

**Análisis bibliométrico para herramientas de productividad aplicadas en empresas
manufactureras entre los años 2000 a 2019**

Iván Darío Uribe Botero

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Eduwin Andrés Flórez Orjuela

Magíster en Administración

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Industrial

2022

Dedicatoria

Dedico este trabajo a:

Dios, fuente infinita de bien y sabiduría.

Mis padres, hermanos y familia por su apoyo.

Iván Darío Uribe Botero

Agradecimientos

El autor del proyecto de grado expresa sus más sinceros agradecimientos a:

La Universidad Santo Tomás y el programa de Ingeniería Industrial, por la excelente formación brindada.

Mi director de proyecto de grado, Dr. Eduwin Andrés Flórez por su valiosa orientación.

Todas las personas que de una u otra manera colaboraron para el exitoso desarrollo del proyecto de grado.

Iván Darío Uribe Botero

Contenido

Introducción	10
1. Aspectos generales.....	11
1.1 Tema.....	11
1.2 Planteamiento del problema	11
1.3 Justificación	15
1.4 Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo general.....	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
2. Marco de referencia	19
2.1 Estado del arte (antecedentes investigativos).....	19
2.2 Marco conceptual	23
2.2.1 Análisis bibliométrico.....	23
2.2.2 Industria manufacturera	24
2.2.3 Producción	24
2.2.4 Producción científica	24
2.2.5 Productividad	24
2.2.6 Investigación y desarrollo (I+D).....	25
2.2.7 Innovación	25
2.2.8 Valor agregado.....	26
2.2.9 Herramientas de productividad.....	26
2.3 Marco teórico.....	27
2.3.1 Análisis bibliométrico.....	27

Nota: características comparativas de la era industrial y del conocimiento	31
2.3.2 Herramientas de productividad empresas manufactureras 2000-2019	32
2.3.3 Modelos estáticos y dinámicos de productividad e innovación.....	38
2.3.4 Indicadores de la importancia científica	44
2.4 Marco histórico.....	45
2.5 Marco legal.....	50
3. Metodología	55
3.1 Tipo de estudio	55
3.2 Fuentes de información	55
3.3 Recopilación y manejo de datos	56
4. Resultados de la investigación	57
4.1 Indicadores bibliométricos para el análisis de herramientas de productividad aplicadas en empresas manufactureras en el período, años 2000 a 2019.....	57
4.2 Relación entre las herramientas de productividad y la mejora en la producción en las empresas de manufactura, entre los años 2000 a 2019.....	64
4.3 Interpretación de los resultados e impacto de las herramientas de productividad en empresas manufactureras.....	66
5. Conclusiones.....	74
Referencias.....	76

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Comparación entre la era industrial y era del conocimiento</i>	31
Tabla 2. <i>Paradigma antiguo y nuevo modernas organizaciones manufactureras</i>	38
Tabla 3. <i>Modelos estáticos de productividad e innovación</i>	38
Tabla 4. <i>Modelos dinámicos de productividad e innovación</i>	39
Tabla 5. <i>Clases de innovación en el entorno manufacturero</i>	39
Tabla 6. <i>Protocolo para la definición de la ecuación de búsqueda</i>	58
Tabla 7. <i>Ecuaciones planteadas y resultados</i>	58
Tabla 8. <i>Análisis bibliométrico herramientas de productividad aplicadas al sector manufacturero 2001-2019</i>	60
Tabla 9. <i>Autores líderes en referencias encontradas con relación a esta temática</i>	66
Tabla 10. <i>Clasificación de los documentos según categorías de análisis</i>	67
Tabla 11. <i>Países donde se realizaron las investigaciones</i>	68
Tabla 12. <i>Impacto de las herramientas o practicas usadas</i>	69
Tabla 13. <i>Herramientas o prácticas utilizadas por las empresas</i>	70
Tabla 14. <i>Sector empresarial en donde se utilizan las herramientas de productividad</i>	71
Tabla 15. <i>Industrias vs. herramientas</i>	73

Lista de figuras

Figura 1. <i>Representación de la Ley de Lotka</i>	46
Figura 2. <i>Representación Ley de Distribución de Bradford</i>	47
Figura 3. <i>Artículos originales 2000-2019</i>	61
Figura 4. <i>Artículos de revisión 2000-2019</i>	61
Figura 5. <i>Artículos de opinión 2000-2019</i>	62
Figura 6. <i>Artículos de reflexión 2000-2019</i>	62
Figura 7. <i>Trabajo de grado o tesis 2000-2019</i>	63
Figura 8. <i>Total, publicaciones indexadas en Scopus por descripción 2000-2019</i>	63
Figura 9. <i>Total, publicaciones indexadas en Scopus año 2000-2019</i>	64
Figura 10. <i>Países donde se realizaron las investigaciones</i>	69
Figura 11. <i>Impacto de las herramientas o practicas usadas</i>	70
Figura 12. <i>Herramientas o prácticas utilizadas en las empresas</i>	71
Figura 13. <i>Sector empresarial en donde se utilizan las herramientas de productividad</i>	72

Resumen

Proyecto de grado cuyo objetivo es realizar un análisis bibliométrico sobre la utilización de herramientas de productividad en empresas manufactureras entre los años 2000 a 2019, para lo cual se proponen como actividades parciales para la consecución del objetivo general: establecer indicadores bibliométricos; analizar la relación entre las herramientas y la mejora en la productividad, así como determinar qué impacto tuvo en los procesos de la empresa, a nivel metodológico, consiste en un estudio descriptivo analítico, con enfoque mixto que combina información cuantitativa con el análisis cualitativo; la técnica es la revisión documental de literatura científica en la base de datos Scopus; los resultados reportan que las herramientas más utilizadas son 5's, SMED y Kaizen; la procedencia de los artículos es mayoritariamente de India y el impacto es variable según la empresa y el país.

Palabras clave: empresa manufacturera, herramientas, productividad, bibliometría, indicadores bibliométricos

Abstract

Degree project whose objective is to carry out a bibliometric analysis on the use of productivity tools in manufacturing companies between 2000 and 2019, for which they are proposed as partial activities for the achievement of the general objective: to establish bibliometric indicators; analyze the relationship between the tools and the improvement in productivity, as well as determine what impact it had on the processes of the company, at the methodological level, consists of an analytical descriptive study, with a mixed approach that combines quantitative information with qualitative analysis; the technique is the documentary review of scientific literature in the Scopus database; the results report that the most used tools are 5's, SMED and Kaizen; the origin of the items is mostly from India and the impact varies according to the company and the country.

Keywords: manufacturing company, tools, productivity, bibliometrics, bibliometric indicators

Introducción

Las empresas en general y particularmente las de manufactura basan su competitividad en el uso de métodos y herramientas que les permita ser eficientes, con mejores índices de productividad que permitan construir ventaja competitiva duradera y sostenible.

Desde esta perspectiva, se propone un trabajo de investigación consistente en el análisis bibliométrico sobre herramientas de productividad utilizadas en empresas manufactureras entre los años 2000 a 2019; en este propósito a nivel metodológico se trata de un estudio de tipo descriptivo analítico, que utiliza la revisión documental de literatura científica en la base de datos Scopus; las fases de investigación de acuerdo a los objetivos específicos se definen en las siguientes actividades: Establecer indicadores bibliométricos para el análisis de herramientas de productividad, analizar la relación entre las herramientas de productividad y mejora en la producción; y determinar qué impacto tiene en los procesos de la empresa.

Los resultados reportan que la herramienta más utilizada es la 5's, seguida por SMED y Kaizen; el país que más publica documentación es India y el impacto de esta herramienta depende de cada país; se recomienda realizar estudios más en profundidad relacionado con factores intrínsecos de productividad.

1. Aspectos generales

1.1 Tema

Análisis Bibliométrico para herramientas de productividad aplicadas en Empresas Manufactureras entre los años 2000 a 2019.

1.2 Planteamiento del problema

Desde la década del 2000, Colombia, al igual que otras naciones de América Latina y el Caribe emprendió importantes esfuerzos para estudiar y medir los diversos procesos de innovación y herramientas de productividad aplicadas en las empresas manufactureras, de allí la importancia de la bibliometría como disciplina encargada de la medida de los libros, centrada en el discurso de las múltiples publicaciones de una determinada temática en particular, y concentrar su atención en el estudio del comportamiento de disciplinas y comunidades científicas a través de los resultados de las investigaciones, a través de indicadores que permiten medir la producción y calidad científica, ofreciendo elementos para la evaluación y orientación de la Investigación y Desarrollo (I+D), no obstante, se tiene en cuenta que su uso no se restringe tan solo al campo cuantitativo de referencias publicadas sobre una temática en particular, sino que incluye además las tendencias y frecuencias de las citas bibliográficas que inciden en el impacto y la visibilidad, así como los medios en los cuales circula la información registrada [1].

De allí que la bibliometría sea una subdisciplina de la cienciometría que establece la información relativa a los resultados de publicaciones sobre herramientas productivas en el sector manufacturero durante las dos últimas décadas, con el fin de analizar la literatura científica sobre la temática y el impacto tanto de la investigación mediante indicadores de las diversas fuentes

consultadas, es necesario señalar que en la actualidad existen tres bases de datos sólidas y confiables con relación a la fuente de citación, por medio de las cuales es factible realizar análisis de producción Científica, tales son Scopus, Web of Science (WoS) y Google Scholar.

No obstante, sólo Scopus y WoS contienen producción científica entendida como aquellas publicaciones indexadas, que han aprobado procesos de evaluación por pares, en medios de difusión internacional, por lo que para este análisis se utilizaron datos provenientes tan solo de Scopus por dos razones primordiales, en primer lugar, toda vez que esta base de datos, con aproximadamente más de 25.000 revistas, incluye prácticamente la totalidad de las revistas evaluadas por pares existentes, y entre ellas más del 93% de las revistas indexadas en WoS; en segundo lugar, en el caso específico de las revistas colombianas, mientras en WoS hay un total de 18 revistas nacionales indexadas en la Core Collection a 2019, en Scopus esta cifra asciende a 98, por tanto, son razones de cobertura las que han llevado a considerar esta fuente como la más idónea para la realización del trabajo.

Teniendo en cuenta que el crecimiento de la actividad investigadora y la limitada disponibilidad de recursos crea la necesidad de evaluar los resultados de las investigaciones, desde esta perspectiva los indicadores bibliométricos son una herramienta y medio idóneo que permite evaluar el desempeño de investigadores, grupos de investigación, unidades académicas, sectores económicos o regiones y naciones, contribuyendo con esto en los procesos de toma de decisiones de política pública en ciencia, tecnología, desarrollo e innovación a nivel regional, nacional e internacional y de políticas de investigación en el contexto institucional, es necesario anotar que en Colombia el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) se ha desarrollado recientemente, por cuanto solo a partir de 1999 se empieza a discutir en la comunidad científica nacional la vital importancia de publicar los resultados investigativos en revistas o textos con

visibilidad internacional, a partir del 2000 se pusieron en marcha diversas políticas e instrumentos con relación a esta materia, con el interés de generar y fomentar capacidades para desarrollar investigación de calidad, con resultados que pudiesen ser publicados en revistas científicas nacionales e internacionales, en este contexto se analiza la producción colombiana con visibilidad internacional en el periodo 2000-2019, a partir de indicadores de productividad, impacto, visibilidad, excelencia, colaboración, liderazgo e innovación [2].

El mercado mundial, así como las transformaciones económicas, políticas, sociales y ambientales demandan modificaciones en las políticas de las organizaciones manufactureras en el presente, con el fin de adaptarse a la nueva realidad, que permitan enfrentar con éxito los nuevos retos y desafíos que impone la actualidad y mantener una posición competitiva en una economía globalizada, toda vez que el sector manufacturero, a pesar de su importancia en términos de unidades económicas, empleo y valor agregado bruto, es una de las actividades donde más ha impactado la apertura comercial, generando un estancamiento en su desarrollo y una reducción de su participación en el comercio internacional [3].

Es necesario implementar políticas estratégicas que permitan innovar en el sector manufacturero atendiendo al conocimiento del entorno y a la estrategia de la organización, es una posibilidad y a la vez un instrumento necesario para competir en la sociedad del conocimiento, de la información y de las comunidades de aprendizaje, también es preciso que las organizaciones se concienticen de la necesidad de impulsar una cultura de innovación, pero no sólo en los procesos, sino también en los productos y en la organización del trabajo, toda vez que las nuevas necesidades, demandan rotundos cambios en la industria manufacturero, debido a diversos factores como tendencias de consumo, tecnologías aplicadas al diseño, la automatización, especialización de mano de obra, tecnología para el desarrollo de bases textiles e insumos, tecnologías de la

información a la administración de los procesos productivos, unido a la digitalización que permita dar soporte a la gestión del sector manufacturero, lo cual involucra el uso de equipos, maquinaria y computadoras cada vez más potentes y con un bajo costo; capaces de analizar la información de los procesos, bajo la consigna de mejora continua entre la interacción hombre-máquina, según alameda [4], este concepto por sí solo no proporciona el desarrollo de instrumentos y herramientas específicas necesarios para el levantamiento de la productividad requerida, porque las organizaciones demandan procesos productivos de manufactura cada vez más dinámicas y complejas, donde requieren la comprensión metódica de todos y cada uno de sus elementos, y mantener o mejorar su eficiencia y eficacia.

Según la CEPAL [5] la globalización ha generado grandes transformaciones y cambios; principalmente en el campo tecnológico; las personas deben mejorar las capacidades, habilidades, competencias profesionales y características para solucionar problemas complejos, desde un pensamiento crítico, creativo, coordinado con el trabajo en equipo con inteligencia emocional, que permita la toma de decisiones, orientada al servicio, ya que actualmente las operaciones manufactureras involucra la recolección y análisis de la información, atinente con indicadores de utilización de recursos (costos industriales) y requisitos de calidad de la materia prima e insumos utilizados, regulación, uso, calibración, mantenimiento de maquinaria y de las condiciones de trabajo.

Para lo cual se han desarrollado métodos que permiten a las organizaciones manufactureras orientarse hacia la mejora continua de sus operaciones, entre ellos: “Manual del Ingeniero Industrial”, propuesto por Hodson [6] “El método sistemático para aplicar los nueve análisis de operaciones por medio de una lista de verificación”, publicado por Niebel; Freivalds, [7], otras aportaciones han sido propuestas como opciones para este fin, relacionadas con la simplificación

del trabajo, secuencialización de operaciones, automatización, determinación del volumen teórico justo de producción, mejora de las condiciones de trabajo frente a las operaciones realizadas, etc.

Dada la situación descrita se propone una investigación orientada a dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué reporta el análisis bibliométrico sobre la aplicación de herramientas de productividad en las empresas manufactureras entre los años 2000 a 2019?

1.3 Justificación

El desarrollo del presente trabajo servirá para profundizar en el conocimiento en la literatura existente sobre la relación de la productividad del trabajo con factores innovadores y tecnológicos, y que las organizaciones manufactureras del país propendan por el mejoramiento de la inversión, en factores y herramientas innovadoras en el uso eficiente de recursos tecnológicos, debido a que en actualidad el sector manufacturero nacional tiene la necesidad de adoptar modernas estrategias de innovación tecnológica con el fin de responder acertadamente a los vertiginosos cambios que demanda el mercado, dado según Larsson; Listerri; Pietrobelli [8] que los procesos productivos se han de organizar articuladamente bajo actividades de trabajo denominados operaciones, enfocadas en el menor costo de producción, excelente calidad de sus productos y la eficiente utilización de los recursos, la moderna gestión demanda la digitalización y personal con nuevas y acertadas competencias [6].

Ahora si bien es cierto que en la actualidad, se conocen herramientas y métodos para el análisis y mejoramiento continuo de las operaciones de manufacturas, sin embargo se ha evidenciado que este sector en el país carece de instrumentos especializados para este fin, razón por la cual, este trabajo propone un instrumento de diagnóstico para el análisis y mejora de las operaciones manufactureras, para proveer información relevante con el propósito de visualizar las

necesidades de mejora en las operaciones manufactureras que al conocerlas, permitirán proponer estrategias de mejora de la competitividad al sector, de igual forma contribuirá en el alcance de los estudios bibliométrico y sus indicadores en el contexto documental vinculado al entorno del sector manufacturero, de acuerdo con Maldonado; Sánchez [9], el conocimiento de la caracterización de la productividad se concreta en una propuesta teórica en la que podrán encontrar una guía para el desarrollo de otros estudios bibliométricos en esta temática.

Máxime teniendo en cuenta que el análisis bibliométrico permite evidenciar el desarrollo de la actividad científica acerca de un tema específico, además describe características como su relevancia en la comunidad científica, volumen y evolución, su finalidad es evaluar esta actividad y su impacto en la actualidad, permitiendo identificar tendencias en el conocimiento al hacer uso de diversas técnicas cuantitativas.

Al tratarse de un estudio bibliométrico, las limitaciones propias de este tipo de trabajo se encuentran presentes en este análisis, más aun teniendo en cuenta que en la actualidad las publicaciones científicas en revistas son reconocidas como el principal medio para la correcta difusión de resultados investigativos, fundamentalmente de los trabajos publicados, por tal razón la evaluación por medio de indicadores bibliométricos se encuentra relacionada con ello, por lo que se han convertido en instrumentos de medición reconocidos y aceptados por la comunidad científica nacional e internacional, a partir de una base de datos se clasifica uno o más áreas o categorías de acuerdo con criterios como título, contenido, política editorial, patrones de citación y juicios de expertos y cada documento publicado hereda la clasificación establecida para la publicación, según Drellona [10] esto tiene gran importancia teniendo en cuenta que la ciencia es algo cambiante, en renovación y a la vez con obsolescencia del conocimiento, de allí la importancia del uso de la bibliometría a fin de analizar e identificar los cambios en las categorías

establecidas a lo largo del tiempo con relación a cierto tema.

Además, la historia económica de las últimas décadas ha estado inscrita dentro de la innovación tecnológica de la cual depende en gran parte el crecimiento económico, al respecto Ramos; Moreno; polo y Almanza [11], señalan que la producción de bienes y servicios parte de la óptima combinación de factores productivos tales como mano de obra, capital físico y humano, organización social y empresarial, entre otras, en este sentido, el crecimiento económico de una nación y el aumento de la producción vendrá supeditado por la cantidad y la calidad de los factores productivos utilizados, y por la incidencia del cambio tecnológico, que lleva a un innegable ascenso en su conjunto de todos los factores, lo cual se conoce como “productividad total de los factores” (PTF), que permitiría aumentar la productividad laboral y desde un enfoque a largo plazo elevar indudablemente los ingresos reales y mejorar los niveles de vida de los trabajadores de cada una de las organizaciones y de los ciudadanos de un país.

De allí que la necesidad del análisis bibliométrico en el sector manufacturero constituya un tema pertinente en el proceso de investigación una herramienta que permite calificar la calidad del conocimiento y el impacto de este proceso en el entorno, por tal razón es necesario que todas y cada una de las diversas organizaciones del sector manufacturero del país adopten las nuevas y modernas herramientas productivas a fin de poder ser altamente competitivas y sostenibles, toda vez que como resultado de la globalización y la sociedad del conocimiento, las posibilidades de desarrollo social y crecimiento económico de todas y cada una de las actuales organizaciones se encuentran cada día más ligada a su capacidad de inserción en los mercados de índole mundial, por esta razón Robledo; Gómez y Restrepo [12] dicen que las empresas, independiente de su tamaño, deben adoptar estrategias que les permitan optimizar el eficiente uso de los recursos, bajo una coordinada acción, con miras a obtener una alta productividad, rentabilidad permanente y

competitividad, condiciones para avanzar en el desarrollo en medio de una economía de competencia y responder de manera rápida y eficiente a las cambiantes condiciones del entorno.

Razón por la cual desde la Ingeniería Industrial es importante acceder al conocimiento sobre las actuales técnicas de mejoramiento continuo y optimización de la productividad, a fin de contar con los instrumentos y mecanismos necesarios para incentivar el crecimiento en las organizaciones empresariales, de allí la importancia del presente trabajo sobre la revisión de literatura para que las empresas del sector manufacturero apliquen ese conocimiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Realizar un análisis bibliométrico de herramientas de productividad aplicadas en empresas de manufactura en el período comprendido entre los años 2000 al 2019.

1.4.2 Objetivos específicos

Establecer indicadores bibliométricos para el análisis de herramientas de productividad aplicada en empresas manufactureras en el período 2000 a 2019.

Analizar la relación entre las herramientas de productividad y la mejora en la producción en las empresas de manufactura en el período 2000 a 2019.

Interpretar los resultados y determinación del impacto de las herramientas de productividad de las empresas en el período 2000 al 2019.

2. Marco de referencia

2.1 Estado del arte (antecedentes investigativos)

Son pocos los estudios que han profundizado en caracterizar y medir los determinantes del desarrollo, investigación e innovación y su impacto sobre la productividad de las organizaciones. Trabajos como los de González [37], se han aproximado a plantear y evaluar la relación entre desarrollo, tecnología, innovación y productividad para la industria manufacturera colombiana, a través de los cuales se evidencia que el tamaño de las empresas es una variable explicativa más importante del comportamiento de la productividad en la industria de este sector, desde una perspectiva conceptual la literatura viene estableciendo los efectos del conocimiento, investigación y desarrollo -I+D-, como un insumo adicional en la función de producción de las empresas, capaz de incentivar el comportamiento de las empresas que afectan la relación entre innovación y productividad.

De igual forma el estudio realizado por Lorduy; Rangel [38], con relación al impacto de la industria manufacturera en Montería, por medio del cual se reporta cómo se hace énfasis en la importancia de los indicadores de productividad e innovación en una muestra de empresas manufactureras y el aporte que este sector le ha proporcionado al departamento, todo esto gracias a que la producción manufacturera vienen creciendo a gran escala con altos estándares de innovación y calidad, por cuanto son dos presupuestos que constituyen en la actualidad el factor principal para entender el funcionamiento de los mercados modernos y sus múltiples interacciones en un marco de continua transformación, para enfrentar adecuadamente los constantes retos de supervivencia en un mundo cada día más globalizado.

Así mismo el estudio realizado por López [39], sobre la importancia de la innovación del

sector manufacturero en el departamento bajo una aproximación desde la cooperación internacional, tiene relevancia por cuanto aporta la importancia que cobra la implementación de nuevos y modernos recursos en torno a la productividad del sector manufacturero a fin de eliminar las barreras que limitan la construcción de nuevas competencias tecnológicas en la industria manufacturera, que junto con la falta de acceso al conocimiento de estas organizaciones, demuestran la necesidad de implementar nuevos modelos de productividad en este sector a fin de lograr fortalecer su sostenibilidad dentro del complejo entorno de competitividad, bajo el paradigma de la cooperación científica, la transformación e innovación productiva, el necesario nivel de especialización tecnológica del sector y las acciones dinámicas tendientes a lograr un posicionamiento de la industria manufacturera a nivel local, departamental, nacional e internacional.

De conformidad con estos autores la rapidez con la que avanzan los entornos y la innovación tecnológica se ha de adecuar perfectamente al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC en el proceso productivo, indispensables en el quehacer manufacturero, por los grandes beneficios que representan, de igual forma proyectan una serie de retos que se deben asumir de la mejor manera posible, con el fin de implementar adecuadamente a dicho entorno no solo las nuevas y modernas tecnologías, sino el conocimiento, desarrollo e innovación.

Pero para ello es necesario tener en cuenta que esta noción ha venido evolucionando y es ahí cuando surge por primera vez el concepto de sociedad del conocimiento, descrito por Drucker, quien pronosticó la necesidad y el surgimiento de un nuevo modelo social de trabajadores del conocimiento, donde la educación, innovación, creatividad, conocimiento, ciencia, cultura y comunicación convergerían al unísono en el surgimiento de un nuevo enfoque, que llevaría implícito un profundo cambio de mentalidad, centrado en el aprendizaje y la educación.

Toda vez que su concepción, va mucho más allá, de la noción atribuible someramente a progresos tecnológicos, este concepto comprende dimensiones sociales, políticas y éticas mucho más extensas, que propenden por el nacimiento de una sociedad creadora de conceptos y capacidad de análisis y pensamiento crítico, parte por considerar que tanto educación como tecnología son los elementos clave para lograr el desarrollo económico y social de las diversas comunidades. Centrando su actual éxito sobre la I+D -Investigación y Desarrollo-.

No obstante, se puede visualizar como para algunas naciones dicho acceso no es del todo igualitario, existen grandes limitaciones y barreras que han impedido lograr una verdadera inclusión, por cuanto ha tenido que afrontar por décadas una situación social, política, cultural y económica realmente adversa, como consecuencia de la violencia y el conflicto armado que por medio siglo ha sumido a la nación en una terrible esfera de sinsabores, incertidumbre y perplejidad, es necesario encaminar esfuerzos hacia una política educativa transformadora, creadora e innovadora, que propenda por un nuevo modelo de desarrollo que beneficie a toda la población en general y especialmente a aquellas comunidades que por siglos se han visto marginadas.

Según Sánchez; Sánchez [40], se puede observar que se han venido realizando algunos esfuerzos, con el fin de incorporar en el país programas que incentiven las herramientas de productividad en el sector manufacturero, estas no han tenido un verdadero despliegue, toda vez que para que surja una sociedad del conocimiento en Colombia, esta se debe edificar bajo contenidos reales, no solamente plasmados en un documento, con recursos y financiación adecuada, integrando asociaciones y sinergias apropiadas, entre las políticas públicas, comunidad científica y empresarios, desde una agenda gubernativa que priorice indiscutiblemente la educación e incentive la ciencia, cultura, tecnología y el conocimiento, por encima de cualquier otro interés.

Para lo cual se requiere articular una verdadera política estatal, que se inicia con diagnosticar la situación y contexto actual del país, con el fin de comprender y proponer las posibles limitaciones que se pueden presentar, para luego entrar a articular un sin número de estrategias reales que permitan suministrar los recursos necesarios a las organizaciones para que cada día sean más competitivas y puedan ingresar al entorno internacional, promoviendo nuevos procesos solidarios de colaboración.

Conforme lo anterior indudablemente se debe reconocer que el modelo o paradigma reinante en la mayoría de las organizaciones en la actualidad, es aquel propuesto bajo los estudios de Scharmer, frente al cual se ha heredado o aprendido del pasado, sustentado bajo una cosmovisión tradicional, basada fundamentalmente en una reflexión sobre experiencias anteriores, desde allí parten por lo general las organizaciones para reinventarse teniendo en cuenta lo que les aconteció en el pasado, pero a partir de la teoría o proceso se da un giro total a este pensamiento, por medio del cual propone un nuevo modo de aprender complementario al anterior, sustentado sobre la presencia de futuros emergentes, es decir, considera que existen dos fuentes primordiales de aprendizaje, una basada en las experiencias pasadas en donde se encuentran todas las metodologías aprendidas bajo experiencias que ya sucedieron y de las que se desea aprender.

La primera Percibir, esta invita a superar los tradicionales modelos mentales, con una visión totalitaria de la realidad de la cual se hace parte, superando la visión fragmentada del mundo en que vivimos, es necesario para ello suspender el juicio y desarrollar la habilidad de redireccionar el pensamiento, la segunda fase hace alusión a Presenciar, por medio de la cual trata de descifrar a través de un profundo conocimiento lo que está ocurriendo en la organización y en su entorno, para analizar lo que individual y colectivamente se puede hacer al respecto. Conectando mente, corazón y voluntad, para ello se debe dejar ir todo aquello pensamiento tradicional, cotidiano y

obsoleto, para dejar venir lo nuevo, abriéndose continuamente al cambio, por lo que se debe construir la solución, proponiendo ideas, diseñando prototipos y materializando lo que se desea hacer.

Estudios que ha tenido gran acogida en la actualidad, por cuanto se torna necesaria para enfrentar los retos y desafíos que se habitualmente se presentan a los líderes en las presentes organizaciones, sobre todo en el sector manufacturero, el cual es un sector que se encuentra en continua transformación, esto obliga a ir más allá de lo que se tiene en el presente, con el objetivo de cambiar la forma de ver y pensar, para alcanzar los estándares necesarios que permitirán enfrentar acertadamente los problemas en momentos de zozobra, perplejidad e incertidumbre, según Calvo [45], se propone un modelo organizacional innovador y novedoso, abierto al aprendizaje continuo que permite al individuo y a las organizaciones reinventarse desde la criticidad del pasado y la conexión con el presente y futuro.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Análisis bibliométrico

De acuerdo con Santos [13], la bibliometría es la ciencia que permite realizar un análisis cuantitativo de la producción científica a través de la literatura, con el fin de ahondar en el estudio de la naturaleza y el curso de determinada una disciplina científica, razón por la cual el análisis bibliométrico es un método documental que ha alcanzado un importante despliegue y desarrollo durante los últimos años, uno de sus objetivos se centra en el estudio del tamaño, distribución e inusitado crecimiento de los documentos científicos que se encuentran sobre una determinada temática en particular.

2.2.2 Industria manufacturera

Se define como el proceso de producción que transforma la materia prima en un producto totalmente terminado, en condiciones de ser destinado a la venta, y corresponde al sector secundario de la economía, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), [14] siguiendo las recomendaciones de la Comisión Estadística de las Naciones Unidas clasifica las actividades económicas por sectores para que puedan compararse nacional e internacionalmente, siguiendo los lineamientos de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU).

2.2.3 Producción

Conjunto de actividades orientadas a la transformación de materias naturales y materias primas, en bienes que satisfagan necesidades finales.

2.2.4 Producción científica

Producción que se encuentra medida por el número de publicaciones individuales o de un grupo de investigadores.

2.2.5 Productividad

Es el factor clave del crecimiento económico de una organización o nación. Para el caso de los sectores industriales que generan bienes, la productividad laboral se utiliza para referirse a aquella capacidad del trabajador promedio para la producción de un bien o servicio en un periodo de tiempo determinado, existen dos formas de aumentar la productividad y entrar a generar crecimiento económico y las dos proyectan consecuencias muy diferentes para el bienestar económico, a corto plazo, se debe a la eficiencia en la utilización de tecnología o recursos

adecuados, mientras que a largo plazo, se ha de implementar la capacidad productiva al máximo, toda vez que tan solo es factible aumentar más la producción, extendiendo la capacidad productiva más allá de nuestra posibilidad de producción.

Según Feixa; Tañá [15], para generar un aumento en la productividad la misma debe estar soportada o sustentada bajo cuatro pilares fundamentales, que son mejoras cualificadas (es decir el debido aumento de las cualificaciones de trabajo), aumento de trabajo y capital (maquinaria, propiedad intelectual, etc.), mejora de gestión (mejoras en la utilización de todos y cada uno de los recursos existentes en el proceso productivo), avances tecnológicos e innovación (es decir, el desarrollo y la utilización de ciencia, administración, ingeniería, talento empresarial), por cuanto tras el fenómeno de la globalización, las economías cada vez le prestan mayor atención a esta temática, a fin de ser más competitivos.

2.2.6 Investigación y desarrollo (I+D)

Concepto que comprende la investigación científica, la innovación de las técnicas productivas, el desarrollo de productos, y las mejoras de la gestión.

2.2.7 Innovación

Proceso a través del cual se lleva a cabo una invención, creación, idea o invento, tiene como resultado no solo reducir costos u ofrecer un novedoso producto o servicio en el mercado, sino generar valor agregado.

2.2.8 Valor agregado

Hace referencia a aquel valor adicional, original y único creado en el proceso de producción, marca la pauta de diferenciación entre los productos generados por dicha organización y el de las demás empresas dedicadas al mismo sector industrial. Permitiéndole ser un generador de ventaja y competitividad.

2.2.9 Herramientas de productividad

La puesta en marcha de diversos instrumentos o mecanismos que permitan a las empresas manufactureras alcanzar los niveles de competitividad esperados en el entorno globalizado, evidencia el correcto uso de herramientas de trabajo que despliegan articuladamente junto con la incidencia del cambio tecnológico en la productividad y competitividad del entorno empresarial, el uso de las nuevas y modernas herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación también son de gran ayuda para incentivar la productividad en todas y cada una de las diversas organizaciones empresariales y sobre todo aquellas dedicadas al sector manufacturero, además, la historia económica de las últimas dos décadas ha estado enmarcada dentro de muchos fenómenos de innovación tecnológica, en las cuales el desarrollo de las TIC ha venido cobrando mucha importancia, y evolucionando de tal manera que no solo hace referencia a máquinas y equipos, sino que va mucho más allá, y llega a lo que hoy se conoce como el Know-how, información y conocimientos.

Según el observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología [16], el actual entorno económico demanda organizaciones altamente competitivas y modernas, fácilmente adaptables a la nueva era del cambio, la transformación y la revolución tecnológica, que de forma articulada incentivan el crecimiento económico, por medio de la óptima combinación de recursos y factores

productivos como mano de obra calificada, capital físico, infraestructura idónea, capital humano idóneo, adecuada estructura organizacional, aunados a la actualidad tecnológica, que lleva a un ascenso en su conjunto de todos los factores, conociéndose como PTF o productividad total de los factores, que incentiva la productividad desde las diversas perspectivas y enfoques a través del uso eficiente de diversas herramientas y recursos tecnológicos, fomentando la rentabilidad, productividad, mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y un óptimo clima organizacional.

2.3 Marco teórico

2.3.1 Análisis bibliométrico

De acuerdo con Anllo; Suarez [17], los primeros análisis bibliométricos surgieron como resultado de una curiosidad por entender el despliegue y desarrollo científico, pero fue hasta la década de los sesenta en que Price edificó el concepto de “Ciencia de la Ciencia”, desde allí se empezó a aplicar los diversos recursos y métodos científicos al análisis de la ciencia misma, se inició así el auge de los estudios bibliométricos, en las bases de datos se empezó a conocer los principales trabajos a partir de las investigaciones de Lotka, Zipf, Bradford, Kendall, Brookes, Bookstein y Simón entre otros, se hizo evidente que la literatura científica tiene la propiedad de mostrar un comportamiento estadístico regular, de allí la importancia de la fundación de la revista *Scientometrics* en 1978, que marco un paso importante hacia la institucionalización de la *cienciometría*.

La *bibliometría* empieza a ser vista como la ciencia que estudia la naturaleza y curso de determinada disciplina en particular, cobrando valor por medio del cómputo, cálculo y análisis de

las variadas y diversos indicadores hacia las cuales se encuentran centrados y dirigidos la investigación que se está realizando, toda vez que a partir de ellos se podrán determinar, entre otros, los siguientes aspectos:

- La evolución, auge y crecimiento de cualquier campo de la ciencia.
- El envejecimiento y decadencia de los diversos campos científicos, atendiendo a las pocas publicaciones realizadas con el paso de los años.
- La evolución cronológica y ordenada de la producción científica, según el año de publicación de los documentos.
- La productividad de las diversas instituciones y autores medida por el número de sus trabajos.
- La visibilidad e impacto de las publicaciones dentro de la comunidad científica internacional. Toda vez que los resultados científicos utilizan canales de comunicación por medio de los cuales son publicados. Siendo el más común e importante las revistas, pero también los congresos científicos, patentes, etc.
- De acuerdo con Bitran; Benovente; Maggi [18], la evolución y análisis de las fuentes difusoras de los trabajos realizados, así como la dispersión de las mismas entre las diversas fuentes, teniendo en cuenta que los resultados de la gran mayoría, por no decir que de todas las investigaciones llevadas a cabo por los científicos se transmiten a través de un proceso de comunicación escrita, que en forma de publicaciones representan un indicador del volumen de investigación producido.

Por lo que han sido diversos tratadistas los que han modelado diversos escenarios que plasman y dejan entrever las diversas herramientas utilizadas en el campo productivo, Harrod quien por primera vez estudio en 1939 la productividad asociada a la incentivación del progreso

tecnológico, partiendo de su gran efecto sobre el crecimiento, mediante la introducción de una función de capital constante, lo que condujo a que años subsiguientes surgieron para 1956 otros enfoques que partieron de la discusión teórica del crecimiento productivo y económico desde el punto de vista neoclásico del modelo de crecimiento de Solow, que soporta su teoría sobre el libre funcionamiento del mercado aunado a la productividad que genera un idóneo proceso de convergencia que conllevan al crecimiento económico de las organizaciones determinado por la fuerza de trabajo, más la productividad a la cual se le ha de aplicar el progreso tecnológico.

Posteriormente a través de la teoría del desarrollo económico de Schumpeter se introduce el término innovación y desarrollo tecnológico orientados a incentivar la productividad, como eje del desarrollo, de fuerzas materiales unidas a las fuerzas productivas, la función de producción se expresa de la siguiente manera:

$$\text{PIB} = F(\text{K}, \text{RN}, \text{W}, \text{T}, \text{ASC})$$

Donde PIB denota el volumen de producción de una nación determinada. . K factor denominado por Schumpeter “medios de producción” tales como equipo, maquinaria, materias primas, insumos, infraestructura física, de transporte, y logística de comunicaciones. RN: Recursos naturales, como la tierra, su fertilidad, así como los recursos naturales vírgenes. W: Trabajo, compuesto por la fuerza física y los rutinarios conocimientos. T: Tecnología e innovación. Y ASC, Aspectos Socio- culturales imperantes en cada región o nación.

Donde suele denominarse factores productivos (FP) a K, RN, W. con poca variabilidad en el tiempo:

$$\text{PIB} = F(\text{FP}, \text{T}, \text{ASC})$$

Mientras que los factores o componente restante, T y ASC, se denominan fuerzas inmateriales del proceso de producción, se considera que el aumento de la producción depende de

la tasa de cambio de los factores productivos, el factor cambio de la tecnología y la tasa de cambio del entorno sociocultural, para Schumpeter no todos los factores o elementos poseen la misma relevancia o importancia para contribuir a la tasa de crecimiento de la producción, ya que considera que los efectos de los cambios tecnológicos y sociales fundamentales son: tecnología, innovación y medio socio cultural, los cuales ejercen un impacto mayor, más decisivo y dinámico, por lo que entra a denominarlos “fuerzas o factores del desenvolvimiento económico o evolución económica”, de acuerdo con Cassini [19] todas estas fuerzas son las causantes de la mutación, transformación y evolución de la productividad industrial, dejando relegado lo antiguo, bajo la construcción de novedosos elementos, bajo un proceso de destrucción creadora.

Posteriormente en 1996, Kaplan y Norton, plantean un sistema a través del cual se permite diseñar la estrategia dependiendo de cada acción empresarial, sobre la innovación tecnológica. Útil para el direccionamiento de las organizaciones a corto y largo plazo denominado Cuadro de Mando Integral (CMI), el cual combina indicadores de diversa índole que permiten instituir tendencias y realizar una política estratégica proactiva, a partir de allí las organizaciones empiezan a analizar tanto los factores motivadores, como los obstáculos para lograr incentivar al interior la tecnología y la innovación, desde el estudio de las Debilidades, Problemas y Fortalezas que se puedan presentar especificadas así:

Debilidades: débil maquinaria, infraestructura y logística, débil desarrollo e investigación; poco poder de mercado, frágiles canales de distribución, falta de recursos financieros para emprender verdaderas actividades de investigación y desarrollo en el ámbito de mercados y tecnologías; poca capacidad para el diseño y fabricación, ausencia de capacidad para la organización de la producción y falta de programas de entrenamiento continuo.

Fortalezas: flexibilidad al cambio e innovación, eficiente velocidad de respuesta ante

cambios externos, comunicación interna asertiva y ante todo motivadores factores tecnológicos e innovadores.

Problemas: obstáculos para fomentar actividades de cambio, carencias financieras, problemas con materias primas e insumos, deficiencias de calidad, dificultades con la maquinaria y equipos, fallas de equipos o de seguridad, ausencia de personal capacitado ausencia de información técnica, restricción para la asistencia técnica y problemas de contaminación entre otros.

Los factores mencionados y la realización exitosa de las actividades productivas están articuladas con la capacidad de cambio, asociada con la capacidad tecnológica y el recurso humano altamente capacitado.

Tabla 1. *Comparación entre la era industrial y era del conocimiento*

Comparación era industrial y era del conocimiento	
Estabilidad y orden	Caos, Cambio continuo, Transformación
Jerarquía/Burocracia	Niveles flexibles, redes y comunidades de conocimiento
Límites organizacionales	Ampliación e interconexión interna y externa
Procesos homogenizados y rutinarios	Procesos altamente complejos e interactivos
Actividad y productividad secuencial	Actividades simultaneas o paralelas bajo ingeniería recurrente
Mando, niveles y control	Enfoque grupal y coordinado, bajo una actitud de empoderamiento general
Comunicación eminentemente vertical	Comunicación multidireccional
Adición de valor	Creación de valor agregado
Trascienden en la esfera conocida	Sucumbe en la incertidumbre constante

Nota: características comparativas de la era industrial y del conocimiento

Por lo anterior, se debe tener en cuenta que la velocidad del cambio, demanda organizaciones fácilmente adaptables a su entorno, capaces de producir los resultados esperados, más aún cuando se hace referencia al sector manufacturero, por lo que los conceptos básicos de la teoría administrativa se están rediseñando y redefiniendo sobre la base de la nueva realidad, de modo que la administración se convierta en una herramienta idónea al servicio de organizaciones

altamente competitivas y sostenibles, más aún en el campo de la ingeniería industrial encargada del análisis, diseño, comprensión, interpretación, programación y control de sistemas productivos, con miras a gestionar, establecer, e implementar estrategias productivas, de mejoramiento y optimización, cuyo objetivo se centre en lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y servicios para este caso en la esfera manufacturera.

2.3.2 Herramientas de productividad empresas manufactureras 2000-2019

Cadena productiva: la elaboración de un producto o generación de un servicio indiscutiblemente comportan la cadena productiva, que incluye desde los productores, materia prima, insumos, hasta llegar al consumidor final, permitiendo la satisfacción de las necesidades específicas de un cliente.

Mejora continua: herramienta de incremento de la productividad que favorece el crecimiento consistente y estable en todos los procesos organizacionales, sobre todo en el área productiva.

Teoría de restricciones (TOC): permite maximizar la explotación de las restricciones en la medida en que las organizaciones manufactureras desarrollen políticas que permitan incrementar la utilidad, atacando restricciones de diversa índole tanto administrativas, como operativas, de inventario de costos, etc., y hacer más efectivo el flujo de ingreso de las empresas.

Supply Chain Management: surge como un conjunto de labores que, de manera armonizada, desembocan en la generación de valor al cliente final.

Tiempos y movimientos: el objetivo primordial es reducir y mejorar los costos de producción, las condiciones de trabajo y el medio laboral.

Método simplex: es un algoritmo iterativo que permite resolver eficientemente problemas

de programación lineal, en busca de optimizar el valor de la función objetivo, se tienen en cuenta ciertas restricciones, con el fin de obtener el valor óptimo mayor o el valor óptimo menor.

Herramientas seis sigma (6s): este método permite monitorear defectos e incentivar la mejora continua al ayudar a reducir el nivel de defectos o desviaciones, de acuerdo a procesos de clase mundial, altamente confiables y con valor para el cliente final, el primer paso es clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar, sostenimiento y seguridad.

Value stream mapping: herramienta que centra su atención en el flujo de los procesos de producción, en identificar los despilfarros para corregirlos de manera oportuna con ayuda de los trabajadores, para mejorar el desempeño general de la organización.

TQM: esta filosofía combina tanto la planificación estratégica de calidad, como la planificación de sistemas de calidad y el control estadístico de calidad, por medio de un sistema de gestión que incluye la participación de todos los miembros de la organización, en busca de alcanzar la productividad esperada y la satisfacción del cliente.

TPM: mantenimiento productivo total, la cual opera bajo la implementación de diversas acciones que permiten eliminar las pérdidas de tiempo de paradas no programadas en la maquinaria, bajo un mantenimiento autónomo, planificado e ininterrumpido.

Técnica gráficos de control: esta herramienta se limita a un equipo, obligando a la simplicidad y la comunicación fluctuante y rápida, asegurando que el trabajo pueda ser realista y actual.

SMED: single Minute Exchange of Die, alistamientos rápidos): herramienta que permite tener un control sobre la disminución en el tiempo de alistamiento en la preparación de máquinas, para no desperdiciar el tiempo productivo en las operaciones que se pueden realizar con anticipación.

JIDOKA: método que permite con el apoyo de los trabajadores solucionar problemas, detectando deficiencias o mal funcionamiento de las maquinarias, contribuye a una efectiva mejora en la calidad y disminuye errores en las máquinas, con la detección a tiempo de las fallas.

HEIJUNKA: palabra japonesa, enfocada a los procesos productivos, sistemas de producción y alistamiento, el objetivo se centra en la producción de pequeños lotes de diversas referencias en periodos cortos de tiempo.

KANBAN: mejoramiento de la calidad, bajo avance del trabajo en la producción, es útil llevar el control del inventario por medio de un articulado conjunto de actividades que previamente se comunican a los diferentes operarios de determinada línea de producción, actuando como ordenes de trabajo capaz de proporcionar la información necesaria acerca de lo que se va a producir, medios y cantidades. Con el propósito de incentivar la efectiva comunicación para agilizar el proceso productivo y evitar cometer errores por falta de información.

Distribución de planta: busca encontrar la forma más eficaz de ordenar tanto los equipos, maquinaria, como las áreas de trabajo, de modo siendo económica, al mismo tiempo sea segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar la labor. Esto implica que se deben tener en cuenta los espacios necesarios dentro de cada infraestructura para proveer una planta muy bien distribuida.

Pronósticos: método que permite proyectar las ventas de cada organización basados en datos de productividad del pasado, como base para la proyección presupuestal y control de costos, reduce la incertidumbre al riesgo por eventos futuros, y planificar la capacidad de producción con base en los datos que poseen.

MRP: es un sistema de planeación de los requerimientos de materiales, que permite no solo planear, sino programar los requerimientos de los materiales para todas las operaciones de

producción que aparecen en el programa maestro de producción, se estiman los requerimientos de capacidad detallada para los centros de trabajo en el área de producción.

MPS: el sistema programa maestro de producción, determina la cantidad de ítems a producir, en un horizonte de planeación corto, de acuerdo con pronósticos de demandas anteriores, o inicia a partir de los pedidos de los clientes.

EOQ: es un método que permite encontrar la cantidad óptima de unidades necesarias conociendo la demanda del producto y manteniendo el equilibrio costo-producción-inventario.

JIT: justo a tiempo, establece un sistema de suministro a través del cual se controla que los materiales y productos se entreguen en el momento justo.

Control total de calidad: orientado hacia el control cuantitativo y estadístico de procesos productivos.

Sistema de sugerencias: análisis e ingeniería de valor.

Las cinco eses (5's): con orientación al cliente, metodología que se desarrolla en 5 pasos, tales como eliminar, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplinar, con el fin de generar una cultura organizacional de disciplina en cuanto a orden y limpieza de cualquier área dentro de la organización.

Disciplina en el lugar de trabajo: se basa en el despliegue correcto de las actividades en el proceso productivo frente a los costos de las mismas.

Lean Manufacturing: herramienta que tiene como principal objetivo el mejoramiento continuo de la producción, reduciendo los tipos de desperdicio y las actividades que no agreguen valor en el proceso productivo.

Sin duda alguna los procesos que se adapten en la actualidad deben estar dirigidos hacia una mejora continua en la productividad, cimentados a través de un conjunto de acciones dirigidas

a obtener la mayor calidad posible de los productos, bienes y servicios, por esta razón que la mayoría de las grandes empresas disponen de un departamento dedicado exclusivamente a mejorar continuamente sus procesos de operación, productividad y fabricación, por cuanto esto se traduce en una reducción de costos y tiempo, dos factores básicos en cualquier estrategia de mejora continua que persiga el crecimiento de una organización, donde el resultado de aplicar procesos de mejora continua será un producto o servicio mejorado, más competitivo y que responda mucho mejor a las exigencias del cliente, lo que traerá grandes beneficios como:

- Optimización de procesos
- Errores minimizados
- Incremento del rendimiento del equipo de trabajo
- Empresas más productivas
- Reducción de costos
- Reducción de plazos de ejecución
- Resultados cada vez más eficaces
- Productos y servicios mejor dirigidos al cliente final
- Aumento de la motivación de los equipos de trabajo

Según Sequira; Blasco [20], estos beneficios son el resultado de aplicar un proceso de mejora continua en una empresa del sector manufacturero, de ahí la importancia de poner en prácticas idóneas estrategias, en un mercado cada vez más saturado y competitivo en medio de un escenario evidentemente globalizado, la mejora continua también supone implementar en la empresa una actitud y conciencia en el equipo por no dejar nunca de avanzar para ser más competitivo, esto se traduce en varios elementos con los que todos y cada uno de los colaboradores en una organización se sentirán pieza clave en este proceso, esto generará también una mejora

continua de los procesos de producción y una mayor calidad en los resultados.

De igual forma se debe analizar detenidamente el entorno empresarial, elemento clave para el crecimiento de toda organización, porque se refiere a factores externos que influyen notablemente en la empresa y que condicionan directamente su accionar entre ellos se encuentran un buen clima laboral, que es imprescindible para que los trabajadores se sientan conformes y a gusto en el desarrollo y ejecución de sus labores, promoviendo la eficiencia en cada uno de sus procesos productivos, de acuerdo con Fernández [21], en la actualidad se observa cómo las empresas y organizaciones son afectadas por el ambiente del cual dependen para su funcionamiento, es decir según la teoría de la población ecológica esta se enfatiza en que las organizaciones así como la especie animal sobreviven las que mejor se adaptan al medio y al cambio y las demás tienden a desaparecer.

Porque tal y como lo preceptuaba Mintzberg, una organización eficiente y efectiva es aquella que logra coherencia entre sus componentes y que no cambia un elemento sin evaluar las consecuencias en los otros, según el autor de "La estructuración de las organizaciones" las características de las organizaciones permiten clasificarlas dentro de agrupamientos naturales o configuraciones, es así como elabora ciertas configuraciones ideales que se constituyen como una tipología de formas ideales o puras, cada una de las cuales es una descripción de un tipo básico de estructura organizativa, añade que no hay estructura real que se ajuste perfectamente a una configuración, pero a algunas les falta realmente poco, así mismo considera que organizaciones son atraídas por una de las configuraciones en busca de una armonía estructural interna.

En consecuencia, un buen diseño organizacional y productivo va a permitir que una empresa sea efectiva, eficiente y eficaz, con el mínimo de esfuerzo y recursos, y cumpliendo con los objetivos previstos a fin de ser cada día mucho más competitiva, esto gracias a la función que

desempeñan los ingenieros industriales al interior de las organizaciones.

De acuerdo con Rodríguez; Alvarado [32], se debe cambiar de modelos y perspectivas y ampliar la mente como profesionales hacia modernas organizaciones sustentadas sobre un nuevo paradigma.

Tabla 2. *Paradigma antiguo y nuevo modernas organizaciones manufactureras*

Paradigma antiguo	Paradigma nuevo
Especialidades apartadas	Entorno interdisciplinario, multidisciplinario y global
La organización es comprensible	La realidad es evidentemente difusa e incontrolable
Espacio – temporal previamente definido	El espacio – tiempo continuo
Gestión mecanicista	Gestión holística e integrada
La evolución es orden y estabilidad	La inestabilidad y el caos son creativos e innovadores
Evolución gradual	Evolución drástica y continua
Leyes físicas inmutables	La complejidad transforma y cambia las leyes naturales
Tecnología, desarrollo e innovación ajena a la realidad	Tecnología integrada a la sociedad y al entorno empresarial

Nota: características propias y diferenciadas de los paradigmas

2.3.3 Modelos estáticos y dinámicos de productividad e innovación

Tabla 3. *Modelos estáticos de productividad e innovación*

Modelo Estático	Características
Incremental dicotomía radical	Define la innovación como incremental si las capacidades siempre y cuando las capacidades requeridas se basen en las ya existentes, agrupa el conocimiento tecnológico y la innovación.
Abernathy–Clark	Divide y separa el conocimiento de mercados del tecnológico, destacando principalmente las capacidades emergentes del mercado.
Henderson–Clark	Separa el conocimiento, define la innovación desde el punto de vista incremental.

Nota: tipos y características de los modelos estáticos de productividad

Tabla 4. *Modelos dinámicos de productividad e innovación*

Modelo Dinámico	Características
Utterback-Abernathy	Plantea una innovación constante, fluida, bajo un diseño dominante e incremental, de principio a fin del proceso productivo.
Tushman-Rosenkopf	Similar al modelo anterior, diseño dominante y era de cambio incremental.

Nota: tipos y características de los modelos dinámicos de productividad e innovación

Tabla 5. *Clases de innovación en el entorno manufacturero*

Caracterizadores	Descriptorios
Cadena de Valor	Producto: Organizacionales Proceso: Comercialización
Grado	Incremental Radical con Patente Radical sin patente
Alcance	Local-Regional Nacional Internacional

Por lo que para que las herramientas manufactureras implementadas en la actualidad tengan éxito deben estar fundamentadas en los siguientes factores claves para su total éxito:

- Investigación y desarrollo
- Ingeniería industrial (adquisición y modificación de máquinas, instrumentos y procedimientos de control de calidad, métodos y patrones, dentro del aseguramiento de la calidad y mejora continua que posibilita la incorporación de las diferentes fases de la actividad innovadora en la cotidianidad de las organizaciones manufactureras.
- Inicio de la manufactura y marketing mix
- Adquisición e implementación de tecnología.
- Proyección bien estructurada encaminada a la efectividad del proceso productivo, de cada uno de los procedimientos, tiempos, materia prima, especificaciones técnicas y datos operacionales necesarios para la creación de nuevos productos y procesos.

De acuerdo a Harrington [22], a diferencia de lo que sucede con otras ciencias exactas, el

entorno de los negocios y las organizaciones se caracteriza por los constantes cambios acelerados, que modifican rápidamente el entorno en el que se mueven las organizaciones, por esta razón por la cual las herramientas productivas en el entorno manufacturero han venido ofreciendo soluciones a las diversas etapas de la evolución de la humanidad, por esto cuando una organización se enfrenta a tiempos de crisis en el campo de la productividad, su manejo por parte de los ingenieros industriales revela mucho sobre la cultura organizacional de la misma.

Por lo que se debe tener en cuenta que las organizaciones empresariales han pasado por diversos enfoques, el primero hizo hincapié en las tareas y estuvo marcada por la escuela de la administración científica de Taylor y sus seguidores, e inauguró la teoría de la administración, una segunda corriente dio más importancia a la estructura de la organización y tuvo cuatro ramificaciones. La teoría clásica de la administración, con Fayol y sus seguidores, el modelo burocrático descrito por Max Weber, la teoría estructuralista, que trató de integrar los diferentes enfoques, y la teoría neoclásica, que desarrolló la idea del proceso de administración, que consistía en planear, organizar, dirigir y controlar; luego una tercera corriente subrayó el interés por las personas y se inició con la escuela de las relaciones humanas, y posteriormente, con la teoría conductual, finalmente, la cuarta corriente se concentró en el entorno, creció con la teoría de los sistemas y fue reforzada por la teoría de las contingencias, con el advenimiento de la era del conocimiento, por cuanto la teoría de la administración busca soluciones emergentes, en tiempo de crisis, como la mejora continua, la calidad total, la reingeniería, el benchmarking y los equipos de alto desempeño, razón por la cual la teoría de la complejidad y la teoría del caos y planeación estratégica han tenido una marcada influencia y han cobrado gran importancia en la administración.

Los diversos enfoques y teorías administrativas. Nos pueden permitir conjuntamente

articular soluciones para aplicarlas en tiempos de crisis en las organizaciones, razón por la cual las empresas han de estar preparadas para el cambio, la transformación y la innovación, de allí que el enfoque de las contingencias tome gran valor en tiempos de crisis, es amplio e integrador, al pretender mantener el enfoque interno conjuntamente en las tareas, en las personas y en la estructura de organización, unido a ello también se enfoca en el crecimiento y en la supervivencia de las organizaciones en un entorno cada vez más cambiante, al respecto Miranda [24], argumenta que se debe estar preparado para enfrentar cualquier tiempo de dificultad, la teoría de las contingencias se basa en la adaptación de la teoría de la administración al entorno; es decir, todo es relativo y contingente; nada es absoluto y no existe una manera única y exclusiva de administrar u organizar, por esta razón se debe estar preparado para el tiempo de caos y crisis.

Máxime si tenemos en cuenta que las organizaciones exitosas, que logran no solo rentabilidad sino perdurabilidad, son aquellas que aprenden a adaptarse a las exigencias del entorno, que saben explorar las oportunidades y esquivar las amenazas que provienen de éste, por cuanto las empresas que no aprenden a adaptarse a las condiciones de su ambiente tienden a desaparecer.

La teoría de las contingencias es la etapa más reciente. Su objetivo indiscutiblemente es una administración ampliada, sin fronteras en el tiempo y el espacio, con una visión dirigida hacia el futuro y hacia el entorno cambiante, donde la era del conocimiento está provocando cambios cada vez más rápidos y profundos, por lo que la complejidad del entorno en el que las organizaciones se desenvuelven en la actualidad, demuestra que la teoría administrativa, ha abandonado el determinismo y acepta el indeterminismo y la incertidumbre inherentes al hombre y a sus sociedades, también ha desechado el ideal de la objetividad como única forma válida de conocimiento, y ha asumido la subjetividad, que es la principal característica de la condición

humana, la complejidad significa la imposibilidad de alcanzar un conocimiento completo y que no se puede tener certeza sobre lo que es incierto, la administración y el cambio organizacional han empezado a incorporar estos conceptos.

De allí que la teoría del caos permite entender que la crisis, la inestabilidad y el azar constituyen la norma, la regla y la ley en el campo científico y organizacional, estas ideas han dejado marca en el terreno de la administración, se sigue buscando orden y certidumbre en un mundo cargado de incertidumbre e inestabilidad, los modelos de administración basados en la vieja visión de equilibrio y orden han caducado, la ciencia demuestra que el sistema vivo es, por sí mismo, el centro del universo y su fin es producir su identidad, también es al mismo tiempo organización en el sentido estricto, es decir, un proceso permanente de reacomodo de aquello que siempre tiende a desorganizarse, y autoorganizarse, bajo un proceso permanente de reestructuración de sí misma.

Al respecto Tejeda [25], dice que las teorías administrativas han sido la conducción racional de las actividades de una organización, que implica planeación, dirección y el control de todas las actividades, por lo tanto, la administración es imprescindible para la existencia, supervivencia y éxito de las organizaciones, más aún en tiempo de crisis, la Administración existe desde el momento en que el hombre debió satisfacer sus necesidades para lo cual debió administrar los recursos para subsistir, es por ello que los antecedentes históricos de la administración son infinitos y existen desde los inicios de la humanidad.

La evolución de la teoría administrativa es un proceso largo, complejo e inevitablemente sujeto a la disparidad de pensamientos de los numerosos autores que intentaron dar solución a los problemas que surgieron en las distintas organizaciones en cada momento histórico, un factor determinante que condiciona la disparidad de opiniones es el contexto, por eso resulta fundamental

la comprensión de las condiciones en que se encontraban las organizaciones para poder comprender el porqué de las teorías y aplicaciones de autores en dicho momento.

La ingeniería industrial no se formó en un solo día y no fue una sola persona la creadora de todos sus contenidos, fundamentos y observaciones, sino que alberga los aportes de las teorías que se desarrollaron y se seguirán desarrollando, ya que la realidad y el entorno siempre son altamente cambiantes e indeterminables, según Rueda; Gómez; Villa [26], siempre habrá lugar para otros enfoques y análisis, esta es la razón por la que cada día van surgiendo nuevas teorías, enfoques o corrientes, es por esto que se conocen varias concepciones acerca de la forma más acertada en que se debe encaminar la producción en una organización .

De acuerdo con Bucklan; Murillo [27], en tiempo de crisis todas estas teorías nos permiten identificar ventajas y desventajas que confluyen para la solución de problemas, siempre y cuando se realice una planeación estratégica, que guarde coherencia entre las metas y capacidades de adaptarse al cambio de una organización, ningún enfoque o teoría hasta el momento representan una verdad indiscutible, ni absoluta, cada una de las teorías han sido concebidas en un tiempo determinado para brindar una solución integral para ese momento, el valor de analizarlas encierra extraer lo mejor de cada una, para enfrentar acertadamente el presente, no volver a cometer los errores del pasado, estar enfocados siempre al cambio, más aún en tiempo de crisis.

Es importante señalar que la anterior información se recolectó de conformidad con el análisis bibliométrico realizado de la literatura existente y publicada con relación a las herramientas de productividad aplicada en empresas manufactureras del país entre los años 2000 a 2019, por la cual se han de tener en cuenta los siguientes indicadores bibliométricos.

2.3.4 Indicadores de la importancia científica

Número y distribución de publicaciones, corresponde al indicador bibliométrico más sencillo y básico, se analiza la comunicación de los resultados científicos en revistas científicas, dado su crecimiento exponencial, teniendo en cuenta que la ciencia crece a un ritmo inusitado, más rápido que cualquier otro fenómeno, por lo tanto, se puede ver evidenciado como en las dos últimas décadas las publicaciones en materia de Herramientas de productividad aplicadas a empresas del sector manufacturero en el país ha aumentado de forma considerable y significativa, este aumento de índole cuantitativo viene acompañado de un progresivo incremento de la calidad e impacto de dichas publicaciones, se analizaron tanto la calidad científica, como la idoneidad y la orientación temática.

Productividad de los autores, de forma general se podría decir que podría existir un cierto grado de correlación entre importancia de un científico y su índice de productividad, de allí que a partir de la Ley de Lotka, se acostumbre a dividir a los autores en tres niveles: pequeños productores (aquellos que tan solo han publicado un solo trabajo o un índice de productividad igual a cero), medianos productores (los que poseen un índice de productividad entre 2 a 9 trabajos o publicaciones y un índice de productividad mayor que cero y menor que uno) y finalmente los grandes productores (aquellos que han llegado a diez o más publicaciones, con un índice de productividad igual o mayor que uno).

Colaboración en las publicaciones, se analizó índice firmas/trabajos, desde una perspectiva sociológica e historia, es decir, desde la participación de varios autores en la elaboración de un mismo trabajo, como consecuencia de la alta profesionalización de la comunidad científica, a principios de siglo un 80% o la gran mayoría de los trabajos publicados poseía tan solo una firma, mientras que en la actualidad es todo lo contrario aproximadamente el 80% de los

trabajos publicados en revistas poseen varias firmas, ahora en lo que respecta a la firma de los autores, esto encierra una temática algo compleja, por cuanto mientras lo más normal es que firme en primer lugar el investigador principal, el orden de los siguientes no expresa o irradia necesariamente el grado de colaboración, por lo que actualmente atendiendo al empleo masivo del análisis de citas como indicador científico viene cobrando enorme importancia figurar como primer autor, toda vez que de conformidad con el repertorio Science Citation Index, solo tienen en cuenta al primer firmante de cada trabajo.

Número y distribución de las referencias de las publicaciones científicas, de acuerdo con Cardona; Cano [28], los parámetros que se tienen en cuenta en este indicador son: años de publicación de los trabajos referenciados y distribución de las referencias según las revistas existentes o áreas científicas determinadas, según Carrillo [29], es importante resaltar en este indicador la obsolescencia correspondiente al semiperiodo o aislamiento, la cual puede ocurrir por alguno de las siguientes causas: *La información es válida, pero ha sido reemplazada por otra más actual. *La información es válida, pero se encuentra incluida dentro de campo científico de interés decadente, *La información no se considera válida ya.

2.4 Marco histórico

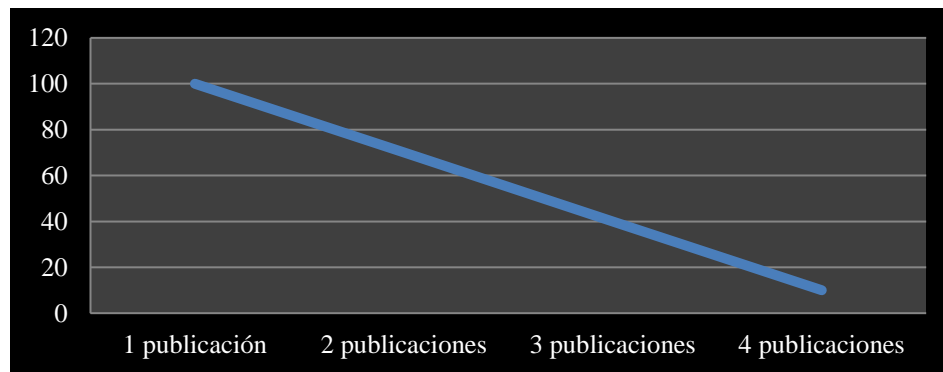
El análisis estadístico de la literatura científica surgió antes de que se originara el término bibliometría.

Ley de Lotka. Alfred Lotka publicó para 1926 en el *Journal of the Washington Academy of Sciences* su primer trabajo sobre frecuencia de distribución de la productividad científica, con el fin de determinar la contribución del hombre en el progreso de la ciencia, en su estudio, conocido hoy como la “Ley de Lotka”, estableció que, con independencia de la disciplina científica, se

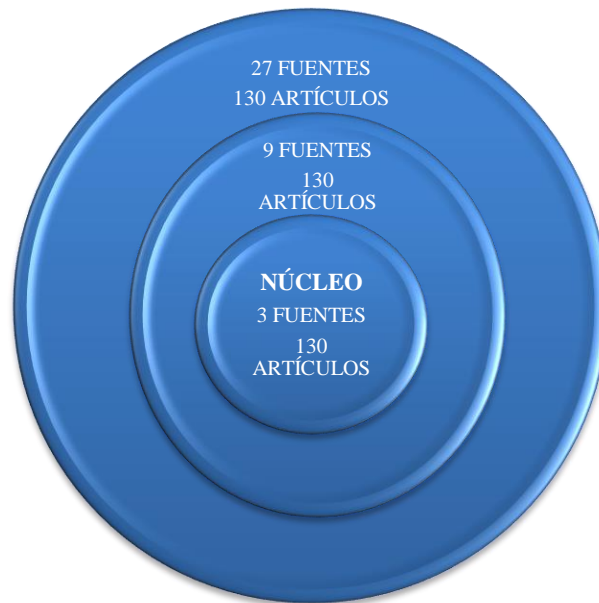
podría inferir que en consecuencia el número de autores que publican “n” trabajos, se encuentra inversamente proporcional a “n²”, así mismo que la proporción de todos los autores que hacen una sola contribución es cerca del 60%, ley que sirve para determinar cuáles son entonces los autores más productivos de determinada disciplina.

Figura 1. Representación de la Ley de Lotka

$A(n)=A(1)/n^2$, donde
A(n) es el número de autores con n trabajos,
A(1), es el número de autores con 1 trabajo y
n² el número de trabajos al cuadrado.



Ley de Distribución de Bradford. Al poco tiempo Samuel C. Bradford publicó su estudio sobre la distribución de artículos en diversas revistas científicas, haciéndolo primero en la revista Engineering (1934), y en su libro Documentation (1948), con el fin de determinar un acertado método que le permitiera identificar las revistas más productivas con relación a una temática dada, para poner orden en lo que denominó "caos documental", encontró un núcleo de revista dedicadas a cierto tema, así como diversos grupos que también contienen dicho tema en la misma proporción: núcleo 1: n: n², lo cual se denominó la "ley de la dispersión Bradford."

Figura 2. Representación Ley de Distribución de Bradford

Nota: núcleos temáticos, concentración de fuentes

Ley de Zipf. George K. Zipf formuló una importante ley de la bibliometría y de la lingüística en 1949, que derivó consecuentemente en diversos estudios de frecuencia de palabras en un texto específico, que bajo el "Principio del menor esfuerzo" a través del cual sustenta que cada persona debe invertir el menor tiempo posible en la solución de una problemática.

Derek de Solla Price. Sentó las bases de las técnicas modernas de estudio y evaluación de la comunicación científica, así como el crecimiento, flujos y envejecimiento del conocimiento, dice que el crecimiento de la información científica es superior a cualquier otro fenómeno social, a partir de sus trabajos surgieron otros estudios y se desarrollaron modelos utilizados hasta el día de hoy.

Eugene Garfield. Eugene Garfield para 1955 publicó un artículo en la revista Science, sobre el fundamental desarrolló del concepto del uso e índice de las citas como un elemento que permite el análisis de la comunicación científica, que desde la "ley de la concentración de Garfield" asegura que para cualquier campo de la ciencia por lo general los artículos se concentran en las

mismas revistas multidisciplinarias de alto impacto.

De acuerdo con investigaciones de Colciencias [30], históricamente el sector manufacturero ha tenido desde un papel fundamental para el desarrollo de la economía en el país, por su contribución al crecimiento de la economía de la nación y al PIB, ha sido uno de los gremios más consolidados, fuertes y rentables de la nación, desplegando actividades desde las cuales ha venido realizando una gran contribución y aporte de bienes y servicios a nivel nacional e internacional, este sector de conformidad con la Revisión 4 adaptada para Colombia CIUU, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Se encuentra contemplado en la sección C -industrias manufactureras- (divisiones 10 a 33), esta incluye la transformación, renovación o reconstrucción física o química de productos, materiales, sustancias o componentes en productos nuevos.

Las unidades dedicadas a actividades manufactureras se suelen describir usualmente como fábricas, plantas o industrias, se caracterizan por el uso de equipo y maquinaria de manipulación de materiales, y normalmente funcionan con electricidad, sin embargo, las unidades que transforman sustancias o materiales en productos nuevos de forma manual o en el hogar del trabajador y las que venden al público productos confeccionados en el mismo lugar en el que se fabrican, se han de incluir en esta sección.

El sector manufacturero en Colombia de conformidad con informe del DANE y Banco de la República ha contribuido eficazmente a la economía nacional, esta actividad durante el segundo semestre del año 2019 creció 3,0%, con una significativa alza de 2,8% a 3,1%, con lo que el PIB del país para el primer semestre se ubicó en el 3,05%, la industria manufacturera es la tercera actividad productiva más representativa de la economía colombiana, producto de la estratégica posición geográfica con que cuenta y a los acuerdos comerciales celebrados en los últimos años,

el país se consolidó como un centro de producción, distribución de importancia para Latinoamérica, de acuerdo a la perspectiva de Sharmer [31] .

Se debe tener presente que la crisis económica que genera la pandemia del coronavirus continúa presentándose escasez en diversos artículos, ante la falta de producción de los mismos, disminución de la demanda, la caída de la producción, el masivo desempleo por las medidas de aislamiento y cuarentena, esto junto con la caída de acciones y el petróleo, provocan se dispare el dólar, hacen que crezca la preocupación por la llegada de una nueva crisis financiera, generada por la recesión mundial, y la deuda pública nacional.

Panorama que preocupa a los diversos sectores económicos del país y del mundo entero, ante el cierre de empresas e industrias que no pueden continuar laborando, que conllevaran al cambio en la forma de trabajar.

La economía ha sido afectada por la baja continua en los precios del petróleo, los cuales representan el 9,3 % de los ingresos del Estado, por esto ha solicitado el apoyo del Fondo Monetario Internacional, con el fin de poder tener acceso a una línea de crédito por 11.000 millones de dólares, para enfrentar la pandemia porque siendo Colombia un país con una economía en desarrollo ha sido afectado a consecuencia de las medidas impuestas a los sectores más desprotegidos y vulnerables, especialmente a los trabajadores informales, que representan casi que el 47 % de la población laboralmente activa, afectando la efectividad e innovación [32].

Por lo que en este momento la colaboración y ayuda del sector manufacturero en el campo económico ha sido de gran beneficio para la nación, porque su desarrollo contribuye al PIB, toda vez que su labor industrial y productivo no ha parado en tiempo de pandemia, todo lo contrario, ha aumentado e incrementado su productividad, para producir rentabilidad a la economía en tiempo de crisis.

Según Rodríguez; Alvarado [33], el sector manufacturero está siendo de gran ayuda en tiempos de crisis en el país, aportando estrategias desde la perspectiva sanitaria, económica y social para el bienestar de la población en general, ante situaciones de desabastecimiento y de devaluación, como consecuencia del confinamiento, que reduce la producción local, regional, nacional e internacional, también la caída continua del precio del petróleo ha devaluado la moneda de manera irracional, lo que contribuirá a que la devaluación se traslade a los precios de los productos de la canasta familiar, por lo que se produce una situación de crisis, de recesión, inflación y déficit fiscal.

En estos momentos urge la puesta en marcha de una reforma capaz de reducir las exenciones y aumentar las tarifas del impuesto al patrimonio y a la renta de las personas naturales, en particular a sus dividendos, por esto las tarifas han de ser progresivas y capaces de aumentar el nivel de ingreso y permitir a las industrias grandes y pequeñas y medianas empresas seguir funcionando con las restricciones que indique el gobierno, en la actualidad las empresas independiente de su tamaño requieren la incorporación de recursos externos para apoyar su sostenibilidad, crecimiento y competitividad, ya que en muchas ocasiones atraviesan por graves dificultades para el acceso a la financiación, lo que produce un rápido deterioro de su relación con las entidades financieras, es de urgente necesidad el implementar estrategias y alternativas para superar cualquier situación adversa.

2.5 Marco legal

A partir de la Constitución de 1991, [34] Colombia se constituye en estado social de derecho, responsable de la realidad social y económica de la nación y comprometido con la igualdad, la equidad y justicia social, a través del cual adopta un programa de políticas económicas

y comerciales tendientes a satisfacer y constituir el modelo económico nacional más favorable, teniendo en cuenta una serie de variables como la política fiscal y monetaria, metas de inflación, flujos de capital, y el PIB entre otros, que evaluadas desde la óptica institucional se analizan si cumplen con todos los presupuestos para favorecer los intereses del mercado y la sostenibilidad del país, de acuerdo a la ley de emprendimiento 1014 de 2006 [31].

No puede desconocerse que la globalización ha alcanzado niveles de expansión económica sin precedentes, trayendo consigo una serie de cambios sobre todo en la esfera económica tendiente a disminuir el flujo de capital de las economías emergentes y de la clase obrera y favoreciendo sin duda alguna a la elite empresarial, por esta razón se puede decir que la crisis económica y financiera del actual panorama económico en el país, es consecuencia de desequilibrios de la rápida expansión de la globalización, así es necesaria la búsqueda de una participación más equitativa e incluyente de rentas, que propendan por el logro del crecimiento económico y converja en el progreso de las naciones, garantizando condiciones de vida deseables y sostenibles sin que con ello comprometa el futuro económico y ambiental de la humanidad.

De conformidad con la industria manufacturera en el país, este sector incluye a las empresas de fabricación de productos textiles, fabricación de calzado, confección de prendas de vestir, curtido de cueros, transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles, fabricación de maletas, fabricación de papel y cartón, y sus productos, fabricación de productos elaborados de metal, fabricación de sustancias y productos químicos y fabricación de maquinaria, aparatos y equipos eléctricos.

Tanto así que en Colombia opera Ley de Emprendimiento 1014 de 2006 [35], que promueve el espíritu emprendedor implementando una serie de programas para ayudar no solo con dinero sino con acompañamiento a quienes tienen ideas de negocio y desean salir adelante, sobre

todo en el sector manufacturero, sector en el que se incluye un gran número de pymes en el país, el impacto del emprendimiento y la innovación sobre los negocios avanza de una manera desmesurada y en ocasiones resulta difícil entender cómo actuar para lograr los resultados esperados, siendo clave para recibir el impulso que lleve su proyecto al siguiente nivel, permitiéndole pasar de tan solo una buena idea a un verdadero negocio sostenible, ya que la mayoría de los emprendedores y pequeñas empresas a nivel global, no tienen la capacidad para visualizar con anticipación las necesidades administrativas y financieras requeridas para evitar determinadas crisis de liquidez, el acelerado crecimiento empresarial e industrial en la actualidad, es sin duda alguna uno de los fenómenos más significativos que conllevan a los emprendedores a visualizar herramientas modernas que favorezcan el crecimiento empresarial, permitiendo implementar y adaptarse según las necesidades de cada cliente y consumidor, de acuerdo con el decreto 593 de 2020 [36].

La Resolución 385 del 12 de marzo de 2020, proferida por el Ministerio de Salud y Protección Social, junto con el Decreto 417 de 2020. Se declaró en el país el estado de emergencia económica, social y ecológica, como medida preventiva para hacer frente a la pandemia del Covid-19, que no solo ha impactado en la salud de los habitantes, sino en la esfera sanitaria y económica de todas las naciones, las cuales han tenido que hacer frente con medidas improvisadas a fin de evitar que el contagio continúe acelerándose y las consecuencias sean peores.

El sector manufacturero es una de las pocas industrias que ha podido continuar con su actividad productiva en lo que a materiales médicos, de laboratorio y quirúrgicos se refiere, los cuales se han hecho necesarios y obligatorios de usar para el personal médico y para la sociedad en general, con posterioridad se han venido reactivando por orden del gobierno los otros subsectores que conforman este sector, mediante la Resolución 0498 del Ministerio de Comercio,

Industria y Turismo, se determinan los subsectores de la industria manufacturera y sus cadenas en el país, los cuales tendrán excepción para su reactivación de conformidad con el Decreto 593 de 2020 [36].

El modelo económico que en la actualidad rige en Colombia, es sin duda alguna el neoliberalismo, sistema de libre competencia económica, con principios capitalistas bajo los cuales el Estado no participa activamente, pero busca la apertura comercial y estructural con el fin de expandirse, lo que ha traído efectos positivos y adversos a la economía del país que venía de ser una economía eminentemente proteccionista para pasar a un nuevo modelo de apertura económica.

Sin contar el impacto negativo que ha tenido en la economía nacional la caída de los precios del petróleo, profundamente sobre la balanza de pagos y la financiación de las finanzas públicas colombianas en donde este mercado ha experimentado cambios muy profundos y drásticos en los últimos años, debido al desarrollo de nuevas tecnología de producción, que han modificado de manera fundamental el papel del mercado petrolero, donde se hace muy decisivo el rumbo que toman los flujos de capital, para lo cual los gobiernos de las economías emergentes deberán ajustar el gasto y la inversión pública con el fin de cumplir los objetivos previstos en la regla fiscal, aunque el ideal sería una reforma tributaria estructural, que consolide sus ingresos.

Entonces en un entorno mundial de debilitamiento de los flujos de capital, y encarecimiento del costo de la deuda, el bajo margen de maniobra de las finanzas públicas y la necesidad de implementar políticas monetarias contractivas para el control de la inflación, representan un enorme riesgo para el crecimiento futuro, porque si bien se observa en la actualidad un mercado crecimiento de la economía mundial, este contrasta diáfanoamente con la desaceleración de las economías emergentes, a consecuencia de la burbuja de flujo de capitales, producto de las bajas tasas de interés y la abundante liquidez en los países más desarrollados que llegan a representar un

alto porcentaje del PIB de las economías emergentes, lo que podría llevar a un saldo negativo en el flujo de capitales, pero la forma en que cada país reciba este impacto dependerá única y exclusivamente del nivel de endeudamiento de cada uno, así como del saldo de la cuenta de la balanza de pagos.

La evolución reciente de la balanza de pagos y el impacto de la caída de los precios del petróleo en la economía vienen marcando la dirección de los flujos de capital, que determinarán la magnitud del déficit en cuenta corriente que el país se encuentra en capacidad de financiar, mientras reaccionan las exportaciones no tradicionales a los estímulos generados por la tasa de cambio, y a las acciones económicas y legales que el país adopte para fortalecer su competitividad, entonces el gobierno deberá ajustar el gasto y la inversión pública, para cumplir las metas previstas en la regla fiscal, la prioridad es implementar una reforma tributaria estructural, que consolide sus ingresos, y anticipe los efectos previsibles de la caída en los impuestos transitorios que se establecieron en los últimos años.

Ya que la reciente desaceleración de la economía ha tenido también impactos diferenciales en las zonas rurales y urbanas del país, mientras en las primeras el empleo asalariado ha caído considerablemente debido a que la agricultura ya no es la base de la sostenibilidad económica del país, y en la zona urbana el empleo formal se ha ido recuperando lentamente en los sectores industriales, textiles, del ámbito de la construcción, ensamblaje de automóviles, minería y electrodomésticos entre otros, donde se encuentra un auge constante.

De acuerdo con los factores subyacentes y cambios constantes en el ámbito comercial, empresarial, industrial y económico del país, necesariamente se hace explícita una postura de ajuste monetario que se considere la más adecuada, para enfrentar cualquier reto o impacto adverso que pretenda desestabilizar la economía nacional, con el fin de que no llegue a causar ningún tipo

de desigualdad económica, atraso cultural, subdesarrollo o el debilitamiento social de la clase trabajadora, sino muy por el contrario capaz de superar en el menor tiempo posible cualquier anomalía que se llegare a presentar siguiendo siempre los lineamientos legales y constitucionales trazados en la Constitución Política Colombiana de 1991 y en la legislación económica vigente.

Es necesario contar con más estudios del comportamiento del crecimiento económico y el desarrollo humano en Colombia, que permitan implementar estrategias y políticas asertivas comerciales y económicas, que no pueden llegar a medirse tan solo con el aumento del PIB en un periodo de tiempo determinado, sino que se hace necesario relacionarlas con el conjunto de variables macroeconómicas y con la forma como repercuten estas e influyen en la satisfacción de las necesidades fundamentales del ser humano y en factores tales como el nivel de educación el mercado laboral, que finalmente, son los que generan bienestar en la sociedad.

3. Metodología

3.1 Tipo de estudio

Este trabajo se realizó como un estudio bibliométrico, retrospectivo y descriptivo mediante la revisión de los artículos de la base de datos Scopus, basado en la relevancia y utilidad de los indicadores bibliométricos en los procesos de evaluación científica y en consecuencia, en la identificación de las capacidades para desarrollar la actividad investigadora, a partir de indicadores de producción, visibilidad, impacto, colaboración e innovación.

3.2 Fuentes de información

Actualmente existen tres bases de datos de citación, de las cuales sólo WoS y Scopus

albergan únicamente producción científica, entendida como aquellos trabajos que han superado cabalmente procesos de evaluación por pares, teniendo en cuenta que el objetivo en que se centra este trabajo es caracterizar la producción de publicaciones colombianas, Scopus ofrece un mayor número de revistas indexadas, con una orientación temática nacional o regional, base de datos que ha venido incrementando anualmente, con un promedio de 2 millones de registros pasando de 14.200 títulos en 2000 a más de 28.500 en 2019, contiene cerca de 4.250 revistas de acceso abierto y más de 5.500 editores en todo el mundo, con un total de revistas superior al de WoS.

En consonancia con lo anterior se eligió Scopus teniendo en cuenta que aproximadamente cerca del 92% de los trabajos indexados en WoS también forman parte de Scopus, lo cual implica que prácticamente la totalidad de las revistas está presente en las dos bases de datos, en el caso específico de las publicaciones nacionales para 2019 únicamente 20 revistas nacionales formaban parte de la Core Collection de WoS, en contraste con las 118 indexadas en Scopus en el mismo año.

En el presente estudio se contabilizaron los artículos originales, de reflexión, revisión, opinión, resúmenes de trabajos de grado, entre otros, como artículos originales se consideraron aquellos que aportan resultados propios e indiscutiblemente original, que no han sido publicados con antelación, y que previamente han sido sometidos a evaluación por pares científicos, presentando una estructura ordenada que cuenta con resumen, introducción, materiales y métodos, resultados, discusión y referencias.

3.3 Recopilación y manejo de datos

En este estudio se registró el número total de artículos/categoría/origen//año/número de autores, divididas en artículos de revistas científicas, tesis, trabajos de grado, contabilizándose

entonces la información encontrada relacionada con el año de cada una de las referencias bibliográficas, el tipo de documento, la cantidad de autores, el origen del artículo idioma (español, inglés, otro), año de publicación, número de artículos, índice de productividad, índice de colaboración, índice de aislamiento, índice de autocitación, índice de obsolescencia, distribución geográfica.

4. Resultados de la investigación

4.1 Indicadores bibliométricos para el análisis de herramientas de productividad aplicadas en empresas manufactureras en el período, años 2000 a 2019

Para definir el proceso de búsqueda de los documentos que se incluyeron en la revisión sistemática, se delimitaron cuatro conjuntos de palabras clave asociados a: *Manufacturing Industry*, *Production*, *Productivity* y *Productivity Tools* (como área temática). La búsqueda se inició con:

- a) Fase exploratoria que estuviera relacionada con los grupos de interés y delimitación de la ecuación de búsqueda.
- b) Realización de combinaciones de búsqueda entre los conjuntos de términos.
- c) Generación de prototipos de ecuaciones de búsqueda.

En consecuencia, se inició con una búsqueda preliminar de publicaciones, en las bases de datos de interés, a través de los términos *Manufacturing Industry*, *Production*, *Productivity* y *Productivity Tools*, la búsqueda incluyó resultados en inglés y español que fueron publicados entre los años 2000 y 2019.

Tabla 6. *Protocolo para la definición de la ecuación de búsqueda*

Condiciones de Búsqueda	Periodo
Ventana de observación	Desde enero de 2000 hasta diciembre de 2019
Bases de datos	<i>Scopus</i>
Palabras clave	<i>Manufacturing industry</i> <i>Production</i> <i>Productivity</i> <i>Productivity tools</i>
Palabras de apoyo	Nva (non-value-adding activities), Value, Tools, Roadmap, Framework
Criterios de inclusión	Documentos en donde en el título, <i>abstract</i> o palabras clave se incluyan los términos definidos. Documentos en inglés o en español. Documentos que el estado de publicación esté finalizado
	Acceso completo al documento dado que es necesario para el objetivo de la revisión.
Criterio de exclusión	No se definen. Se utilizan posterior a la revisión de los resultados
Última fecha de consulta	22 de abril de 2021

A partir del protocolo se inició a realizar iteraciones con ecuaciones primarias donde se incluyera en el título, *abstract* y palabras clave los términos de interés. La base de datos que mayor número de resultados generó fue Scopus, al ser un buscador referencial. Posteriormente, se agregaron los términos complementarios para determinar la iteración más conveniente para la revisión que cumpliera con el acceso requerido, la validación de expertos y la facilidad de descarga.

Tabla 7. *Ecuaciones planteadas y resultados*

Base de datos	Ecuación	Resultados
Scopus	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (production)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final"))</i>	2.943
	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (productivity)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final"))</i>	891

Base de datos	Ecuación	Resultados
	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final"))</i>	100
	<i>(TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final"))</i>	20.765
	<i>(TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish"))</i>	1075
	<i>(TITLE-ABS-KEY (productivity) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish"))</i>	3.512
	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish"))</i>	303
	<i>(TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish"))</i>	1075
	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (productivity) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish"))</i>	100
	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish"))</i>	49
	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish"))</i>	49
	<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools) AND TITLE-ABS-KEY (nva) OR TITLE-ABS-KEY (tools) OR TITLE-ABS-KEY (value) OR</i>	43

Base de datos	Ecuación	Resultados
	<i>TITLE-ABS-KEY (roadmap) OR TITLE-ABS-KEY (framework) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2020 AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final"))</i>	

La selección de los estudios de análisis se realizó teniendo en cuenta los resultados generados en la plataforma aplicada, a los cuales se les aplicaron criterios de inclusión y exclusión para garantizar que el universo de artículos correspondiera a los resultados esperados en términos de pertinencia y calidad.

Se encontraron 30.911 documentos y se seleccionaron 43 que cumplieron los criterios de inclusión.

Tabla 8. *Análisis bibliométrico herramientas de productividad aplicadas al sector manufacturero 2001-2019*

Análisis bibliométrico	Año 2000-2019																			
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Artículos Originales	10	11	13	14	18	20	23	27	30	31	32	33	35	37	37	38	39	39	40	42
Artículos de Revisión	4	6	6	7	8	6	9	9	11	13	12	13	14	16	16	16	17	18	18	19
Artículos de Opinión	7	5	5	6	6	5	4	5	6	7	9	11	13	15	17	18	18	19	19	19
Artículos de Reflexión	8	7	7	6	9	9	10	10	11	10	12	17	18	18	19	19	18	17	20	20
Trabajos de Grado y Tesis	2	2	3	1	4	4	5	5	5	6	7	6	7	8	8	8	9	9	9	9
Otros	1	1	0	1	1	2	2	3	3	2	0	0	1	3	5	4	6	6	7	7
Total Documentos	32	32	34	35	46	46	53	59	66	69	72	80	88	97	102	103	107	108	113	116

Nota: indicadores bibliométricos de publicaciones sobre herramientas de productividad en el sector manufacturero, base de datos Scopus, años 2000-2019.

Figura 3. *Artículos originales 2000-2019*

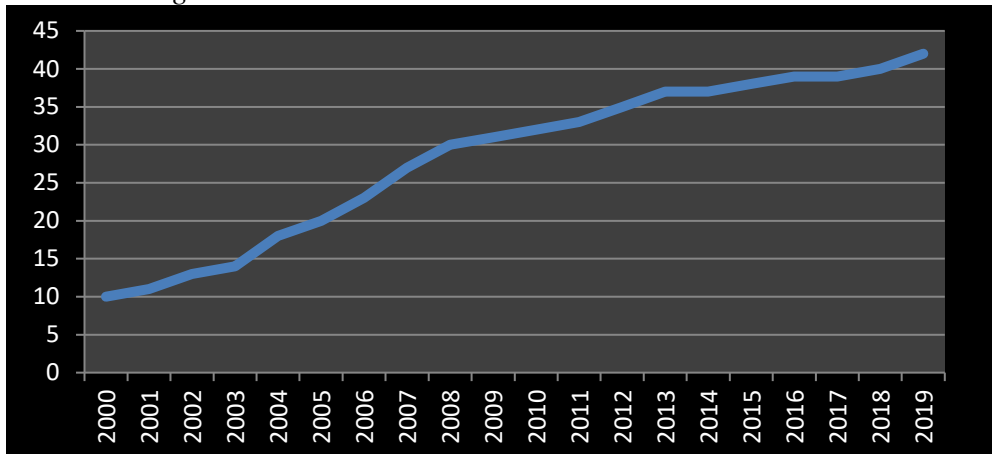


Figura 4. *Artículos de revisión 2000-2019*

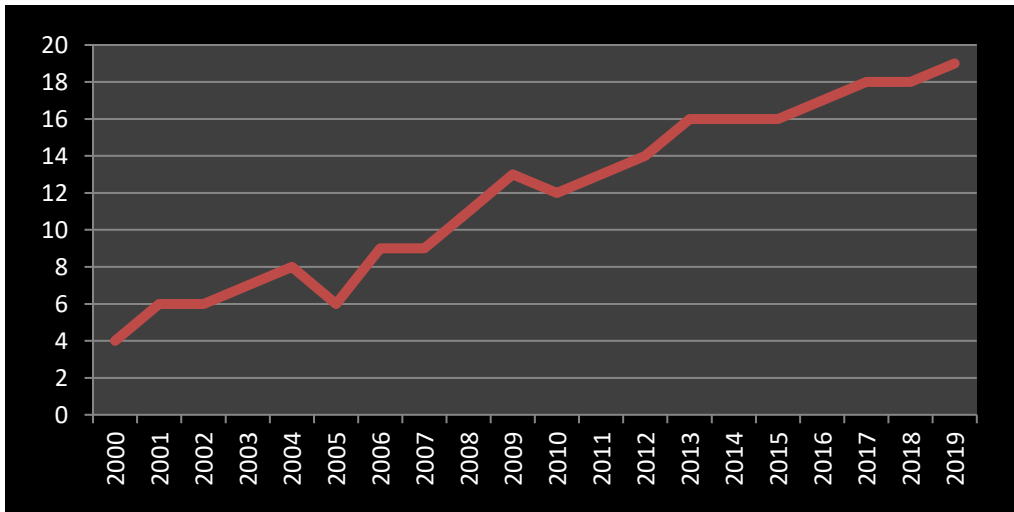


Figura 5. *Artículos de opinión 2000-2019*

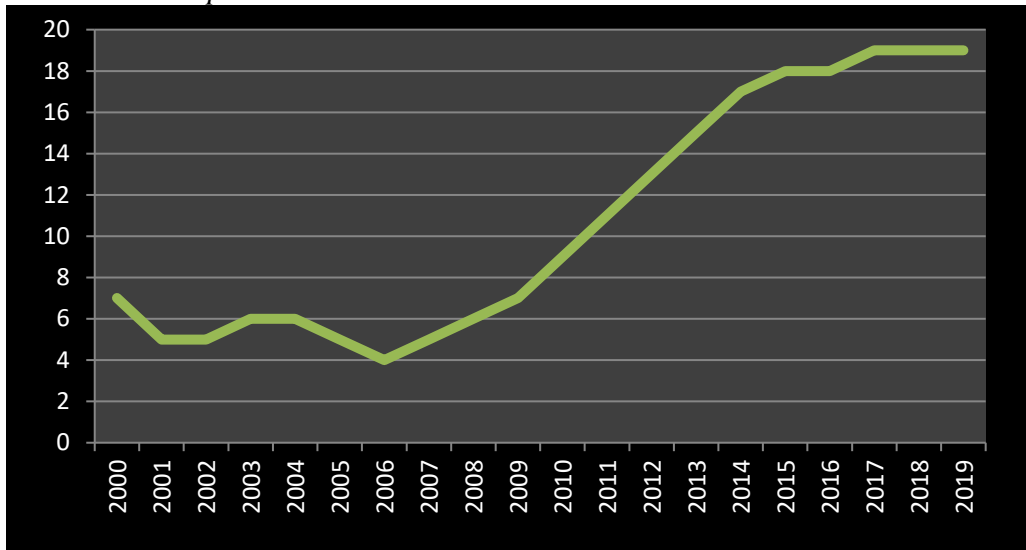


Figura 6. *Artículos de reflexión 2000-2019*

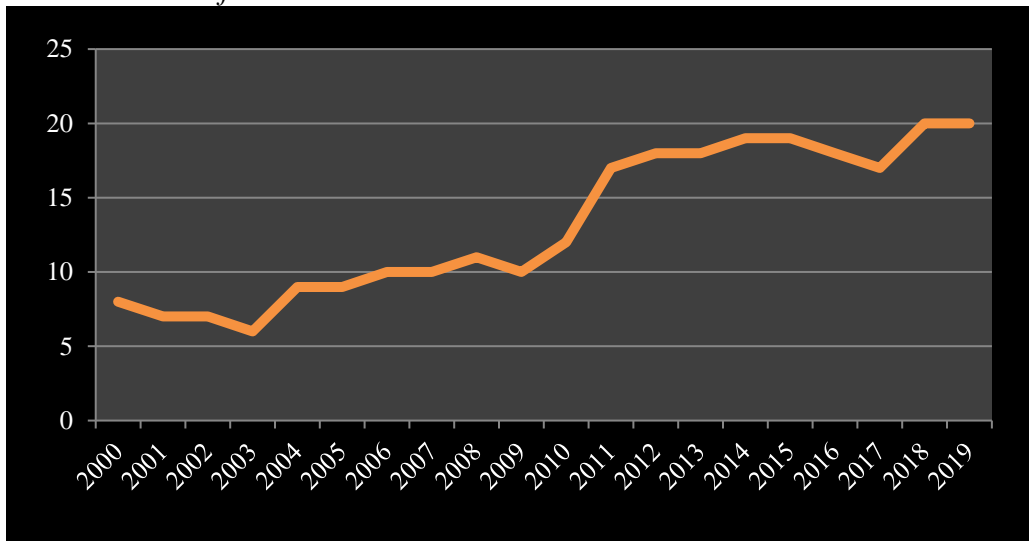


Figura 7. Trabajo de grado o tesis 2000-2019

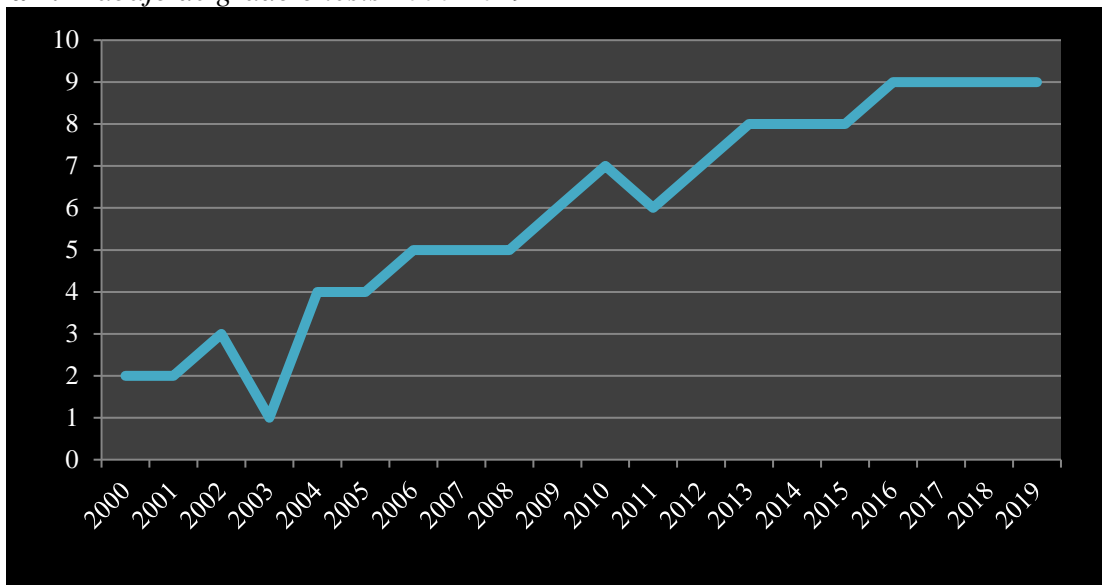


Figura 8. Total, publicaciones indexadas en Scopus por descripción 2000-2019

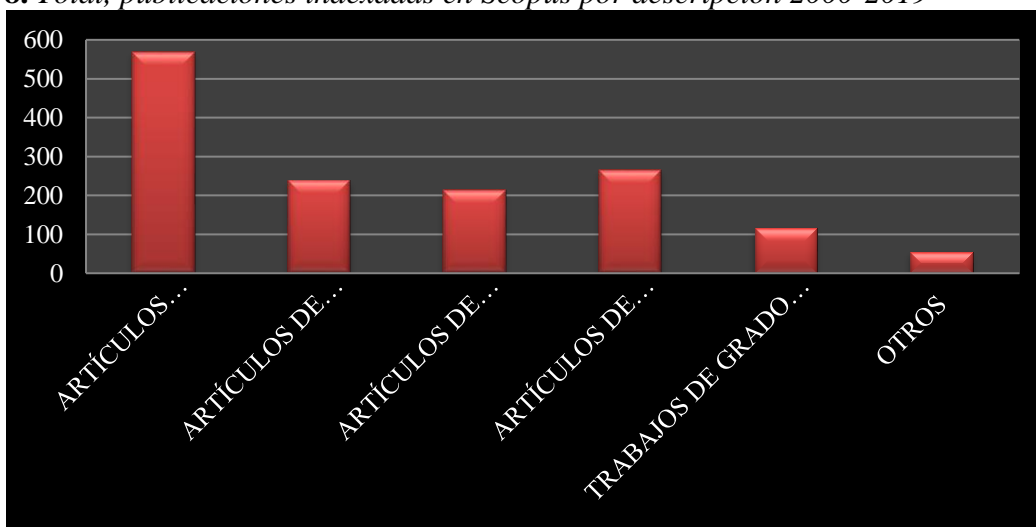
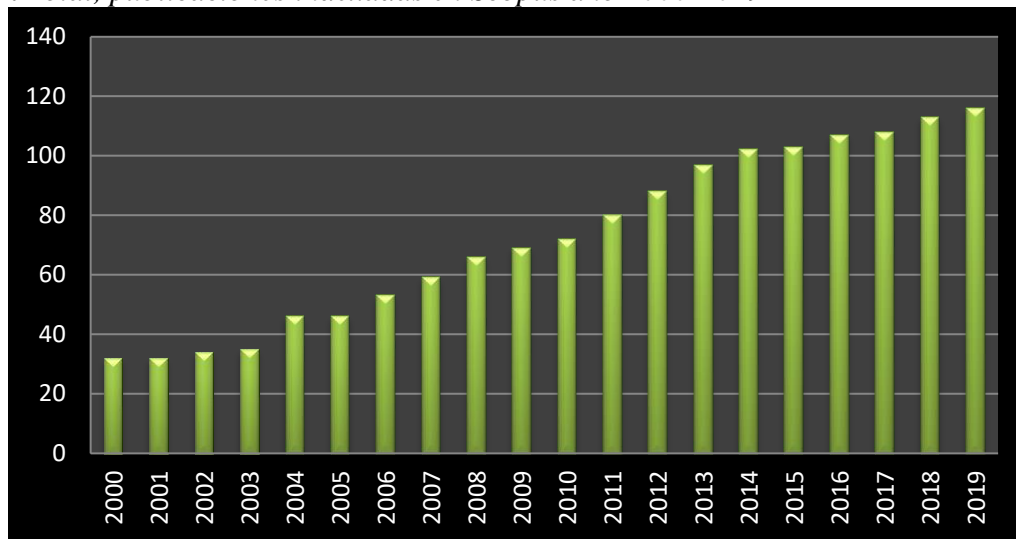


Figura 9. Total, publicaciones indexadas en Scopus año 2000-2019

4.2 Relación entre las herramientas de productividad y la mejora en la producción en las empresas de manufactura, entre los años 2000 a 2019

Por lo que la revisión y análisis bibliométrico realizado de la literatura en Scopus durante el 2000-2019 permitió establecer que las publicaciones se concentran en temas como la interacción entre organizaciones, conocimiento, recursos, productividad, herramientas productivas, estrategias, investigación, desarrollo, innovación, actualidad, tales como:

- *Estrategia productiva y tecnología*

La gran mayoría de documentos encontrados en este grupo apuntan a la necesidad y el valor de la innovación en las organizaciones manufactureras.

- *Sistemas nacionales*

Este grupo de documentos se encuentra relacionado con políticas y mecanismos productivos que aunados al campo tecnológico y el comportamiento de las organizaciones manufactureras, permite la aplicación e métodos cuantitativos capaz de medir, establecer y analizar el impacto en los sistemas nacionales y los procesos productivos en el sector manufacturero.

Fuentes de estrategia productiva y competitiva

En este grupo se analizan también estrategias de acompañamiento en lo que respecta a la productividad y competitividad en el sector manufacturero.

– *Manufactura-Operaciones-Productividad*

En este caso son abordados los sistemas productivos, operativos y administrativos que emergen y se han de implementar en el entorno manufacturero.

– *Gestión del conocimiento y productividad*

Toma una unidad de análisis original el conocimiento adquirido, para ser llevado e implementado en la práctica en el escenario productivo de todas las organizaciones manufactureras, indistintamente de su tamaño. Bajo la articulación de recursos tangibles e intangibles, junto con elementos sociales y psicológicos.

– *Patentes*

Estudios que enfocan el análisis de la competitividad de una empresa identificando claras diferencias nacionales e internacionales.

– *Ciclos de vida/cambio/discontinuidad*

Uno de los factores comunes asociados a este subcampo radica en el interés sobre los ciclos de vida de los productos, la productividad, la innovación y desarrollo.

Entre los autores más relevantes en el período analizado se encuentran Phaal, Farrukh y Probert, quienes han desarrollado sus trabajos sobre herramientas actuales utilizando técnicas de bibliometría y minería de datos, así como de exploración de futuros, se han desarrollado aplicaciones de la gestión tecnológica en el sector empresarial manufacturero, mientras, Mallick se ha enfocado en el análisis de los factores críticos en la formación de profesionales ingenieros industriales para la correcta implementación de las herramientas productivas manufactureras,

teniendo en cuenta que en el presente se ha de tener en cuenta la mejora continua en todos y cada uno de los procesos productivos manufactureros, desde la gestión del conocimiento, gestión tecnológica, la innovación.

Tabla 9. *Autores líderes en referencias encontradas con relación a esta temática*

Principales autores	Watanabe, C.; C.; Nagamatsu, A, Carayannis, E. G.; Sohal A. S.; Griffy-Brown. Strategic Management Journal Technovation Harvard Business Review Research Policy Journal of Product Innovation Management R&D Management International Journal of Technology Management
Revistas más citadas	California Management Review Nelson, R., Evolutionary Theory (2000) Cohen, W., Adm Sci Q (2002) Prahalad, C., Harvard Bus Rev (2004) Von Hippel, E., Source Innovation (2008) Dosi, G., Res Policy (2012) Nonaka, I., Knowledge Creating C (2015)
Documentos más citados	Rogers, E., Diffusion Innovation (2019)

Nota: autores más citados en publicaciones sobre productividad en organizaciones en base de datos Scopus

4.3 Interpretación de los resultados e impacto de las herramientas de productividad en empresas manufactureras

En este objetivo se construyó una tabla para clasificar los proyectos seleccionados, según las categorías: herramientas o prácticas usadas, categoría de la empresa, país y el impacto que se generó en la empresa.

- Herramientas o prácticas usadas: en este apartado se sesgan las diferentes herramientas o prácticas que usaron los proyectos, donde puede haber desde una sola práctica a múltiples, algunas de estas son 5'S, TPM, kaizen entre otras.
- Categoría de la empresa: en categoría de la empresa se quiso sesgar a que sector empresarial pertenecía cada una de las empresas en las cuales se practicó la mejora en

cada uno de los proyectos

País: en este se definen en que país se hizo la publicación de cada uno de los proyectos.

- El impacto que se generó en la empresa: en este apartado se da una clasificación de que tanto afectó positivamente los diferentes proyectos en cada una de las empresas en las que se realizaron las prácticas de mejora, se divide en 3 categorías que son impacto alto, medio y bajo.

Impacto alto: se denominan los proyectos que generaron una contribución excepcional, donde remarcan la alta mejoría de productividad que se obtuvo después de la aplicación de estos.

Impacto medio: se denominan a los proyectos que generaron una contribución recalable en la empresa que fue aplicado, pero generando una mejoría estándar.

Impacto bajo: se denomina a los proyectos que generaron una mejora poco recalable y no se generó la mejora que se esperaba.

Se generaron estas tres categorías para clasificar los proyectos ya que en varios casos en estos no daban una clara medición de las mejoras generadas, sino quedaban en explicaciones ambiguas, lo que generó que la interpretación de estas se diese en una tabla cualitativa y no una cuantitativa a falta de datos cuantificables.

Tabla 10. Clasificación de los documentos según categorías de análisis

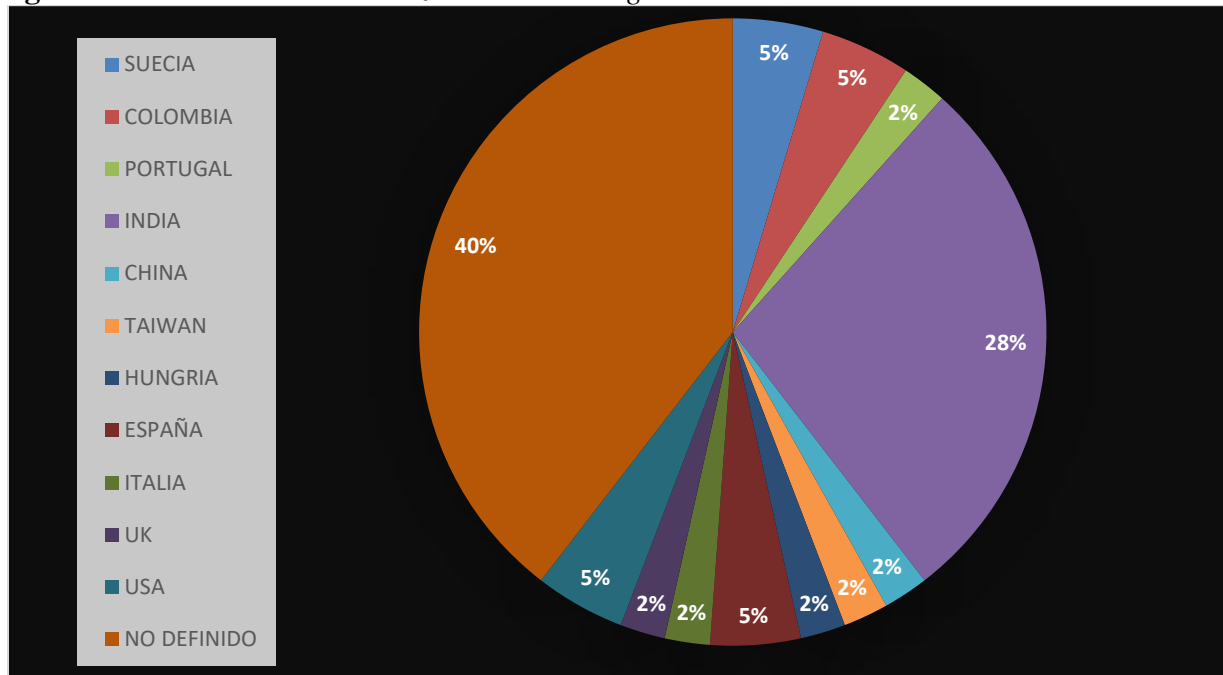
Numeración	Impacto	Herramientas o prácticas desarrolladas	Categoría de la empresa	País
1	Alto	TPM	No definida	No definido
2	Alto	HEIJUNKA	Autopartes	No definido
3	Medio	JIT	No definida	Suecia
4	Alto	5'S	Confección	No definido
5	Bajo	POKA-YOKE	Panadera	Colombia
6	Medio	KAIZEN; KANBAN	Tapones de rosca	Portugal
7	Bajo	VSM; 5's	Pintura	No definido
8	Medio	KAIZEN; VSM	Autopartes	India
9	Alto	5'S; KAIZEN; SMED	No definida	India

Numeración	Impacto	Herramientas o prácticas desarrolladas	Categoría de la empresa	País
10	Alto	NVA; VSM	Autopartes	India
11	Alto	VSM; HEIJUNKA; SMED; KAIZEN	Autopartes	India
12	Medio	SMED; 5'S; KAIZEN	No definida	India
13	Medio	KAIZEN; NVA	No definida	India
14	Alto	5S; Kanban; JIT; SLP	No definida	No definido
15	Bajo	SMED; 5'S	No definida	India
16	Medio	Heijunka	Autopartes	India
17	Bajo	KANBAN; SMED	No definida	India
18	Alto	TPM	Automovilística	India
19	Medio	POKA-YOKE	No definida	No definido
20	Medio	SMED; TPM	No definida	Suecia
21	Alto	TAKT TIME	No definida	No definido
22	Medio	KANBAN	No definida	Colombia
23	Alto	HEIJUNKA; 5'S	Textil	No definido
24	Alto	POKA-YOKE	No definida	No definido
25	Alto	5'S; KAIZEN; SMED	No definida	China
26	Alto	KAIZEN; VSM	No definida	Taiwan
27	Medio	TPM; NVA	No definida	No definido
28	Alto	POKA-YOKE; 5'S	No definida	Hungría
29	Alto	TPM; 5'S	No definida	España
30	Alto	HEIJUNKA; 5'S	No definida	Italia
31	Alto	JIT; POKA-YOKE; 5'S	Cerámica	España
32	Alto	KAIZEN; 5'S	No definida	Uk
33	Alto	5'S; KAIZEN; SMED	No definida	Usa
34	Medio	SMED; TPM	No definida	No definido
35	Medio	JIT; 5'S	No definida	No definido
36	Medio	SMED; 5'S	Textil	No definido
37	Medio	5'S; KAIZEN	No definida	Usa
38	Alto	HEIJUNKA; 5'S	No definida	No definido
39	Alto	VSM; KANBAN	No definida	No definido
40	Alto	TPM	Autopartes	India
	Alto	5'S; POKA-YOKE	No definida	No definido
41				
42	Alto	SMED; TPM; 5'S	Autopartes	India
43	Medio	JIDOKA; VSM	No definida	No definido

Tabla 11. Países donde se realizaron las investigaciones

Países	Cantidad de proyectos
No definido	17
India	12
Suecia	2
Colombia	2
España	2
USA	2
Portugal	1
China	1
Taiwan	1
Hungría	1
Italia	1
UK	1

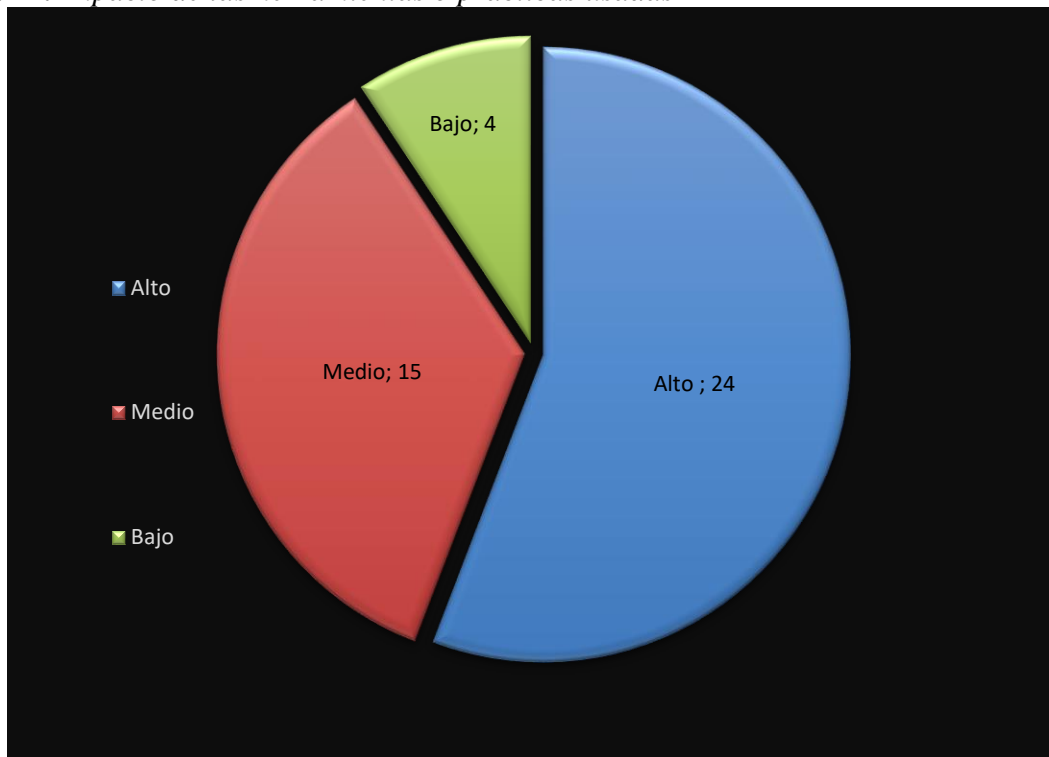
Figura 10. Países donde se realizaron las investigaciones



Existe un alto porcentaje (40%) donde no se definen en que países se realizaron los proyectos; en india si se evidencian un alto nivel de ejecución de estos (28%), en comparación de los demás donde solo se da entre un 5% y 2% de los proyectos investigados.

Tabla 12. Impacto de las herramientas o practicas usadas

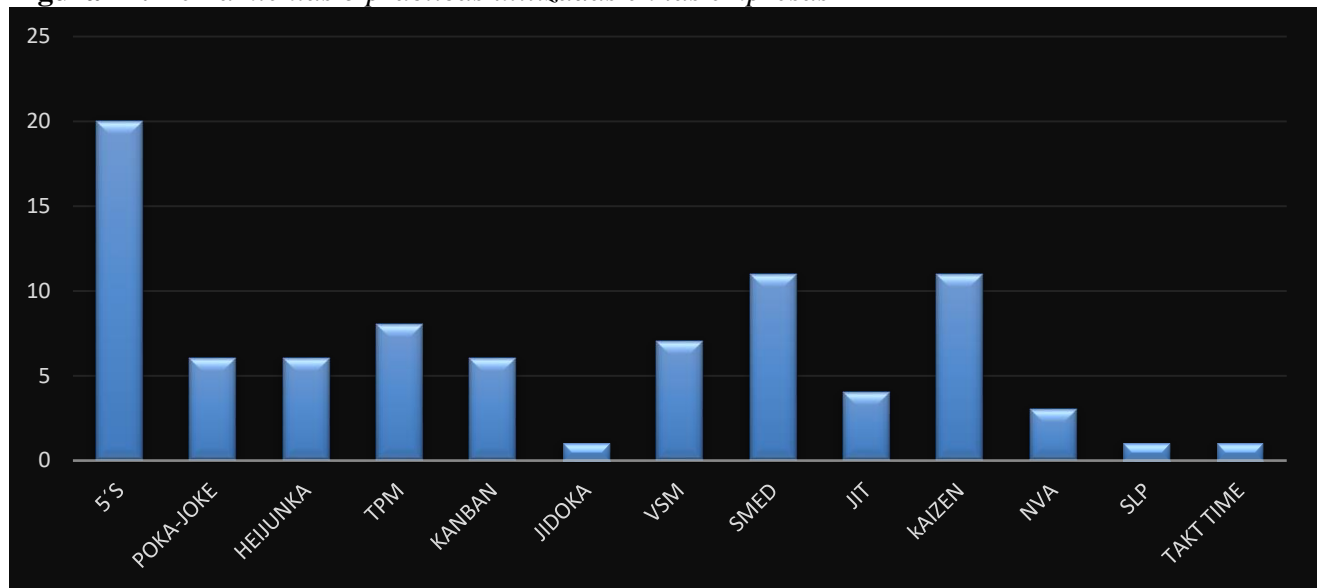
Impacto	Herramientas o prácticas usadas	%
Alto	24	56%
Medio	15	35%
Bajo	4	9%
Total	43	100%

Figura 11. *Impacto de las herramientas o practicas usadas*

Se evidencia que al usar herramientas de productividad se genera un impacto positivo, donde podemos decir que tanto el impacto alto como el medio son significativos y altamente evidenciables para las empresas, mientras que el bajo sigue siendo bueno no es muy representativo.

Tabla 13. *Herramientas o prácticas utilizadas por las empresas*

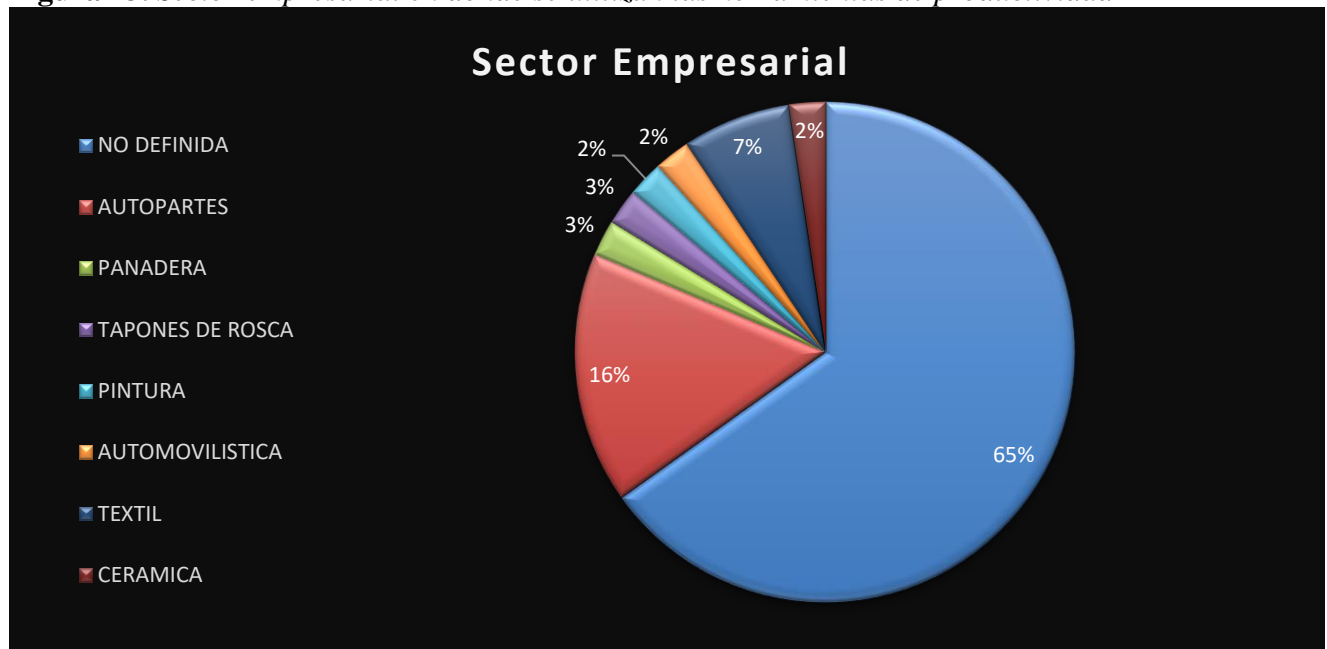
Herramientas o Prácticas usadas	Utilización en Proyectos	% De Herramientas o Prácticas usadas
5'S	20	47%
Poka-yoke	6	14%
Heijunka	6	14%
TPM	8	19%
Kanban	6	14%
Jidoka	1	2%
VSM	7	16%
SMED	11	26%
JIT	4	9%
Kaizen	11	26%
NVA	3	7%
SLP	1	2%
Takt time	1	2%

Figura 12. *Herramientas o prácticas utilizadas en las empresas*

Se puede apreciar que la herramienta más usada es 5'S con un total del 47% de los proyectos, seguida por SMED y Kaizen con un 26% cada una de ellas y las demás herramientas están entre un 20% a un 1% de uso entre los proyectos, también se encontró que la herramienta Single Minute Exchange of Die (SMED) y Kaizen son las que más se combinan con 5'S, teniendo 7 y 6 investigaciones respectivamente, además de ello hay un total de 4 investigaciones donde se usan estas tres herramientas.

Tabla 14. *Sector empresarial en donde se utilizan las herramientas de productividad*

Sector Empresarial	Cantidad de proyectos	% De proyectos por sector
No definida	28	65%
Autopartes	7	16%
Panadera	1	2%
Tapones de rosca	1	2%
Pintura	1	2%
Automovilística	1	2%
Textil	3	7%
Cerámica	1	2%
Total	43	100%

Figura 13. Sector empresarial en donde se utilizan las herramientas de productividad

Se aprecia que en el sector empresarial sucede parecido a los datos de los países donde se encuentra con el mayor porcentaje (65%) los no definidos; el sector que tiene mayor porcentaje es el de autopartes con un 16% de los proyectos, seguido por el textil con un 7% y los otros sectores están entre el 3% y el 2% de los proyectos.

Con base en los resultados anteriores se puede inferir.

Se encontró que el impacto generado al usar diferentes herramientas para aumentar la productividad fue de alto impacto en un 56% de los casos, mediano impacto en un 35% y bajo impacto en un 9% de estos, dándonos a entender que en la gran mayoría tubo una mejora significativa. Como conclusión considero que las herramientas mencionadas anteriormente para la mejora de productividad son eficientes en la mayoría de los casos analizados.

Tabla 15. *Industrias vs. herramientas*

Industria	5'S	SMED	Kaizen	TPM	VSM	Poka-Joke	Heijunka	Kanban	JIT	NVA	Jidoka	SLP	Takt Time
Autopartes	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No
Textil	Si	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No
Panadera	No	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No
Tapones de rosca	No	No	Si	No	No	No	No	Si	No	No	No	No	No
Pintura	Si	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No
Cerámica	Si	No	No	No	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No
Automovilística	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Con esta tabla se evidencia el uso de las diferentes herramientas entre las industrias que aparecían en los proyectos, donde se aprecia que 4 de los 7 tipos de industrias usan la herramienta 5'S, o sea que es la herramienta que más impacto y menor dificultad tiene al momento de la aplicación, luego hay varias herramientas que están en 2 de los 7 tipos de industrias, además de un caso en un solo tipo de estas y 4 tipos de herramientas que no se encuentran entre ninguna de ellas, ya que hay un gran porcentaje (65%) de los proyectos que no definen en que empresa o sector es aplicado, la industria con mayores herramientas aplicadas es la de auto partes con 6 de las 13 herramientas que fueron mencionadas en los proyectos y es la que mayor acoplamiento tiene entre las herramientas generando las más altas mejoras en la productividad.

Impacto según tipo de empresas:

- En la empresa de pinturas se utilizaron las herramientas de VSM y 5's, mediante la herramienta de VSM se localizaron varios puntos de espera del producto, al momento de implementación de las mejoras se redujo el tiempo de producción en un 20%, donde la implementación de las 5's fue un punto clave ya que, mediante la limpieza y organización de los diferentes sitios de trabajo, se efectuaba con una mayor versatilidad y en menor tiempo.

- En una empresa textil se utilizaron las herramientas de SMED y 5's, donde por medio de estas redujeron el inventario en un 35% y mejoraron los tiempos de producción en un 15%, el punto clave fue el trabajar con lotes más pequeños, donde se generaban menor cantidad de prenda a almacenar.
- En una empresa panadera se implementó el uso de Poka-Yokes, con esta herramienta se redujeron errores en la producción, dando un aumento del 20% en la cantidad de productos producidos.
- En una empresa de autopartes se implementó la herramienta Heijunka, mediante esta se pudo establecer un ritmo de producción, reduciendo en un 30% la sobreproducción que terminaba almacenadas en inventario.

5. Conclusiones

Se realizaron el análisis de 43 casos para empresas manufactureras, obteniendo a India como principal país con un 28% de las investigaciones, donde su mayor producción es en las empresas de autopartes y la herramienta más usada es 5's con un 47% de la totalidad de los casos siendo seguida por SMED y Kaizen con un 26% de los casos.

Se puede apreciar que 4 de los 7 tipos de industrias usan la herramienta 5'S, dándonos a entender que es la herramienta que más impacto y menor dificultad tiene al momento de la aplicación, además podemos recalcar que la industria con mayores herramientas aplicadas es la de auto partes con 6 de las 13 herramientas que fueron mencionadas en los proyectos y es la que mayor acoplamiento tiene entre las herramientas generando las más altas mejoras en la productividad.

El impacto generado por las herramientas varia significativamente entre cada empresa y esto se puede dar por las diferentes formas en que estos fueron aplicados además de también con que otras herramientas se combinaron, dándonos una variabilidad muy alta entre los diferentes

casos de estudio, pero aun así mostrándonos que su aplicación en este sector tiende a ser positivo.

Referencias

- [1] P. Amar. Cooperación e Innovación Científica Tecnológica en el Departamento del Atlántico. Colombia. 2017.
- [2] C, Botella, I, Suárez. Innovación para el desarrollo en América Latina. Una aproximación desde la cooperación Internacional. Madrid. Fundación Carolina. 2018.
- [3] M, Cardona, S, Escobar. Innovación en la transformación productiva industrial manufacturera. Semestre Económico. 127-151. 2016.
- [4] R. Alameda. Los grandes cambios de política económica o de modelo en la historia de Colombia. En Modelos de desarrollo económico. Colombia 1960–2002. Editorial Oveja Negra. Bogotá D.C. 2003.
- [5] Cepal. La Transformación productiva 20 años después. Santiago de Chile. 2018.
- [6] W, Hodson (2005), *Manual del Ingeniero Industrial*. Bogotá DC: Mc Graw Hiii
- [7] B. Niebel; A Freivalds. *Método Sistemático para Aplicar los Nueve Análisis de Operaciones por Medio de una Lista de Verificación*. México DF: FCE
- [8] M, Larsson, J, Llisterri, C, Pietrobelli. Los sistemas regionales de innovación y productividad en América Latina. Nueva York. BID. 2018.
- [9] N, Maldonado, E, Sánchez. Rutas de Transformación Productiva Manufacturera. Cuadernos de Economía, 1-15. 2016.
- [10] H, Orellana. Tecnologías exponenciales y su impacto en la productividad y sociedad. Fundación Prohumana. 2017.
- [11] JL, Ramos, L, Moreno, J, Polo, C, Almanza. El Caso del Atlántico: desempeño innovador y productivo. Dinamización de la economía. Barranquilla. Colombia. Editorial Universidad del Norte. 2016.

- [12] J, Robledo, F, Gómez, J, Restrepo. Relación entre capacidades de innovación tecnológica, productividad y desempeño empresarial en Colombia. Memorias I Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación. Bogotá. Colombia. 2018.
- [13] A, Santos. Panorama de la Innovación y productividad desde el análisis bibliométrico de la Secretaria de Desarrollo Económico del Departamento del Atlántico. Colombia. 2016.
- [14] DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Bogotá. Colombia. 2019.
- [15] G, Feixa, O, Tañá. Enfoque evolucionista de la empresa manufacturera e innovación tecnológica. El modelo de R.R. Barcelona. Universidad de Barcelona. 2016.
- [16] Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Indicadores de productividad, innovación, ciencia y tecnología. Bogotá. Colombia. 2016.
- [17] G, Anlló, D, Suárez. Innovación: algo más que I+D. Evidencias Iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación: construyendo las estrategias empresarias productivas y competitivas. En Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Ed. Ricyt. Buenos Aires. 73-103. 2018.
- [18] E, Bitrán, J, Benavente, C, Maggi. Bases para una estrategia de productividad, innovación y competitividad para el sector manufacturero en Colombia. Santiago de Chile. Centro de Productividad Universidad Adolfo Ibáñez. 2017.
- [19] L, Cassini. Reinversión de utilidades y concentración en la industria manufacturera argentina en la pos convertibilidad. En Revista Realidad Económica. N° 292. p. 44-63. 2017.
- [20] I, Segarra, A, Blasco. Las nuevas empresas manufactureras son más productivas e innovadoras que las viejas. 2019.
- [21] R, Fernández. La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa manufacturera. San Vicente Alicante. Club Universitario. 2017.

- [22] J. Harrington. Mejoramiento de los procesos productivos de la empresa. México: McGraw Hill. 2016.
- [23] G, Fráncica. La industria manufacturera colombiana en la economía mundial. Valoración de su potencial de transformación productiva. Grupo de Investigación Cultura Emprendedora. Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas. Bogotá. Universidad de la Sabana. Colombia. 2018.
- [24] F.J., Miranda, A.C., González. Introducción a la gestión de la calidad. Madrid: Delta. 2017.
- [25] A.S., Tejeda. Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas de productividad de la industria manufacturera. 2016.
- [26] C, Rueda, C.F., Gómez, R, Villa. Indicadores bibliométricos. Origen, aplicación, y nuevas propuestas. 8 (1) 29-36. 2016.
- [27] H, Buckland, D, Murillo. Innovación y productividad vías hacia el cambio sistémico. Barcelona. Universidad Ramon llull. 2016.
- [28] M, Cardona, C, Cano. La innovación empresarial y el mundo de las tecnologías de producción. Pereira. Gestión y región. 2017.
- [29] J, Carrillo, A, Huelde, D, Villavicencio. Dilemas de la innovación y productividad en industrias manufactureras en Tijuana. México. 2018.
- [30] Colciencias. Política nacional de fomento de la productividad, investigación e innovación. Bogotá D.C. Colombia. 2018.
- [31] O. Scharmer. Teoría U. Liderando desde el futuro emergente. 2015.
- [32] C, Córdoba, F, Villamarin, H, Bonilla, H. Productividad e Innovación. Aproximación a un marco teórico desde las disciplinas creativas del diseño manufacturero. 30-44. 2016.

- [33] A, Rodríguez, H, Alvarado. Claves de la productividad e innovación en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Cepal. 2018.
- [34] Constitución Política de Colombia. Ed. Legis. Bogotá. Colombia. Edición 2020.
- [35] Ley Emprendimiento 1014 de 2006. Diario Oficial Congreso de la República. Bogotá. Colombia. 2006. .
- [36] Decreto 593 de 2020. Bogotá. Colombia. 2020.
- [37] J.A., González. La innovación de la industria manufacturera en Bogotá. Universidad de la Salle. Bogotá. Colombia. 2016.
- [38] O.M., Lorduy, J.E., Rangel. Análisis de Indicadores de Innovación para una muestra de empresas manufactureras de Montería. Colombia. 2019.
- [39] D.A., López. Innovación para el sector manufacturero del departamento de Atlántico en Colombia. Una aproximación desde la cooperación internacional. Universidad de San Buenaventura. Cartagena. 2017.
- [40] P, Sánchez, M.C., Sánchez, MM, Montserrat. Innovación y Productividad Manufacturera. Journal of Technology Management & Innovation. Journal of Technology Management & Innovation © Universidad Alberto Hurtado, Facultad de Economía y Negocios. Volumen 9. 2015.
- [41] J, Calvo. Una caracterización de la productividad e innovación tecnológica en los sectores manufactureros españoles. Economía industrial, 361, 139-150. 2017.