

**Industria 4.0 y sus Aplicaciones a la Optimización de Procesos Productivos: Revisión de  
Literatura**

**autor**

**NELSON ENRIQUE PAREDES CARRILLO**

**Director**

**GUSTAVO ENRIQUE BOHORQUEZ MANTILLA**

**Ingeniero Industrial.**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**PAMPLONA, mes día de año**

## Tabla de Contenido

1. Introducción	1
2. Resultados	2
2.1. Planteamiento del problema	2
2.2. Objetivos	4
2.2.1. Objetivo General	4
2.2.2. Objetivos Específicos	4
2.3. Justificación	5
2.4. Marco conceptual	6
<i>2.4.1. Evolución industria 4.0</i>	6
2.4.1.1 . Primera Revolución Industrial.	6
2.4.1.2. Segunda Revolución Industrial.	7
2.4.1.3.Tercera Revolución Industrial.	7
2.4.1.4. La cuarta y última revolución.	8
<i>2.4.2. Generalidades de la industria 4.0</i>	11
<i>2.4.2.1. Pilares de la inteligencia en Industria 4.0</i>	13
2.4.2.1.1.Soluciones inteligentes.	13
2.4.2.1.2. Innovación inteligente.	14
2.4.2.1.3. Cadena de suministros inteligente.	14
2.4.2.1.4. La fábrica inteligente.	15
<i>2.4.2.2. Industria 4.0 optimización de procesos</i>	16
2.4.2.2.1. Apertura del Centro de Investigación en Colombia para la Industria 4.0.	17
2.4.2.2.2. Digitalización en Colombia.	18
2.4.2.2.3.Industria 4.0 en Colombia impulsa la reactivación económica.	20
2.4.5. Metodología	25
3. Conclusiones	26
4. Bibliografía	29

**Lista de tablas**

Tabla 1. Ingresos, empleos en el sectores de manufactura y de servicios.....	21
--	----

**Lista de figuras**

Figura 1. Evolución histórica de la industria. ....	10
Figura 2. Cadena de suministro inteligente.....	15
Figura 3. Tasa global de participación, ocupacional y desempleo.....	19

## **Industria 4.0 y sus Aplicaciones a la Optimización de Procesos Productivos: Revisión de Literatura**

### **Resumen**

El concepto de industria 4.0 o también conocida como cuarta revolución industrial, supone un nuevo desafío en el desarrollo de la industria que como es de notarse sobre todo en los países desarrollados aspiran cada vez más a la digitalización de los procesos productivos para alcanzar una mayor eficiencia, seguridad, y calidad en sus productos. **Método.** Se establecieron criterios de exclusión en base a diagnóstico de publicaciones realizadas entre los años 2016 y 2021. **Resultados.** Se encontraron un total 30 referencias. **Conclusión.** Esta revisión identificó varias líneas abiertas de investigación sobre la participación de la industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos productivos en el contexto Colombiano.

**Palabras clave:** Industria 4.0, integración, procesos productivos, optimización, desafíos.

### **Abstract**

The concept of industry 4.0 or also known as the fourth industrial revolution, represents a new challenge in the development of the industry that, as can be seen, especially in developed countries, increasingly aspire to the digitization of production processes to achieve greater efficiency, safety, and quality in its products. **Method.** Exclusion criteria were established based on the diagnosis of publications made between 2016 and 2021. **Results.** A total of 30 references were found. **Conclusion.** This review identified several open lines of research on the participation of Industry 4.0 and its applications to the optimization of production processes in the Colombian context.

**Keywords:** Industry 4.0, integration, production processes, optimization, challenges.

## 1. Introducción

Con respecto los avances industriales en todas las partes de mundo en distintos momentos dependiendo el estado económico o político de los países desarrollados o subdesarrollados a través de la historias ha sido un campo caracterizado por haber sufrido una gran variedad de múltiples modificaciones o mejoras a conforme ha transcurrido el tiempo, gracias a ello han surgido innovación evolutiva y progresiva de la tecnología facilitando y optimizando diversos procesos tanto en el sector público como en el privado. (Barrera, & Ávila, 2021).

En esa medida acorde marchan los días es posible identificar los imperiosos avances industriales que suministran una mayor capacidad a los procesos productivos, todo gracias a las tecnologías emergentes detonada por creativas e ingeniosas mentes. (Cabeza, 2018). Así mismo, se precisa según Gómez ( 2013) que los cambios en las industrias presentes sin duda alguna determinan o direccionan nuevos modelos industriales de negocio que parten de la invención y utilización de equipos como impresoras 3d, la automatización, la inteligencia artificial, la robótica, entre otros. (Como se citó en Díaz, Cruz, & Ruiz, 2018). Es así, como la implementación de las nuevas tecnologías ha sido incursionada en los procesos productivos con el fin de optimizar precisamente los sistemas de producción.

En definitiva, el concepto de industria 4.0 o también conocida como cuarta revolución industrial, supone un nuevo desafío en el desarrollo de la industria que como es de notarse sobre todo en los países desarrollados aspiran cada vez más a la digitalización de los procesos productivos con miras de potenciar sus líneas estratégicas empresariales hacia una mayor eficiencia, seguridad. y calidad en sus productos con el propósito de garantizar la satisfacción usuarios y consumidores que a su vez lo exigen a razón de la competencia empresarial en el mercado.( Fandiño & Quiñonez, 2020). Es así, como las empresas a su vez que sus resultados económicos enfrentan progresivos cambios iniciando desde implantaciones tecnológicas automatizadas en el marco de las infraestructuras derivadas de la ampliación de la era digital, posicionando la cuarta revolución industrial, donde sin duda alguna se visiona y comienza a adelantar una transformación digital de la industria permitiendo la integración del mundo físico con el mundo digital. (López, Lovato & Abad, 2018).

## 2. Resultados

### 2.1. Planteamiento del problema

¿Cuál es la participación de la Industria 4.0 en aplicación y optimización de procesos en Colombia?

Con mesuradamente la industria 4.0, cuarta revolución industrial o la actual llamada industria digital no figura la prolongación de la tercera, esto en vista de que la velocidad en los cambios efectuados no se puede comparar con ninguna anterior revolución. Es decir, esta revolución se ha posicionado como la aplicación de los sistemas automatizados para la optimización de los procesos productivos.(Carro, Salazar, Nava, & Hernández, 2019).

Con ello, se ha podido lograr el avance progresivo de producción por medio de estrategias digitalizadas aumentado la producción y permitiendo la utilización adecuada de los recursos. Ahora bien, según Berger, (2016), en la época actual se proponen soluciones alternativas a los desafíos emergentes a partir de la aplicación de métodos industriales 4.0 caracterizados por el internet de las cosas, a través del cual se consigue mejorar el mantenimiento predictivo y advertir los posibles fallos en los equipos antes de que ocurran previendo el margen de error, así mismo, se contextualiza que otra característica de la cuarta revolución es la conectividad, esto es, la conexión entre personas y entre maquinas por medio del internet ha dado lugar al comercio online, a las redes sociales y aplicaciones móviles, la automatización de las industrias que consiste en que las máquinas pasan de la actividad programada a trabajar de manera autónoma y flexible.(Como se citó en Ispizua, 2018).Desde luego la industria 4.0 cuenta con las dos caras de la moneda, es decir, cuenta con algunas ventajas y desventajas como se ha venido mencionando de ahí surge el planteamiento de problema que se formula a partir del cuestionamiento ¿Cuál es la participación de la Industria 4.0 en aplicación y optimización de procesos en Colombia? En ese sentido, es necesario recalcar que la industria 4.0 según Ghadimi,

Wang, & Lim, (2018), se determina en 3 factores que son el internet de las cosas (IoT), los sistemas ciber físicos (CPS) y las fábricas inteligentes. (Como se citó en Fajardo,2021).

Consecuentemente, lo que busca por medio de esta revisión es dar respuesta a este planteamiento frente a los desafíos a los se enfrenta la industria en la época actual, desde los desafíos tecnológicos, socioeconómicos, regulatorios de los países emergentes. Luego entonces, ha sido la integración de ideas innovadoras en si la ruta de gestión priorizada para la optimización de los procesos productivos, que a su vez han emergido de las actualizaciones industriales , lo que ha permitido transformar y potencializar la industria productiva, en otras palabras, la clave de la evolución consiste en integrar y unificar el sistema técnico con el sistema social para la mejor utilización de recursos.

En efecto, con los procesos productivos totalmente integrados, automatizados y optimizados; y con resultados significativos en el mejoramiento de la eficiencia operativa y el desempeño organizacional y por ende la aplicación de la industria 4.0 en efecto ha logrado el alcance de aplicaciones optimas a los procesos productivos. Así mismo, en secuencia se identifican la primera, segunda, tercera y cuarta revolución industrial. (López, 2016).

Claramente la participación de la industria 4.0 se perfila prometedora a través de la implementación de los métodos industriales ofrecidos tecnológicos digitalizados y automatizados facilitando y proyectando soluciones futuras por medio de cadenas de suministro inteligentes concediendo ventajas en el incremento del capital y productivo de las grandes, medianas y pequeñas empresas, caracterizando de igual forma óptimos estándares de calidad en la fabricación de los productos, esto a razón de los prontos avances gracias al internet de las cosas y sobre todo la automatización; sin embargo.

Aun con todos beneficios de estos beneficios, son inevitables el surgimiento de dificultades de adaptación de las pequeñas y medianas empresas por las emergencias de nuevas formas de organización, la exigencia de adquirir habilidades que permitan utilizar los sistemas digitales que están en constante actualización, por otra parte estos sistemas digitales poseen cierto margen error, desde otros puntos de vista la pérdida de puestos de trabajo tradicionales se ha evidenciado a razón de la automatización afectado ciertos sectores económicos sobre todo el empleo en cuanto a la manufactura.

## **2.2. Objetivos**

### **2.2.1. Objetivo General**

Describir la participación de la industria 4.0 en el contexto Colombiano entre el 2018 a 2020

### **2.2.2. Objetivos Específicos**

Identificar en que se basa la industria 4.0 desde sus antecedentes hasta su evolución.

Instituir las ventajas y desventajas de la implantación de la industria 4.0 en los procesos productivos.

Establecer los desafíos a los que se enfrenta Colombia con la implementación de la industria 4.0.

### 2.3. Justificación

Abarcar como tema de estudio la industria 4.0 adquiere importancia teniendo en cuenta que gracias a la investigación en el tema de la industria inteligente ha surgido innovación evolutiva y progresiva de la tecnología facilitando y optimizando diversos procesos tanto en el sector público como en el privado, de este modo, para llegar a disfrutar de las facilidades industriales actuales la historia ha tenido que atravesar un proceso evolutivo de la mano de la creatividad y el aprovechamiento inteligente de los recursos tecnológicos asuntos que continuar en progresión. (Antúnez,2019). Es así como a partir de invenciones brillantes de los grandes genios algunas de estas tecnologías han permitido la creación individual y aislada de artefactos de mucha utilidad, posteriormente lo que lleva a un nivel más prometedor en esta área es la revolución integrativa de estas creaciones labor eminente de los profesionales en la ingeniería industrial.

De este modo el papel del ingeniero industrial en la actualidad es elemental teniendo en cuenta que integra y unifica los elementos hallados en el sistema técnico con los encontrados en el sistema social en el marco de las políticas públicas y posteriormente permite la mejor y adecuada utilización de recursos técnicos, físicos y humanos en el contexto laboral integrando no solo los aspectos industriales sino de igual forma las capacidades y conocimiento del personal, con el propósito de alcanzar el funcionamiento eficiente del sistema productivo dentro de organizaciones industriales o de servicio.( Acevedo, Cachay, & Linares, 2017).

En ese sentido, este estudio adquiere relevancia social y valor teórico a partir de la integración de ideas innovadoras el primordial medio de gestión y optimización de las actualizaciones industriales , lo que ha permitido transformar y potencializar la industria productiva, en otras palabras, la clave de la evolución ha consistido en integrar y unificar el sistema técnico con el sistema social para la mejor utilización de recursos enmarcado en el contexto de las fábricas inteligentes, es decir puede analógicamente ser interpretado como la aplicación de sistemas que identifican y asumen procesos automatizados para dar soluciones adecuadas a problemáticas industriales facilitadores de los procesos productivos sirviendo de apoyo o incluso convirtiéndose en bases o ejes fundamentales para la producción.

## **2.4. Marco conceptual**

### ***2.4.1. Evolución industria 4.0***

Con respecto a los procesos productivos totalmente integrados, automatizados y optimizados; y con resultados significativos en el mejoramiento de la eficiencia operativa y el desempeño organizacional y por ende la aplicación de la industria 4.0 en efecto ha logrado el alcance de aplicaciones optimas a los procesos productivos. Así mismo, en secuencia se identifican la primera, segunda, tercera y cuarta revolución industrial con el fin de evidenciar el impacto evolutivo en el tema.

#### ***2.4.1.1 . Primera Revolución Industrial.***

En cuanto a la primera revolución industrial se ubica en el Siglo XVIII, es distinguida por la incursión de equipos funcionalmente caracterizados por trabajar a partir de sistemas mecánicos, así mismo estas máquinas eran impulsadas por vapor mecánicos impulsados por vapor. De ese modo se establece la invención de la máquina de vapor, grandiosidad denominada como descubrimiento magno que sin duda aportó bases empíricas realistas para el procesamiento de nuevas materias primas como el algodón, el hierro y carbón; posteriormente estos avances mecánicos fueron desarrollados en el sector textil, siderúrgico y hasta en los medios de transporte dando como resultado la aparición del ferrocarril y del barco de vapor, es decir se logra la mecanización de los procesos productivos, de mismo modo ocurre la transición de una economía agrícola rudimentaria a una economía industrial.(Candelas,2019).

Efectivamente la visión holística empresarial de forma graduada terminando adoptado las maquinas en los productivos, acciones que en el ámbito del empleo surtió graves efectos para las clases sociales medias y bajas ya que se terminó sustituyendo la mano de obra, lo que sitio

cambios en la economía rural basaba que dependía de la agricultura, transformándose de un modelo primario a un modelo de economía industrial más prometedor y revolucionario.

#### **2.4.1.2. Segunda Revolución Industrial.**

Algo semejante ocurre en la segunda revolución industrial donde si bien ese proceso evolutivo en el capo de la industria continúa emergiendo con fuerza, Castresana (2016), refiere que entre el Siglo XIX y principios del XX ocurre un imparto a nivel global, por la patente del primer teléfono, acto adelantado por Alexander Graham Bell un gran icono internacional en 1876 del teléfono, y tomó mayo auge cuando y Guillermo Marconib ostentó el primer dispositivo de radiocomunicaciones. Estas observaciones además de impactar la industria o el sector industrial y productivo, surtió gran efecto en el área de las telecomunicaciones y la forma de interactuar desde una perspectiva social de las personas, hasta el punto que ha repercutido a la actualidad donde a raíz de estas inversiones hoy día las personas gozan del privilegio de poder adquirir con un dispositivo integrado conocido como teléfono celular.

De manera simultánea avances en la transportación de personas y mercancías muchos más eficiente que las evidenciadas en la primera revolución industrial, por ejemplo: con el surgimiento de los transportes aéreos y el automóvil eventos en los cuales otro gran icono industrial como Henry Ford además de haber desarrollado el automóvil también dio grandes aportes al campo de la industria transformando los conceptos de producción elevándolo al aumento de la producción de en masa más especializada y de calidad en torno a la organización de labores en los procesos productivos compactando así mismo los avances en los sistemas de comunicación como la aparición de la radio, el telégrafo, teléfono, la aparición del avión, el automóvil y la producción en masa y especializando como se ha dicho los procesos productivos . (Sánchez, 2019).

#### **2.4.1.3.Tercera Revolución Industrial.**

Esta revolución está caracterizada por el desarrollo de la tecnología digital, denominada la era digital, simultáneamente por la utilización de ordenadores y el perfeccionamiento integrativo del internet en todos sus alcances organizacionales que en efecto permite la interconectividad entre dispositivos a través de la utilización de los medios informáticos enfocados a la producción automatizada. Esta revolución se vio con más pertinencia en los años 1970, con el comienzo de la utilización de la electrónica y las tecnologías de la información con el propósito de poder llegar a la automatización en los procesos de producción. (Lopez,2016).

#### **2.4.1.4. La cuarta y última revolución.**

Finalmente, se ha llegado en este breve recorrido histórico a la cuarta revolución industrial que determina la época actual, en la que prima de igual forma la digitalización de los procesos productivos en las empresas además de la aparición e integración de las nuevas formas de organización productiva, de esta manera a través de los ordenadores es posible en el sector industrial la gestión, el análisis y almacenamiento de un sinnúmero casi ilimitado de datos, dando como resultado la optimización y ejecución de los procesos productivos. En esa medida cuenta con algunas ventajas y desventajas las cuales serán abordadas a lo largo de la presente revisión. De este modo se puede destacar según Ispizua (2018) las siguientes:

- La mayor producción de las empresas se verá en aumento
- Mayores niveles de calidad de los productos
- Mayor conectividad entre las personas gracias a internet.

Por el contrario, entre sus inconvenientes destacan:

- Las dificultades de adaptación de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) ante estas nuevas formas de organización,
- La falta de personal cualificado para poder hacer frente a las nuevas tecnologías, lo cual denota la importancia de implementar la educación en el área,

- La obsolescencia tecnológica y la pérdida de puestos de trabajo tradicionales que sin duda requeriría la creación de un nuevo modelo económico

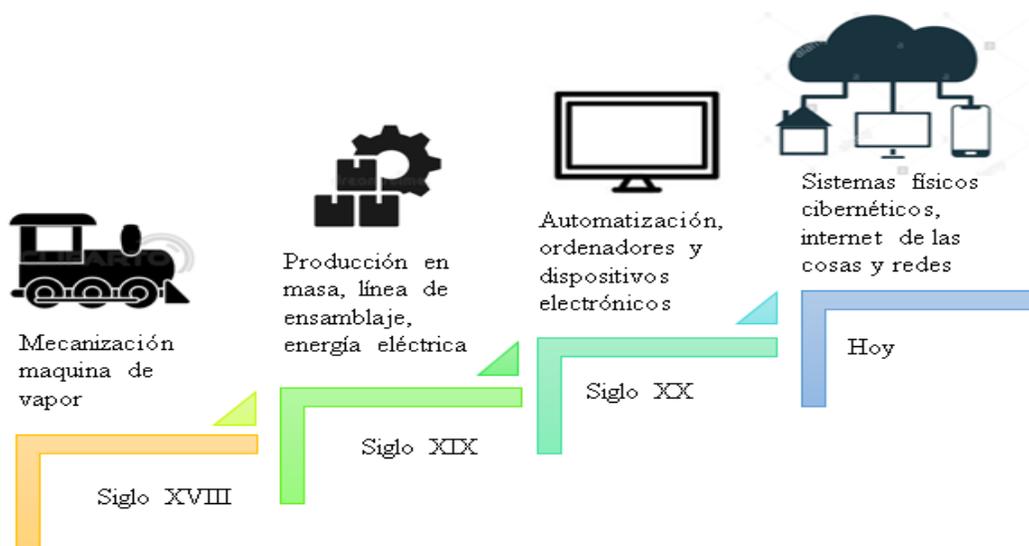
Es por esto que la industria 4.0 en la época actual ha facilitado a las personas el alcance de una gran variedad de tecnologías, que en medio de los avances ha permitido derribar barreras que en tiempos pasados limitaba el contacto interactivo entre los elementos físicos, digitales y lo biológicos albergados en las organizaciones, dando como resultado a partir de la integración de estos nuevos paradigmas mucho más prometedores que los explorados al inicio de esta revisión. En ese sentido se establece ahora una transformación que, si bien se perfila al logro o visualización de procesos psicofísicos, no se limita a estos sino busca constantemente la innovación y la revolución digital anterior.

Por otro lado, la cuarta revolución industrial se determina por el establecimiento de los pilares tecnológicos entre los cuales se destacan: sistemas ciber físicos de integración; máquinas y sistemas autónomos (robots); internet de las cosas (IoT); manufactura aditiva (impresión 3D); big data y análisis de macro datos; computación en la nube; simulación de entornos virtuales; inteligencia artificial; ciberseguridad; y realidad aumentada. (Basco, Beliz, & Coatz, 2018). De ahí que esta integración tecnológica al uso del internet de las cosas ha permitido que la digitalización llegue a otro nivel otorgando la posibilidad de conectar en tiempo real a todos los actores técnicos y sociales enfocados a la optimización de los procesos productivos.

En suma, la industria 4.0 adquiere el concepto simbólico materializado a un proceso de innovación sistémico que opta por reinventar y posicionar modelos integrativos de negocio en una visión generalista de las empresas inteligentes en el entorno empresarial. Seguidamente esta compilación de hechos históricos no se delimita a los logros actuales, puesto que la característica principal de la tecnología al igual que las ideas de ser humano están en constante cambio y actualización siempre apuntando a la mejora de la comodidad y optimización de los procesos en beneficio de las nuevas generaciones. Por ello a continuación, se ilustra por medio de la figura 1. el progresivo avance que pone en la cúspide la cuarta revolución industrial o la mejor llamada industria 4.0.

## Figura 1

Evolución histórica de la industria.



Nota. La figura adaptada muestra las fechas distintivas de los momentos de la historia y evolución de la industria según Ynzunza, Izar, Bocarando, Aguilar & Larios (2017).

Considerando ahora q el contexto empresarial emergente de las nuevas generaciones en su mayoría se encuentran revestidas por la innovación y así mismo por competencia; el desarrollo tecnológico en las empresas del hoy, sobre todo las relacionadas a los procesos de manufactura, se han visto convencidas a reinventar sus procesos productivos, esto porque la competencia de las organizaciones exige cada vez más la implementación de estrategias innovadoras al momento de presentar los productos al mercado, ya sea por demanda de producción o calidad en los mismo.

Teniendo en cuenta que la industria 4.0 o fabrica inteligente es el producto integrado de las revoluciones anteriores a esta, en la que las tecnologías juegan un papel esencial en los

procesos de fabricación donde además de eso contribuyen a la gestión y abordaje de nuevas maneras de hacer negocios, que permiten optimizar los procesos productivos, alcanzando mayor flexibilidad alcance de usuarios o consumidores, dando como resultado la adecuada satisfacción de los mismos. (Ynzunza.,Izar, Bocarando, Aguilar & Larios, 2017).

#### **2.4.2. Generalidades de la industria 4.0**

Cabe resaltar que dentro de las generalidades de la industria 4.0 se encuentra caracterizada por la visible materialización de las fábricas productivas como, por ejemplo : lo que ha venido ocurriendo con diversas empresas cuyos medios de producción han modificado y mejorado de manera definitiva la forma en como hacían funcionar sus plantas y procesos en los últimos quince años. (Sánchez, 2019). Otro punto importante de estas generalidades es el reconocimiento o papel de industria 4.0 en el sector empresarial, ya que se refiere a un nuevo tipo de organización donde el control y dirección de los procesos productivos se enmarcan en la cadena circular del ciclo de vida del producto.

Elementalmente, este periodo permite que se efectúen procesos productivos en base a la digitalización, proporcionando la calidad y seguridad en los procesos por medio de la adecuada utilización de los recursos. Todas estas observaciones dan paso a la identificación de que se ha logrado la creación de una nueva, mejorada y optima metodología comercial, donde se hace preciso asumir que la ingería industrial moderna se enfrenta a sumir un desafío no solo de transformación digital, sino también de transformación económica y social.

Hay que mencionar, además que el concepto de industria 4.0 o cuarta revolución industrial fue acuñado en Alemania para referirse a la “Fábrica Inteligente” o "Internet industrial", por lo que requiere entonces que en la industria o en la fabricación de productos se involucren los medios tecnológicos, así como también el internet de las cosas(IoT). Todas estas observaciones denotan que los procesos de fabricación se encuentran respaldados por medios digitales en constante cambio, integración y transformación dando como resultado la manifestación de una revolución industrial aun en desarrollo derivada evidente de los fortuitos

avances en las tecnologías presentes en torno a la informática y los sistemas digitales.(Pacheco, 2020).

Es necesario recalcar que la industria se ha revestido de los beneficios tecnológicos y digitales para adelantar sus procesos empresariales compactándolos con la adecuada utilización de recursos dando por un manejo efectivo por parte de los cometidos profesionales donde el ingeniero industrial en conjunto con los integrantes de estas empresas enfrentan con pertinacia los retos emergentes que llevan a trazar un horizonte adaptativo a razón del enriquecimiento continuo y creativo de técnicas y estrategias sistemáticas para establecer y prever prontas soluciones frente al sistema productivo. (Acevedo, Cachay & Linares, 2017). Es por eso que esta labor no solo ha permitido la optimización de los procesos productivos, sino que también ha surtido aplicaciones continuas a la prestación de servicio relacionados con el intercambio de la información y la comunicación.

A condición de los objetivos empresariales en el momento actual son inducidos a que las organizaciones se centren con mayor esfuerzo en la fabricación de productos aplicando los recursos de conectividad y de inteligencia artificial como elementos integrativos eficientes y fundamentales para contribuir a la entrega de soluciones presentes dotadas de creatividad que caracterizará procesos innovadores en los que la digitalización adquiera un enfoque esencial en los procesos productivos o de prestación de servicios. Por otro lado, en la industria 4.0 la figura de la automatización cumple un papel fundamentado en el proceso de intercomunicación e investigación de las necesidades halladas en el mercado, donde es utilizado como base para la optimización de los procesos productivos diferenciados por las fases de diseño, lo cual contribuye a la entrega de productos altamente personalizados y funcionales antes las exigencias del siglo.

Así la primera revolución industrial ha permitido la llegada de esta era, en ese sentido es apropiado traer a colación como los procesos industriales ha evolucionado cáusticamente, por tanto, el final del Siglo XX trae una nueva transformación y con ella nuevos desafíos en el marco del despliegue de la electrónica y la informática en los procesos industriales, así mismo, la automatización de las líneas de producción y estratégicas.

### **2.4.2.1. Pilares de la inteligencia en Industria 4.0**

Así mismo, Román (2016) menciona que la cuarta revolución puede verse enmarcada en la manera en que las personas consiguen el alcance de soluciones inteligentes por medio de la innovación en las cadenas de suministro de las fábricas, categorías descritas a continuación:

#### **2.4.2.1.1. Soluciones inteligentes.**

Ahora bien, las soluciones inteligentes son asociadas a la practicidad innovadora y creativa a la hora de hallar alternativas de abordaje a problemáticas emergentes en el mercado o en la industria. Así mismo, estas soluciones son denominadas o identificadas por hacer parte de los sistemas ciber-físicos que al mismo tiempo integran los ecosistemas de la internet de las cosas (IoT). Es decir que lo que engloba la ejecución de soluciones inteligentes es la conectividad que permite tanto a los ejecutores de diversas tareas empresariales como a los sistemas llevar a cabo el ejercicio de la capacidad de comunicarse máquina a máquina (M2M) al mismo tiempo que ocurre la interacción entre las personas vinculadas a las organizaciones.

En esa medida las soluciones inteligencia pueden autogestionarse de manera descentralizadas habilitando que las elecciones de tomar decisiones o efectuar soluciones en casos concretos se ejecuten por medio de sensores que recopilan la información de datos que pueden proporcionar a sus fabricantes o a quienes tengan acceso la gestión de un servicio, de un entorno, sobre su propio uso o incluso estado. Lo que el autor quiere decir, es que estos mismos elementos si bien, son direccionados a la optimización de los procesos productivos industriales, también son aplicados no sólo a los productos sino a las máquinas que los fabrican, permitiendo la comunicación M2M que supone la adaptación al contexto y a las exigencias organizacionales de la industria actual.

De la misma forma el funcionamiento prometedor de las máquinas automatizadas en la industria productiva o de prestación de servicios solo requiere supervisión por parte de sus operadores exigiendo únicamente mantenimiento o revisiones periódicas puesto que aportan constantemente autoconfiguraciones que de forma eficiente optimizan la prestación de servicio y calidad productiva, mejorando de esta manera la experiencia del usuario o consumidor a través de la entrega de un servicio o producto personalizados acordes con sus necesidades o demandas manifestadas en el contexto interactivo, sin embargo, aunque se centra en los procesos automatizados uno de los desafíos de esta industria 4.0 es el afrontamiento del margen de error.

#### **2.4.2.1.2. Innovación inteligente.**

Para comprender más el tema de conectividad en las empresas, se debe partir del análisis de los procesos interactivos que permite la expansión informativa de la innovación que fluye de manera bidireccional entre la interconexión y transmisión de información entre las personas y las máquinas en las fábricas surtiendo así un sistema colaborativo donde los clientes también tiene parte, incrementando el flujo de innovación inteligente y reduciendo los tiempos de comercialización por la optimización productiva. En ese sentido, la innovación inteligente adquiere relevancia a partir del surgimiento de las soluciones que tanto los empresarios por medio de la aplicación y utilización de los sistemas automatizados permiten producir un producto inteligente, útil y conectado al alcance de las masas, combinando gradualmente su capacidad analítica al uso compacto de estrategia y herramientas informáticas, que permiten la interconexión de sistemas productivos ciber físicos (CPPS).

#### **2.4.2.1.3. Cadena de suministros inteligente.**

Consecuentemente las innovaciones inteligentes que ofrece la industria 4.0 en suma permite la formación de las cadenas de suministro inteligentes las cuales se caracterizan por la integración creativa de las herramientas de las nuevas tecnologías que estarán altamente

automatizadas gracias a la implantación del software y la aplicación del internet a las cosas. Básicamente, esta integración emerge de manera horizontal sistemática y frecuente hoy en día habitual en la industria hoy. Así mismo, el uso de las redes de información entre M2M permite el aprovechamiento de las oportunidades del mercado actual por medio de interfases entre sistemas automatizados de las empresas que se establecen en los contextos productivos y de las plataformas de ingeniería conectadas en red.

## Figura 2

Cadena de suministro inteligente.



Nota. La figura adaptada muestra como ocurre el proceso productivo por medio de la cadena de suministro inteligente (Román,2016).

### 2.4.2.1.4. La fábrica inteligente.

Finalmente, como resultado de la suma de los anteriores pilares de la industria 4.0 se encuentra la fábrica inteligente que se sustenta en las tecnologías básicas conforme se configura

la cadena de suministro inteligente, entorno al abordaje de soluciones e innovaciones inteligentes, además de estandarizar los procesos de producción de manera organizada según proceda la oferta-demanda de la industria donde surgen los diseños de los programas de producción en relación a los tiempos o fechas de entrega u objetivos de sostenibilidad empresarial. En esa medida, la fábrica inteligente a partir de sus herramientas tecnológicas ofrece la posibilidad de fabricar los productos personalizados en menos tiempo sin costes adicionales reportando gran calidad y utilidad. Además, el manejo de datos relacionados con la producción y su análisis de los procesos productivos y como son percibidos de los usuarios permitirán alcanzar niveles muchos más prometedores que los utilizados hasta el momento de productividad y calidad del producto. (Corzo & Alvares, 2020).

#### ***2.4.2.2. Industria 4.0 optimización de procesos***

En efecto, la aplicación de los métodos industriales 4.0 han permitido el alcance a soluciones inteligentes otorgando ventajas como el incremento productivo de las empresas, prometiendo igualmente mayores niveles de calidad de los productos, mayor conectividad entre las personas gracias al internet, a pesar de estos beneficios entre sus inconvenientes se subrayan: dificultades de adaptación de las pequeñas y medianas empresas por las emergencias de nuevas formas de organización, igualmente se enfrentan a la barrera de falta de personal capacitado para operar los sistemas digitales que están en constante actualización, por otra parte estos sistemas digitales continúan presentando cierto margen error, desde otros puntos de vista la pérdida de puestos de trabajo tradicionales se ha evidenciado a razón de la automatización afectado ciertos sectores económicos, así mismo el sector industrial se enfrenta a obligación de utilizar nuevos sistemas que soporten la dinámica a la que se enfrentan las organizaciones. (Mejía, Jaba, Carrillo & Caicedo, 2019).

En esa medida, a través la revisión documental sobre la industria 4.0 como medio de transformación industrial en los procesos productivos se perfila a implementación totalmente automatizada e integrada de las nuevas tecnologías, resultando más significativa a medida que avanza el tiempo. A su vez, el impacto de la industria 4.0, adquiere valor siendo denominada

como un proceso de innovación sistémico de negocio dando paso al establecimiento de una perspectiva global integrada al entorno organizacional. (Ynzunza, Izar, Bocarando, Aguilar, & Larios, 2017). De este modo a partir del análisis documental se encontró de la revisión actualizada en un trabajo de grado titulado Efectos en el empleo como consecuencia de la implementación de la industria 4.0 en Colombia. 2014 – 2020 adelantada por el autor Rafael Chaparro Diaz de la Universidad Cooperativa de Colombia que expone en siguiente apartado repercusiones por la apertura del centro de investigación en Colombia para la industria 4.0 (Chaparro ,2020):

#### **2.4.2.2.1. Apertura del Centro de Investigación en Colombia para la Industria 4.0.**

Se inicia mencionando según la ministra de las TICS conforme se informó en la página de la presidencia además en la página de la presidencia que corresponde a uno de los países escogidos para crear un centro investigativo entorno a la cuarta revolución industrial específicamente en la ciudad de Medellín. Así mismo, se denota que el director general de la Red de Centros para la Cuarta Revolución Industrial del Foro Económico Mundial (WEF por sus siglas en inglés), Murat Sonmez, ratificaba junto al presidente Iván Duque que Medellín había tenido la fortuna de haber sido elegida sede del primer Centro para la Cuarta Revolución Industrial en la región.

En efecto esto genera intriga sobre todo el sector productivo, igualmente la ministra en representación del ministerio de las Tics menciona que se está trabajando en adecuaciones que concedan a los ciudadanos obtener beneficios de una propuesta para asumir de mejor manera la Cuarta Revolución Industrial. Básicamente en la era de la cuarta revolución industrial, Colombia se enfrentan varios desafíos tanto en la industria como en la educación, por ello, es esencial conocer los avances tecnológicos y los cambios que son necesarios para los perfiles profesionales, curriculares y en la enseñanza.(Becerra, 2020).

Evidentemente la adopción de la industria 4.0 tanto en el sector público como el privado debe prepararse para asumir dichos cambios sobre todo en materia de empleos por lo que según los postulados de esta propuesta teniendo en cuenta que en Colombia aún existe la mano de obra

en el sector industrial y la acogida de estos avances involucra la implementación de mecanismos automatizados por lo que acarreará que en una gran mayoría la mano de obra quede obsoleta dejando en el limbo a muchos trabajadores. Como consecuencias los avances en el sector productivo permiten el desarrollo de una sociedad más equitativa, con mejores oportunidades para los ciudadanos y emprendedores. (Ministerio de las Tics, 2019).

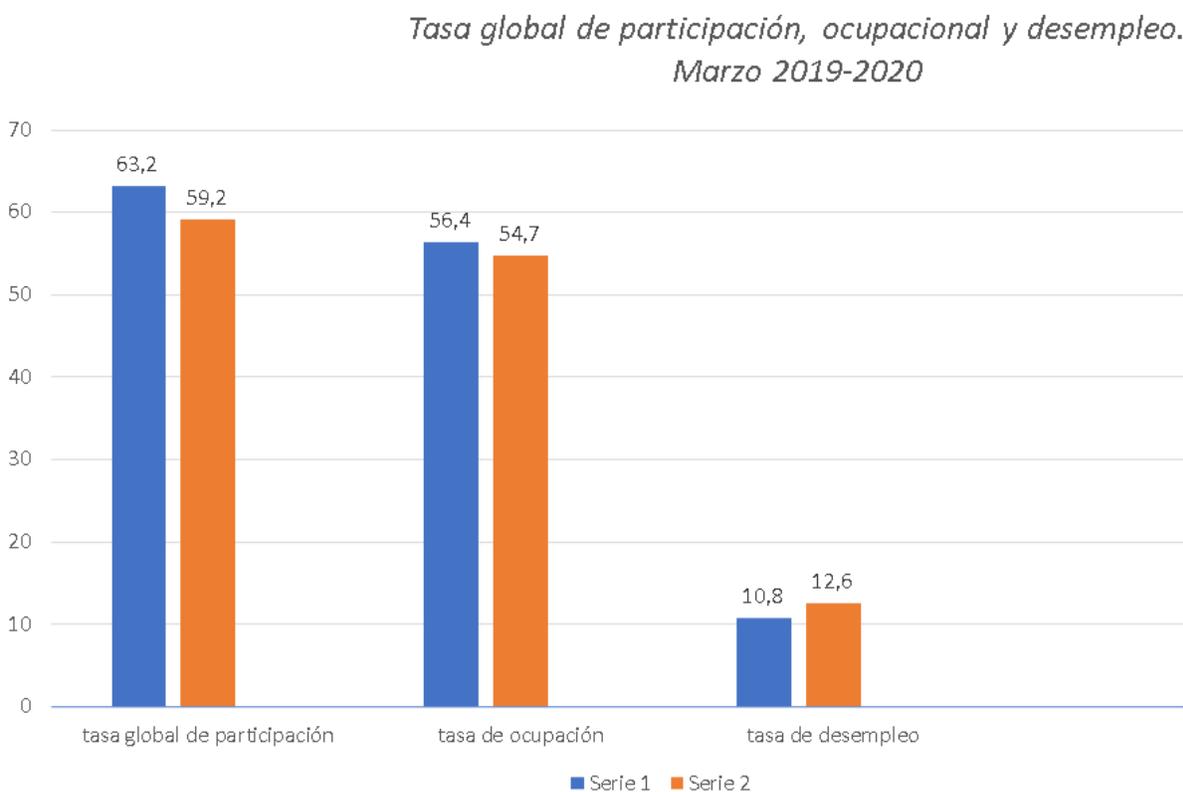
En ese sentido el internet de las cosas permitirá impulsar las ciudades inteligentes, con los beneficiando a los colombianos. También es importante identificar el factor de capacidad donde si se logra la implementación de avances tecnológicos es necesario incrementar las capacitaciones laborales y educativas en el área debido que en este punto la mano de obra en temas de ensamblaje y producción sería reducida a razón de que considerablemente es más factible tener una máquina que una persona, en cuanto a nivel económico y de prestaciones. (Bermúdez, Puertas, Collazos, Urrea & Cañas, 2019). De igual manera, se debe tener en cuenta que estas nuevas tecnologías facilitarán a los empresarios aumentar su capital y la inequidad será aún más notoria sobre todo en las grandes empresas.

#### **2.4.2.2.2. Digitalización en Colombia.**

Con respecto al tema de digitalización en Colombia si bien como país aún no se cuentan todos los parámetros para tener el título de un país industrializado teniendo en cuenta no se tiene una infraestructura digital adecuada, en el periodo del año 2019-2020 el DANE realizó encuestas donde se ha identificado grandes pérdidas en los puestos de trabajo a razón de la industrialización de la época actual, a continuación, se muestran dichas cifras mediante gráficas del DANE.

### Figura 3

*Tasa global de participación, ocupacional y desempleo.*



Nota. La figura adaptada muestra las cifras de la Tasa global de participación, ocupacional y desempleo en marzo 2019-2020 según el DANE.

Así mismo, siguiendo con el análisis documental se encontró a partir de la revisión actualizada según el análisis realizado por el grupo Bancolombia denominado Industria 4.0 en Colombia impulsa la reactivación en el contexto de pandemia actual (Grupo Bancolombia, 2021):

#### **2.4.2.2.3. Industria 4.0 en Colombia impulsa la reactivación económica.**

En efecto la adopción de la digitalización como medio de reactivación y crecimiento en las empresas en el momento actual se perfilan a la imperiosa búsqueda convergente de aportar estas nuevas tecnologías de la digitalización y automatización, esto para alcanzar a ser nada vez más competitivas entorno a garantizar procesos óptimos direccionado a la producción. En esa medida en a la conclusión a la que llega en el informe “Industria 4.0: transformación empresarial para la reactivación económica”, hecho por Confecámaras y ostentado en el congreso de esta misma entidad en noviembre de 2020. Por otra parte, se describe específicamente uno de los sectores priorizado por la industria 4.0 como el sector salud y de manufactura puesto que la necesidad estratégica de adoptar novedosas tecnologías en la industria y se convirtió en referencia. (Cabrera, Pérez , González & Medina, 2020).

#### **2.4.2.2.4. Sectores priorizados por la Industria 4.0 facilidad y agilidad en los procesos de producción.**

De este modo se Confecámaras, las tecnologías relacionadas a la Industria 4.0 describen algunas soluciones tecnológicas para los sectores de salud y manufactura. Es primordial llevar a cabo la implementación de herramientas con inteligencia artificial (IA) con el fin de aumentar los procesos productivos y de prestación de servicios con el fin de descongestionar los centros de salud y poner en marcha o reactivas las industrias con el fin de regular las pérdidas y promover la actividad económica. De esta manera en relación con el análisis documental se encontró a partir de la revisión actualizada de Colombia y la Nueva revolución Industrial Propuestas del Foco de Tecnologías Convergentes Industrias 4.0 Volumen 9 (Ministerio de ciencias, 2019) lo siguiente:

#### **2.4.2.2.5. Sectores productivos asociado a las Tecnologías convergentes NBIC o Industria 4.0 en Colombia y su impacto económico.**

En esta revisión se encontró según las recientes encuestas realizadas al sector manufacturero y de servicios por el DANE la estimación de que en Colombia a pesar de sobre pasar una gran crisis como la que se ha evidenciado a nivel nacional la economía del país en torno a las ventas o ingresos, valor agregado y empleo, considerando los subsectores de productos informáticos, electrónicos, ópticos, aparatos y equipos eléctricos, maquinaria y equipos N.C.P., como se evidencia a continuación:

**Tabla 1**

*Ingresos, empleos de los sectores de manufactura y de servicios*

<b>Sector productivo</b>		
<b>Porcentaje del personal laborando en el sector manufacturero, con algún tipo de formación superior</b>	DANE	37
<b>Número total de doctores laborando en el sector manufacturero</b>	DANE	421
<b>Número de empresas altamente innovadoras</b>	Colciencias-DANE	30
<b>Tamaño de la economía NBIC e Industria 4.0</b>	Ventas de las empresas del sector servicios, en sectores seleccionados,* en pesos	15.219.391.805
<b>Tamaño de la economía NBIC e Industria 4.0</b>	Ventas de las empresas manufactureras en sectores seleccionados,** en pesos	12.796.422.785

Nota. Datos tomados de la primera edición de Propuestas del Foco de Tecnologías Convergentes e Industrias 4.0 (2019). Tomado de Encuestas manufacturera y de servicios (DANE, 2015-2016).

*Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos*

En relación a la anterior categorización se muestran algunas fortalezas a partir de la implementación de la industria 4.0 en el sector productivo, lo que indica que Colombia se enfrenta a grandes desafíos frente al tema y así mismo se proyectan altas posibilidades prometedoras en términos de productividad económica. A su vez, la relación entre las políticas del sistema de ciencia, tecnología e innovación y el sector productivo en Colombia se relacionan estrechamente con la necesidad emergente de focalizar la formación de capital humano en temas conexos con la industria 4.0, se encuentra sustentado aun por la exportación de materias primas y productos agrícolas derivados de sistemas de producción clásicos o tradicionales, es decir, no totalmente automatizados. (Gatica & Ramos 2020).

En ese sentido se encontraron ciertos cuestionamientos al respecto de la implementación de la industria 4.0 en los procesos productivos con el fin de optimizarlos; coherentemente Colombia deberá proyectarse a largo plazo, para responder a los desafíos productivos y sociales de manera que pueda asumir dichos retos, también desde las políticas públicas debe incentivar a todos los sectores y actores tanto públicos como privados de la sociedad a buscar la manera de integrarse en la búsqueda de una perspectiva de futurista, que permita el alcance de una meta común con miras a una economía digital, innovadora, ambiental, sostenible e inclusiva, para las generaciones actuales y futuras en aras de fomentar el desarrollo social. (Espitia, 2020).

De igual modo se encontró que el futuro de Colombia con respecto a la productividad, competitividad y sostenibilidad exige el fortalecimiento y la diversificación de la industria desde la academia, así como también se requiere del involucramiento de nuevas compañías las cuales se invitan a ser parte también de la era digital. Por este motivo se señala la necesidad de implementar un modelo de economía circular donde exista la participación de la industria, de Pymes, así como también de grandes empresas; de los centros formativos y de investigación, en temas de desarrollo tecnológico e innovación; creando la necesidad estatal de demanda para que desde las iniciativas gubernamental los fondos públicos permitan el fomento de inversiones o financiamiento competitivo o concursable, para empoderar el país.

En esa medida a razón de la convergencia tecnológica surge la química verde en el contexto de la producción integrada, individualizada o a gran escala, donde se hace uso de

tecnologías NBIC y de disciplinas como las ingenierías, química, biología, tecnologías de la información y comunicación. En concordancia con lo anterior se describe la química verde o más comúnmente llamada química sostenible, la cual se refiere al diseño de productos, químicos, agroquímicos, renovables y procesos que comprimen o eliminan el uso o generación de sustancias peligrosas, esto según United States Environmental Protection Agency en el 2020; en ese orden de ideas la presentación de la química verde se aplica al ciclo de vida completo de un producto, desde su diseño, fabricación, uso y disposición final, y de allí se establece la importancia para su desarrollo e implementación, dado que con la automatización se aumentaría la productividad, mejorando tanto la calidad como la velocidad para alcanzar resultados que están más allá de la capacidad de los operarios. (Vila de prado, 2019).

#### **2.4.2.2.6. Alianzas entre el sector público y privado.**

Continuando el hilo conductor se hace pertinente el establecimiento de alianzas entre el sector público y privado, por ejemplo, en torno al sector de la química verde propone un enfoque personalizado desde la implantación en cosméticos, y productos orgánicos de aseo personal como a gran escala: en glicerina, detergentes, plastificantes, pinturas, entre otros. Aquí los procesos de manufactura pueden en principio ser monitoreados de forma remota, medio donde el internet de las cosas sería elemental, teniendo en cuenta que los países industrializados, es efectiva la tendencia creciente a desarrollar alianzas estratégicas entre empresas y otras organizaciones. (Fandiño & Quiñonez, 2020).

Por otra parte, el visualizar el engranaje de consorcios precompetitivos con la academia, la industria, y aliados nacionales e internacionales, tales como Lurgi, Sulzer, Ballestra, Cremer, BDI, Dow, Ecopetrol, Unilever, Wilmar, Fraunhofer, Cirad, por nombrar algunos para motivar las inversiones pertinentes para la atracción de capitales nacionales e internacionales que requieren políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) estables y duraderos. En vista se acelerar el proceso de implantación digital en la infraestructura del sector productivo con miras en efecto de optimizar cada proceso requerido en la industrial productiva que permita la apertura de nuevos empleos de calidad y mejor remunerados en un nuevo modelo productivo que apoye

del mismo modo nuevos emprendimientos y empresas en Colombia donde las barreras entre el mundo físico y el digital son vagas, dando lugar a un nuevo modelo económico que tiene efectos en todas las actividades. (Antuñez,2019),

### 2.4.5. Metodología

En lo que corresponde a la metodología de estudio contó con una metodología de carácter cualitativa, descriptivo en cual se utilizó la revisión documental y sistemática como principal herramienta. Por su parte, se considera que la investigación cualitativa suministra profundidad a los datos, dispersión y riqueza a nivel interpretativo donde se hace posible y viable contextualizar el ambiente o entorno, en este caso ahondar sobre la participación de la industria 4.0 en a aplicación óptima de los procesos productivo detallando a partir de experiencias únicas o comunes puntos de vista holísticos que permiten la percepción de los fenómenos de una manera flexible, en el que se puede describir y establecer diversas alternativas para dar solución a problemáticas reales emergentes. (Gallardo, 2017).

Del mismo modo se pone un diseño descriptivo con él se busca detallar las propiedades, las características de la industria 4.0 en la optimización de procesos productivos , así mismo como alguna de sus ventajas y desventajas en el sector productivo e industrial .(Como se citó en Gallardo, 2017). Es decir, únicamente se pretenden recolectar información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos relacionados a estos cometidos.

Por otra parte, como técnica o estrategia general, también de carácter flexible, se supone dar orientación y guía al estudio con el fin de responder al problema planteado señalando un proceso asentado en la búsqueda, revisión, analítica, crítica e interpretativa de datos obtenidos y registrados en diversas fuentes documentales, en esta oportunidad de fuentes electrónicas como artículos científicos hallados en bases de datos, trabajos de grado, entre las cuales se encontraron Redalyc, DANE, el MINTIC, ,MINTICS entre otros, sobre temas relevantes en las repercusiones la industria 4.0 en Colombia entre los años 2016 al 2021 . Así mismo cabe resaltar que no se debe confundir la investigación documental en sí con el requerimiento de revisión bibliográfica que, obligatoriamente, se debe llevar a cabo al iniciar una investigación en cualquier área del conocimiento. Finalmente, los resultados descritos se tomaron 30 fuentes de información.

### 3. Conclusiones

A partir de la revisión documental fue posible establecer la descripción de la participación de la industria 4.0 en el contexto Colombiano entre el año 2016 al 2021 en el marco de las empresas tanto públicas como privadas, la forma en la que se manifiesta en la época actual el impacto de la conectividad sistémica en la industria; se evidencia a razón de la integración de los elementos necesarios para confirmar la creación de los ecosistemas digitales interconectados, conexión de distintos tipos, apareciendo incluso nuevos términos; conectividad de máquinas con personas o por sus siglas denominadas (M2M), es decir, personas con personas, empresas con otras empresas. (Cabeza, 2018).

Por otro lado, en lo que corresponde a la identificación de los postulados de la industria 4.0 desde sus antecedentes hasta su evolución, en suma, adquiere un concepto simbólico materializado a un proceso de innovación sistémico que opta por reinventar y posicionar modelos integrativos de negocio en una visión generalista de las empresas inteligentes en el entorno empresarial.

Claramente en torno al efecto acción reacción estas implementaciones de la industria 4.0 proporcionan tantas ventajas como desventajas en los procesos productivos; por ejemplo: con la implementación de la industria 4.0. en Colombia como en todos los lugares donde se logra la mayor producción de las empresas respaldada por aumentos en la calidad de sus productos, desde otro punto de vista surgen las dificultades de adaptación de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) ante estas nuevas formas de organización, la falta de personal cualificado para poder hacer frente a las nuevas tecnologías, lo cual denota la importancia de implementar la educación en el área y por último la obsolescencia tecnológica y la pérdida de puestos de trabajo tradicionales, en esa medida tanto el estado como las instituciones privadas deben procurar con mayor esmero la inmersión en la era digital, en estudios a profundidad en temas de tecnología, la cibernética, la biónica, la robótica, que a su vez cambian la forma de vida de las personas. (Barreto, Gutiérrez & Vanegas, 2019).

Concluyentemente la adopción de la cuarta revolución industrial en un sentido más amplio en Colombia, se visiona y comienza a adelantar una transformación digital de la industria

*Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos*

que permitirá la integración del mundo físico con el mundo digital. En primera instancia es pertinente precisar que la industria 4.0 en los últimos años ha logrado el alcance de una popularidad duradera puesto que además ha dado impulso a la revolución industrial del siglo XXI apremia con mucha intensidad la búsqueda de la digitalización en los procesos industriales a través de la interacción de la inteligencia artificial, la innovación en la maquinaria y la implementación de los recursos productivos induciendo modificaciones tanto en las infraestructuras inteligentes, como en la digitalización en favor de la creación e innovación en la manera de efectuar exitosa y adecuadamente los negocios.

Consecuentemente el presente trabajo primero describe de manera breve la evolución del concepto de industria 4.0 y se hace una caracterización general de sus repercusiones en la aplicación y optimización de los procesos productivos, en lo que discrimina algunos aspectos a los que se enfrenta la industria en la época actual como lo son: los cambios en las industrias presentes sin duda alguna determinan o direccionan nuevos modelos industriales de negocio que parten de la invención y utilización de equipos como impresoras 3d, la automatización, la inteligencia artificial, la robótica. Por otra parte, en el diario vivir de la época actual se evidencian aun revoluciones que están permitiendo cambios fortuitos desde la forma en como interactúa el mundo, ya sea desde al ámbito laboral o incluso en la manera en que se vive y percibe la existencia, en esa medida establece una transformación que, si bien se perfila al logro o visualización de procesos psicofísicos, no se limita a estos sino busca constantemente la innovación y la revolución digital anterior .

De esta manera, la industria 4.0 en la aplicación y optimización de los procesos productivos da paso a la creación de una nueva y optima metodología comercial, donde se hace preciso asumir que la ingería industrial moderna se enfrenta a diversos desafíos no solo de transformación digital, sino también de transformación económica y social en cuanto a los procesos productivos se proyecta un modelo empresarial basado en la fábrica inteligente donde se configura la cadena de suministro inteligente, además de estandarizar los procesos de producción de manera organizada según proceda la oferta-demanda de la industria . En primera instancia es pertinente precisar que la industria 4.0 en los últimos años ha logrado el alcance de una popularidad duradera puesto que además ha dado impulso a la revolución

industrial del siglo XXI apremia con mucha intensidad la búsqueda de la digitalización en los procesos industriales a través de la interacción de la inteligencia artificial, la innovación en la maquinaria y la implementación de los recursos productivos induciendo modificaciones tanto en las infraestructuras inteligentes, como en la digitalización en favor de la creación e innovación en la manera de efectuar exitosa y adecuadamente los negocios.

Consecuentemente el presente trabajo primero describe de manera breve la evolución del concepto de industria 4.0 y se hace una caracterización general de sus repercusiones en la aplicación y optimización de los procesos productivos, en lo que discrimina algunos aspectos a los que se enfrenta la industria en la época actual como lo son: los cambios en las industrias presentes sin duda alguna determinan o direccionan nuevos modelos industriales de negocio que parten de la invención y utilización de equipos como impresoras 3d, la automatización, la inteligencia artificial, la robótica. Por otra parte, en el diario vivir de la época actual se evidencian aun revoluciones que están permitiendo cambios fortuitos desde la forma en como interactúa el mundo, ya sea desde al ámbito laboral o incluso en la manera en que se vive y percibe la existencia, en esa medida establece una transformación que, si bien se perfila al logro o visualización de procesos psicofísicos, no se limita a estos sino busca constantemente la innovación y la revolución digital anterior .

De esta manera, la industria 4.0 en la aplicación y optimización de los procesos productivos da paso a la creación de una nueva y optima metodología comercial, donde se hace preciso asumir que la ingería industrial moderna se enfrenta a diversos desafíos no solo de transformación digital, sino también de transformación económica y social en cuanto a los procesos productivos se proyecta un modelo empresarial basado en la fábrica inteligente donde se configura la cadena de suministro inteligente, además de estandarizar los procesos de producción de manera organizada según proceda la oferta-demanda de la industria .

#### 4. Bibliografía

- Acevedo, A., Cachay, O. & Linares, C. (2017). Enfoque de productividad y mejora en el ingeniero industrial de San Marcos. Estudio exploratorio para competitividad de categoría mundial. *Industrial Data*, Vol. 20, Pag.95-104. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81652135011>
- Antúnez, A. (2019). La industria 4.0. Análisis y estudio desde el Derecho en la 4ta Revolución Industrial. *Revista Unilibre*, Vol. 32. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/advocatus/article/view/5526>
- Barreto, J., Gutiérrez, A., Vanegas, G. (2019). Desafíos y Transformaciones en las Organizaciones y la Gestión Humana en el marco de la Revolución 4.0 *Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología*, vol. 12, núm. 36. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477865646003>
- Basco, A., Beliz, G., & Coatz, D.(2018). *Industria 4.0 fabricando el futuro*. Banco Interamericano de Desarrollo. Archivo Digital. <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/document/Industria-40-Fabricando-el-Futuro.pdf>
- Barrera, A. & Ávila, J. (2021, 18 mayo). La industria 4.0 viene posicionándose en el entorno actual como una competencia global de desarrollo tecnológico, de innovación y de aprendizaje que obliga a gobiernos, industrias, e instituciones educativas a reconfigurar la manera de concebir realidades y soluciones para las comunidades donde ejercen influencia. Archivo digital. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/4053/4040>
- Becerra, L.(2020).Tecnologías de la información y las Comunicaciones en la era de la cuarta revolución industrial: Tendencias Tecnológicas y desafíos en la educación en Ingeniería. *Revista entre ciencia e ingeniería*, Vol.14, N.28.<https://doi.org/10.31908/19098367.2057>.
- Bermúdez, M., Puertas, J., Collazos, N., Urrea, C. & Cañas, C. (2019). Influencia de la cuarta revolución industrial en Colombia. *Revista Punto De Vista*, 11(16). <https://journal.poligran.edu.co/index.php/puntodevista/article/view/1419>

- Cabeza, R. (2018). *Industria 4.0 y sus aplicaciones a la optimización de procesos y eficiencia energética*. (Trabajo de grado), Universidad de Sevilla Escuela Técnica Superior de Ingeniería, España, Sevilla. Archivo digital.  
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82651/TFG-1989-CABEZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cabrera, H, Pérez B., González. & Medina, A. (2020). Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 8-15.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000400008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000400008&lng=es&tlng=es).
- Candelas, L. (2019). *La industria 4.0.El nuevo paradigma productivo del siglo XXI*. Archivo digital.<http://www5.diputados.gob.mx/index.php/esl/content/download/167115/834348/file/CESOP-IL-72-14-Industria4.0-251119.pdf>
- Carro, J., Salazar, F., Nava, I & Hernández, R. (2019). *Industria 4.0 y Manufactura Digital: un Método de Diseño Aplicando Ingeniería Inversa*”, *Ingeniería*, No l. 24, No.1.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v24n1/0121-750X-inge-24-01-00006.pdf>
- Corzo, G. & Álvarez, A. (2020). Estrategias de competitividad tecnológica en la conectividad móvil y las comunicaciones de la industria 4.0 en Latinoamérica. *Revista información tecnológica*, 31(6), 183-192. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000600183>
- Díaz, M., Cruz, A. & Ruiz, H. (2018). Instrumento de diagnóstico y autoevaluación para medir las condiciones organizacionales hacia la nueva revolución industrial 4.0. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, Vol. 6, No. 35.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/riiit/v6n35/2007-9753-riiit-6-35-00002.pdf>
- Espitia, M. (2020). *Desarrollo industrial en Colombia – inicios y evolución siglo xx ¿por qué se desaceleró el sector manufacturero en barranquilla?* Trabajo de grado, Colegio de Estudios Superiores de Administración – CESA –Administración de Empresas.  
<https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/2060/TG00857.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Fajardo, G.(2021). *La industria 4.0: un análisis comparado entre países Latinoamericanos países desarrollados*. Trabajo de grado, Universidad cooperativa de Colombia. Archivo digital.

- [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33284/4/2020\\_industria\\_an%C3%A1lisis\\_comparado.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/33284/4/2020_industria_an%C3%A1lisis_comparado.pdf)
- Fandiño, J. & Quiñonez, A. (2020). Empresas resultado de investigación universitaria en la industria 4.0 en el caribe colombiano. *Revista curnvirtual*, Vol. 1, Pág. 272-286  
<http://revistas.curnvirtual.edu.co/index.php/aglala/article/view/1647/1122>
- Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación. Manual Auto formativo Interactivo*. Editorial Huancayo: Universidad Continental.  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO\\_UC\\_EG\\_MAI\\_UC0584\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf)
- Gatica, F. & Ramos, M. (2020). Políticas públicas y redes para el desarrollo de las tecnologías 4.0 en Chile. *PAAKAT: Rev. tecnol. Soc.*, Vol.10.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-36072020000200001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-36072020000200001)
- Grupo Bancolombia. (2021, 5 de mayo). Industria 4.0 en Colombia impulsa la reactivación económica.  
<https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/negocios/actualizate/tendencias/industria-4-0-colombia>
- Ispizua, E.(2018). Industria 4.0: ¿cómo afecta la digitalización al sistema de protección social. Archivo digital. [http://www.ehu.eus/ojs/index.php/Lan\\_Harremanak](http://www.ehu.eus/ojs/index.php/Lan_Harremanak)
- López, D, (2016). Análisis de Casos de Estudio sobre Industria 4.0 y Clasificación según Sectores de actividad y Departamentos empresariales. Trabajo de maestría, Universidad politécnica de Valencia. Archivo digital.  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70721/TFM%20Daniel%20Lopez-Pintor%20Marti\\_14684892714925643535103389495773.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70721/TFM%20Daniel%20Lopez-Pintor%20Marti_14684892714925643535103389495773.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- López, M., Lovato, S. & Abad, G . (2018). El impacto de la cuarta revolución industrial en las relaciones sociales y productivas de la industria del plástico. *IMPLASTIC S. A. en Guayaquil-Ecuador: retos y perspectivas. Revista Universidad y Sociedad*, Vol.10No.5.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S221836202018000500153&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221836202018000500153&lng=es&tlng=es).

- Mejía, Á., Jabba, D, Carrillo, C. & Caicedo, O. (2019). Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial. *Información tecnológica*, 30(5), 221-230.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500221>
- Ministerio de ciencia. (2019). Colombia y la nueva revolución Archivo digital.  
[https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia\\_y\\_la\\_nueva\\_revolucion\\_.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/colombia_y_la_nueva_revolucion_.pdf)
- Ministerio de las tics. [Min tics]. (2019). Colombia en la Cuarta Revolución Industrial.  
<https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2019/Colombia-en-la-Cuarta-Revolucion-Industrial.aspx>
- Pacheco, A. (2020). Propuesta de implementación de la industrial 4.0 en el sector manufacturero de Bogotá. Trabajo de grado, Universidad Católica de Colombia.  
 Archivodigital.<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25322/1/PROPUESTA%20DE%20IMPLEMENTACION%20DE%20LA%20INDUSTRIAL%204.0%20EN%20EL%20SECTOR%20MANUFACTURERO%20DE%20BOGOT%C3%81.pdf>
- Sánchez, D.(2019). Implicaciones de la industria 4.0 en la educación superior. *Innovación educativa*, Vol. 19, pág. 23-73.  
<https://www.ipn.mx/assets/files/innovacion/docs/Innovacion-Educativa-81/industria-y-educacion-4-0.pdf>
- Román, J.(2016). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática. Archivo digital: <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>
- Ynzunza, C., Izar, J., Bocarando, J, Aguilar, F. & Larios, M.(2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. Archivo digital.  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/html/index.html>
- Vila de prado, R. (2019). Consecuencias económicas y sociales de la cuarta revolución industrial y estrategias pensadas para la adaptación de la actividad económica. *Rev. aportes de la comunicación*, Santa Cruz de la Sierra , Vol. 26, Pág. 89-108,  
[jun.http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2306-86712019000100010&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-86712019000100010&lng=es&nrm=iso)>. accedido en 18 mayo 2021.