

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIAL 4.0 EN EL SECTOR
MANUFACTURERO DE BOGOTÁ**

ANGIE SUSANA PACHECO CARDENAS

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ALTERNATIVA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ D.C
2020**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIAL 4.0 EN EL SECTOR
MANUFACTURERO DE BOGOTÁ**

ANGIE SUSANA PACHECO CARDENAS

Trabajo de Grado para optar al título de ingeniera industrial

Director

MARY ALEJANDRA MENDOZA PEREZ

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ALTERNATIVA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ D.C
2020**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, diciembre, 4, 2020

DEDICATORIA

Este trabajo de grado lo dedico principalmente a mi familia por brindarme su apoyo incondicional en mi proceso de formación académica.

A mis compañeros de Universidad con quienes transcurrimos este proceso para fórmanos como profesionales.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad católica de Colombia y al cuerpo docente por brindarme los medios y el conocimiento necesario para el cumplimiento de mis metas.

A la Ingeniera Mary Alejandra Mendoza Perez por brindarme su confianza, conocimiento y apoyo desde el inicio para la elaboración de este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1 GENERALIDADES	16
1.1 ANTECEDENTES	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.2.1 Descripción del problema	21
1.2.2 Formulación del problema	21
1.3 OBJETIVOS	22
1.3.1 Objetivo general	22
1.3.2 Objetivos específicos	22
1.4 JUSTIFICACIÓN	22
1.5 DELIMITACIÓN	23
1.5.1 Espacio.	23
1.5.2 Tiempo.	23
1.5.3 Contenido.	24
1.5.4 Alcance.	24
1.6 MARCO REFERENCIAL	24
1.6.1 Marco Teórico	24
1.6.2 Marco conceptual	28
1.6.3 Marco legal.	31
1.7 METODOLOGÍA	32
1.7.1 Tipo de estudio.	32
1.7.2 Fuentes de información	32
1.8 DISEÑO METODOLÓGICO	32
2 REVISIÓN SISTEMÁTICA	34
2.1 PLANEACIÓN	34
2.2 DESARROLLO DE LA REVISIÓN:	34
2.3 PUBLICACIÓN DE RESULTADOS:	34
2.4 RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA SOBRE EL CAMPO DE CONOCIMIENTO.	37
2.4.1 Implementación de tecnologías de la industria 4.0 a nivel mundial:	37
2.4.2 Implementación de tecnologías de la industria 4.0 a nivel Latinoamérica	40
2.5 PRÁCTICAS DE REFERENCIA	42
2.6 BRECHAS	44
3 ENCUESTA PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN BOGOTÁ	45
3.1 ENCUESTA	45
3.1.1 Selección de la muestra	45
3.1.2 Diseño del instrumento	46
3.1.3 Análisis e interpretación de datos	47

3.2	REPORTE DE RESULTADOS	54
4	HOJA DE RUTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0	56
4.1	PUNTO DE PARTIDA	56
4.1.1	Fortalezas	56
4.1.2	Brechas	56
4.2	RESPUESTA	57
4.3	LÍNEAS ESTRATÉGICAS	57
4.4	LÍNEAS DE ACCIÓN	57
4.5	INDICADORES PARA LAS LÍNEAS DE ACCIÓN	60
5	CONCLUSIONES	63
	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXOS	70

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Etapas del proyecto.	33
Cuadro 2. Ecuación de búsqueda	34
Cuadro 3. Las 4 estrategias y 13 asignaciones de Corea para la innovación manufacturera 4.0.	40
Cuadro 4. Ranking de los principales desafíos para la implementación de la Industria 4.0 en las PYMES de Perú	41
Cuadro 5. Dimensiones y elementos de madurez del Modelo de Madurez de la Industria 4.0.	42
Cuadro 6. Relación de líneas estratégicas con líneas de acción	58
Cuadro 7. Indicadores para las líneas de acción	60

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. ¿Conoce que es la cuarta revolución industrial?	17
Figura 2. Implementación de tecnologías	18
Figura 3. ¿Conoce qué es la cuarta revolución industrial - 2019?	18
Figura 4. Tecnologías emergentes	19
Figura 5. Estrategias de transformación digital	20
Figura 6. Ubicación en Google Maps – Sede el claustro	23
Figura 7. Fases y etapas del estudio de investigación	26
Figura 8. Diagrama de flujo PRISMA 2009	27
Figura 9. Representación del proceso de filtrado	35
Figura 10. Relación de palabras claves	36
Figura 11. ¿Qué importancia tiene el apoyo de los diferentes actores de la Industria 4.0 en el proceso de transformación digital?	38
Figura 12. Diseño encuesta parte 1	46
Figura 13. Diseño encuesta parte 2	47
Figura 14. Tamaño de la organización.	47
Figura 15. ¿Sabe usted que es la Industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial?	48
Figura 16. Cuáles de las siguientes tecnologías de la Industria 4.0 conoce: Cloud Computing Big data, Internet de las cosas (IoT), Impresión 3D, Inteligencia artificial, Realidad aumentada y Ciberseguridad.	48
Figura 17. Considera importante promover el uso de nuevas tecnologías adoptadas por la industria 4.0.	49
Figura 18. Realiza capacitación a sus colaboradores en temas de nuevas tecnologías.	50
Figura 19. Considera usted que la implementación de la Industria 4.0 en organizaciones manufactureras generar una.	50
Figura 20. En su organización ha implementado tecnologías de la Industria 4.0	51
Figura 21. Explique qué factores hizo que no implementara la Industria 4.0	52
Figura 22. Explique qué factores tuvo en cuenta para la implementación de la industria 4.0.	53
Figura 23. Qué inversión hizo para la implementación de estas tecnologías	54
Figura 24. Propuesta para la implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.	59

TABLA DE ANEXOS

ANEXO A. Encuesta Implementación de la Industria 4.0 en el sector
manufacturero en Bogotá.

70

GLOSARIO

ANDI: asociación Nacional de Industriales.

CPS: sistemas ciberfísicos

Implementar: constituye la realización de determinados procesos y estructuras en un sistema.¹

Industria manufacturera: la industria manufacturera se dedica a la transformación de bienes semiprocados o materias primas directamente en bienes finales de consumo, listos para su comercialización inmediata a través de distribuidores y otros mecanismos que los aproximan a sus públicos consumidores.

La industria manufacturera y la industria ligera pueden ser más o menos sinónimos, ya que ambas se consideran parte del sector secundario de la economía de una nación, diferenciado del sector primario, encargado de la obtención y procesamiento de la materia prima.²

Innovación: aplicación exitosa de una idea.³

PIB: producto interno bruto. Es el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos en un territorio durante un período determinado.⁴

Revolución: en términos amplios el concepto de “revolución”, es entendido como un intento por realizar un cambio radical en el sistema de gobierno imperante, también es vista como cualquier modificación en la economía, cultura, sociedad.⁵

Tecnología: conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.⁶

¹ Implementar [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: <https://www.voigtmann.de/es/desarrollo-de-software/implementacion/>>

² Industria manufacturera [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: <https://concepto.de/industria-manufacturera/#ixzz6XycZWZ1>>

³ Innovación [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/1052/4269_cartilla_conceptos_innovacion.pdf?sequence=1>

⁴ PIB [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: <https://www.significados.com/pib/>>

⁵ Concepto de revolución [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL:<https://www.portaleducativo.net/septimo-basico/394/Concepto-de-revolucion>>

⁶ Real academia española [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <<https://dle.rae.es/tecnolog%C3%ADa>>

RESUMEN

La entrada de la cuarta revolución industrial a la era actual trajo consigo nuevas tecnologías, que han generado grandes impactos en la forma de trabajo y producción de todas las organizaciones a nivel mundial que han adoptado dichos cambios. Gracias a los cambios, diferentes organizaciones han logrado avances significativos en la optimización de sus procesos lo cual permite a su vez, mejor rentabilidad económica y un factor diferencial en su cadena de valor.

A pesar de las ventajas que ofrece la implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero, se evidencia que, en la ciudad de Bogotá, aún existen muchas industrias con un sistema de trabajo desactualizado conforme a los avances tecnológicos y de innovación lo cual impide al sector manufacturero mejorar en su rendimiento productivo y económico.

El objetivo del trabajo es desarrollar una propuesta de implementación de la industria 4.0 en Bogotá a través de una metodología descriptiva – explicativa, mediante una revisión sistemática que lograra identificar prácticas de referencias y las diferentes brechas que aún se presentan en diferentes países. Por otro lado, mediante una encuesta se diagnosticará el estado actual del sector manufacturero en Bogotá frente al uso de las nuevas tecnologías de la industria 4.0 en las diferentes compañías del sector, con la finalidad de generar estrategias que resalten la importancia que tiene adoptar el uso de nuevas tecnologías en el desarrollo de los procesos.

Palabra clave: Cuarta revolución industrial, implementación, innovación, sector manufacturero

ABSTRACT

The entry of the fourth industrial revolution into the current era brought with it new technologies, which have generated great impacts on the way of working and production of all organizations worldwide that have adopted such changes. Thanks to the changes, different organizations have made significant progress in optimizing their processes, which in turn allows for better economic profitability and a differential factor in their value chain.

Despite the advantages offered by the implementation of industry 4.0 in the manufacturing sector, it is evident that, in the city of Bogota, there are still many industries with an outdated work system in accordance with technological and innovation advances, which prevents the manufacturing sector from improving its productive and economic performance.

The objective of this work is to develop a proposal for the implementation of industry 4.0 in Bogotá through a descriptive-explanatory methodology, through a systematic review that will identify reference practices and the different gaps that still exist in different countries. On the other hand, a survey will diagnose the current state of the manufacturing sector in Bogotá in relation to the use of new technologies in the 4.0 industry in the different companies of the sector, in order to generate strategies that highlight the importance of adopting new technologies in the development of processes.

Keywords: Fourth industrial revolution, implementation, innovation, manufacturing sector

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la industria ha sufrido múltiples cambios gracias a la evolución e innovación tecnológica en el mundo. Desde 1760 la revolución industrial ha generado grandes cambios en la producción a gran escala permitiendo la aparición de nuevas fuentes de energía como son la electricidad y el petróleo, el desarrollo de la industria química, la automatización de la maquinaria, el uso masivo del internet y el surgimiento de nuevos modelos tecnológicos que han permitido grandes progresos en la optimización de los procesos industriales. Cada vez son más los avances que proporcionan una mayor capacidad a las tecnologías que van emergiendo, es por eso que la industria y el mundo se ha visto sometido a grandes transformaciones pues se ha conseguido conectividad entre personas a nivel mundial y en tiempo real, y se han desarrollado actividades que facilitan nuestra vida diaria y ayudan a la administración y operación de las industrias.

La cuarta revolución industrial ha generado grandes beneficios en diferentes sectores de la industria. Uno de ellos es en el sector manufacturero debido a que la implementación de las nuevas tecnologías, ha impactado en la optimización de los procesos de la industria generando una mayor producción y rentabilidad. Por otro lado, desde siempre este sector ha sido participe en el PIB total de un país, como indicador que evidencia su mayor o menor grado de desarrollo. Actualmente en el contexto de la globalización, la creciente participación del sector manufacturero en la actividad económica de un país, nos permiten evidenciar un mayor nivel de desarrollo económico; por lo tanto, entre mayor sea el nivel progreso de la industria de un país, ello es sinónimo de mayor nivel de desarrollo económico.⁷

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar la propuesta de implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá con el valor agregado de potencializar las diferentes industrias gracias a los múltiples beneficios que esta ofrece; a través de una revisión sistemática se contempló el diagnóstico situacional del sector manufacturero a nivel mundial y territorial para analizar la situación actual de las industrias frente a la implementación de la industria 4.0. Por otro lado, se obtuvo un mayor entendimiento de estas con la realización de encuestas, con la finalidad de conocer el desarrollo tecnológico y de innovación que presentan las diferentes organizaciones manufactureras de la ciudad de Bogotá para culminar con la elaboración de una hoja de ruta donde se elaboraron las estrategias de innovación en pro de mejorar las causas que impiden la inclusión de nuevas tecnologías en las diferentes empresas de la ciudad.

⁷ REBOLLEDO, J., LÓPEZ, L., DUQUE, C. Y VELASCO, A. Perfil del sector manufacturero colombiano. El sector manufacturero en la economía mundial. Bogotá: Universidad Santiago de Cali, 2013. p. 2

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El sector manufacturero juega un papel importante en Colombia para 1910 funcionaban entre otros los siguientes establecimientos fabriles: en Antioquia, una fábrica textil en Bello con más de 500 trabajadores y cerca de 200 telares, la Compañía Colombiana de Tejidos en Medellín, así como otros establecimientos más modestos de producción textil. Una cervecería en Itagüí y en el municipio de Caldas empresas de lojería, vidriería y fundición. En Cartagena una empresa textil fundada en 1892 y algunas fábricas de tejidos de punto. En Barranquilla la Fábrica de Hilados y Tejidos Obregón. En Bogotá algunos establecimientos textiles de menor capacidad y la Cervecería de Bavaria, que prosperaba rápidamente, así como la recién fundada Cervecería Germania, la Fábrica de Cementos Samper y la Compañía Colombiana de Productos Químicos.⁸

Desde 1910 el sector manufacturero tiene un rol fundamental en la economía del país, cuenta hoy con una industria madura, representa el 12% del PIB y se ubica como la tercera actividad productiva más representativa.

Colombia a lo largo de la historia ha tenido diferentes innovaciones y desarrollos tecnológicos que han ayudado al crecimiento de las diferentes organizaciones que hacen parte del sector manufacturero por otro lado la Gerencia de Innovación y Emprendimiento de la ANDI (Asociación Nacional de Industriales), promueve la consolidación de un ecosistema de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y emprendimiento (I+D+i+e) que, desde el entendimiento de las necesidades del mercado y la sociedad, permita fortalecer las relaciones empresariales con los demás actores del sistema de I+D+i+e.

- ✓ Promovemos la cultura de la innovación y el emprendimiento que permite la creación de valor al interior de las organizaciones.
- ✓ Lideramos programas que hacen más sofisticado el aparato productivo nacional.
- ✓ Impulsamos acciones que generan el entorno propicio para que las empresas nuevas y ya establecidas introduzcan al mercado nuevas y mejores soluciones.⁹

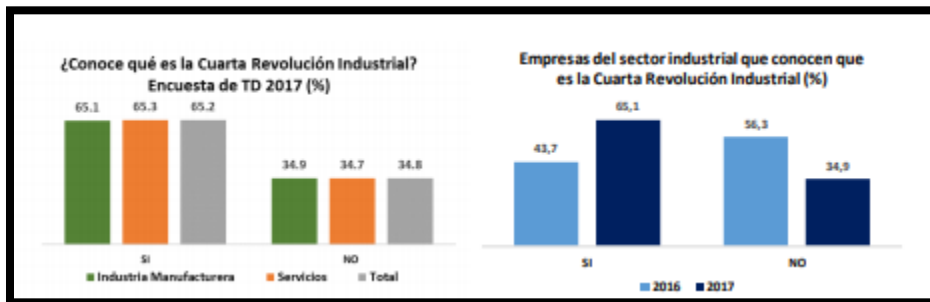
⁸ OSPINA VÁSQUEZ. Luis. Industria y protección en Colombia, 1810-1930. Medellín, Editorial Santa Fé, 1955. Pp.340-344

⁹ Innovación y emprendimiento : [en línea] [20 de agosto] Disponible en Internet: < URL:<http://www.andi.com.co/Home/Pagina/22-innovacion-y-emprendimiento#rankingdeinnovacionempresarial2020>>

Puesto que la cuarta revolución industrial genera un cambio radical un nuevo paradigma, pero sobre todo una evolución tanto del ser humano como de las maquinas, hace que diferentes organizaciones crezcan no de la manera convencional o tradicional, apoyadas con la innovación y creatividad hacen que exista una variación de cómo se hacen las cosas y logran ser líderes y patentan nuevas estrategias.

Teniendo en cuenta que el sector de manufacturero es clave para la economía de Colombia la ANDI realizó una encuesta llamada encuesta de transformación digital 2017 donde se identifica los siguientes factores:

Figura 1. ¿Conoce que es la cuarta revolución industrial?



Fuente. ANDI. Encuesta de transformación Digital 2016-2017

El aumento muy significativo en la industria manufacturera, teniendo en cuenta que en 2016 el 43.7% contestaron que conocían de los beneficios, retos y el costo de oportunidad de adaptarse a la economía digital y para 2017, el porcentaje aumentó al 65.1%.

Figura 2. Implementación de tecnologías

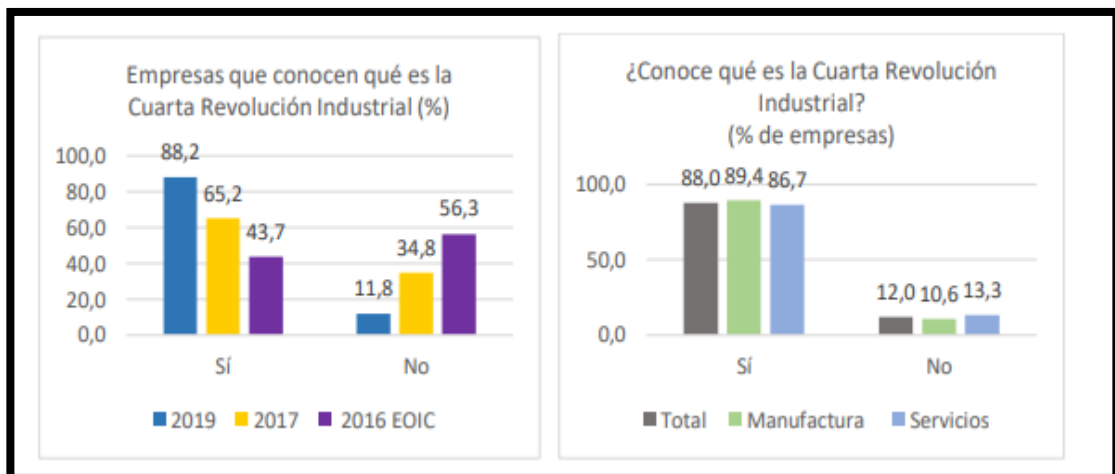


Fuente. ANDI. Encuesta de transformación Digital 2017

Con respecto a la implementación de tecnologías en el sector industria manufacturera, el 78% de los empresarios utiliza servicios de Cloud computing, 76.3% Business Intelligence, 72.9% herramientas móviles de productividad, el 44.1% tiene hoy servicios de e-commerce, el 27.1% incorporó en sus procesos internet de las cosas, 23.7% Bigdata y el 22% de los empresarios manifiestan tener automatizados sus procesos por medio de robots.

En el año 2019 se realizó otra encuesta en donde se determina lo siguiente:

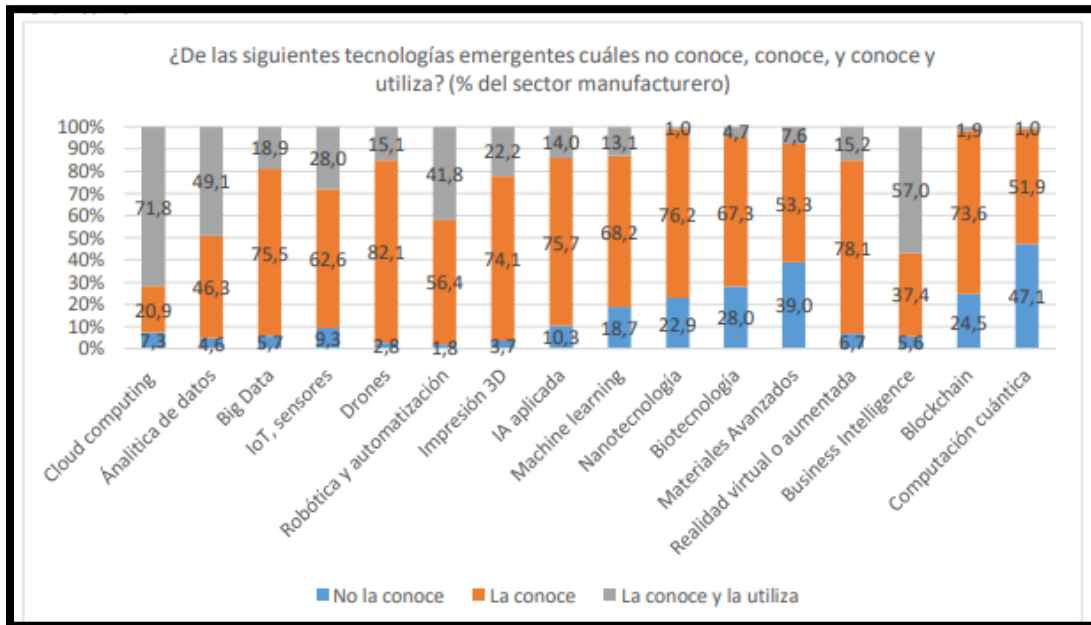
Figura 3. ¿Conoce qué es la cuarta revolución industrial - 2019?



Fuente. ANDI. Encuesta de transformación Digital 2019

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el porcentaje de empresarios que conocen qué es la Cuarta Revolución Industrial tuvo grandes avances en los últimos años. Como se puede observar en la gráfica (figura 3), este porcentaje aumentó al pasar del 43,7% en el año 2016, al 65,2% en el 2017 y al 88,2% de empresarios en el año 2019.

Figura 4. Tecnologías emergentes

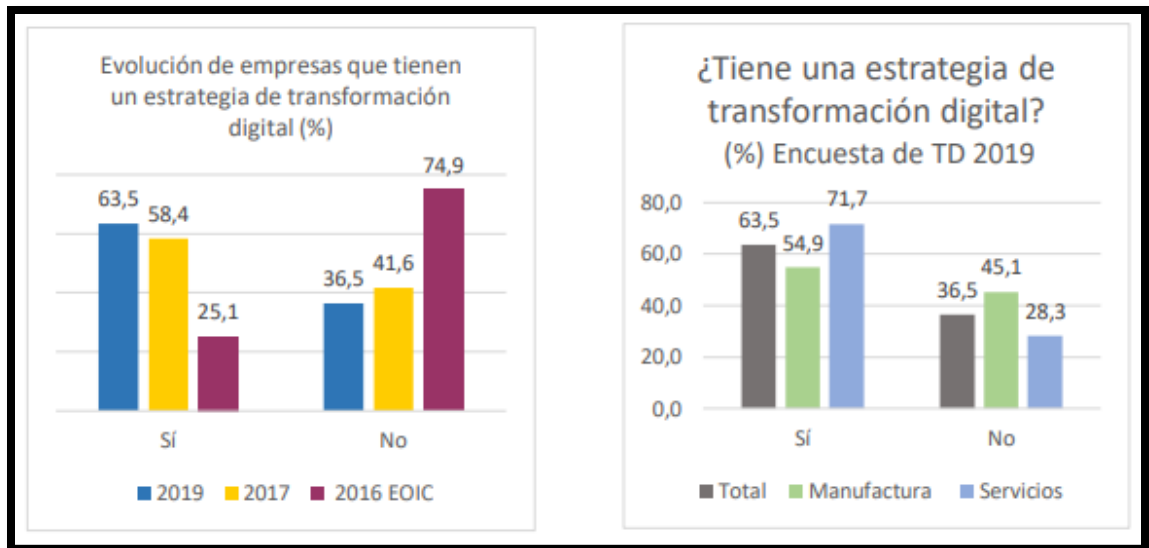


Fuente. ANDI. Encuesta de transformación Digital 2019

El total de empresarios de la industria manufacturera, el 47,1% contestó que no conocen la computación cuántica y el 78,1% de estos conocen la realidad virtual o aumentada, no obstante, es el cloud computing la tecnología con el mayor porcentaje de empresarios que la conocen y la utilizan (71,8%). Le siguen en orden de importancia en el 2019, Business Intelligence con 57%, analítica de datos 49,1% y robótica y automatización 41,8%.¹⁰

¹⁰ Encuesta de transformación Digital 2017: [en línea] [20 de agosto] Disponible en Internet:<URL:<http://www.andi.com.co/Uploads/Encuesta%20Transformaci%C3%B3n%20Digital%20ANDI.pdf> >

Figura 5. Estrategias de transformación digital



Fuente. ANDI. Encuesta de transformación Digital 2019

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el porcentaje de empresarios que respondió positivamente respecto a la pregunta de si cuentan con una estrategia de transformación digital, demuestra un significativo avance en los últimos años. Como se puede observar en la gráfica 1, en el año 2019, el 63,5% de las empresas encuestadas respondieron que, si contaban con una estrategia de transformación digital, el cual, comparado con un 58,4% en el año 2017, indica un crecimiento sobre el 25,1% de las empresas de la encuesta para el año 2016 (Módulo especial de la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta de la ANDI).

la pregunta de tener una estrategia de transformación digital con el 54,9% de las empresas del sector manufacturero. Esto último genera una oportunidad para que, precisamente, la industria tradicional cambie y, por consiguiente, gracias a la apropiación tecnológica de soluciones digitales como el Internet de las Cosas, Machine Learning, la robótica, la realidad virtual, entre otras, se mejore la productividad de sus empresas.¹¹

¹¹ Encuesta de transformación Digital 2019: [en línea] [20 de agosto] Disponible en Internet:<URL:<http://www.andi.com.co/Uploads/ANALISIS%20%20ENCUESTA%20DE%20OTRANSFORMACI%C3%93N%20DIGITAL%202019%20-%20ANDI.pdf> >

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema

A lo largo de la historia se han presentado transformaciones importantes, las cuales han impactado la productividad de las industrias. Estas transformaciones son denominadas revoluciones industriales.

La industria 4.0 actualmente presenta oportunidades, pero también desafíos para las organizaciones de la industria, ya que los beneficios son potencialmente efectivos por quienes son capaces de innovar y adaptarse. Así mismo se hace visible que las organizaciones pueden adaptarse a los cambios, siempre y cuando conozcan y sepan adecuar a su sector productivo, las tecnologías necesarias para optimizar tanto los procesos como la capacidad de mejorar su rentabilidad. Por eso se hace necesario hacer énfasis en la implementación y renovación de las tecnologías, con la finalidad de potencializar las industrias manufactureras buscando aumentar la competitividad en el comercio nacional e internacional, promoviendo el desarrollo de la innovación en los sectores de la industria capitalina y a su vez conducir al crecimiento económico afectando positivamente el PIB.

Sin embargo, debido al gran crecimiento de la competencia, la mentalidad de las organizaciones ha ido cambiando durante los últimos años, modificando su forma de producción optando por la innovación e implementación de tecnologías que aporten un máximo rendimiento en todas sus operaciones. Por lo tanto, es necesario implementar estrategias que impulsen al sector manufacturero en Bogotá adoptar e incluir a sus procesos productivos, tecnologías de la industria 4.0.

1.2.2 Formulación del problema

Al tener en cuenta la importancia de realizar un análisis sobre los factores del micro entorno y macro entorno a nivel mundial y local, se identifica que las oportunidades de mejora que el sector manufacturero puede obtener a partir de la inclusión de la red de tecnologías e innovación de la industria 4.0 son acorde a las necesidades del mercado competitivo el cual juega un rol muy importante en la producción de las industrias del sector. A partir de lo anterior se plantea el siguiente interrogante.

¿Cuáles son las estrategias que se deben implementar para impulsar las tecnologías de la cuarta revolución industrial en el sector manufacturero en Bogotá con el fin de mejorar la optimización de los procesos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Proponer el diseño de la implementación de la cuarta revolución industrial en el sector manufacturero en Bogotá.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Revisión de literatura de implementación de tecnologías de la industria 4.0 a nivel mundial y latinoamericano.
- ✓ Diagnosticar el estado actual del sector manufacturero en Bogotá frente a la cuarta revolución industrial.
- ✓ Desarrollar un roadmap para conocer la implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Las nuevas tecnologías de la industria 4.0 son herramientas que impulsan a las organizaciones del sector manufacturero a generar crecimiento, nuevas experiencias, posicionamiento, cambios en los modelos de negocio, impacto en la cultura organizacional, integración entre la automatización de procesos industriales, la tecnología de la información que puede mejorar las operaciones, flexibilidad, velocidad y productividad ya que esta revolución industrial se desarrolla de manera exponencial y no lineal y su alcance es completo debido a que es la convergencia entre los sistemas físicos, digitales y biológicos.

A través de la historia se han presentado diferentes cambios, originados por las nuevas tecnologías y formas de percibir el mundo. Estos cambios, considerados revoluciones industriales, han ocasionado a nivel mundial, gran impacto en los sistemas productivos, económicos, y sociales, originando retos y oportunidades para las organizaciones de todo el mundo. El modelo 4.0 ha generado bastantes cambios en la industria, sobre todo en el sector manufacturero debido a la producción de sistemas de información y nuevas tecnologías donde el enfoque principal es administrar y desarrollar información que potencie los datos de las organizaciones con el fin de analizar los resultados y mejorar los procesos.

En Bogotá, el sector manufacturero tiene gran importancia frente a la economía del país, por lo tanto, es de carácter obligatorio potencializar y adecuar la industria manufacturera de acuerdo con los nuevos lineamientos que se van presentando conforme el modelo 4.0, la cual presenta grandes retos, pero permite mejorar la economía radicalmente en los países en los que se ha implantado deliberadamente en la industria del sector manufacturero.

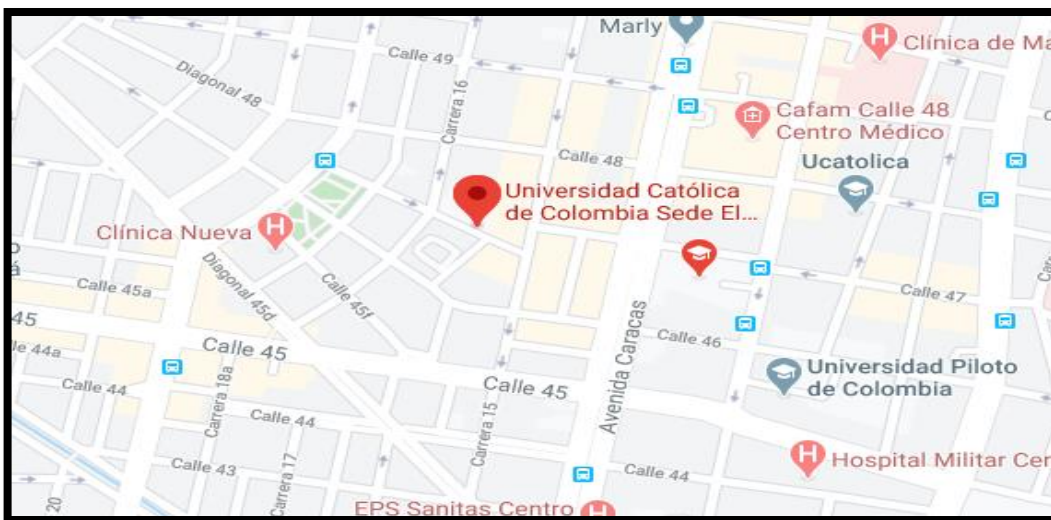
El objetivo del presente trabajo es desarrollar un plan estructural que permita al sector manufacturero visualizar nuevas formas de pensamiento colectivo a partir del uso de nuevas tecnologías con el fin de optimizar los procesos, aumentar la productividad y eficiencia, para avanzar conforme a las exigencias de un sistema globalizado.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Espacio.

La facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia se encuentra ubicada en el sector de Chapinero en la dirección Diag. 46a # 15 b – 10. (Sede el claustro), en la ciudad de Bogotá, Colombia.

Figura 6. Ubicación en Google Maps – Sede el claustro



Fuente. Google Maps. Sede el claustro de la Universidad Católica de Colombia. [En línea]. [20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.google.com/maps>.

1.5.2 Tiempo.

Este proyecto será realizado durante el semestre académico, en un periodo de 4 meses, conforme los lineamientos establecido por la Universidad católica de Colombia y la facultad de ingeniería de la Universidad católica de Colombia.

1.5.3 Contenido.

Este proyecto está formado por un documento escrito el cual aplica la Norma ICONTEC 1486, donde se realiza un análisis descriptivo de cómo se implementará la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

1.5.4 Alcance.

La investigación inicia desde la revisión sistemática acerca de la implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero y los diferentes avances que se han generado en las organizaciones del sector. A través de un roadmap se propone la ejecución de los beneficios de la cuarta revolución industrial en el sector manufacturero en Bogotá, con el fin de resaltar la importancia que esta consigo trae al reestructurar los procesos buscando una mejora continua.

1.6 MARCO REFERENCIAL

1.6.1 Marco Teórico

Para el desarrollo de los objetivos propuestos se exponen las diferentes teorías y conceptos.

Cuarta revolución industrial:

El término industria 4.0 se utiliza de manera generalizada en Europa, si bien se acuñó en Alemania. También es habitual referirse a este concepto con términos como "Fábrica Inteligente" o "Internet industrial". En definitiva, se trata de la aplicación a la industria del modelo "Internet de las cosas" (IoT). Todos estos términos tienen en común el reconocimiento de que los procesos de fabricación se encuentran en un proceso de transformación digital, una "revolución industrial" producida por el avance de las tecnologías de la información y, particularmente, de la informática y el software.¹²

Persigue la simbiosis entre los métodos producción y las tecnologías de la información y la comunicación. El objetivo es fabricar productos que incorporen conectividad e inteligencia artificial para aportar soluciones innovadoras a las demandas explícitas o implícitas de los ciudadanos.

La Industria 4.0 es, pues, la palanca de construcción del futuro, una revolución que, además de robotizar las fábricas, persigue el reto de utilizar la tecnología en beneficio de todos. Hoy ya no es suficiente extraer capacidad productiva de la

¹² VAL ROMÁN, José Luis. Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Revista Deusto Ingeniería. 2016. P. 3.

tecnología, como se ha hecho a lo largo de las tres revoluciones industriales precedentes, ahora el objetivo avanzar en la fabricación de productos inteligentes y, a la vez, socializar los beneficios asociados a la automatización industrial y a la toma de decisiones automáticas, sin olvidar asumir modelos de desarrollo sostenible. Un hecho no solo posible sino insoslayable.¹³

Revisión sistemática de literatura:

Las Revisiones Sistemáticas son un diseño de investigación observacional y retrospectivo, que sintetiza los resultados de múltiples investigaciones primarias. Son parte esencial de la medicina basada en la evidencia por su rigurosa metodología, identificando los estudios relevantes para responder preguntas específicas de la práctica clínica. El término metanálisis se reserva para la combinación numérica de los datos. No todas las revisiones sistemáticas lo incluyen. Las revisiones sistemáticas son tan populares que han tenido un crecimiento vertiginoso en los últimos años. las revisiones sistemáticas pueden identificar las razones de las discrepancias o las contradicciones entre los resultados de las distintas investigaciones, impulsando a rediseñar los estudios

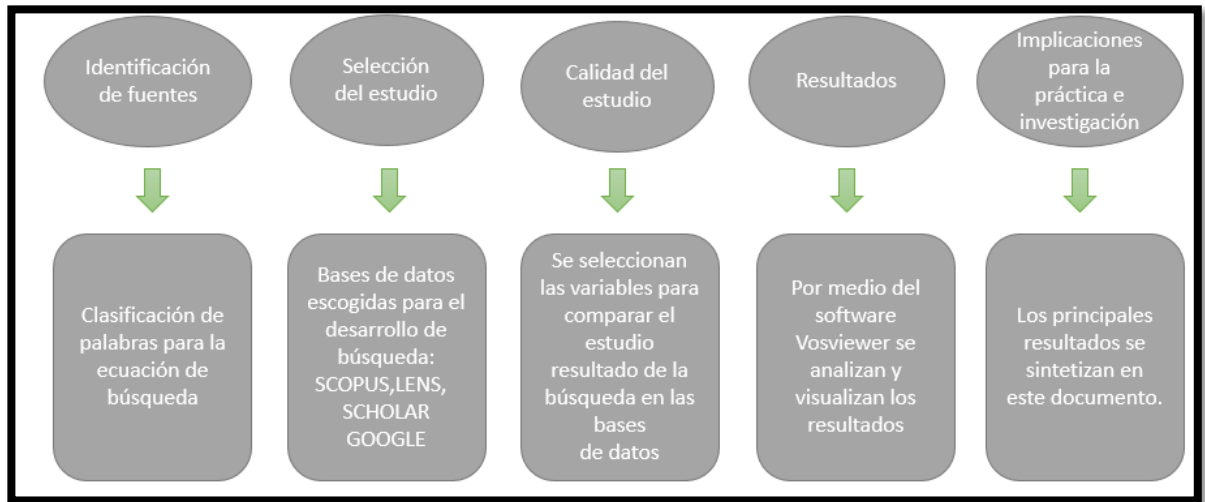
Las revisiones sistemáticas proveen una síntesis racional de la investigación básica. Supera las limitaciones de las revisiones narrativas al aplicar estándares rigurosos a la investigación secundaria (donde la unidad del estudio son otros estudios de investigación) como si fueran aplicados a estudios de investigación primaria (estudios originales).¹⁴

Con la revisión sistemática de acuerdo con el protocolo PRISMA se desarrollarán las siguientes etapas:

¹³ GARRELL GUIU, A., GUILERA AGÜERA, L. La Industria 4.0 en la sociedad digital. Primera edición. Editorial Marge Books. Barcelona, España. 2019 p. 13.

¹⁴ BELTRÁN, O. Revisión sistemática de literatura. Rincón epidemiológico. 2005

Figura 7. Fases y etapas del estudio de investigación



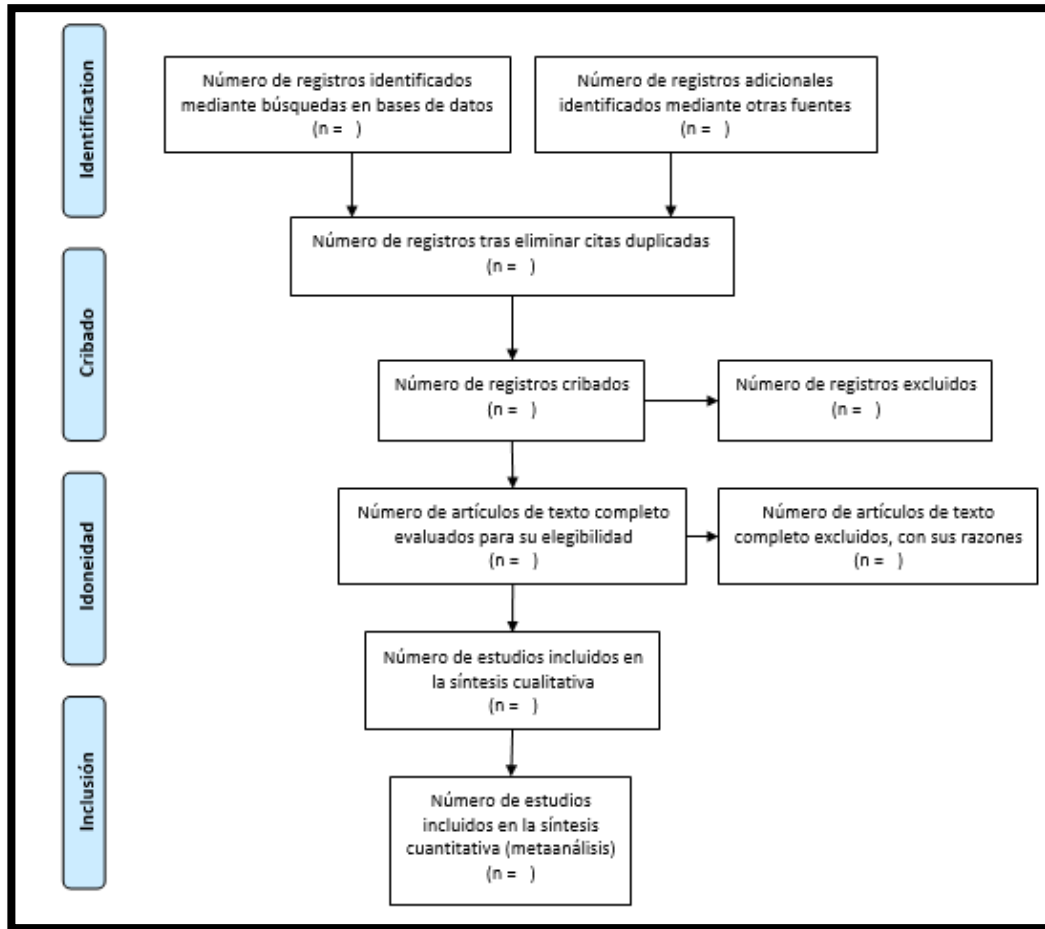
Fuente. El autor

Las tres fases son:

- ✓ Planeación: Protocolo de búsqueda.
- ✓ Desarrollo de revisión: Criterios de revisión.
- ✓ Publicación de resultados: Resultado y análisis de la revisión.

Las fases son apoyadas por un diagrama de flujo PRISMA el cual genera un proceso de selección de artículos para la investigación.

Figura 8. Diagrama de flujo PRISMA 2009



Fuente. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

Roadmap:

Conocido en español como hoja de ruta, funciona como un cronograma para la planificación del proyecto. Se trata de un verdadero manifiesto ágil, un documento directivo que enumera la lista de tareas a ejecutar en el marco del proyecto según un principio de iteración e integración continua.¹⁵

¹⁵ Roadmap [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL:https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/roadmap-que-es-como-hacer>

1.6.2 Marco conceptual

Internet de las cosas:

Objetos que tienen identidad y personalidad virtual, y que funcionan en espacios inteligentes haciendo uso de interfaces inteligentes para conectar y comunicarse dentro de un contexto social, del usuario y de su entorno.¹⁶

Big data:

Es un término que describe el gran volumen de datos – estructurados y no estructurados – que inundan una empresa todos los días. Pero no es la cantidad de datos lo importante. Lo que importa es lo que las organizaciones hacen con los datos. El big data puede ser analizado para obtener insights que conlleven a mejores decisiones y acciones de negocios estratégicas.¹⁷

Inteligencia artificial:

Es la rama de las ciencias computacionales que se encarga del diseño y construcción de sistemas capaces de realizar tareas asociadas con la inteligencia humana.¹⁸

Cloud computing:

La computación en la nube es un modelo para permitir el acceso a la red a pedido, conveniente y ubicuo a un conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se puede aprovisionar y liberar rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción del proveedor de servicios. Este modelo de nube se compone de cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro de implementación.¹⁹

¹⁶ WORKING GROUP RFID OF THE ETP EPOSS. Internet of Things in 2020 Roadmap for the future. 2008. p. 4.

¹⁷ Big data [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: https://www.sas.com/es_co/insights/big-data/what-is-big-data.html>

¹⁸ INCYTU. Inteligencia artificial. Revista Oficina de Información Científica y Tecnológica. 2018. vol. 12.

¹⁹ MELL, P., GRANCE, T. The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology Gaithersburg. 2011. p. 6.

Impresión 3D:

La impresión 3D es una tecnología robótica ajustable que permite la superposición de materiales utilizando sistemas de diseño asistidos por computadora para formular diseños personalizados capa por capa con arquitectura y composición controlada.²⁰

Realidad aumentada:

La realidad aumentada amplía las imágenes de la realidad, a partir de su captura por la cámara de un equipo informático o dispositivo móvil avanzado que añade elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a la que se le han sumado datos informáticos.²¹

Ciberseguridad:

Busca proteger la información digital en los sistemas interconectados. Está comprendida dentro de la seguridad de la información.²²

Investigación:

es un proceso intelectual y experimental que comprende un conjunto de métodos aplicados de modo sistemático, con la finalidad de indagar sobre un asunto o tema, así como de ampliar o desarrollar su conocimiento, sea este de interés científico, humanístico, social o tecnológico.²³

²⁰ PEDRAJA, J. et al. Papel de 3D impresión para la protección de los profesionales quirúrgicos y de cuidados intensivos en la pandemia COVID-19. Revista Española de Anestesiología y Reanimación. 2020, vol. 67, nro. 8. pp. 417-424. ISSN 00349356.

²¹ Fombona, J. et al. Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. 2012, nro. 41. pp. 197-210. ISSN 1133-8482.

²² Ciberseguridad [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.welivesecurity.com/la-es/2015/06/16/ciberseguridad-seguridad-informacion-diferencia/> >

²³ Investigación [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.significados.com/investigacion/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,%2C%20human%C3%ADstico%2C%20social%20o%20tecnol%C3%B3gico.>>

Estrategia:

Plan ideado para dirigir un asunto y para designar al conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento. En otras palabras, una estrategia es el proceso seleccionado a través del cual se prevé alcanzar un cierto estado futuro.²⁴

Cultura organizacional:

Es el conjunto de percepciones, sentimientos, actitudes, hábitos, creencias, valores, tradiciones y formas de interacción dentro y entre los grupos existentes en todas las organizaciones.²⁵

Rentabilidad financiera:

La rentabilidad es una medida relativa de las utilidades, es la comparación de las utilidades netas obtenidas en la empresa con las ventas (rentabilidad o margen de utilidad neta sobre ventas), con la inversión realizada (rentabilidad económica o del negocio), y con los fondos aportados por sus propietarios (rentabilidad financiera o del propietario).²⁶

Optimización de procesos:

Reducir o eliminar la pérdida de tiempo y recursos, gastos innecesarios, obstáculos y errores, llegando a la meta del proceso.²⁷

Automatización:

Es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano.²⁸

²⁴ Estrategia [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://definicion.de/estrategia/>>

²⁵ Cultura organizacional. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.eoi.es/blogs/lorenaltagraciamarcos/2012/02/27/la-cultura-organizacional/>>

²⁶ MORILLO, M. Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. Universidad de los Andes Venezuela. 2001, vol. 4, nro. 4. pp. 35-48. ISSN 1316-8533

²⁷ Optimización de procesos. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL:<https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/que-es-optimizacion-procesos/>>

²⁸ Automatización. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.logicbus.com.mx/automatizacion.php>>

Transformación digital:

Es la reinención de una organización a través de la utilización de la tecnología digital para mejorar la forma en que se la organización se desempeña y sirve a quienes la constituyen. Digital se refiere al uso de la tecnología que genera, almacena y procesa los datos.²⁹

1.6.3 Marco legal.

CONPES Política nacional de ciencia, tecnología e innovación 2015 – 2025.

“Como parte de la estrategia de Competitividad e Infraestructura Estratégicas, se definió que el país debe contar con una visión de largo plazo de ciencia, tecnología e innovación (CTI). En respuesta, este documento presenta la política de ciencia, tecnología e innovación colombiana para el período 2015 a 2025”³⁰

Ley 1753. 2015. El Fondo Colombiano de Modernización y Desarrollo Tecnológico de las micro, pequeñas y medianas empresas, Fomipyme, su objeto es la financiación de proyectos, programas y actividades para el desarrollo tecnológico de las MiPYMES y la aplicación de instrumentos no financieros dirigidos a su fomento y promoción.³¹

Ley 1450, 2011. El Estado ha provisto del Programa de Transformación Productiva (PTP), que tiene por objeto “la implementación de estrategias público-privadas y el aprovechamiento de ventajas comparativas para la mejora en productividad y competitividad de la industria, en el marco de la Política de Desarrollo Productivo del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.”³²

Decreto 2226, 2019. “Fortalecer una cultura basada en la generación, apropiación y divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, innovación y el aprendizaje permanente, que considere, entre otras, las reflexiones de la en la investigación, la bioética y la integridad científica.”³³

²⁹ Transformación digital. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Transformacion-digital>>

³⁰ COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Política nacional de ciencia, tecnología e innovación, 2015-2025. p.15.

³¹ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 1753. 2015.

³² COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Ley 1450, 2011

³³ COLOMBIA. MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN. Decreto 2226 (5, diciembre, 2019). Por el cual se establece la estructura del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2019. 2. p.

1.7 METODOLOGÍA

1.7.1 Tipo de estudio.

El tipo de alcance es descriptivo Hernández, Fernández y Baptista, señalan que ³⁴ “Los estudios descriptivos sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes.”

Por otra lado según Cazau³⁵, “el tipo descriptivo permite seleccionar una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin precisamente de describirlas o reseñarlas”. Es decir, el estudio descriptivo busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno.

a la propuesta se le atribuye un enfoque cualitativo en el cual utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.³⁶

1.7.2 Fuentes de información

Fuentes primarias:

Como herramientas de investigación se necesita indagar diferentes fuentes de información como artículos, libros, informes, material documental para realizar una revisión sistemática que permitirá el desarrollo de la investigación.

Fuentes secundarias:

Por medio de encuestas, trabajos de grado con punto de vista a el sector manufacturero y la cuarta revolución industrial.

1.8 DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del proyecto se formula el diseño metodológico en el cuadro 1 con la finalidad de cumplir con los objetivos propuestos.

³⁴ HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA, L. Metodología de la investigación. Quinta edición. Editorial Mc Graw Hill. México, D.F. 2013 p. 87.

³⁵ CAZAU, P. Introducción a la investigación en ciencias sociales. Tercera edición. Editorial Gránica. Buenos Aires, Argentina. 2006

³⁶ HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA, L. Op.Cit., p. 7

Cuadro 1. Etapas del proyecto.

Objetivo	Actividades	Herramienta	Entregable
Revisión de literatura	Análisis de tecnologías de la industria 4.0 a nivel mundial, latinoamericano y Bogotá	Revisión sistemática de acuerdo al protocolo PRISMA	Análisis de los resultados acerca de la implementación de tecnologías 4.0
Diagnóstico del sector manufacturo en Bogotá frente a la industria 4.0	Definición de objetivos de la investigación Diseño de la muestra Elaboración Cuestionario Análisis final	Encuesta	Análisis de variables claves por parte de la población estudio.
Realizar un roadmap	Diseñar un roadmap acerca de la implementación de le industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.	Roadmap	Roadmap para conocer la implementación de le industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

Fuente. El Autor

2 REVISIÓN SISTEMÁTICA

Para el desarrollo del objetivo se realizan las 3 fases:

2.1 PLANEACIÓN

En el siguiente apartado se buscó, realizar una revisión sistemática acerca de la influencia de la industria 4.0 en el mundo y como esta ha impactado en las diferentes organizaciones manufactureras. Se definieron las palabras clave que determinan la búsqueda las cuales son: Industria 4.0, sector manufacturero debido a que enmarcan el contexto en el cual se sustenta el presente trabajo investigativo, de acuerdo con las palabras claves se genera la ecuación de búsqueda en el cuadro 2.

Cuadro 2. Ecuación de búsqueda

Base de datos	Ecuación	Número de registro
SCOPUS	((TITLE-ABS-KEY ("Manufacturing sector") AND TITLE-ABS-KEY ("Industry 4.0")))	168
LENS	Title: ("industry 4.0" (and "manufacturing sector"))	12
SCHOLAR GOOGLE	intitle: "industria 4.0"+ "sector manufacturero" + "Colombia"	2

Fuente. El Autor

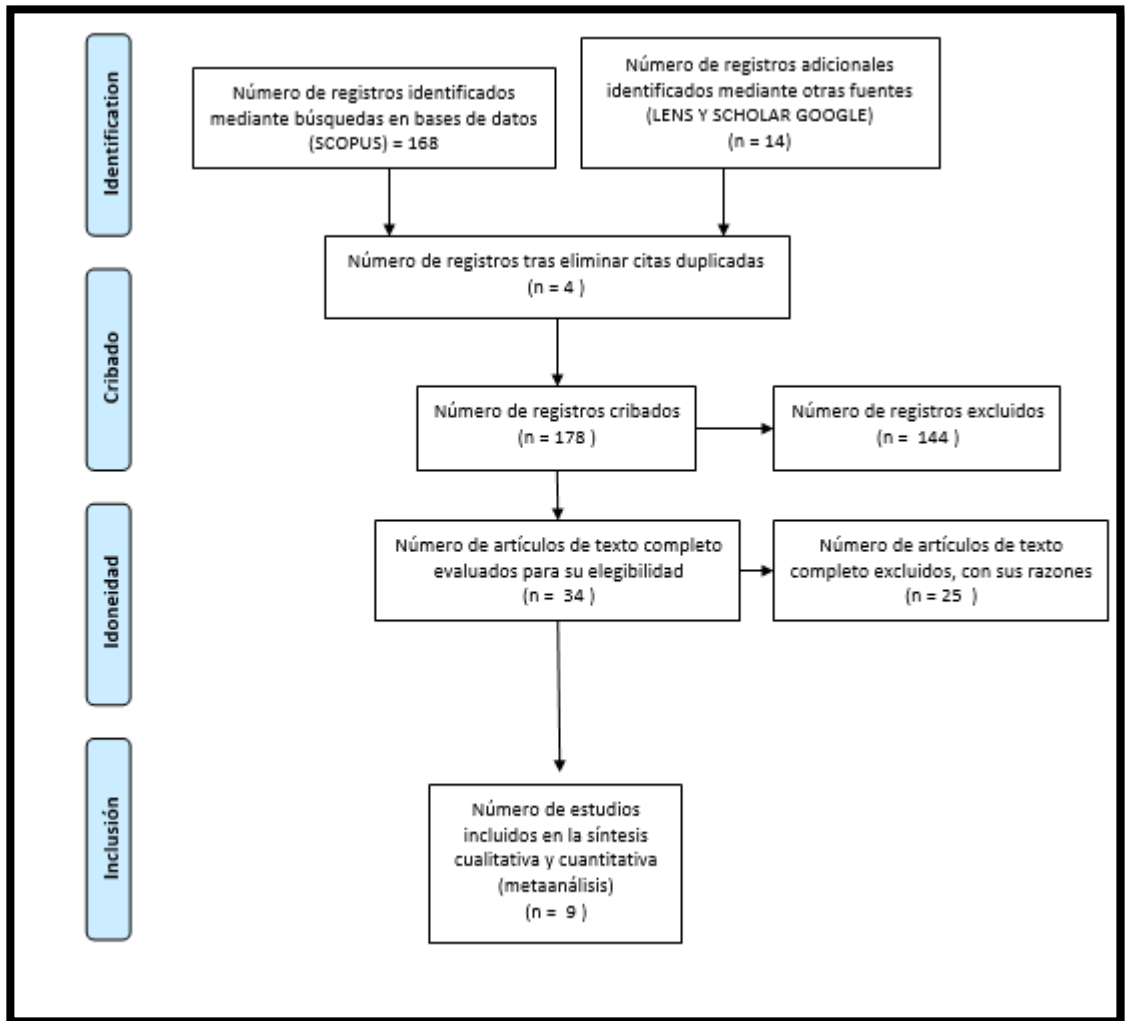
2.2 DESARROLLO DE LA REVISIÓN:

Teniendo en cuenta una perspectiva analítica se estableció que los artículos analizados deberán contener información sobre implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en el sector manufacturero tanto en el título, resumen y palabras clave.

2.3 PUBLICACIÓN DE RESULTADOS:

Se encontraron 182 resultado en las bases de datos utilizando la educación de búsqueda, posteriormente se organizaron los resultados para simplificar la búsqueda y con la el modelo PRISMA se determinó de la siguiente forma:

Figura 9. Representación del proceso de filtrado

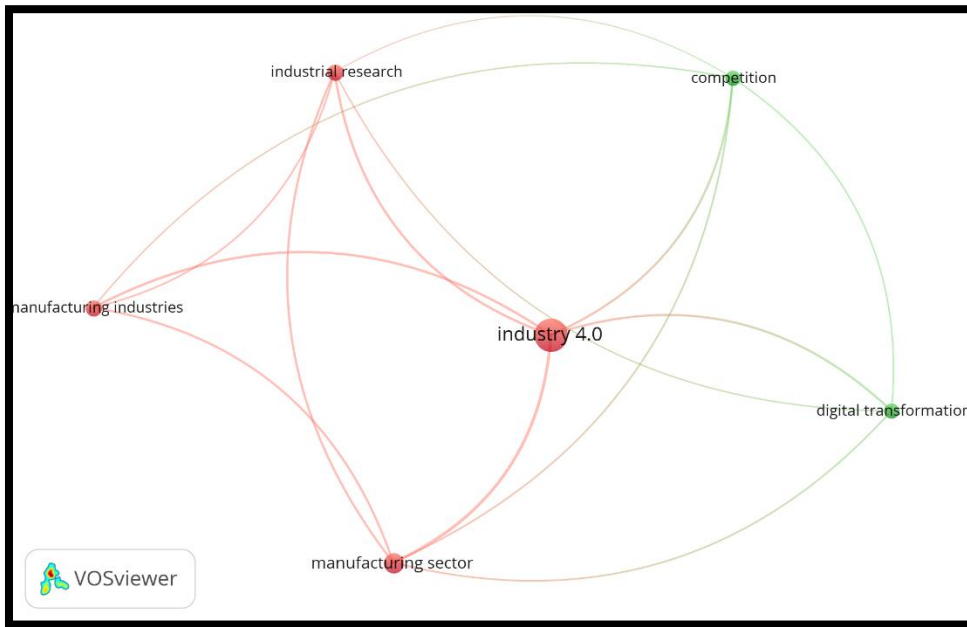


Fuente. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

La revisión sistemática de artículos realizada con las publicaciones científicas de las tres bases de datos analizadas, evidencia que, en el contexto global, los países con mayores publicaciones relacionadas a la implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturera son los países Alemania, Corea, Serbia, Japón y Estados Unidos por otro lado Latinoamérica tiene un nivel de publicación bajo.

Mediante el software Vosviewer se agruparon las palabras clave las cuales se exportaron los artículos seleccionados por la base de datos SCOPUS como se representa en la figura 5.

Figura 10. Relación de palabras claves



Fuente. Software Vosviewer.

En la figura 5 podemos observar la relación existente entre los conceptos claves encontrados en las investigaciones sobre la industria 4.0 a nivel mundial.

Sector Manufacturero: El sector manufacturero sin duda viene participando de manera importante en el PIB de los países durante los últimos 40 años, consolidándose como el motor de crecimiento de las economías.³⁷ Por ello adoptando la industria 4.0 genera un evolución en los procesos productivos de las organizaciones.

Transformación digital: la transformación digital aplicada a los procesos supone incorporar tecnologías 4.0 para hacerlos más eficientes y flexibles, ya sea mediante una optimización de los ya existentes o un cambio de los mismos. Un ejemplo sería la impresión 3D, que hace posible la producción de prototipos mucho más rápidamente y agiliza el proceso de diseño. Por otro lado, la robótica permite flexibilizar los procesos para que estos se adapten mejor a los requisitos de los clientes. Así, la aplicación de tecnologías digitales garantiza una mayor eficiencia (optimización de recursos energéticos o materias primas y reducción de costes),

³⁷ CABUYA PADILLA, Diego. Relación de la industria 4.0 con la competitividad industrial. Derrotero la Revista de la Ciencia y la Investigación. 2018, vol. 12. pp.143-174. ISSN 2027-0658.

mayor flexibilidad (posibilidad de personalizar los productos) y la reducción de plazos (acortando el tiempo de espera del cliente para obtener su compra).³⁸

Industria 4.0: La Industria 4.0 está comenzando a cambiar radicalmente la forma en que operan los fabricantes y está espera allanar el camino hacia un futuro en el que fábricas inteligentes, máquinas inteligentes y los procesos en red funcionan para lograr una mayor productividad de fabricación, la flexibilidad de operaciones y rentabilidad.³⁹

2.4 RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA SOBRE EL CAMPO DE CONOCIMIENTO.

Teniendo en cuenta los artículos obtenidos y de acuerdo a la revisión sistemática se dividen en 3 categorías los cuales son:

2.4.1 Implementación de tecnologías de la industria 4.0 a nivel mundial:

A lo largo del tiempo diferentes países han profundizado en la implementación de las diferentes tecnologías que acoge la industria 4.0 al sector manufacturero.

Japón. La pregunta de esta tesis nos sitúa directamente en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial, y no necesariamente entendida en todos los aspectos que la hacen considerar como “una cuarta y distinta revolución industrial, vemos que Japón desde la segunda revolución industrial no ha tenido ningún problema en avanzar y experimentar nuevas cosas. En esta línea de ideas, se percibe cierto miedo a lo imprevisible e incontrolable, o, mejor dicho, el miedo y la fascinación, que inspiran el robot Sophia y otras creaciones de Hanson Robotics. Este miedo es algo inherente a la cultura occidental, frente a una percepción de la robótica muy distinta en los países orientales, como, por ejemplo, Japón. No en vano, lo bautizan como “el paraíso de los robots”⁴⁰

Serbia. Analiza el progreso en la implementación de Industria 4.0 en empresas manufactureras puesto que mediante encuestas se evidencia que las organizaciones cuentan con una madurez digital. Basados en aspectos como el apoyo del gobierno, universidades e instituciones de investigación, soporte para

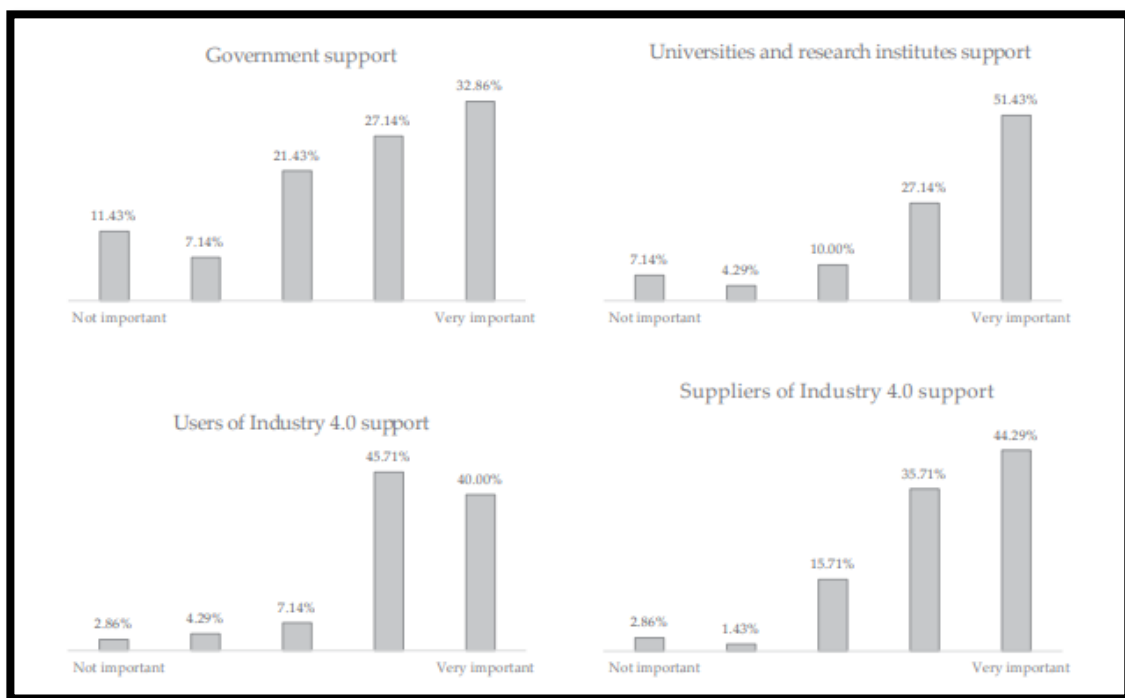
³⁸ BUISÁN, M., VALDÉS, F. La industria conectada 4.0. Información Comercial Española, ICE: Revista de economía. 2017, nro. 898. pp. 89-100. ISSN 0019-977

³⁹ NARULA, S, et al. Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. Journal of Advances in Management Research. 2020, vol. 17, nro. 5. pp. 697-725. ISSN 09727981.

⁴⁰ Relaciones laborales y derecho del empleo [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: http://www.cielolaboral.com/wp-content/uploads/2018/03/revista_n1_2018_def.pdf>

usuarios de industria 4.0 y proveedores de soporte de industria 4.0, Serbia proyecta la importancia del desarrollo de la industria 4.0 en el sector manufacturero como se muestra en la figura 6.

Figura 11. ¿Qué importancia tiene el apoyo de los diferentes actores de la Industria 4.0 en el proceso de transformación digital?



Fuente. Challenges and Driving Forces for Industry 4.0 Implementation.

Los resultados del estudio han demostrado claramente que la asistencia y el apoyo del gobierno en el proceso de transformación digital es menos importante en comparación con otras partes interesadas. Precisamente, alrededor del 60% de los encuestados considera que el apoyo del gobierno es importante o muy importante, el 18,5% lo considera completamente irrelevante o marginal, y el resto lo encontró moderadamente importante. El apoyo del gobierno es lo primero y más importante en lo que respecta a las cuestiones financieras en la implementación de la Industria 4.0. El apoyo de la comunidad académica se consideró más importante. El resultado mostró que el 78,5% de los encuestados consideró el apoyo de universidades e institutos de investigación importante o muy importante. Su apoyo fue más necesario cuando se trata del área de humanos recursos y cuestiones técnicas. Si necesitaban obtener el conocimiento y la educación sobre la Industria 4.0, la mayoría de los encuestados lo buscarían en universidades e institutos de investigación (37%), Internet (23%), y proveedores de Industria 4.0 (21% de los encuestados). Sin duda la mayor importancia, y por tanto el mayor apoyo en el proceso de la realización de la transformación digital, era necesaria para los

proveedores y usuarios de la Industria 4.0, ya que es fácil notado en la Figura 6. La conclusión anterior confirma el hecho de que el 80% de los encuestados consideraba el apoyo de los proveedores de la Industria 4.0 como importante o muy importante, y en el caso de los usuarios de la Industria 4.0 hasta un 85,7%. Su apoyo se necesitaba principalmente en el área de resolución de problemas técnicos.⁴¹

Alemania. La industria 4.0, prevalece en este país debido a que la mayoría de logros y esfuerzos desarrollados en la industria han sido adoptados por el país, parte del análisis empresarial que surge desde la primera revolución industrial, menciona que las compañías a nivel global deben dominar el desarrollo y producción de sistemas inteligentes, los cuales representan desafíos y retos para los próximos eventos industriales pero que tienen relación directa con el avance e innovación del sector manufacturero. Alemania, ha sido uno de los países con mayor progreso y alcance en la industria prueba de esto es que ha sido merecedor de ser un pilar en la implementación de estas tecnologías suscita que crea nuevos valores que no se han visto antes, construye nuevos modelos de negocio y resuelve diversos problemas al vincular las cosas dentro y fuera de una fábrica y los servicios a través de las redes de comunicación basadas en CPS, IoT e IoS.

Estados Unidos. Como país del primer mundo, partiendo de la investigación y el desarrollo, ejecutar programas para la fabricación, que también se denominan fabricación avanzada o Smart Manufacturing, una alta tecnología es un esfuerzo por expandir el resurgimiento de la manufactura. La investigación y los programas de desarrollo relacionados con la fabricación en EE. UU. se centran en asignaciones de tecnología clave, que incluyen IoT, big data, análisis de datos, CPS, integración de sistemas, fabricación sostenible y aditivos fabricación para responder agresivamente a la fabricación innovadora cambio ambiental llamado la cuarta revolución industrial.

Corea. Este país se encuentra impulsando el desarrollo de la fabricación inteligente relacionada con tecnologías similares a la Industria 4.0 de Alemania y a la nacional estrategias relacionadas con la Fabricación Inteligente en los EE.UU. Los departamentos que apoyan los principales proyectos de desarrollo tecnológico están operando hojas de ruta con características ligeramente diferentes, pero se están moviendo gradualmente hacia el establecimiento e impulso de estrategias integradas que van más allá de las barreras departamentales. las principales estrategias y asignaciones detalladas para promover la innovación inteligente de la fabricación.⁴² Las cuales se pueden observar en el cuadro 3.

⁴¹ IVA VUKSANOVIĆ H, et al. Challenges and Driving Forces for Industry 4.0 Implementation. MDPI Sustainability. 2020, Vol. 12, nro. 10, pp. 22. ISSN 18684238

⁴² HYOUNG SEOK, K., JU YEON, L., SANGSU CHO, et al. Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions. International journal of precision engineering and manufacturing-green technology. 2016, Vol. 3, No. 1, pp. 111-128. ISSN 2288-6206

Cuadro 3. Las 4 estrategias y 13 asignaciones de Corea para la innovación manufacturera 4.0.

4 strategies	13 assignments
Smart manufacturing proliferation	Distribute proliferate smart factories Develop 8 smart manufacturing technologies Reinforce manufacturing soft power Promote production facility sophistication investment
Representative new industry creation for a creative economy	Early visualization of smart convergence products Develop and commercialize 30 intelligent materials components Promote private sector R&D and investment
Smart innovation of local manufacturing	Activate the manufacturing business through a creative economy innovation center Realize smart locally based industrial complexes Promote locally specialized smart new industries
Business reorganization and innovation base creation	Promote spontaneous business reorganizations by the companies Improve regulatory systems for the convergence of new products Anticipatory training of the personnel to support manufacturing innovation

Fuente. Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions.

Como se evidencia en el cuadro 3 aparecen diferentes estrategias y líneas de acción que adoptaron grandes organizaciones de Corea con el fin de mejorar los procesos, las formas de trabajo, crear nuevas líneas de producción buscando mitigar el impacto anticipándose a los cambios del futuro que traen consigo las tecnologías de la industria 4.0

2.4.2 Implementación de tecnologías de la industria 4.0 a nivel Latinoamérica

En Latinoamérica la implementación de la industria 4.0 se reduce considerablemente en comparación con países más desarrollados, debido a diferentes factores como la cultura tradicional de las organizaciones, desconocimiento de las tecnologías, dificultad de inversión, apoyo del gobierno en el sector de investigación e innovación esto impide la implementación de las diferentes tecnologías emergentes de esta revolución. Las políticas creadas por países desarrollados y en desarrollo para permitir el avance de la revolución digital de la Industria 4.0 son diferentes. Los países desarrollados generalmente han formulado estrategias nacionales para el desarrollo, mientras que los países en desarrollo han adoptado Industria 4.0 tecnologías a nivel corporativo, dependiendo de iniciativas corporativas individuales en lugar de nacionales y políticas

coordinadas.⁴³ Un estudio realizado en Perú determina los factores que afectan la implementación de la industria 4.0 en PYMES manufactureras generando un ranking el cual se evidencia en el cuadro 4 con cuatro criterios los cuales son: Innovación, organización, competencia de la industria y apoyo del gobierno.

Cuadro 4. Ranking de los principales desafíos para la implementación de la Industria 4.0 en las PYMES de Perú

Alternatives	Criterion				Goal	Rank
	Innovation	Organization	Industry Competition	Government Support		
Advanced Technology	0.050	0.097	0.026	0.052	0.225	2
Financial Investment	0.030	0.443	0.007	0.012	0.491	1
Management Vision	0.008	0.036	0.003	0.127	0.173	3
Skilled Workers	0.004	0.057	0.021	0.029	0.111	4
Total	0.092	0.632	0.057	0.219	1.000	

Fuente. Evaluating the Factors that are Affecting the Implementation of Industry 4.0 Technologies in Manufacturing MSMEs, the Case of Peru.

Considerando la importancia de la organización como criterio más relevante (0,632), su inversión (0,491) es el factor que más incide en la implementación de Industria 4.0 en PYMES manufactureras en Perú. La falta de tecnología avanzada (0,225), la mala visión de la gestión (0,173) y, finalmente, la falta de trabajadores calificados (0,111), en ese orden. El hecho de que las tecnologías de la Industria 4.0 no se implementen en las PYMES peruanas se sustenta en el criterio de organización y, específicamente, en la falta de factor de inversión financiera. El alto costo de la inversión y el largo tiempo de retorno de la inversión son factores que impiden convencer a las empresas. El factor de desarrollo de las PYMES es la capacidad de acceso al financiamiento.⁴⁴

⁴³ ALOK, Raj. et al. Barriers to the Adoption of Industry 4.0 Technologies in the Manufacturing Sector: An Inter-Country Comparative Perspective. International Journal of Production Economics. 2020, vol. 224. ISSN 107546

⁴⁴ CHUNG-JEN, H. et al. Evaluating the Factors that are Affecting the Implementation of Industry 4.0 Technologies in Manufacturing MSMEs, the Case of Peru. MDPI. 2019, Vol. 7, No. 3, pp. 161. ISSN 22279717

2.5 Prácticas de referencia

El sector manufacturero a nivel mundial ha venido implementando en sus procesos productivos diferentes tecnologías de la industria 4.0 logrando una verdadera transformación para conseguir una industria fuerte. Haciendo un análisis sistemático, se pudieron evidenciar diferentes prácticas de referencia las cuales son:

1. Se puede observar en el cuadro 5, el modelo propuesto el cual incluye un total de 62 elementos de madurez que se agrupan en nueve dimensiones de la empresa estas a su vez proporcionan una visión general de las dimensiones junto con algunos elementos ejemplares para apoyar la comprensión⁴⁵. En este cuadro se logró evidenciar modelos adoptados en otros países en las diferentes industrias y como este permite impactar de manera transversal en todas las áreas operativas y estratégicas de la organización fomentando cambios necesarios y de gran alcance supliendo las necesidades de la era actual.

Cuadro 5. Dimensiones y elementos de madurez del Modelo de Madurez de la Industria 4.0.

Dimension	Exemplary maturity item
Strategy	Implementation I40 roadmap, Available resources for realization, Adaption of business models, ...
Leadership	Willingness of leaders, Management competences and methods, Existence of central coordination for I40, ...
Customers	Utilization of customer data, Digitalization of sales/services, Customer's Digital media competence, ...
Products	Individualization of products, Digitalization of products, Product integration into other systems, ...
Operations	Decentralization of processes, Modelling and simulation, Interdisciplinary, interdepartmental collaboration, ...
Culture	Knowledge sharing, Open-innovation and cross company collaboration, Value of ICT in company, ...
People	ICT competences of employees, openness of employees to new technology, autonomy of employees, ...
Governance	Labour regulations for I40, Suitability of technological standards, Protection of intellectual property, ...
Technology	Existence of modern ICT, Utilization of mobile devices, Utilization of machine-to-machine communication, ...

Fuente. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises

⁴⁵ SCHUMACHERA, A., EROLB, E., SIHNA, W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. CIRP. 2016, Vol. 52, pp. 161-166.

2. Se han presentado diferentes estudios considerando la industria manufacturera como una de las grandes beneficiadas por cambios en el uso y desarrollo de las nuevas tecnologías, como ejemplo se resalta como el uso del Big Data, logra optimizar de manera eficaz los procesos debido a que una única máquina es capaz de recopilar grandes cantidades de información simple, tales como medidas de la pieza que se produce, lo que da lugar a una enorme cantidad de datos a analizar y que pueden ser útiles para la organización futura de la producción.⁴⁶

3. Todas las estrategias, de manera más ambiciosa o menos, pretenden aumentar la aportación al PIB por parte de la industria al completar la transformación 4.0, Alemania, por ejemplo, se marca como objetivo recuperar niveles anteriores a la crisis. En las organizaciones, sin embargo, se marcan objetivos diferentes donde prima reducir costes y aumentar beneficios, de manera que se obtenga rentabilidad.⁴⁷

4. las actividades de la Industria 4.0 en las organizaciones alemanas se en línea con la visión pública de la 'Industria 4.0' mientras que las iniciativas de las organizaciones asiáticas se adaptan a sus visiones gubernamentales. Por ejemplo, 'Hecho en China 2025' para la República Popular China. En esencia, ambas visiones son apoyadas por el gobierno y tienen el objetivo de mejorar el lado científico y práctico de la industria desarrollo. Apoyan el objetivo de preservar o incluso extender el valor agregado nacional, y apoyar la implementación de tecnologías digitales en general. La financiación de estos proyectos varía en estas dos regiones: En Alemania, muchas iniciativas están financiadas por capital, mientras que las organizaciones chinas y taiwanesas recibir apoyo financiero del gobierno para Implementar soluciones digitales integradas.⁴⁸

5. En el futuro es de esperar que los sistemas de fabricación ciberfísicos (CPPS), (elementos y subsistemas autónomos, cooperativos e interconectados en todos los niveles de la producción) dominen la manufactura; estén integrados en máquinas y productos; y al mismo tiempo combinen capacidades de cómputo, trabajo en redes y procesos físicos dentro de los procesos de fabricación.⁴⁹

⁴⁶ BARROS LOSADA, T. La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones. Trabajo de grado. Sevilla: Universidad de Sevilla. Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas II, 2017. 47 p.

⁴⁷ *Ibíd.*, p. 46.

⁴⁸ PUCHAN, J., ZEIFANG, A y LEU, J.-D. Industry 4.0 in Practice – Identification of Industry 4.0 Success Patterns. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. 2018, Vol. 2019, pp. 1091-1095. ISSN 21573611

⁴⁹ WAN, J., TANG, S., SHU, Z. LI, D., WANG, S., IMRAN, M. y VASILAKOS, A. Software-defined industrial internet of things in the context of Industry 4.0. IEEE Sensors Journal. 2016, Vol. 16, pp. 7373-7380. ISSN 1558-1748.

2.6 Brechas

La revisión muestra que países desarrollados poseen un músculo financiero por lo tanto generan más posibilidad de inversión en la implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero donde un gran porcentaje son PYMES por lo tanto existe una brecha considerable, no obstante países con bajo desarrollo promueven o incentivan para la investigación y construcción de tecnologías basadas en la industria 4.0.

Debido a que en el análisis y revisión detallada de los diferentes artículos se hace una revisión sistemática, citada sobre la industria 4.0 y la manufactura inteligente; se concluyó que ésta se encuentra en etapa de desarrollo, por lo que se debe continuar trabajando para alcanzar los beneficios que trae consigo la implementación de estas tecnologías. En el caso de Bogotá, el proceso de adopción de la digitalización es aún incipiente, debido a las múltiples brechas tecnológicas existentes en la ciudad bogotana, como lo es el déficit de conexión multimedia, (IoT), los aspectos de ciberseguridad, talento especializado asociado, carencia en el recurso económico entre otros. No obstante, en Colombia se ha creado dentro del Ministerio TIC un Viceministerio de Economía Digital enfocado en la transformación del modelo productivo. Aun así, el nivel de coordinación es todavía limitado y se hace necesaria una mayor relación que permita hacer un análisis detallado para entender dónde están los cuellos de botella de la transformación digital.

Ante los actuales cambios de la economía mundial, los países se han visto en la necesidad de introducirse en la Cuarta Revolución Industrial, la cual se caracteriza por la automatización de los procesos productivos a través de la digitalización del sector manufacturero y la aplicación de diversas tecnologías tales como: Big Data, Computación en la Nube, Internet de las Cosas e Impresión 3D. En cuanto a digitalización, países del primer mundo más adelantados en materia de conectividad, capital humano, uso del Internet, integración de la tecnología digital en las organizaciones, por el contrario, la Industria 4.0 en los países de América Latina, aún se encuentra en una fase naciente. Los países de la región aún no han alcanzado las capacidades mínimas en las tecnologías mencionadas.

Diferentes países de Latinoamérica están en la fase inicial de la automatización, por lo cual Bogotá está lejos de entrar a la competitividad internacional. Para ello es necesario fortalecer los Centros de Investigación desde la academia, el gobierno, el sector productivo y comercial para que se avance de forma rápida y segura en la incorporación de la cuarta revolución industrial y tecnológica en los procesos de las organizaciones.

3 ENCUESTA PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN BOGOTÁ

El objetivo de realizar la encuesta fue con el fin de identificar y conocer las necesidades y expectativas que hoy en día presenta el estado actual del sector manufacturero en Bogotá y como estas adoptan las diferentes tecnologías en su forma de trabajo y producción de la industria 4.0, con el propósito de aprovechar esa información y analizar los resultados teniendo en cuenta variables claves.

3.1 ENCUESTA

Encuesta para identificar la implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

3.1.1 Selección de la muestra

Se delimita la población de la siguiente manera: Organizaciones que pertenezcan al sector manufacturero en la ciudad de Bogotá, con el fin de obtener el valor de la muestra a la cual se le realizará el diseño de la encuesta y este se calcula de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población es de 91.399 organizaciones del sector manufacturero

Z= Corresponde al nivel de confianza 98% -- 2,33 (Representado en la tabla de valores Z)

p= Porcentaje de éxito (Se asume el 50%)

q= Porcentaje de fracaso 1-p

e= Error de estimación máximo 5%

$$n = \frac{2.33^2 * 91399 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (91399 - 1) + 2.33^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 539.6 \sim 540$$

Según datos reportados por la cámara de comercio el 29 de abril de 2020 Bogotá cuenta con 91.399⁵⁰ organizaciones correspondientes al sector manufacturero.

⁵⁰ Cámara de comercio [en línea] [29 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.ccb.org.co/content/ccbsearch?searchtext=empresarios+de+manufactura+y+c>

Teniendo en cuenta la información anterior, para que el tamaño de la muestra de la encuesta represente correctamente el número total, debe ser de 540 organizaciones.

3.1.2 Diseño del instrumento

Para realizar el diagnóstico se diseñó una encuesta para identificar si las organizaciones han implementado la industria 4.0 en sector manufacturero en Bogotá, se encuentran preguntas abiertas y de selección múltiple. A continuación, en las figuras 7 y 8 se muestran el diseño de la encuesta virtual por medio de Google Forms, esta también se puede obtener el siguiente enlace:

<https://forms.gle/xrsX1qViFrQz6wiE8>

Figura 12. Diseño encuesta parte 1

The image displays two screenshots of a Google Form titled "Implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá." The first screenshot shows the title, a brief description of the survey's purpose, and input fields for "Nombre" and "Correo". The second screenshot shows several multiple-choice questions regarding knowledge of Industry 4.0 technologies, the importance of promoting new technologies, training, and implementation in manufacturing organizations.

Fuente. El Autor

onstrucci%³93n+recibir%³81n+asesor%³8da+de+la+c%³81mara+de+comercio+de+bogot%³81++para+entrar+a+operar&buttonsearch=enviar>

Figura 13. Diseño encuesta parte 2

Section 2 of 3

Implementación de la Industria 4.0

Descripción (opcional)

Explique qué factores tuvo en cuenta para la implementación de la Industria 4.0 *

- Afinidad con la implementación de nuevas tecnologías
- Expectativa de rentabilidad
- Apoyo del gobierno
- Automatización de la planta
- Otra...

¿Qué inversión hizo para la implementación de estas tecnologías *

- Hasta 50,000 USD.
- De 50,000 USD a 100,000 USD.
- De 100,000 USD a 500,000 USD.
- De 500,000 USD a 1,000,000 USD.

Section 3 of 3

No implementación de la Industria 4.0

Descripción (opcional)

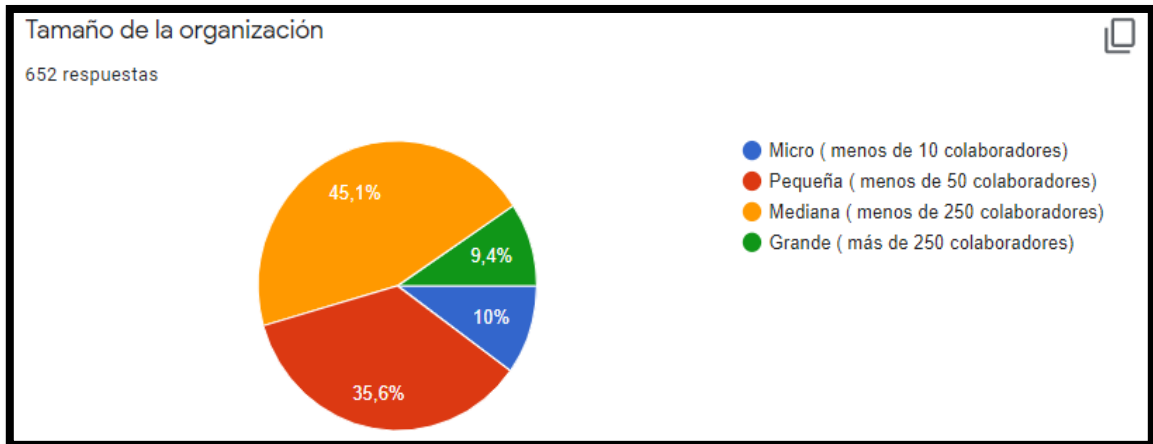
Explique qué factores hizo que no implementara la Industria 4.0 *

- Falta de recursos financieros
- Desconocimiento de las tecnologías
- Otra...

Fuente. El Autor

3.1.3 Análisis e interpretación de datos

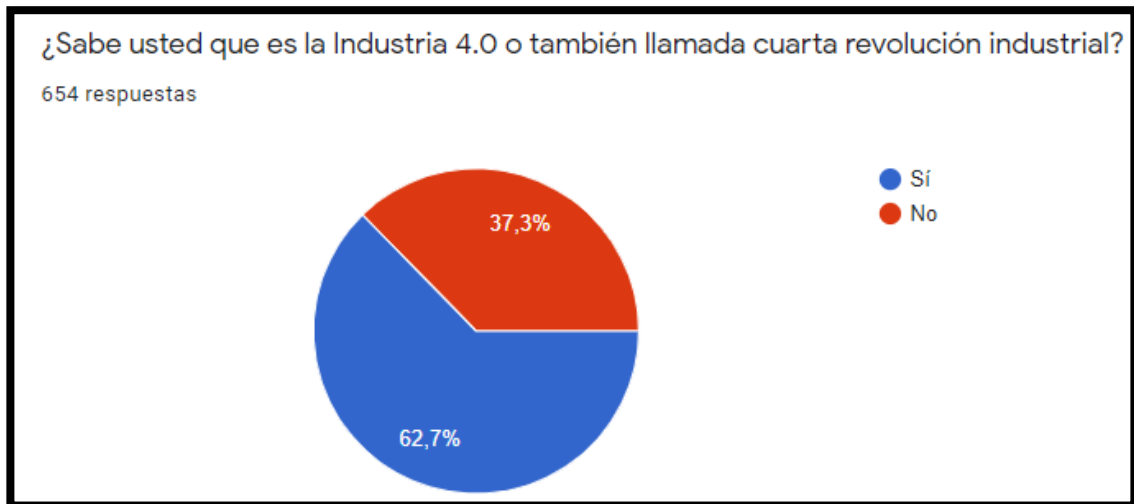
Figura 14. Tamaño de la organización.



Fuente. El Autor

En la figura 14 se observa que menos de la mitad corresponden al 10% siendo organizaciones de tamaño grande, con un 45.1% pertenecen a organizaciones medianas, seguidas se encuentran las organizaciones pequeñas con un 35,6% con lo cual se evidencia que el 80.7% lo ocupan las PYMES (pequeñas y medianas organizaciones).

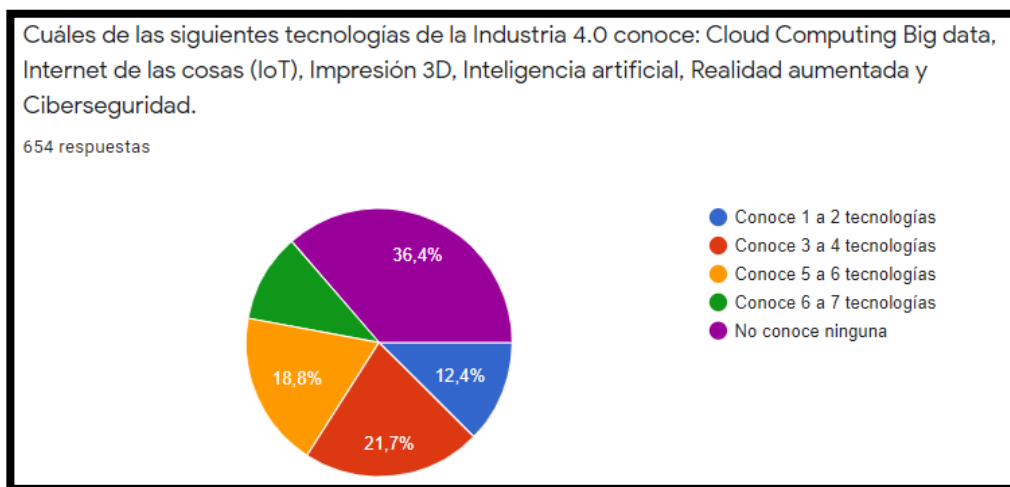
Figura 15. ¿Sabe usted que es la Industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial?



Fuente. El Autor

En la figura 15 de acuerdo a los datos obtenidos el 62,7% de la población encuestada conoce que es la cuarta revolución industrial. Se puede inferir que el tema a tratar no es desconocido por las personas que hacen parte de las organizaciones del sector manufacturero en Bogotá.

Figura 16. Cuáles de las siguientes tecnologías de la Industria 4.0 conoce: Cloud Computing Big data, Internet de las cosas (IoT), Impresión 3D, Inteligencia artificial, Realidad aumentada y Ciberseguridad.



Fuente. El Autor

En la anterior pregunta un alto porcentaje conoce el concepto de la Industria 4.0, sin embargo, en la figura 16 se observa que la mayor proporción con un 36,4% de esa población no conocen ninguna de las diferentes tecnologías pertenecientes a esa Industria, se puede inferir que las personas han tenido acercamiento al tema de forma global desconociendo los tipos de tecnologías.

Por otra parte, el 21.7% afirma conocer de 3 a 4 tecnologías lo cual permite que este porcentaje de la población contemple la implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

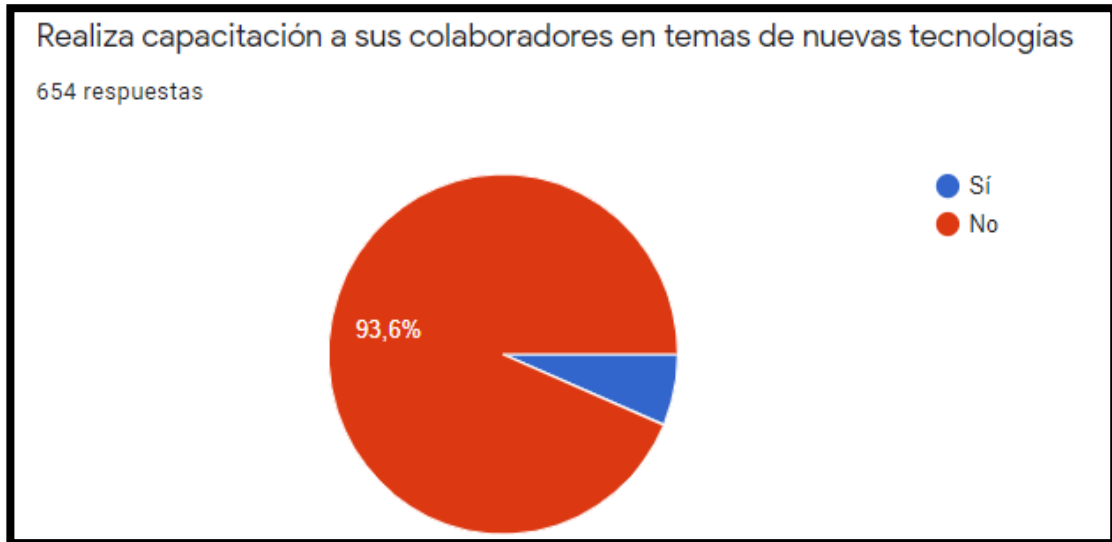
Figura 17. Considera importante promover el uso de nuevas tecnologías adoptadas por la industria 4.0.



Fuente. El Autor

En la figura 17 el 98,8% de la población considera importante promover en su organización la adopción de la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá, este resultado es favorable puesto que evidencia gran adaptación al cambio y consideración a la implementación de nuevas tecnologías.

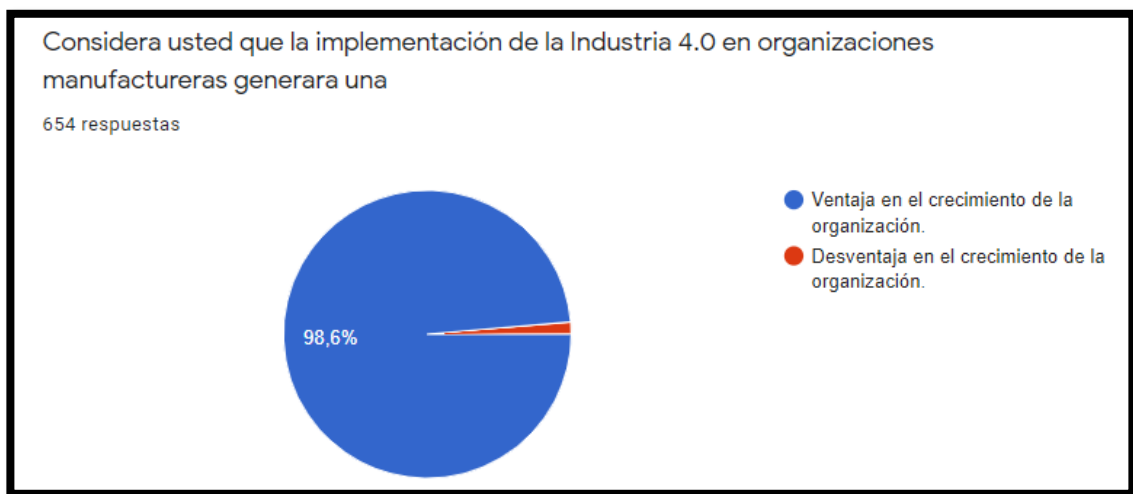
Figura 18. Realiza capacitación a sus colaboradores en temas de nuevas tecnologías.



Fuente. El Autor

De acuerdo a los resultados obtenidos el 93,6% de las organizaciones no realiza capacitaciones sobre nuevas tecnologías, esto indica la baja importancia que se le está atribuyendo en la actualidad a la socialización e inducción de nuevos conceptos tecnológicos en las organizaciones del sector manufacturero en Bogotá.

Figura 19. Considera usted que la implementación de la Industria 4.0 en organizaciones manufactureras generara una.



Fuente. El Autor

Le preguntamos a la población encuestada si considera que la implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá genera una ventaja en el crecimiento de la organización, el 98.6% están de acuerdo con los beneficios que trae la implementación, nuevamente se observa el interés por parte de las personas en adoptar las nuevas tecnologías en los procesos de sus organizaciones.

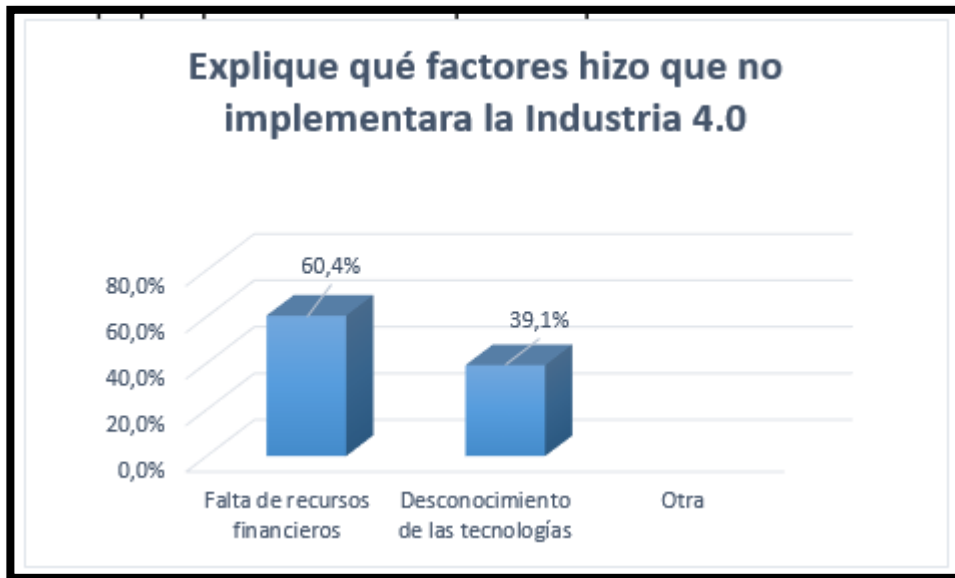
Figura 20. En su organización ha implementado tecnologías de la Industria 4.0



Fuente. El Autor

Como se evidencia en el resultado la mayor parte de la población encuestada no ha implementado tecnologías de la industria 4.0, esto muestra la baja tendencia a la innovación dentro de las organizaciones del sector manufacturero de Bogotá, a su vez es importante resaltar que el 62.7% de los encuestados (Figura 15) conocen esta nueva tecnología no es suficiente para iniciar el proceso de cambio y migrar a estos sistemas.

Figura 21. Explique qué factores hizo que no implementara la Industria 4.0



Fuente. El Autor

Seguida a la anterior pregunta (Figura 21) se indaga a la población encuestada los posibles factores que inciden en la no implementación de la industria 4.0, encontramos con un 60.4% que la causa principal se relaciona a la falta de recursos financieros por parte de las organizaciones, teniendo en cuenta que la mayor parte de las personas que participaron en este estudio pertenecen a pymes, se evidencia la menor disponibilidad de recursos financieros destinados a la innovación e implementación de nuevas tecnologías que contribuyan a la optimización de los procesos.

Debido al desconocimiento sobre este tema, un 39.1% de los encuestados afirma que por esta razón no ha implementado las tecnologías. En la figura 11 evidenciamos que el 36.4% no conoce las diferentes tecnologías pertenecientes a la industria 4.0, podemos inferir que esta causa influye en la adopción de este modelo.

Figura 22. Explique qué factores tuvo en cuenta para la implementación de la industria 4.0.

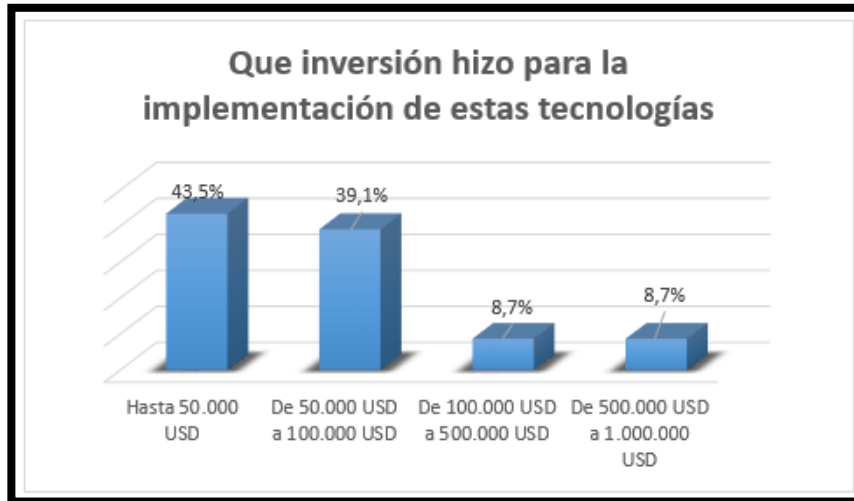


Fuente. El Autor

Al ser si la respuesta de la figura 14 se les pidió a los empresarios explicar que factores tuvo en cuenta para la implementación y como resultado se observó que el 52.2% relaciona una afinidad con las nuevas tecnologías, seguido de un 39.1% que considera una expectativa de rentabilidad de su organización, es decir que se proyecta un aumento en las ganancias al considerar introducir estas nuevas tecnologías en los procesos manufactureros.

Otros factores mencionados por los encuestados son apoyo del gobierno y automatización de la planta ocupando una menor proporción con un 4.3% cada una

Figura 23. Qué inversión hizo para la implementación de estas tecnologías



Fuente. El Autor

Ante la misma respuesta afirmativa se solicitó a los encuestados ubicar en un rango el valor de la inversión que realizaron para la implementación de las tecnologías, de acuerdo a los resultados se puede observar que un 43.5% utilizó de sus recursos financieros hasta 50.000 USD, seguido de un 39.1% entre 50.000 USD a 100.000 USD.

3.2 Reporte de resultados

		REPORTE DE RESULTADOS		Hoja 1 de 1
		Investigación cualitativa.		
Brief encargado	Susana Pacheco Cardenas			
Tipo de investigación	Cualitativa (Descriptiva)	Cantidad total de personas encuestadas	654	
Técnica empleada				
Encuesta	Realizada a través de medio electrónico Google encuestas.			
Principales hallazgos				

- El mayor porcentaje de organizaciones manufactureras en Bogotá son PYMES.
- El concepto de industria 4.0 es conocido de manera global.
- Se debe tener en cuenta que los conceptos específicos de las tecnologías pertenecientes a la industria 4.0 son desconocidos en su mayoría por las organizaciones manufactureras de Bogotá.
- Las organizaciones manufactureras consideran que la implementación de las tecnologías son una ventaja para el crecimiento productivo generando mayor rentabilidad para la organización.
- Debido a que el 93% de las organizaciones manufactureras en Bogotá no realizan capacitaciones de nuevas tecnologías, es importante incentivar las propuestas de innovación e investigación y así las organizaciones puedan incursionar en estas tecnologías.
- Una organización con tecnologías de la industria 4.0 genera una ventaja competitiva. La mayoría de encuestados consideran que es importante implementarlas con el fin de crecer en el mercado.
- El 96,5% de las organizaciones manufactureras en Bogotá no ha implementado tecnologías de la industria 4.0.
- El 3,5% de las organizaciones implementaron tecnologías de la industria 4.0 con la inversión de 50.000 USD a 100.000 USD.
- El 60,4% de los encuestados no cuenta con un musculo financiero adecuado para realizar la implementación de las tecnologías que abarcan la industria 4.0.

4 HOJA DE RUTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

Dando alcance y respuesta al tercer objetivo se planteó la hoja de ruta con el fin de ejemplificar como las empresas del sector manufacturero deben implementar y transformar sus líneas de proceso y negocio conforme a las oportunidades y beneficios que tiene la industria 4.0 en las organizaciones en la actualidad.

Para el desarrollo de la propuesta se utilizó una herramienta cualitativa llamada hoja de ruta la cual permitió describir de forma asertiva como las organizaciones del sector manufacturero en Bogotá deben adoptar las diferentes líneas estratégicas descritas con la finalidad de implementar la tecnología más adecuada de acuerdo a su actividad principal.

Teniendo en cuenta que los responsables designados para aplicar la hoja de ruta son líderes, encargados del proceso y personas que toman decisiones dentro de la organización. Para el desarrollo de la hoja de ruta se plantearon 5 etapas las cuales son:

4.1 PUNTO DE PARTIDA

El punto de partida inicia relacionando las iniciativas concretas que dan un apoyo efectivo para desarrollar la manufactura avanzada en Bogotá, logrando aumentar los ingresos económicos, y la cantidad y calidad de empleos relacionados a la manufactura urbana. Este objetivo fue focalizado en las industrias manufactureras de acuerdo con el tamaño de la organización. Durante el estudio estadístico se realizó un análisis de la industria manufacturera nacional y de las industrias manufactureras identificando las principales oportunidades presentes en la ciudad para incorporar y/o potenciar la manufactura avanzada. Del mismo, se realizó un análisis de las principales brechas que debe hacerse cargo la ciudad para tomar esas oportunidades para el crecimiento de las mismas.

4.1.1 Fortalezas

Se identifican las fortalezas en las prácticas de referencias analizadas en la revisión sistemática donde se reflejan los beneficios adquiridos a la hora de implementar la Industria 4.0

4.1.2 Brechas

Las brechas se obtuvieron de la encuesta realizada al sector manufacturero en Bogotá de esta manera de determinaron los factores que impiden que las organizaciones del sector manufacturero no adopten las tecnologías de la industria 4.0.

4.2 RESPUESTA

Mediante la hoja de ruta se da solución al objetivo para el desarrollo de la propuesta de implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

4.3 LÍNEAS ESTRATÉGICAS

Se generaron 3 líneas estrategias las cuales muestran los distintos procesos en aras de identificar los sectores dentro de las organizaciones que deben ser transformados para lograr el cambio e implementación de la industria 4.0 estos pilares estratégicos son:

- Reorganización estratégica y operativa de las compañías: Dentro de esta línea estratégica se busca establecer que estrategias y operaciones se modifiquen mediante un diagnóstico previo sobre el estado actual de la organización frente a las nuevas tecnologías emergentes, este proceso puede durar 1 año para ser adaptado a la cultura organizacional de la empresa.
- Desarrollo de procesos inteligentes: Mediante la I + D + I + D (investigación, desarrollo, innovación y divulgación) de las organizaciones que se genera desde la propiedad intelectual de la empresa la cual abarca todos los equipos implicados para el proceso del diseño a la fabricación de tecnologías emergentes de la industria 4.0 la cual puede durar 1 año.
- Comunicación interna continua: La comunicación debe ser siempre bidireccional, esto quiere decir entablar un constante dialogo entre colaboradores y superiores de esta manera se crea un buen manejo de la información corporativa y así transmitir correctamente a los colaboradores los objetivos y valores estratégicos que promueve la organización, lo cual forma una cultura de apropiación, fidelidad y sentido de pertenencia hacia la empresa por parte de su talento humano que se siente motivado y valorado al tener claros y definidos los principios y retos a los que se enfrenta la compañía, este proceso es transversal y puede durar de 1 año a 2 años.

4.4 LÍNEAS DE ACCIÓN

En las diferentes líneas de acción se permitirá dar paso al ataque generando estrategias aplicar y así potencializar las organizaciones estableciendo un modelo de madurez en tecnologías de la industria 4.0. en el cuadro 6 se observan las líneas estratégicas que se relacionan de la siguiente manera con las líneas de acción:

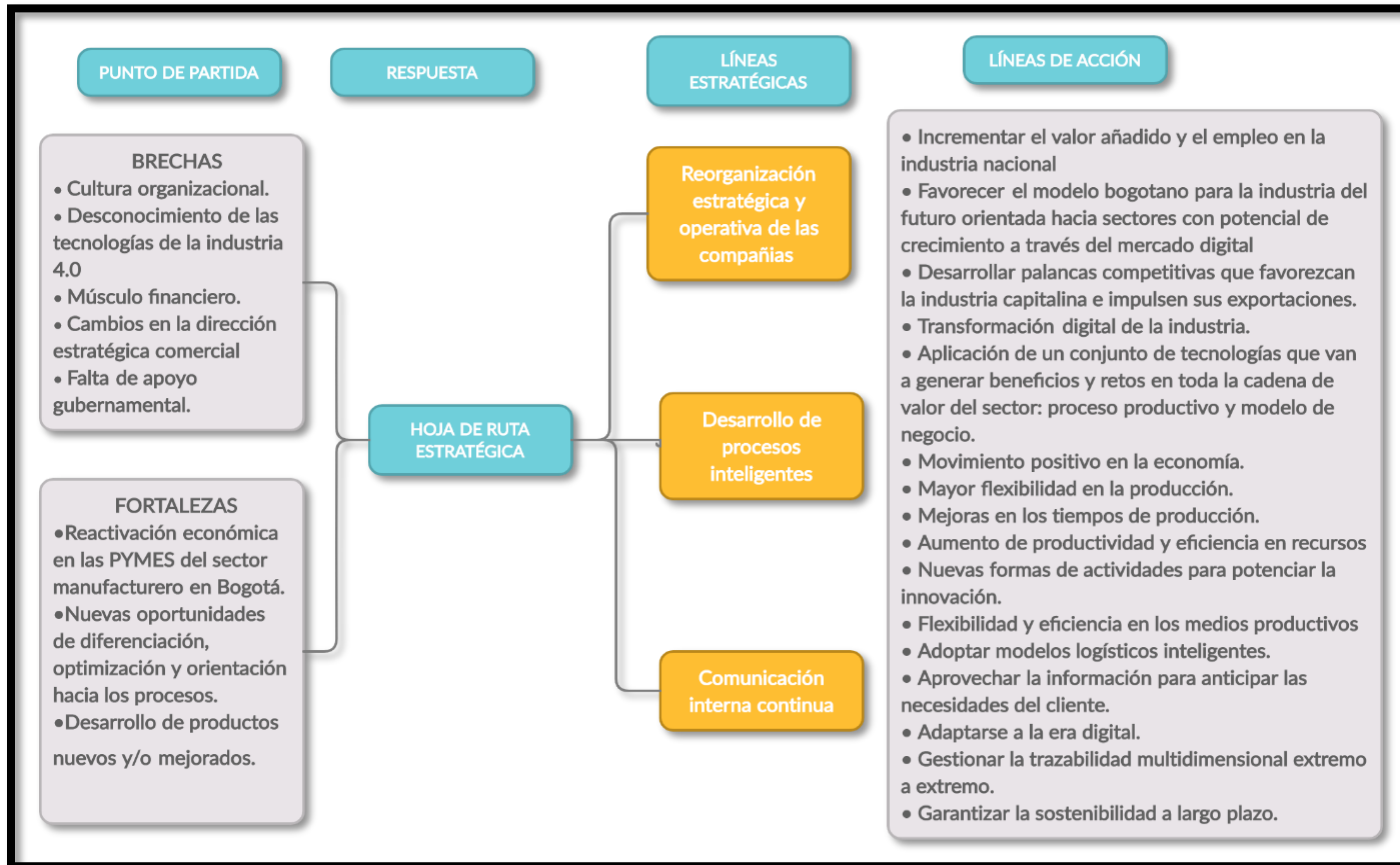
Cuadro 6. Relación de líneas estratégicas con líneas de acción

<p>Reorganización estratégica y operativa de las compañías</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar el valor añadido y el empleo en la industria nacional. • Desarrollar palancas competitivas que favorezcan la industria capitalina e impulsen sus exportaciones. • Favorecer el modelo bogotano para la industria del futuro orientada hacia sectores con potencial de crecimiento a través del mercado digital. • Mayor flexibilidad en la producción. • Mejorar en los tiempos de producción. • Aumento de productividad y eficiencia en recursos. • Garantizar la sostenibilidad a largo plazo.
<p>Desarrollo de procesos inteligentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Transformación digital de la industria. • Aplicación de un conjunto de tecnologías que van a generar beneficios y retos en toda la cadena y modelo de negocio. • Nuevas formas de actividades para potenciar la innovación. • Adoptar modelos logísticos inteligentes.
<p>Comunicación interna continua</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento positivo en la economía. • Aprovechar la información para anticipar las necesidades de cliente. • Adaptarse a la era digital. • Gestionar la trazabilidad multidimensional extremo a extremo.

Fuente. El Autor

En la figura 24 se puede observar el resumen de la hoja de ruta para la propuesta de implementación de las tecnologías de la industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

Figura 24. Propuesta para la implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.



Fuente. El Autor

4.5 Indicadores para las líneas de acción

Para determinar el cumplimiento de las líneas de acción se propusieron los siguientes indicadores en el cuadro 7.

Cuadro 7. Indicadores para las líneas de acción

Incrementar el valor añadido y el empleo en la industria nacional	Productividad laboral = productividad laboral aparente x razón del valor agregado $\frac{\text{Valor agregado}}{\text{Número de empleados}} = \frac{\text{producción}}{\text{número de empleados}} \times \frac{\text{valor agregado}}{\text{producción}}$
Desarrollar palancas competitivas que favorezcan la industria capitalina e impulsen sus exportaciones.	$\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades exportadas}} \times 100$
Favorecer el modelo bogotano para la industria del futuro orientada hacia sectores con potencial de crecimiento a través del mercado digital.	$\frac{\text{Número de sectores con mercado digital}}{\text{Número de sectores}} \times 100$
Mayor flexibilidad en la producción.	$\frac{\text{Número de productos}}{\text{Número de productos diferentes}} \times 100$
Mejorar en los tiempos de producción.	$\text{Rendimiento} = \frac{(\text{unidades producidas} \times \text{tiempo estándar})}{\text{tiempo de ejecución}}$
Aumento de productividad y eficiencia en recursos.	$\frac{\text{Tiempo de la actividad}}{\text{Tiempo en realizar actividad}} \times 100$
Garantizar la sostenibilidad a largo plazo.	$\text{Margen de utilidad bruta} = \frac{\text{utilidad bruta}}{\text{ventas netas}} \times 100$

Continuación del cuadro 7

Transformación digital de la industria.	$\frac{\text{Número de procesos transformados}}{\text{Número de procesos para la fabricación}} \times 100$
Aplicación de un conjunto de tecnologías que van a generar beneficios y retos en toda la cadena y modelo de negocio.	$\frac{\text{Número de objetivos propuestos}}{\text{Número de objetivos ejecutados}} \times 100$
Nuevas formas de actividades para potenciar la innovación.	$\text{Razón corriente (liquidez)} = \frac{\text{activo corriente}}{\text{pasivo corriente}}$
Adoptar modelos logísticos inteligentes.	$\frac{\% \text{ de la Calidad de los procesos}}{\text{Incremento en \% de la calidad de los proceso}}$
Movimiento positivo en la economía.	$\frac{[\text{Ingresos} - \text{Gastos}]}{\text{Capital}} \times 100$
Aprovechar la información para anticipar las necesidades de cliente.	$\frac{\text{Clientes que han comprado}}{\text{Total de clientes al inicio del año}} \times 100$
Adaptarse a la era digital.	$\frac{\text{Tiempo en años estimado en adaptarse}}{\text{Tiempo en años en adaptarse}} \times 100$
Gestionar la trazabilidad multidimensional extremo a extremo.	$\frac{\text{Tiempo estimada de llegada del producto}}{\text{Tiempo real de llegada del producto}} \times 100$

Fuente. El Autor

En ese orden de ideas, las organizaciones del sector manufacturero deben asumir los cambios que trae consigo la industria 4.0 para que evolucionen y conozcan los beneficios que trae para su compañía la mejora continua de sus procesos productivos el aumento de competitividad y mejora en su estructura industrial; cambiando su manera de competir, con nuevos procesos, productos e incluso nuevos modelos de negocio.

Para que la industria manufacturera bogotana continúe siendo competitiva y sea capaz de hacer frente a estas nuevas exigencias de la demanda y a los requerimientos competitivos exigidos, El país y la ciudad tiene que construir su propio modelo y adoptarlo conforme a los cambios que trae la industria 4.0 Dicho modelo deberá priorizar en una primera fase unos sectores, unas áreas de actuación empresarial y unas tecnologías determinadas; permitiendo mostrar un ejemplo de éxito adoptado por el conjunto de los sectores y empresas de manufactura priorizando el desarrollo de las Pymes, buscar la transformación digital

continuamente, potenciar las capacidades del sector de manufactura de la ciudad, fomentar el reconocimiento y valor del sector manufacturero y tener una iniciativa focalizada en la reestructuración y optimización de la cadena de suministro.

5 CONCLUSIONES

- Se lograron identificar diferentes tendencias de adopción de la industria 4.0 en el sector manufacturero de diferentes países por medio de la revisión sistemática de literatura en los cuales se identificó que países desarrollados lograron grandes beneficios con la implementación de las diferentes tecnologías de la industria 4.0 como el crecimiento en rentabilidad, posicionamiento de las organizaciones, fortalecimiento de los procesos industriales y reducción de costos. Por otro lado, países latinoamericanos se encuentran en una fase naciente para el acogimiento de la industria 4.0.
- Se pudo analizar por medio de la encuesta realizada, que las organizaciones del sector manufacturero en Bogotá conocen el término de la industria 4.0 de forma global, pero existe una brecha significativa en la comprensión detallada de las tecnologías lo cual genera un desconocimiento de las ventajas de la implementación de estas tecnologías, por otro lado, las diferentes organizaciones en su mayoría están categorizadas como PYMES y un factor denominador es la falta de recursos financieros y la no capacitación a los colaboradores sobre temas relacionados con las nuevas tecnologías es por ello que las diferentes organizaciones deben mantener una constante actualización acerca de las nuevas tecnologías y así poder crear una ventaja competitiva y crecimiento en las organizaciones.
- A través del Roadmap se genera una propuesta para que diferentes organizaciones del sector manufacturero en Bogotá consideren transformar sus procesos con la implementación de las tecnologías e innovación de la industria 4.0 con el fin de mejorar los procesos creando una cadena de valor diferencial.

RECOMENDACIONES

- Es importante periódicamente hacer revisiones y/o actualizaciones de bases de datos donde se analice como las organizaciones mundiales del sector manufacturero están participando en la transformación de sus procesos productivos adoptando nuevos modelos tecnológicos con base a la industria 4.0 y los beneficios que han obtenido a raíz de su implementación
- Es importante que el gobierno incentive y apoye propuestas de innovación sobre tecnologías de la industria 4.0 debido a que diferentes organizaciones del sector manufacturero en Bogotá se encuentran categorizadas como pequeñas y medias empresas (PYMES), debido a que no cuentan con un músculo financiero fuerte y esto ocasiona una limitación para la implementación de la industria 4.0 en organizaciones del sector manufacturero en Bogotá.
- El cambio de tecnologías implica más que la inversión económica en herramientas de tecnología, un nuevo paradigma sobre la cultura organizacional y las diferentes estrategias en pro de una reinención del modelo de negocio, que ligado a la transición se encuentre el aumento de la eficiencia y productividad del sector manufacturero en Bogotá.

BIBLIOGRAFÍA

ALOK, Raj. et al. Barriers to the Adoption of Industry 4.0 Technologies in the Manufacturing Sector: An Inter-Country Comparative Perspective. *International Journal of Production Economics*. 2020, vol. 224. ISSN 107546

Automatización. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.logicbus.com.mx/automatizacion.php>>

BARROS LOSADA, T. La Industria 4.0: Aplicaciones e Implicaciones. Trabajo de grado. Sevilla: Universidad de Sevilla. Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas II, 2017. 47 p.

BELTRÁN, O. Revisión sistemática de literatura. *Rincón epidemiológico*. 2005
Big data [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: https://www.sas.com/es_co/insights/big-data/what-is-big-data.html>

Big data [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: https://www.sas.com/es_co/insights/big-data/what-is-big-data.html>

BUISÁN, M., VALDÉS, F. La industria conectada 4.0. *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*. 2017, nro. 898. pp. 89-100. ISSN 0019-977

CABUYA PADILLA, Diego. Relación de la industria 4.0 con la competitividad industrial. *Derrotero la Revista de la Ciencia y la Investigación*. 2018, vol. 12. pp.143-174. ISSN 2027-0658.

Cámara de comercio [en línea] [29 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.ccb.org.co/content/ccbsearch?searchtext=empresarios+de+manufatura+y+construcci%c3%93n+recibir%c3%81n+asesor%c3%8da+de+la+c%c3%81mara+de+comercio+de+bogot%c3%81++para+entrar+a+operar&buttonse arch=enviar>>

CAZAU, P. Introducción a la investigación en ciencias sociales. Tercera edición. Editorial Gránica. Buenos Aires, Argentina. 2006

CHUNG-JEN, H. et al. Evaluating the Factors that are Affecting the Implementation of Industry 4.0 Technologies in Manufacturing MSMEs, the Case of Peru. *MDPI*. 2019, Vol. 7, No. 3, pp. 161. ISSN 22279717

Ciberseguridad [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.welivesecurity.com/la-es/2015/06/16/ciberseguridad-seguridad-informacion-diferencia/>>

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Ley 1450, 2011

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 1753. 2015.

COLOMBIA. CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Política nacional de ciencia, tecnología e innovación, 2015-2025. p.15.

COLOMBIA. MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN. Decreto 2226 (5, diciembre, 2019). Por el cual se establece la estructura del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2019. 2. p.

Concepto de revolución [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: URL:<https://www.portaleducativo.net/septimo-basico/394/Concepto-de-revolucion>

Cultura organizacional. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.eoi.es/blogs/lorenaltagraciamarcos/2012/02/27/la-cultura-organizacional/>>

Encuesta de transformación Digital 2017: [en línea] [20 de agosto] Disponible en Internet: URL:<http://www.andi.com.co/Uploads/Encuesta%20Transformaci%C3%B3n%20Digital%20ANDI.pdf>

Encuesta de transformación Digital 2019: [en línea] [20 de agosto] Disponible en Internet: URL:<http://www.andi.com.co/Uploads/ANALISIS%20%20ENCUESTA%20DE%20TRANSFORMACI%C3%93N%20DIGITAL%202019%20%20ANDI.pdf>

Estrategia [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://definicion.de/estrategia/>>

Fombona, J. et al. Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. 2012, nro. 41. pp. 197-210. ISSN 1133-8482.

GARRELL GUIU, A., GUILERA AGÜERA, L. La Industria 4.0 en la sociedad digital. Primera edición. Editorial Marge Books. Barcelona, España. 2019 p. 13.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA, L. Metodología de la investigación. Quinta edición. Editorial Mc Graw Hill. México, D.F. 2013 p. 87.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA, L. Op.Cit., p. 7

HYOUNG SEOK, K., JU YEON, L., SANGSU CHO, et al. Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions. International journal of precision engineering and manufacturing-green technology. 2016, Vol. 3, No. 1, pp. 111-128. ISSN 2288-6206

Ibíd., p. 46.

Implementar [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: <https://www.voigtmann.de/es/desarrollo-de-software/implementacion/>>

INCYTU. Inteligencia artificial. Revista Oficina de Información Científica y Tecnológica. 2018. vol. 12.

Industria manufacturera [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: <https://concepto.de/industria-manufacturera/#ixzz6XycZWZ1>>

Innovación [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/1052/4269_cartilla_conceptos_innovacion.pdf?sequence=1>

Innovación y emprendimiento : [en línea] [20 de agosto] Disponible en Internet: <URL: <http://www.andi.com.co/Home/Pagina/22-innovacion-y-emprendimiento#rankingdeinnovacionempresarial2020>>

Investigación [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://www.significados.com/investigacion/#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20es%20un%20proceso,%2C%20human%C3%ADstico%2C%20social%20o%20tecnol%C3%B3gico.>>

IVA VUKSANOVIĆ H, et al. Challenges and Driving Forces for Industry 4.0 Implementation. MDPI Sustainability. 2020, Vol. 12, nro. 10, pp. 22. ISSN 18684238

MELL, P., GRANCE, T. The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology Gaithersburg. 2011. p. 6.

MORILLO, M. Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. Universidad de los Andes Venezuela. 2001, vol. 4, nro. 4. pp. 35-48. ISSN 1316-8533

NARULA, S, et al. Industry 4.0 adoption key factors: an empirical study on manufacturing industry. Journal of Advances in Management Research. 2020, vol. 17, nro. 5. pp. 697-725. ISSN 09727981.

Optimización de procesos. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: URL:<https://www.heflo.com/es/blog/automatizacion-procesos/que-es-optimizacion-procesos/>

OSPINA VÁSQUEZ. Luis. Industria y protección en Colombia, 1810-1930. Medellín, Editorial Santa Fé, 1955. Pp.340-344

PEDRAJA, J. et al. Papel de 3D impresión para la protección de los profesionales quirúrgicos y de cuidados intensivos en la pandemia COVID-19. Revista Española de Anestesiología y Reanimación. 2020, vol. 67, nro. 8. pp. 417-424. ISSN 00349356.

PIB [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <URL: <https://www.significados.com/pib/>>

PUCHAN, J., ZEIFANG, A y LEU, J.-D. Industry 4.0 in Practice – Identification of Industry 4.0 Success Patterns. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. 2018, Vol. 2019, pp. 1091-1095. ISSN 21573611

Real academia española [en línea] [24 de agosto] Disponible en Internet: <<https://dle.rae.es/tecnolog%C3%ADa>>

REBOLLEDO, J., LÓPEZ, L., DUQUE, C. Y VELASCO, A. Perfil del sector manufacturero colombiano. El sector manufacturero en la economía mundial. Bogotá: Universidad Santiago de Cali, 2013. p. 2

Relaciones laborales y derecho del empleo [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: http://www.cielolaboral.com/wp-content/uploads/2018/03/revista_n1_2018_def.pdf>

Roadmap [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: URL:<https://www.appvizer.es/revista/organizacion-planificacion/gestion-proyectos/roadmap-que-es-como-hacer>

SCHUMACHERA, A., EROLB, E., SIHNA, W. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. CIRP. 2016, Vol. 52, pp. 161-166.

Transformación digital. [en línea] [10 de septiembre] Disponible en Internet: <URL: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Transformacion-digital>>

VAL ROMÁN, José Luis. Industria 4.0: la transformación digital de la industria. Revista Deusto Ingeniería. 2016. P. 3.

WAN, J., TANG, S., SHU, Z. LI, D., WANG, S., IMRAN, M. y VASILAKOS, A. Software-defined industrial internet of things in the context of Industry 4.0. IEEE Sensors Journal. 2016, Vol. 16, pp. 7373-7380. ISSN 1558-1748.

WORKING GROUP RFID OF THE ETP EPOSS. Internet of Things in 2020 Roadmap for the future. 2008. p. 4.

ANEXOS

ANEXO A. Encuesta Implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

Sección 1 de 3

Implementación de la Industria 4.0 en el sector manufacturero en Bogotá.

El propósito de la encuesta es analizar el estado actual del sector manufacturero en Bogotá frente a las tecnologías de la Industria 4.0.

Nombre
Texto de respuesta larga

Correo
Texto de respuesta larga

Tamaño de la organización *

- Micro (menos de 10 colaboradores)
- Pequeña (menos de 50 colaboradores)
- Mediana (menos de 250 colaboradores)
- Grande (más de 250 colaboradores)

¿Sabe usted que es la Industria 4.0 o también llamada cuarta revolución Industrial? *

- Sí
- No

Cuáles de las siguientes tecnologías de la Industria 4.0 conoce: Cloud Computing Big data, Internet de las cosas (IoT), Impresión 3D, Inteligencia artificial, Realidad aumentada y Ciberseguridad. *

- Conoce 1 a 2 tecnologías
- Conoce 3 a 4 tecnologías
- Conoce 5 a 6 tecnologías
- Conoce 6 a 7 tecnologías
- No conoce ninguna

Considera importante promover el uso de las nuevas tecnologías adoptadas por la Industria 4.0. *

- Sí
- No

Realiza capacitación a sus colaboradores en temas de nuevas tecnologías *

- Sí
- No

Considera usted que la implementación de la Industria 4.0 en organizaciones manufactureras generara una *

- Ventaja en el crecimiento de la organización.
- Desventaja en el crecimiento de la organización.

En su organización ha implementado tecnologías de la Industria 4.0. *

- Sí
- No

Sección 2 de 3

Implementación de la Industria 4.0

Descripción (opcional)

Explique qué factores tuvo en cuenta para la implementación de la Industria 4.0 *

- Afinidad con la implementación de nuevas tecnologías
- Expectativa de rentabilidad
- Apoyo del gobierno
- Automatización de la planta
- Otra...

Que inversión hizo para la implementación de estas tecnologías *

- Hasta 50,000 USD.
- De 50,000 USD a 100,000 USD.
- De 100,000 USD a 500,000 USD.
- De 500,000 USD a 1,000,000 USD.

Sección 3 de 3

No implementación de la Industria 4.0

Descripción (opcional)

Explique qué factores hizo que no implementara la Industria 4.0 *

- Falta de recursos financieros
- Desconocimiento de las tecnologías
- Otra...