fundamental en el desarrollo y crecimiento de la industria • Falta fortalecer la seguridad de datos y robustecer las políticas medioambientales que según la industria 4.0 es uno de sus ideales
<p>China</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En china el 40% de las empresas fabricantes promueven la industria 4.0 • Búsqueda de estrategias para seguir fortaleciendo la unión entre el sector público y privado • Fortalecimiento de estrategias adoptadas del país alemán para el desarrollo de la industria 4.0 • Desarrollo de trabajos pilotos de transformación y modernización industrial • Desarrollo de proyectos que fortalezcan el capital humano del país • Desarrollo de plan a futuro para el fortalecimiento de la i 4.0 (2015-2049) dividido en tres fases buscando ser la potencia a nivel mundial • País con mayor industria manufacturera • Aceleración de la automatización industrial, internet de las cosas 	<ul style="list-style-type: none"> • La industria tradicional tales como empresas encargadas de producir petróleo, impresión, combustión nuclear no han implementado esta industria debido a su baja rentabilidad que no le permite invertir • Velocidad de red y alcance de esta a todo el país por debajo de Alemania y estados unidos • Consumo energético y alta contaminación que no va acorde a la industria 4.0 • Barreras que le impiden el correcto desarrollo de la industria 4.0 por temas de red comparado a otras potencias tales como Japón, Alemania, Estados Unidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Se concluye según los artículos que china cuenta con gran potencial para la fabricación y también están trabajando en la aceleración en modernización y automatización • China está en la búsqueda de ser una potencia en manufactura apalancada de la industria 4.0 es por esto que tiene un plan a futuro de aceleración de la industria de 2015 hasta 2049 • Se evidencia según lo resaltado en los artículos que china tiene problemas de red en su territorio y altos índices de contaminación
	<ul style="list-style-type: none"> • Buenas bases de infraestructura que tiene en tecnología de información y telecomunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte aéreo y turístico se ven claves para el desarrollo de la industria 4.0 pero por 	<ul style="list-style-type: none"> • Estados unidos es un país que cuenta con una infraestructura tecnológica muy robusta y esto resulta ser bastante importante

<p>Estados Unidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de estrategias más eficientes que impulsen a la minería a otro nivel y se fortalezca con la industria 4.0 • Desarrollo de programas de innovación industrial • Desarrollo de comités de tecnología y fabricación avanzada 	<p>políticas no permiten su avance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se evidencian retrasos en las PYME • Brechas educativas y de idioma por parte de los inmigrantes 	<p>para el desarrollo de la industria</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las PYME como en las demás potencias mundiales es un objetivo a conseguir en la industria 4.0 • En Estados Unidos se están preocupando por el desarrollo de programas y comités de tecnologías que les permitan crecer en la industria beneficiándose de su gran potencial en las TIC
<p>Japón</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de la sociedad inteligente 5.0 • Varias empresas desarrollando la industria 4.0 como Toshiba y pepper • Sector industrial abarca un 30% del PIB • Ciencia, tecnología y trabajadores calificados para el desarrollo de la industria • Presupuesto y relaciones internacionales para fortalecer el desarrollo de la industria 4.0 • Educación 4.0 desde los colegios promoviendo la importancia de las nuevas tecnologías • Conciencia de la importancia de la nueva industria en temas de reducción de empleo vs mejora de condición de trabajo • Desarrollo de estrategias de la implementación de la i4.0 en las PYME 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas demográficos puesto que la población está envejeciendo • Adopción tardía de las 4.0 en las PYME 	<ul style="list-style-type: none"> • Se concluye que Japón es un país que ve la importancia de la industria 4.0, es por esto que se preocupa por el desarrollo del capital humano hasta el punto de que está capacitando a los estudiantes desde temprana edad para que lleguen mejor preparados a las universidades y focalizados con la industria 4.0 • Japón cuenta con grandes empresas que están aplicando esta industria y también cuentan con presupuesto y desarrollo de relaciones internacionales para la mejora continua • Se evidencia en los artículos de Japón que la población se está envejeciendo y deben trabajar en este factor debido que las nuevas tecnologías las operan las nuevas generaciones • Japón conoce su debilidad en cuanto a la adopción tardía por las PYME, es por esto que avanza en estrategias

Conclusiones

- Este trabajo mostró que los países subdesarrollados estudiados están apenas iniciando la contextualización de la Industria 4.0, de hecho, la mayoría de las industrias aún no implementan tecnologías pertenecientes a esta cuarta generación industrial lo que hace que estos países industrialmente no sean considerados como competencia internacional, desaprovechando oportunidades directas para sus económicas
- Tanto en los países subdesarrollado como desarrollados se enfrentan a una grande brecha en la implementación de la industria 4.0 en las pequeñas y medianas empresas manufactureras, debido a que son sectores que no tienen el presupuesto necesario para invertir en nuevas tecnologías y si lo tienen, no es una inversión rentable porque su producción no necesita algo tan tecnificado. Cabe recalcar que en este los países desarrollados ya están implementando soluciones a este sector colocando varios proyectos en marcha, mientras que en los países subdesarrollados esto aún se encuentra en una etapa de análisis.
- Otra de las brechas más grandes a los cuales se enfrentan los países desarrollados estudiados en este trabajo es la falta de apoyo en las políticas que respalden a las industrias o falta de incentivas para las industrias, lo que hace que exista poco interés de innovar en sus empresas y se pierdan oportunidades.
- Los países desarrollados han realizado un arduo trabajo con énfasis de capacitación y educación en la industria 4.0, lo que hace que desde edades tempranas se tenga una visión sobre la innovación y transformación tecnológica de las industrias, planteando siempre la mejor opción de llevar a cabo esta implementación. Además, estos países trabajan en alianzas entre el sector publico y privado que facilita a algunas industrias la inversión de tecnologías.
- Los países subdesarrollados tienen un gran terreno por explotar debido a las materias primas que se destacan en cada uno de los países, por lo tanto, son sectores que pueden traer muchos beneficios si se lograra implementar la nueva generación industrial. Pero estos países deben tomar como referencia las estrategias que se han implementado en los países desarrollados para poder tener un plan organizado y poder tener los grandes beneficios que trae la industria 4.0.

Referencias bibliográficas

- Adedoyin, F. F., Bekun, F. V., Driha, O. M., & Balsalobre-Lorente, D. (2020). The effects of air transportation, energy, ICT and FDI on economic growth in the industry 4.0 era: Evidence from the United States. *Technological Forecasting and Social Change*, 160, 120297.
- Arbix, G., Salerno, M. S., Zancul, E., Amaral, G., & Lins, L. M. (2017). O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. *Novos estudos CEBRAP*, 36(3), 29-49.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*, (647). Inter-American Development Bank.
- Banevičienė, I. (2020). Training Options for Immigrants Facing Industry 4.0 Progress in the US: Analysis of California State. *Public Security and Public Order*, (24).
- CABAÑA, A., GALBUSERA, L., & FORNARI, J. (2019). Industria 4.0: Competencias en carreras de ingeniería. *AJEA*, (1)
- Calderón, C., & Sánchez, I. (2012). Crecimiento económico y política industrial en México. *Problemas del desarrollo*, 43(170), 125-154.
- Casadiego, Y. A. S. (2020). Industrial: industria 4.0 y su implementación en el contexto latinoamericano.
- de Competitividad, C. P. (2016). Consejo Privado de Competitividad. *Recuperado de CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD: <https://compite.com.co/indice-global-decompetitividad-2017-2018>*.
- de la Fuente-Mella, H., Fuentes, J. L. R., & Leiva, V. (2020). Econometric modeling of productivity and technical efficiency in the Chilean manufacturing industry. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 105793.
- Del Val Román, J. L. (2016, March). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. In *Valencia: Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII*.
- España, J. A. A., Morales, P. G., Luna, D. G., Zárate, J. E. G., & González, c. C. O. (2018). Desarrollo de competencias profesionales ante los retos tecnológicos de la industria 4.0 en

México (development of professional competencies for the technological challenges of industry 4.0 in Mexico). *Pistas Educativas*, 40(130).

Estrada Bárcenas, R., García Pérez de Lema, D., & Sánchez Trejo, V. G. (2009). Factores determinantes del éxito competitivo en la Pyme: Estudio Empírico en México. *Revista Venezolana de gerencia*, 14(46), 169-182.

Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. (2015). Panorama da indústria de transformação brasileira.

Figueroa, B. R. G., Mosqueda, R. E., & Fernández, E. A. (2020). La industria 4.0 un nuevo reto para el estado de Guanajuato, México. *Ekotemas*, 6(1), 151-162.

FocusEconomics, 2018. The world's top 10 largest economies. *Focus Economics*. <https://www.focus-economics.com/blog/the-largest-economies-in-the-world>

Galvis, O. L. P., & Palacio, G. J. P. O. (2018). Impacto de las nuevas tecnologías de “industry 4.0” en Colombia. *Revista Loginn: Investigación Científica y Tecnológica*, 2(2).

Galvis, O. L. P., & Palacio, G. J. P. O. (2018). Impacto de las nuevas tecnologías de “industry 4.0” en Colombia. *Revista Loginn: Investigación Científica y Tecnológica*, 2(2).

Gutiérrez, R. T. (2019). La fabricación abierta: ¿un camino alternativo a la industria 4.0? * Fabricação aberta: um caminho alternativo para a indústria 4.0? Open Manufacturing: An Alternative Path to Industry 4.0?. *41volumen 14*, 14(41).

Huidobro, M. A. M., Vera, A. D. C., & Aranda, M. M. (2020). Estrategias del sector público y privado para la implementación de la Industria 4.0 en México. *UPIICSA. Investigación Interdisciplinaria*, 6(1), 13-31.

Kuo, C. C., Shyu, J. Z., & Ding, K. (2019). Industrial revitalization via industry 4.0—A comparative policy analysis among China, Germany and the USA. *Global transitions*, 1, 3-14.

Li, L. (2018). China's manufacturing locus in 2025: With a comparison of “Made-in-China 2025” and “Industry 4.0”. *Technological Forecasting and Social Change*, 135, 66-74.

Lin, B., Wu, W., & Song, M. (2019). Industry 4.0: driving factors and impacts on firm's performance: an empirical study on China's manufacturing industry. *Annals of Operations Research*, 1-21.

Martin, C., Samans, R., Leurent, H., Betti, F., Drzeniek-Hanouz, M., Geiger, T., & Schulz, O. B. (2018). Readiness for the Future of Production Report 2018. In *World Economic Forum's System Initiative on Shaping the Future of Production* (pp. 89-91).

Meyer, U. (2019). The emergence of an envisioned future. Sensemaking in the case of “Industrie 4.0” in Germany. *Futures*, 109, 130-141.

Nara, E. O. B., da Costa, M. B., Baierle, I. C., Schaefer, J. L., Benitez, G. B., do Santos, L. M. A. L., & Benitez, L. B. 2021. Expected impact of industry 4.0 technologies on sustainable development: A study in the context of Brazil's plastic industry. *Sustainable Production and Consumption*, 25, 102-122.

Osorio, J. (2015). América Latina frente al espejo del desarrollo de Corea del Sur y China. *Problemas del desarrollo*, 46(182), 143-164.

Prause, M. (2019). Challenges of industry 4.0 technology adoption for SMEs: the case of Japan. *Sustainability*, 11(20), 5807.

Ramírez, L. D., & López, G. V. (2020). Computer science development and technologies associated with industry 4.0 applied to industrial maintenance in Colombia. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1513, p. 012002).

Rodríguez Asien, E. (2018). La 5ta Revolución Tecnológica en Japón. *Observatorio Iberoamericano de la Economía y la Sociedad de Japón.*, (marzo).

Rubio, L., & Baz, V. (2015). *El poder de la competitividad*. Fondo de cultura económica

Sayer, P. (2017). Japan looks beyond Industry 4.0 towards Society 5.0. *PCWorld from IDG*. <https://www.pcworld.com/article/3182556/japan-looks-beyond-industry-40-towards-society-50.html>.

Schroeder, W. (2017). La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización.

Tortorella, G. L., Vergara, A. M. C., Garza-Reyes, J. A., & Sawhney, R. (2020). Organizational learning paths based upon industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers. *International Journal of Production Economics*, 219, 284-294.

Ziaei Nafchi, M., & Mohelská, H. (2018). Effects of industry 4.0 on the labor markets of Iran and Japan. *Economies*, 6(3), 39.