

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN DE INVESTIGACIÓN
REALIZADA EN LA PLATAFORMA SCIENCE DIRECT APLICADO A LA
REVOLUCIÓN 4.0 EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE EL AÑO 2007
AL 2017

PRESENTADO POR:

ANGELA PAOLA CASTILLO AGUIRRE

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2019.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN DE INVESTIGACIÓN
REALIZADA EN LA PLATAFORMA SCIENCE DIRECT APLICADO A LA
REVOLUCIÓN 4.0 EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE EL AÑO 2007
AL 2017

PRESENTADO POR:

ANGELA PAOLA CASTILLO AGUIRRE

DIRECTOR

RUBEN DARIO BUITRAGO PULIDO

Doctorando en tecnología educativa. Magister en tecnologías de la
información aplicadas a la educación. Especialista en gerencia de
mantenimiento. Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2019.

TABLA DE CONTENIDO

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	4
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	8
3.1 OBJETIVO GENERAL	8
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. JUSTIFICACIÓN.....	9
5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
6. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	12
6.1 ESTADO DEL ARTE.....	12
6.1.1 Tecnologías de la Industria 4.0: patrones de implementación en empresas manufactureras.	12
6.1.2 La contribución esperada de las tecnologías de la Industria 4.0 para el rendimiento industria.....	13
6.1.3 La estrategia del backshoring y la adopción de la Industria 4.0: Evidencia de Europa	13
6.1.4 Un enfoque conceptual para analizar los perfiles de las empresas manufactureras con respecto a la Industria 4.0 en economías emergentes	13
6.1.5 La gestión industrial de las PYMES en la era de la Industria 4.0.....	14
6.2 MARCO TEÓRICO	14
6.2.1 Bibliometría	14
6.2.2 Leyes e Indicadores Bibliométricos	15
6.2.3 Industria 4.0	18
7. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20

8. DISEÑO METODOLÓGICO.....	21
9. FUENTES DE INFORMACIÓN	26
9.1 FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA	26
9.2 FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS.....	26
10. RESULTADOS Y ANÁLISIS	27
10.1 INDICADOR DE ACTIVIDAD CIENTÍFICA.....	28
10.1.1 Número y distribución de Publicaciones.....	28
10.1.2 Distribución de artículos por año	30
10.1.3 Indicador de productividad de los autores.	31
10.1.4 Indicador de colaboración en las publicaciones.....	31
10.1.5 Indicador de impacto de los Trabajos. Numero de Citas recibidas por país....	35
10.1.6 Índice de instantaneidad o inmediatez: factor de impacto de los autores.	36
10.1.7 Indicador de impacto de las fuentes: Factor de impacto de las revistas	38
10.2 RED DE ANALISIS.....	41
10.2.1 Red de palabras clave.....	41
10.2.2 Red de Coautorías	43
10.2.3 Red de correlación entre palabras clave y años de publicación	45
11. DISCUSIÓN	47
12. CONCLUSIONES	49
13. RECOMENDACIONES	50
14. Referencias.....	52

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ejemplo para calcular el FI de una revista	16
Ilustración 2 Ejemplo de fórmula para calcular el índice de instantaneidad de una revista.	17
Ilustración 3 Relación de palabras clave	42
Ilustración 4 Red de coocurrencias de los autores de artículos publicados en coautoría.....	43
Ilustración 5 Red de coocurrencias del grupo de autores con mayor relevancia.	44
Ilustración 6 Palabras clave en función al tiempo.....	45
Ilustración 7 Correlación palabras obsoletas años de publicación	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diseño Metodológico.....	21
Tabla 2 Número y distribución de publicaciones por país vs Tipo de documento.	29
Tabla 3 Distribución de productividad por autores	31
Tabla 4 Artículos más citados en Sciencedirect periodo 2007-2017.....	37
Tabla 5 Número de citas por revista	38
Tabla 6 Revista con mayor número de citaciones	39
Tabla 7 Factor de impacto revista con mayor número de citaciones	39
Tabla 8 Revista en comparación a citas recibidas	40
Tabla 9 Factor de impacto revista en comparación a citas recibidas.....	40

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 Distribución de artículos por año.....	30
Gráfica 2 Relación cantidad de universidades vs. cantidad de autores por país..	33
Gráfica 3 Relación universidades en las que más se publica.....	34
Gráfica 4 Número de citas por país	36

RESUMEN

El presente trabajo presenta un estudio bibliométrico sobre el estado de la producción de investigación científica en referencia a la industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial en el periodo determinado 2007 y 2017. Como seguimiento de esta actividad se realiza un análisis que permite cuantificar y medir la producción de investigación indexada en la plataforma Sciencedirect mediante una revisión sistemática a partir de la aplicación de ecuaciones de búsqueda a fin de realizar una exportación de variables necesarias para Interpretar y comparar características de producción.

La muestra estuvo comprendida por 207 artículos y los resultados relevantes están constituidos por indicadores bibliométricos que expresan características importantes y contribuyen al ejercicio de análisis y discusión de resultados. De ahí, identificar y contrastar datos propios del ejercicio: años más productivos, los países en los que más se publica, número de artículos publicados, revistas indexadas más productivas, factor de impacto, cantidad de citas, número de autores entre otras.

La conclusión principal del trabajo demostró que los datos analizados son una muestra sobre el estado de investigación de industria 4.0 y se puso en manifiesto la necesidad de llevar acabo la búsqueda de información de manera más amplia dada la importancia y relevancia que este concepto representa para el presente en investigación y futuro en innovación. Así mismo se recomienda que para próximas investigaciones se agrupe y amplíe la búsqueda de información incluyendo los conceptos semejantes y principios de la industria 4.0 como palabras clave que permitan abarcar completamente el tema.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el desarrollo tecnológico en la industria ha tenido un impacto significativo, más recientemente con la implementación del concepto Industria 4.0 considerada como una cuarta revolución industrial, surge en el año 2011 como una propuesta del gobierno Alemán para el desarrollo económico en la industria de ese país, en el que se fundamenta en combinar y conectar las tecnologías digitales y físicas a la industria (inteligencia artificial, internet de las cosas, robótica, Big Data entre otros), es decir, la digitalización e integración de la empresa y todos sus servicios.

El impacto es tal que está incidiendo en todos los aspectos en la industria, también en la investigación y el desarrollo de tecnologías, de ahí que en otros países estén adoptando estrategias y creando sus propias políticas gubernamentales para crear e implementar tecnologías de la cuarta revolución industrial a su economía interna.

En el capítulo de la descripción del problema se plantea que la medición sobre la literatura y los avances académicos sobre industria 4.0 son escasos debido al tiempo en el que esta ha llevado a implementarse en todo el mundo, con el fin de poder transmitir de forma cuantitativa el conocimiento adquirido a través de un ejercicio de investigación científica sobre industria 4.0 utilizando como fuente de información sistemática la plataforma Sciencedirect para el período 2007-2017, surge la necesidad de crear estudio bibliométrico partiendo de la exploración y medición de los diferentes conceptos que son semejantes y que da lugar a la investigación.

En el siguiente capítulo la formulación del problema mediante la pregunta de investigación plantea como realizar el análisis para cuantificar y medir la producción la importancia de desarrollar el estudio bibliométrico.

Como principal objetivo se plantea realizar un análisis bibliométrico que permita cuantificar y medir la producción de investigación científica indexada en la plataforma mediante la utilización de herramientas sistemáticas aplicar instrumentos de medición como los indicadores bibliométricos descritos en el marco desarrollado por tres objetivos específicos en los que se realiza una revisión sistemática, se identifican variables de estudio y se correlacionan las mismas.

La justificación del proyecto describe la importancia de medir la literatura y los aportes que se han realizado al clasificar y comparar los grupos de investigación científica, instituciones académicas y países, a su vez al discutir sobre el estado actual y futuro de la industria 4.0 en los diferentes campos de acción como el medio académico y el social permitiendo interactuar entre sí con el fin de determinar los beneficios y desventajas.

En el marco de referencia sitúan al estado del arte los trabajos encontrados sobre industria 4.0 la cual se convierten en un referente para el presente proyecto.

Para el marco teórico se definen los principales conceptos utilizados, la bibliometría como medio efectivo para transmitir de forma cuantitativa el conocimiento adquirido en él se resaltan los diferentes indicadores bibliométricos utilizados como herramienta de análisis y la industria 4.0 como tema objeto de estudio.

En el capítulo tipo de investigación se describe las razones de utilizar en este documento una investigación de tipo cuantitativo.

El siguiente capítulo hace referencia al diseño metodológico el cual se describe las fases y las actividades en las que se determina la búsqueda y extracción de información como por ejemplo la definición de las ecuaciones y palabras clave.

Posteriormente en el capítulo se especifican las fuentes de información primarias y secundarias utilizadas como principal herramienta se describe la plataforma Sciencedirect

Finalmente se presentan los resultados y el análisis de cada uno de los indicadores elegidos para la medición y comparación de las variables extraídas artículos, revistas, autores, grupos de investigación, países, citas e identifica las tendencias y señala los vacíos en la investigación.

En la discusión se plantean los resultados obtenidos donde se pueden resaltar las fortalezas, las debilidades y las limitaciones que estas han dado lugar en el ejercicio de análisis.

Se enuncian las recomendaciones en el que se da lugar el proyecto presentado permitiendo presentar las conclusiones a las que se llegó con el estudio.

1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE LA PRODUCCIÓN DE INVESTIGACIÓN REALIZADA EN LA PLATAFORMA SCIENCE DIRECT APLICADO A LA REVOLUCIÓN 4.0 EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE EL AÑO 2007 AL 2017

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Rodríguez (2009) basado en la definición de Pritchard (1969) define la bibliometría como:

“La aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a libros y otros medios de comunicación para definir los procesos de la comunicación escrita y de la naturaleza y el desarrollo de las disciplinas científicas, mediante el recuento y análisis de las diferentes facetas de dicha comunicación”. (pág. 320).

Aunado a esto García (2016) apoyado en la investigación de De Solla indica que “la bibliometría ha cobrado gran importancia en las últimas décadas como herramienta para el análisis de las múltiples formas en que se genera, crece y circula el conocimiento científico” (pág. 3). Por otro lado, Eugene Garfield (1960) constituyó la cita como el elemento facilitador para consultar y hallar literatura de forma rápida en bases de datos documentales, lo que hace que sea el elemento más importante para realizar análisis bibliométrico. En tal sentido, realizar un análisis bibliométrico permite discutir, comparar, medir y objetivar la actividad científica a partir de métodos matemáticos; al aplicar estos métodos implican manejar una serie de indicadores que aportan un enfoque objetivo como efecto pueden ser económicos, sociales y demográficos. Una atribución a ello lo señala Araujo y Arencibia (2002) en su artículo donde menciona que “la UNESCO, ha propuesto los indicadores bibliométricos como el crecimiento del producto interno bruto (PIB), los gastos en educación, la cantidad de profesionales, el número de profesionales en I+D” (pág. 10).

Al respecto se resalta que la utilización de los indicadores abordan un medio importante para “Situación la producción de conocimiento en un país con respecto al mundo, una institución en relación con su país y los científicos en relación con sus propias comunidades, estos indicadores pueden dar a valor el estado actual de la ciencia” (Chapula, 1998, pág. 37). Deben considerarse, a su vez, apoyar procesos para la toma de decisiones como reflexión Romaní, Huamaní, & González (2011) mencionan que “la toma de decisiones hace parte de la gestión del conocimiento, al sugerir el desarrollo de líneas de investigación poco estudiadas o supervisa el desarrollo de otras y evalúa el quehacer científico de autores, instituciones e incluso países” (pág. 61).

Finalmente es importante entonces hacer mención de la afirmación de Escorcía Otalora (2008) quienes indican que “la bibliometría constituye un papel importante y fundamental como herramienta para medir la calidad de los procesos generados en el entorno de la investigación y desarrollo científico de un país.” (pág. 13).

Vinculado al concepto objeto estudio "industria 4.0" es un término que fue desarrollado en el año 2011 por el gobierno alemán en la Feria tecnológica de Hannover Messe con el fin de diseñar un programa de mejora de la productividad de la industria manufacturera y formar parte de las grandes tendencias globales.

Basco, Beliz, Coatz & Garnero (2018) consideran:

El concepto de Revolución Industrial está ligado a cambios en las condiciones tecnológicas de producción (...) que la industria 4.0 permite la digitalización del sector manufacturero e impulsa el aumento de los volúmenes de datos, la potencia en los sistemas computacionales y la conectividad. (pág. 124).

Dentro de este marco surge el interés de medir la producción de investigación científica escrita sobre el término industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial en los años 2007 a 2017 en la plataforma Sciencedirect, en el cual se evidencia ausencia de producción en investigación científica y un "vacío" en la educación y la comprensión este concepto. Es evidente entonces que en la literatura actual todavía no hay información documentada que permita realizar una medición del impacto por lo que un análisis bibliométrico permitirá realizar una revisión sistemática, tal es el caso para los artículos académicos de investigación, revisión, algunos documentos como editoriales y comunicación.

Como se ha afirmado la actualidad las investigaciones realizadas sobre este tema son muy escasas, es inevitable que con la inclusión de una nueva revolución industrial hoy llamada "industria 4.0" resulte un nuevo conocimiento y nuevas áreas en las que se pueda realizar investigación. Medir la capacidad y calidad de los conjuntos de artículos relacionados, el impacto de las revistas e institutos, la comprensión de citas científicas, hacer un mapeo de campos científicos y de producción de artículos permitirá que mediante indicadores se pueda representar el comportamiento, darle valor y ponencia para uso en contextos políticos, económicos y académicos a la investigación científica realizada sobre el tema objeto de estudio.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La importancia de desarrollar el estudio bibliométrico permite generar las estadísticas e indicadores que permiten dar valor a la plataforma, tanto académica como socialmente.

El problema de investigación del presente proyecto plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo realizar un análisis que permita cuantificar y medir la producción de investigación científica indexada en la plataforma web Scencedirect Entre los años 2007 a 2017 sobre industria 4.0?

Para solucionar este interrogante se deben identificar la cantidad de estudios realizados, los intereses que se llevaron a cabo para la ejecución y desarrollo, así identificar el vacío existente en miras de llenar y contribuir a un nuevo estudio identificar las fortalezas y las debilidades al desarrollar esta investigación.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis que permita cuantificar y medir la producción de investigación científica indexada en la plataforma Sciencedirect Entre los años 2007 a 2017 sobre industria 4.0

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una revisión sistemática de la literatura para analizar la producción científica dentro del tema de estudio “Industria 4.0”, que se publicaron en el periodo de tiempo 2007 a 2017 en la plataforma Sciencedirect
- Identificar variables de estudio que permitan cuantificar y medir la producción de investigación científica en industria 4.0.
- Correlacionar las variables de estudio autores, palabras clave, revistas, citas y universidades, para determinar el grado de asociación.

4. JUSTIFICACIÓN

Los estudios bibliométricos juegan un papel importante para la producción de investigación científica por ser un medio confiable para medir la productividad y el impacto que tienen estas publicaciones a nivel social y académico. La difusión de los resultados plantea una manera objetiva de analizar y discutir el estado actual de estas líneas de investigación.

Dentro de este marco la búsqueda de documentación científica dentro de la línea de investigación en referencia a La industria 4.0 “Considerada ya como la “Cuarta Revolución Industrial”, debido a su potencial y beneficios relacionados con la integración, introducción y autonomía de los procesos”. (Ynzunza Cortés, Izar Landeta, Bocarando Chacón, Aguilar Pereyra, & Larios Osorio, 2017, pág. 3). El cual se hace evidente entonces que resulte un nuevo conocimiento y nuevas áreas de investigación lo que indican el interés por desarrollar un estudio bibliométrico que evidencie el vacío y exponga el estado actual.

Como ya se ha aclarado la medición sobre la literatura y los avances académicos sobre industria 4.0 son escasos, las líneas de investigación son poco estudiadas y requieren ser medidas utilizando herramientas como lo son los indicadores bibliométricos. Cabe exponer que lo que se busca en este estudio es dar una visión general sobre el estado de la producción de investigación en la plataforma Sciencedirect sobre Industria 4.0, por lo cual el análisis bibliométrico permitirá representar y medir cuantitativamente la producción científica y los aportes que se han realizado, situar o comparar los grupos de investigación científica, instituciones académicas y países.

Además, contribuye al discutir sobre el estado actual y futuro de la industria 4.0 en los diferentes campos de acción como los son en el medio académico y en el social permitiendo interactuar entre sí con el fin de determinar los beneficios y desventajas.

Desde la dimensión académica el desarrollo de este estudio Bibliométrico es importante ya que aporta una información numérica objetiva que permite dar un valor significativo a los intereses académicos, permite suministrar recursos y aporta concomimiento de forma más objetiva y coherente a las investigaciones realizadas sobre industria 4.0. El uso de indicadores permite orientar a la planificación de inversiones y de carreras, evaluación de proyectos, justificación ante la sociedad de los presupuestos para investigación, está directamente relacionada con el crecimiento económico, el desarrollo humano y social de un país.

Por otra parte, desde los intereses Políticos el proyecto permite realizar un análisis Bibliométrico que permite identificar y crear herramientas legales, así como también se pueden utilizar los resultados para financiar las actividades de investigación y desarrollo. Y finalmente, en la parte económica se aportan criterios para priorizar la investigación y aprovechar sus resultados.

5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación se basa en un análisis de la información estadística, que permite por medio de una herramienta clasificar, ordenar y sistematizar los resultados encontrados representados de manera gráfica y dinámica llamados indicadores bibliométricos.

Las delimitaciones para el desarrollo de este están dadas por las siguientes variables:

Como herramienta para el desarrollo del estudio se utilizó la plataforma Sciencedirect, la cual alberga revistas y libros en texto completo a nivel mundial. “Actualmente 250.000 artículos en Sciencedirect son de acceso abierto. Los artículos publicados de acceso abierto se revisan por pares y son gratis para que todos puedan leerlos, descargarlos y citarlos de acuerdo con la licencia de usuario elegida por los autores. (Sciencedirect, 2019). En efecto favorece a la realización de la investigación por contener herramientas de visualización y búsqueda eficiente para apreciar el análisis estadístico, citas, autores, año, países etc.

Para la recopilación de información se aplicó un filtro temporal, una línea de tiempo en años desde el año 2007 y hasta el año 2017.

El segundo aspecto se evidencia una tendencia idiomática inclinada al idioma inglés en el cual contiene la mayoría de la información, se utilizan palabras clave traducidas a este idioma para la búsqueda de los artículos como:

- industrie 4.0, industry 4.0,
- 4th Industrial Revolution, the fourth industrial revolution

Es importante destacar que las siguientes palabras clave, aunque no son objeto de análisis para este estudio si influyen en el desarrollo de la industria 4.0 y en la búsqueda de información relevante:

- Internet industrial de las cosas (IIoT) ó (IoT)
- Big data y análisis.
- Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático.
- Realidad virtual
- Sistemas de realidad aumentada (AR) e Interfaces táctiles y de voz
- Robótica avanzada.
- Fabricación aditiva

El tiempo de ejecución del proyecto es de 8 meses el cual permite realizar la consulta y desarrollo de los parámetros para dar cumplimiento al proyecto. El análisis de información está redactado por un investigador quien recopilara, analizara y entregara los resultados del estudio bibliométrico.

6. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 ESTADO DEL ARTE

De acuerdo con los razonamientos que se han expuesto, la producción de investigación científica realizada sobre industria 4.0 es escasa, y cabe mencionar que los estudios para el desarrollo del estado del arte que aquí se mencionan fueron las consultas realizadas en Sciencedirect en inglés.

De los trabajos encontrados sobre estudios bibliométricos de industria 4.0 se pueden relacionar los siguientes:

6.1.1 Tecnologías de la Industria 4.0: patrones de implementación en empresas manufactureras.

Autores: Alejandro Germán Frank , Néstor Fabián Ayala, Lucas Santos Dalenogare

Frank, Dalenogareb, & Ayalac proponen en su artículo de investigación la adopción de tecnologías de la industria 4.0 en empresas manufactureras proponen un marco conceptual para estos implantando tecnologías, que se dividen en front-end y tecnologías de base. Tecnologías front-end considere cuatro dimensiones: fabricación inteligente, productos inteligentes, cadena de suministro inteligente y tecnología inteligente trabajando, mientras que las tecnologías de base consideran cuatro elementos: internet de las cosas, servicios en la nube, grandes datos y análisis. Los resultados en este artículo se desarrollan mediante la aplicación de una encuesta en 92 empresas fabricantes para estudiar la implementación de estas tecnologías. Los hallazgos muestran que la Industria 4.0 está relacionada con una adopción sistémica de las tecnologías de front-end propuestas en este artículo. Según los hallazgos, las empresas con un nivel avanzado de implementación de la Industria 4.0 tienden a adoptar la mayoría de las tecnologías de front-end. Para las tecnologías adoptada, se puede dibujar una secuencia de pasos de implementación. (pág. 16)

Frank, Dalenogareb, & Ayalac aplican el desarrollo de la industria 4.0 a implementar nuevas tecnologías donde se propone una estructura llamada capas de tecnología de la Industria 4.0, en los que se pueden mencionar los principios descritos en esta investigación.

6.1.2 La contribución esperada de las tecnologías de la Industria 4.0 para el rendimiento industria

Autores: Lucas Dalenogare, Guilherme Brittes Benitez, Néstor Fabián Ayala, Alejandro Germán Frank,

El objetivo de este informe fue realizar una revisión sistemática de la literatura sobre cómo la adopción de diferentes tecnologías de la Industria 4.0 se asocia con los beneficios esperados para el producto, las operaciones y los efectos secundarios. Mediante el análisis de regresión se mostró que algunas de las tecnologías de la Industria 4.0 se consideran prometedoras para el rendimiento industrial. Contribuye al debatir las expectativas reales sobre el rendimiento futuro de la industria al implementar nuevas tecnologías, proporcionando un trasfondo para avanzar en la investigación sobre los beneficios reales de la Industria 4.0.

Los autores aportan al estudio bibliométrico realizando investigación en la industria brasilera el cual contribuyen en producción de investigación en este país. Adicionalmente aporta un nuevo modelo de análisis aplicado en nuevas tecnologías.

6.1.3 La estrategia del backshoring y la adopción de la Industria 4.0: Evidencia de Europa

Autores: Alessandro Ancarani, Carmela Di Mauro, Francesco Mascali

En este documento se desarrolla un análisis de las prioridades competitivas llevan las empresas de backshoring a adoptar nuevas tecnologías utilizando datos secundarios. Los resultados sugieren que el backshoring está asociado con la adopción de Industria 4.0 cuando las prioridades de la empresa son de alta calidad y la reducción de los costos vinculados a la no conformidad

Los autores destacan la adopción de las nuevas tecnologías por parte de las empresas ligadas a la industria 4.0, las cuales compiten en calidad cuando participan en innovación de productos.

6.1.4 Un enfoque conceptual para analizar los perfiles de las empresas manufactureras con respecto a la Industria 4.0 en economías emergentes

Autores: Djerdj Horvat, Thomas Stahlecker, Andrea Zenker, Christian Lerch & Marko Mladineo

En este documento los autores presentan un enfoque conceptual integral para analizar y monitorear sistemáticamente la preparación de las empresas manufactureras para la Industria 4.0 en las economías emergentes. El resultado de la investigación propuso un modelo operativo que ayuda a evaluar el grado de preparación para la Industria 4.0

Este documento contribuye al análisis bibliométrico identificando semejanzas en los análisis bibliométricos como el aporte de países, autores y cantidad de documentos.

6.1.5 La gestión industrial de las PYMES en la era de la Industria 4.0

Autores: Alexandre Moeuf, Robert Pellerin, Samir Lamouri, Simon Tamayo, Rodolphe Barbary

Este artículo presenta una revisión de la literatura de investigación aplicada existente que cubre diferentes temas de la Industria 4.0 con respecto a las PYME. Plantea un modeloo de revisiosn literaria utilizando un proceso innovador que consistio en la ejecucion de consultas seguida por un analisis. Finaliza indicando que las PYME se encuentran mal equipadas para enfrentar estas nuevas posibilidades con respecto a sus funciones de planificación y control de producción. Sin embargo estan adoptando conceptos solo para monitorear los procesos e identifican ausencia de aplicaciones reales en el campo de planificación.

La aplicación de esta propuesta contribuye a otros trabajos que apuntan a clasificar los usos de sistemas o tecnologías de informacion para mmonitorear, controlar y optimizar los sitemas de produccion en las empresas PYME. Asi mismo permite la identificacion de fortalezas y debilidades en la aplicación de la industriia 4.0

6.2 MARCO TEÓRICO

6.2.1 Bibliometría

La bibliometría es un medio efectivo para poder transmitir de forma cuantitativa el conocimiento adquirido a través de una actividad de investigación científica que para este caso se desarrolla atreves de un análisis bibliométrico.

Dávila, Rodríguez citan a Pritchard (1969) quien en su investigación define la bibliometría como:

“La aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a libros y otros medios de comunicación para definir los procesos de la comunicación escrita y de la naturaleza y el desarrollo de las disciplinas científicas, mediante el recuento y análisis de las diferentes facetas de dicha comunicación” (pág. 320).

La definición de Araújo y Arencibia (2002) es similar a la de Pritchard indicando que la bibliometría “estudia aspectos cuantitativos de la producción, uso de la información registrada, cuyo efecto desarrolla y aplica modelos y medidas matemáticas (...) a su vez, sirven para hacer pronósticos y tomar decisiones en torno a dichos procesos” (pág. 1). Y por último López (1972) aporta puntualizando que “la bibliometría se define por dos objetivos: Análisis del tamaño, crecimiento y distribución y estudio de las estructuras sociales de los grupos que producen, transmiten y utilizan la ciencia” (pág. 5).

Dada las definiciones surge la necesidad de expresar aspectos cuantitativos a partir de métodos y modelos cuantitativos definidos por leyes o indicadores bibliométricos en los cuales permita medir, ordenar y sistematizar la producción de investigación científica.

6.2.2 Leyes e Indicadores Bibliométricos

Un indicador bibliométrico es un instrumento que se utiliza medir la producción científica y permite visualizar el impacto causado por un ejercicio científico a partir de la literatura consultada, clasificada y previamente analizada de grandes volúmenes de datos.

Para la EPI (2017) en su intervención de Carles Viladiu (2017) indico que “el uso de los indicadores bibliométricos que proceden de las principales bases de datos internacionales son la herramienta principal, objetiva y cuantificable, para las clasificaciones y rankings internacionales de universidades” (pág. 1). Por otro lado Fernández y De Filipo (2002) consideran que “un indicador es válido cuando sus resultados se transmiten a través de publicaciones científicas y técnicas proporcionando información cuantitativa y objetiva de volumen, evolución, visibilidad y estructura, pero no informan sobre los progresos del conocimiento” (pág. 1).

Ciertamente los indicadores bibliométricos juegan un papel importante ya que pueden proporcionar información muy valiosa para el desarrollo académico y económico de una sociedad, por ejemplo, es posible conseguir diferentes indicadores bibliométricos en los que se puede medir el proceso de un autor, tipos de documentos, visibilidad de revistas y número de publicaciones, disciplinas en las que se trabaja, tendencias, conteo de publicaciones durante un periodo determinado, especialización y el número de autores, instituciones o países, participantes, impacto de investigación de universidades o países en los documentos entre otras.

En definitiva, aplicar leyes bibliométricas a este trabajo permitirá darle valor y reconocimiento a la actividad investigadora, permitiendo que la interpretación, análisis y discusión de resultados sea de manera coherente y objetiva reconociendo y dando valor al ejercicio de investigación en los que se pueda expresar de manera

clara y precisa la información encontrada en la actividad investigadora. no solo en lo personal sino por tratarse de un tema que a que a nivel global abarca grandes cambios.

6.2.2.1. Tipos de indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos son mediciones que se realizan a la ciencia, Hernández y González (1997) mencionan que “Entre los múltiples epígrafes de la ciencia, ésta se puede estudiar bajo tres aspectos: calidad, importancia e impacto científico (pág. 237)

Por otro lado, para Rueda, Villa, Gutierrez & Pinzon, se puede utilizar los diversos indicadores bibliométricos de la siguiente manera:

- **Distribución de artículos:** Este indicador se utiliza al contabilizar el número de artículos incluidos en una Publicación durante un año particular, permite conocer el volumen de publicaciones emitidas durante un rango de tiempo determinado para el estudio.
- **Índice de productividad:** Corresponde al número de artículos publicados por un determinado autor o revista en un periodo de tiempo. Este indicador se denomina *Evolución Temporal de la Productividad*
- **Factor de impacto:** Tuñez & De Pablos (2010) Se basan en Garfield e Irving para referirse al FI:

“Concebido en 1963 (Eugene Garfield e Irving Sher) como el Journal Impact Factor (JIF), mide la influencia de las revistas científicas a través del recuento del número de citas que han obtenido en un periodo concreto de tiempo, inicialmente no determinado, previo al año en que se realiza ese recuento” (pág. 134).

Para calcular el FI según Rueda, Villa, Gutiérrez & Pinzon (2004), indican:

Se calcula como el cociente entre el número de citas a artículos de dicha revista y el número total de artículos publicados; tomando la suma de los valores de los dos últimos años (pág. 31). Ver ejemplo ilustración 1

Ilustración 1 Ejemplo para calcular el FI de una revista

$$\text{Factor de impacto en el 2002} = \frac{\text{Número de citas realizadas a artículos publicados entre 2000 y 2001}}{\text{Número total de artículos entre 2000 y 2001}}$$

Fuente: Rueda, Villa, Gutiérrez & Pinzon (2004), Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. Recuperado de <https://revistas.unab.edu.co/index.php/medunab/article/view/208/191>

- **Índice de instantaneidad o inmediatez:** Mide cuan rápidamente un artículo promedio de una publicación es citado o con qué frecuencia los artículos de una publicación son citados en un mismo año. Se calcula dividiendo las citas hechas a artículos publicados en una revista en un año entre el número total de artículos publicados ese año en una misma revista (pág. 31). Ver ejemplo ilustración 2.

Ilustración 2 Ejemplo de fórmula para calcular el índice de instantaneidad de una revista.

$$\text{Índice de Instantaneidad en el año 2002} = \frac{\text{Número de citas realizadas a artículos publicados 2002}}{\text{Número total de artículos 2002}}$$

Fuente: Rueda, Villa, Gutiérrez & Pinzon (2004), Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. Recuperado de <https://revistas.unab.edu.co/index.php/medunab/article/view/208/191>

- **Vida media de las citas:** Indicador que determina la vida media de los artículos citados.
- **Índice de Colaboración:** Resultante de dividir el número de autores participantes (firmas) en todos los trabajos presentados por un centro o publicados en una determinada revista, dividido por el número de artículos, y se puede calcular también, diferenciado entre firmas internas o locales y externas o de otras instituciones.
- **Datos de origen:** Indicadores que ofrecen información sobre las publicaciones que incluyen reseñas en lugar de artículos de investigación original y el número de referencias que publicó cada una.
- **Otros indicadores:** medir el proceso de un autor, tipos de documentos, visibilidad de revistas y número de publicaciones, disciplinas en las que se trabaja, tendencias, conteo de publicaciones durante un periodo determinado,

especialización y el número de autores, instituciones o países, participantes, impacto de universidades o países en los documentos.

6.2.3 Industria 4.0

Para poder definir el concepto de industria 4.0 primero se citarán algunos datos históricos encontrados en las investigaciones tales como:

Schroeder (2018) quien describe en su investigación la evolución de la revolución industrial

Tras la primera Revolución Industrial, que fue simbolizada por la máquina de vapor y que posibilitó la mecanización de los procesos industriales, tuvo lugar, como consecuencia de la producción en masa impulsada por las cadenas de producción de Ford, una segunda Revolución Industrial. Posteriormente, la tercera Revolución Industrial estuvo ya marcada por las tecnologías de la información y la comunicación, y condujo a la mecanización de los sistemas de producción. (pág. 3)

El término de Industria 4.0 (Industrie alemana 4.0), se hizo público en 2011 en la Feria Comercial de Hanover como el nombre de la iniciativa común de los representantes de negocios, políticos y ciencia que promueven la idea de fortalecer la competitividad de la industria alemana. (...) Al gobierno federal alemán le gustó tanto la idea que decidieron convertir y llamarla Industria 4.0 en una parte integral de la iniciativa gubernamental "Estrategia de alta tecnología 2020 para Alemania", cuyo objetivo es promover a Alemania como líder mundial de innovación tecnológica.(...) La industria 4.0 también se ha convertido últimamente en un eslogan muy popular, usado para definir cambios, que afectan al sector industrial en el momento de la formación de una nueva etapa de desarrollo llamada la 4ta Revolución Industrial. (...) Durante algún tiempo, el término de Industrie 4.0 se extiende solo en las áreas de habla alemana. En otras regiones del mundo, aparecen conceptos similares, entre otros, Industrial Internet promovido por General Electric, otras ideas similares ocurren bajo los nombres de Industria Integrada, Industria Inteligente o Fabricación Inteligente. La 4ta Revolución Industrial (4IR) está ocurriendo globalmente y simultáneamente. En Europa, Alemania (Industrie 4.0), Francia (Nouvelle France Industrielle), Suecia (Produktion 2030), Italia (Fabbrica Intelligente), Bélgica / Holanda (Made Different), España (Industria Conectada 4.0) y Austria (Produktion der Zukunft) todos están tomando activamente un interés Los sectores manufactureros de Estados Unidos (Industry Connected 4.0) y China también se están preparando para este cambio, impulsado por diferentes objetivos estratégicos (...) La mayoría reconocen el concepto de Industria 4.0 como una gran oportunidad para el desarrollo y la mejora de la competitividad, aunque el estado de los preparativos para su implementación varía ampliamente según el país, el sector o incluso una empresa individual (...) La industria 4.0 utiliza tecnologías como Internet de las cosas (IoT)

y servicios (IoS), sistemas cibernéticos (CPS), automatización industrial, conectividad e información continuas, ciberseguridad, robótica inteligente, PLM, tecnologías semánticas, Big data industrial y computacional. Visión para mejorar la productividad de los sistemas industriales de fabricación. (Basco, Beliz, Coatz, & Garnero, 2018, pág. 232).

En su artículo el concepto Industria 4.0 para Rainer Drath Y Alexander Horchla (2016) se refiere a la cuarta revolución industrial y se entiende “Como la aplicación del concepto genérico de sistemas ciber físicos (CPS) a los sistemas de producción industrial (sistemas de producción ciber física)” (pág. 3). Autores como A. Smit (2016) lo describe como una la “introducción en organización de los procesos de producción basados en la tecnología y en dispositivos que se comunican entre ellos de forma autónoma a lo largo de la cadena de valor” (pág. 32). Se pueden integrar muchas definiciones y todas reúnen conceptos muy similares para referirse al tema objeto de estudio dependiendo del país e incluso de la adopción que le da la empresa.

Los objetivos de la industria 4.0 van enfocados a crear productos inteligentes, procedimientos y procesos, en la fábrica inteligente, los seres humanos, máquinas se comunican entre sí (...) y se puede saber en los productos inteligentes los detalles de cómo se fabrican y cómo son. Ellos apoyan activamente el proceso de fabricación, respondiendo a preguntas tales como “¿Cuándo se realizó?”, “¿Qué parámetros deben ser usados para procesarlo?”, “¿dónde debe ser entregado?”, etc. (Engineering, 2013).

Si bien es cierto que no existe una definición formal sobre el termino para algunos autores el desarrollo de la industria 4.0 sencillamente se ha acomodado a las necesidades como Cabrera (2000) mencionando que la industria 4.0 “Se ha incorporado al léxico empresarial como un paquete que abarca la automatización de la fabricación, la comunicación de máquina a máquina, de máquina a producto, al Internet industrial y la tecnología necesaria para la personalización masiva de la producción” (pág. 353)

En la investigación se hace necesario resaltar que La industria 4.0 o también llamada cuarta revolución industrial integra los siguientes temas, que, aunque no son objeto de este análisis bibliométrico si influyen en el desarrollo de la industria 4.0 y la búsqueda de información relevante para este estudio:

- Internet industrial de las cosas (IIoT) ó (IoT)
- Big data y análisis.
- Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático.
- Realidad virtual
- Sistemas de realidad aumentada (AR) e Interfaces táctiles y de voz
- Robótica avanzada.
- Fabricación aditiva

7. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación para este documento es de tipo cuantitativo, se ajusta al proyecto dado que al aplicar un análisis bibliométrico utiliza un ejercicio empírico-analista basado modelos cuantitativos. Vargas (2018) hace referencia a este tipo de investigación afirmando que “una investigación como esta, busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros”. (pág. 1). (conocimientos ya adquiridos) a su vez buscan generar el crecimiento del saber científico a través de la utilización de indicadores bibliométricos que permite reflejar, comparar y discutir la veracidad datos según la investigación realizada, el comportamiento y las áreas de interés (un nuevo conocimiento).

Así mismo este tipo de investigación identifica las variables que son de posible interés de estudio, identifica los problemas en los que se debe intervenir los recursos para definir las posibles estrategias de solución.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

En la tabla 1 se muestra el diseño metodológico el cual parte de un estudio bibliométrico donde se analizan los contenidos a través de palabras clave, resúmenes y títulos que permiten identificar los principales objetivos y actividades para desarrollo del ejercicio.

Tabla 1 Diseño Metodológico

FASES	OBJETIVOS	TAREAS ASOCIADAS
<p style="text-align: center;">Fase 1</p>	<p>Realizar una revisión sistemática de la literatura para analizar los artículos académicos dentro del tema de estudio “Industria 4.0”, que se publicaron en el periodo de tiempo 2007 a 2017 en la plataforma Sciencedirect</p>	<p style="text-align: center;">1. ¿Que buscar?</p> <p>Definir y aclarar los objetos de la búsqueda, así como la fundamentación teórica para soportar la investigación. Mediante la búsqueda sistemática de información se analizan las palabras o términos indicados que permitan abarcar la investigación. En la exploración se concluyó que las palabras clave acordes para la extracción de información son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • industria 4.0, Industrie 4.0, Industry 4.0, • 4th Industrial Revolution, the fourth industrial. Cuarta revolución industrial, <p>Esto ya que se pudo identificar que son palabras que precisan, asegura y son compatibles con el tema principal.</p> <p>Establecer el periodo temporal donde se buscan documentos que cronológicamente estén dentro del periodo estudiado (2007 -2017) y que aporten valor a la investigación y que puedan mostrar la evolución de su producción</p> <p>Sustentos teóricos que contribuyan a interpretar los resultados, con el fin de tener un soporte y una guía para que la información sea discutida y analizada de manera coherente y lógica.</p>

		<p>2. ¿Dónde buscar?</p> <p>La búsqueda de información se lleva a cabo de forma sistemática en la plataforma Sciencedirect la cual cuenta con herramientas de búsqueda</p> <p>En este estudio también se integra la búsqueda de información según las palabras clave en los varios tipos de documentos como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Artículos de investigación académicos • Artículos de revisión • Capítulo de libro • Comunicación corta • Editoriales <p>3. ¿Cómo buscar?</p> <p>Identificar los conceptos que se van a implementar para la búsqueda de información.</p> <p>Implementar y establecer ecuaciones de búsqueda bibliográfica combinando términos que son semejantes, aplicando criterios de exclusión e inclusión que faciliten la sistematización, organización y permitan realizar filtros de búsqueda de manera avanzada y precisa.</p> <p>Las Ecuaciones identificadas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ("Industrie 4.0" OR "Industry 4.0" OR "4th Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution") • ("Industria 4.0" OR "4ta revolución industrial" OR "4ta revolución industrial")
--	--	---

<p>Fase 2</p>	<p>Identificar variables de estudio que permitan cuantificar y medir la producción de investigación científica en industria 4.0.</p>	<p>1. ¿Que buscar?</p> <p>Identificar los principales criterios de inclusión y exclusión, variables cuantitativas que identifiquen los artículos útiles para el desarrollo del estudio bibliométrico como:</p> <p>Tiempo: La investigación se lleva en un tiempo en años desde el a 2007 al año 2017</p> <p>Muestra: artículos cuya palabra clave está implícita en el desarrollo del artículo y en su búsqueda se identifique ya sea en el título, resumen, abstract, palabras clave.</p> <p>Idioma: Se realiza la búsqueda en el idioma propio español y se incluyen artículos escritos en inglés.</p> <p>Peer-reviewed: Se incluyen artículos publicados en revistas académicas con proceso de revisión por pares, artículos académicos, citas, Editoriales y capítulo de libro.</p> <p>Diseño del estudio: Se incluyen trabajos de investigación con criterios académicos de investigación.</p> <p>2. ¿Dónde buscar?</p> <p>Seleccionar los artículos en la plataforma Scimedirect propios según el resultado arrojado por el ejercicio de ecuaciones identificando en los títulos, las palabras clave, los resúmenes la palabra implícita Industria 4.0.</p> <p>Analizar y exportar de la información de los artículos en orden cronológico seleccionando los principales recursos</p>
----------------------	--	---

		<p>informativos electrónicos que sean de gran utilidad para llevar acabo el análisis.</p> <hr/> <p>3. ¿Cómo buscar?</p> <p>Clasificar según las variables de estudio los artículos principales (año, citas, autores, articulo, país, idioma)</p> <p>Extraer de manera coherente la información obtenida</p> <p>Organizar y procesar, la información de manera cronológica las variables de estudio adaptando a la herramienta sistemática de clasificación y codificación por colores en la que permita manejar e interpretar mediante graficas la información.</p>
<p>Fase 3</p>	<p>Correlacionar las variables de estudio autores, revistas, citas y universidades, para determinar el grado de asociación.</p>	<p>1. ¿Que buscar?</p> <p>Seleccionar los indicadores bibliométricos de correlación y de análisis e interpretar de manera gráfica los datos</p> <p>Utilizar las herramientas sistemáticas como soporte para archivar y organizar la información según los criterios y las variables indicadas en el objetivo principal.</p> <p>2. ¿Dónde buscar?</p> <p>Sciencedirect</p> <p>3. ¿Cómo buscar?</p> <p>Diseñar un modelo estadístico que permita visualizar los resultados encontrados e interpretar las ilustraciones de manera lógica.</p>

		<p>Discutir los resultados para darle valor al análisis.</p> <p>Archivar y organizar los datos con un criterio para poder acudir a ella más adelante.</p> <p>Generar recomendaciones para futuros análisis bibliométricos y mencionar en este las debilidades y las fortalezas que sirvan de ayuda para mejorar próximas investigaciones.</p>
--	--	---

Fuente: Elaboración Propia

9. FUENTES DE INFORMACIÓN

9.1 FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Como fuente de información primaria para la recolección de información es de parte del tutor quien propone el tema de investigación y tiene el conocimiento para expresa las condiciones que dan origen al mismo. El tema se aborda con el fin de producir una investigación sólida para el tema objeto de estudio.

9.2 FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIAS

Para las fuentes secundarias como principal herramienta se utiliza una plataforma Scencedirect la cual alberga textos completos escritos por investigadores de renombre internacional y cuenta con herramientas de búsqueda las cuales son útiles para extraer y recolectar la información requerida. Este proceso se realiza sistemáticamente, siguiendo un proceso ordenado y coherente. Así mismo sigue un orden cronológico que inicia en el año 2007 y finaliza en el año 2017

Otra fuente secundaria de información es el software que genera un valor agregado según las necesidades u objetivos, suministran reportes ágiles que transforma automáticamente la información en datos gráficos con el fin de ser comprendida fácilmente.

En este estudio también se integra la búsqueda de información en:

- Artículos de investigación académicos
- Artículos de revisión
- Capítulo de libro
- Comunicación corta
- Editoriales

10. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como punto de partida se realiza una búsqueda sistemática en la base Sciencedirect para identificar los documentos publicados entre el año 2007 al 2017, se aplicó criterios de exploración avanzada utilizando ecuaciones de búsqueda, identificando las palabras clave y los operadores a idóneos utilizar.

Se identifican las palabras en la construcción de la ecuación, cabe destacar que se utilizaron palabras semejantes debido a su relación o similitud en su significado los cuales utilizan algunos autores para referirse a industria 4.0 entre los cuales se utilizaron: Industry 4.0, Industria 4.0, Industrie 4.0, 4ª revolución industrial, 4th Industrial Revolution, cuarta revolución industrial, the fourth industrial revolution. La ecuación se definió así:

- ("Industrie 4.0" OR "Industry 4.0" OR "4th Industrial Revolution" OR "4th Industrial Revolution")
- ("Industria 4.0" OR "4ta revolución industrial" OR "4ta revolución industrial")

En la búsqueda para el material de análisis se incluyeron todos los documentos que se consideraron relevantes para este estudio artículos de investigación, artículos de revisión, Editorial, comunicación corta y capítulo de libro.

En principio del ejercicio arrojó un total de 1.230 resultados, al limitar la búsqueda donde solo se seleccionará artículos que incluyeran estas palabras en los títulos de los documentos, resúmenes y las palabras clave se identificaron 298 artículos, se realiza la validación del contenido y su relevancia para el análisis bibliométrico: esta cifra disminuye identificando 207 artículos relevantes por su contenido. De los documentos seleccionados se clasificó la información: nombre del artículo, año de publicación, país de origen, nombre de las revistas indexadas nombre de los autores, palabras clave, antigüedad de los artículos, cantidad de citas por documento publicado, país de origen e institución adscrita al documento.

Los datos obtenidos se han procesado en el programa de Microsoft Excel 2013 siendo esta herramienta adecuada para la clasificación y comparación de las variables y enmarcar los resultados en indicadores bibliométricos donde se analizan y se discuten los mismos. En siguiente link se pueden observar la base de los resultados obtenidos:

<https://drive.google.com/file/d/1Yr3ag4VkdJfTO-tmsN46wvA-13G586OC/view?usp=sharing>

10.1 INDICADOR DE ACTIVIDAD CIENTÍFICA

10.1.1 Número y distribución de Publicaciones

En la tabla 2 se observa la distribución de los tipos de documentos que se tomaron en consideración para el análisis, los cuales fueron clasificados según el criterio de tipo de documento encontrando un total de 207 documentos distribuidos así: artículos de investigación académicos (93.2%, 193), artículos de revisión (3.3%, 7), capítulo de libro (1.45%, 3), comunicación corta (0.48%, 1) y editorial (1.45%, 3), para el análisis este indicador permite conocer la distribución de los tipos de documentos publicados vs. los países que los publican encontrando que del (93.2%, 193) 69 artículos fueron publicados por Alemania y corresponden a artículos de investigación científica el cual se debe prestar atención a las innovaciones y las actualizaciones que en este desarrolle en con el fin de mantener una información sólida en las investigaciones que se puedan desarrollar en países como Colombia donde el termino aun es poco documentado demostrado en este indicador con un 0% de participación.

Cabe destacar en la distribución de publicaciones por país que el termino industria 4.0 o cuarta revolución industrial se utiliza de manera generalizada y constante más hacia países de Europa, por su origen en Alemania y como se puede observar en los países punteros en la investigación sitúan a este con la mayoría de publicaciones (36%), esto debido al desarrollo de las políticas públicas que si bien es cierto para el gobierno alemán la iniciativa de la Industria 4.0 es uno de los proyectos clave, "(...) un objetivo central de la política estratégica en materia de economía e industria" (Schroeder, 2018). Alemania es sin duda uno de los países más importantes para el desarrollo de la cuarta revolución industrial o industria 4.0, por otro lado los países que cuentan con alta participación en investigación son Italia representa un 16%, España con un total de 8%, Reino Unido 4%, Austria 3 %, tal como se ilustra los países de la región disponen de estrategias para situar sus industrias en un nivel que les permita competir y liderar globalmente el comienzo de la cuarta revolución industrial. También participan Estados Unidos 3,5%, Brasil 2,5%, y China 1,5% aunque no menos importante tratándose de países desarrollados lideran la investigación sobre industria 4.0.

Tabla 2 Número y distribución de publicaciones por país vs Tipo de documento

PAIS / TIPO DE DOCUMENTO	Artículo de investigación	Artículo de revisión	Editorial	Capítulo del libro	Comunicación corta	Total	% De participación
Alemania	69	2	2	1		74	36%
Italia	33	1				34	16%
España	16			1		16	8%
Reino Unido	8					8	4%
Estados Unidos	7					7	3%
Austria	6					6	3%
Brasil	5					5	2%
China	3	1			1	5	2%
Taiwán	4	1				5	2%
Suecia	4					4	2%
Sudáfrica	3					3	1%
Noruega	3					3	1%
Suiza	3					3	1%
Portugal	3					3	1%
Nueva Zelanda	3					3	1%
Republica checa	2					2	1%
Singapur	2					2	1%
República de Corea	1	1				2	1%
Bélgica	2					2	1%
Grecia	1			1		2	1%
Croacia	2					2	1%
Polonia	2					2	1%
Hungría	2					2	1%
Países Bajos	1					1	0%
Rumania	1					1	0%
Chile			1			1	0%
Colombia	1					1	0%
Dinamarca	1					1	0%
Corea del Sur	1					1	0%
Eslovaquia	1					1	0%
Canadá		1				1	0%
Turquía	1					1	0%
Australia	1					1	0%
Malta	1					1	0%
Total general	193	7	3	3	1	207	100%

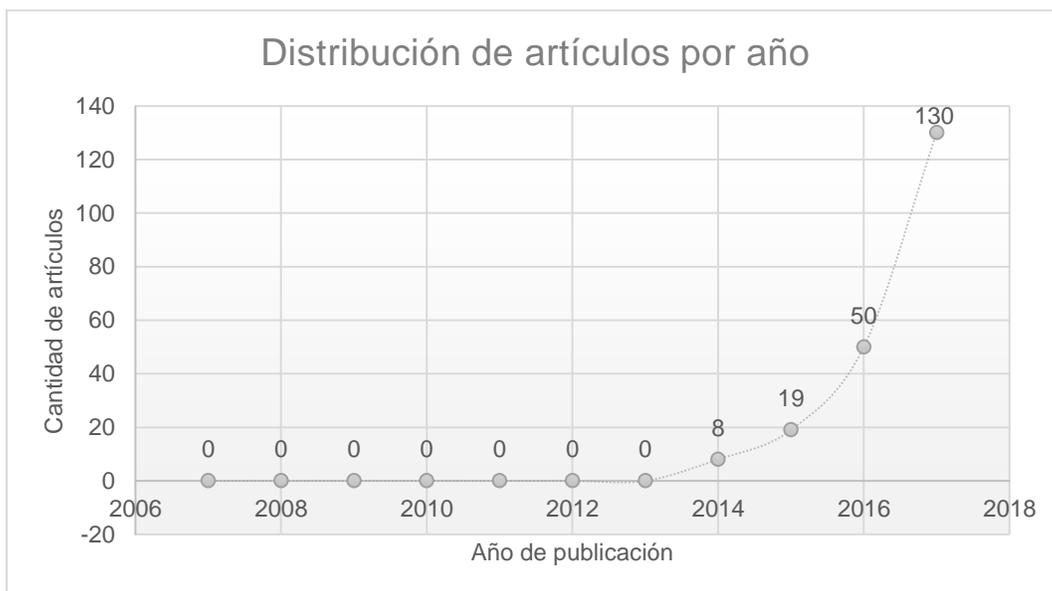
Fuente: Elaboración Propia

10.1.2 Distribución de artículos por año

El comportamiento de producción científica (ver grafica 1) indica un aumento gradual de publicaciones característico que se refleja en el periodo de tiempo establecido (2007 - 2017). De los 207 documentos que se divulgaron solo hasta el año 2014 se empezó a publicar encontrando un aumento de producción al final del periodo del 59%, los últimos cuatro años registran una mayor participación de 8 publicaciones iniciales en el 2014, 19 en el año 2015, 50 en el 2016 y 130 en el último año de análisis, este último se muestra claramente el mayor número de artículos en el que se publicó tres veces más que el año anterior. Otra característica para hacer mención es mostrar que este factor indica que para los años venideros la producción de investigación sobre industria 4.0 o cuarta revolución industrial ira en crecimiento, se trata de una tendencia a crecer y una gran transformación en países, empresas, sectores industriales y académicos.

Para este análisis se toma en cuenta el origen del concepto de Industria 4.0 que de acuerdo a la investigación fue acuñado por el gobierno alemán oficialmente en el año 2011 en la Feria de Hannover donde fue presentada la Estrategia de Alta Tecnología y donde este informe recogía por primera vez el concepto de industria 4.0. Es evidente entonces comprender que exista documentación publicada solo hasta el año 2014 y que esta esté en crecimiento.

Gráfica 1 Distribución de artículos por año



Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos en Sciencedirect

10.1.3 Indicador de productividad de los autores.

Al realizar la distribución de las publicaciones encontradas se optó por ejecutar un sistema de conteo directo como se observa en la Tabla 3 donde se identifica que en los 207 documentos extraídos, participaron 618 autores los cuales 12 documentos fueron elaborados por un solo autor, 44 fueron elaborados por 2 autores; 57 documentos por 3 autores; 52 documentos por 4 autores; 38 documentos por 5 autores, 2 documentos por 6 autores y 2 por 7 autores, con un promedio de 3,3 autores por documento (se eliminaron autores duplicados en participación de uno o más artículos) y con un mínimo por artículo de 1 autor y un máximo de 7 autores, correspondiente al 93.7% documentos escritos por más de 1 autor y 5.8% por una sola persona.

Para el análisis se identifica que una tendencia a publicar en conjunto con otros investigadores, lo que parece confirmar que la investigación surge mejor cuando se genera conocimiento y producción de nuevas ideas a través de la integración de 2 o más autores.

Tabla 3 Distribución de productividad por autores

Cantidad de investigaciones	Cantidad de autores	% de participación
12	1	5,8%
44	2	21,3%
57	3	27,5%
52	4	25,1%
38	5	18,4%
2	6	1,0%
2	7	0,5%

Fuente: Elaboración propia

10.1.4 Indicador de colaboración en las publicaciones

En la Grafica 2 se observa que para los 207 artículos analizados se encontraron 618 autores, donde el registro de participación con relación a la cantidad de

universidades es de 158 en 35 países durante el periodo evaluado; la máxima colaboración de artículos por país es de 76 y la mínima de 1, el máximo de autores es de 246 y el mínimo de 1 por país; en cuanto a universidades la participación el país que más universidades aporó tiene máxima es de 44 y mínimo 1, se demuestra que el número total de universidades es proporcional a la cantidad de autores por país, entre más universidades publiquen la cifra de autores también crecerá.

En este análisis se encontró que la mayor participación y colaboración entre investigadores, universidades y artículos relacionados con industria 4.0 corresponde a Alemania, Italia y España, con una participación conjunta del 60% de los artículos, 56% de autores y 55% de universidades. Se destaca Alemania con una participación de universidades del 29% y el 37% de investigadores en donde han realizado la mayor contribución y un aporte de artículos del 36% sobre el total. En segundo lugar, Italia con una participación del 21% de universidades, 10% en autores y 16% en artículos. En tercer lugar, España con una participación del 6% de universidades, 10% en autores y 8% en artículos.

Al comparar estas evidencias cabe destacar en este indicador la observación realizada por la Red de Oficina Económica y Comercial de España en Roma quien afirma:

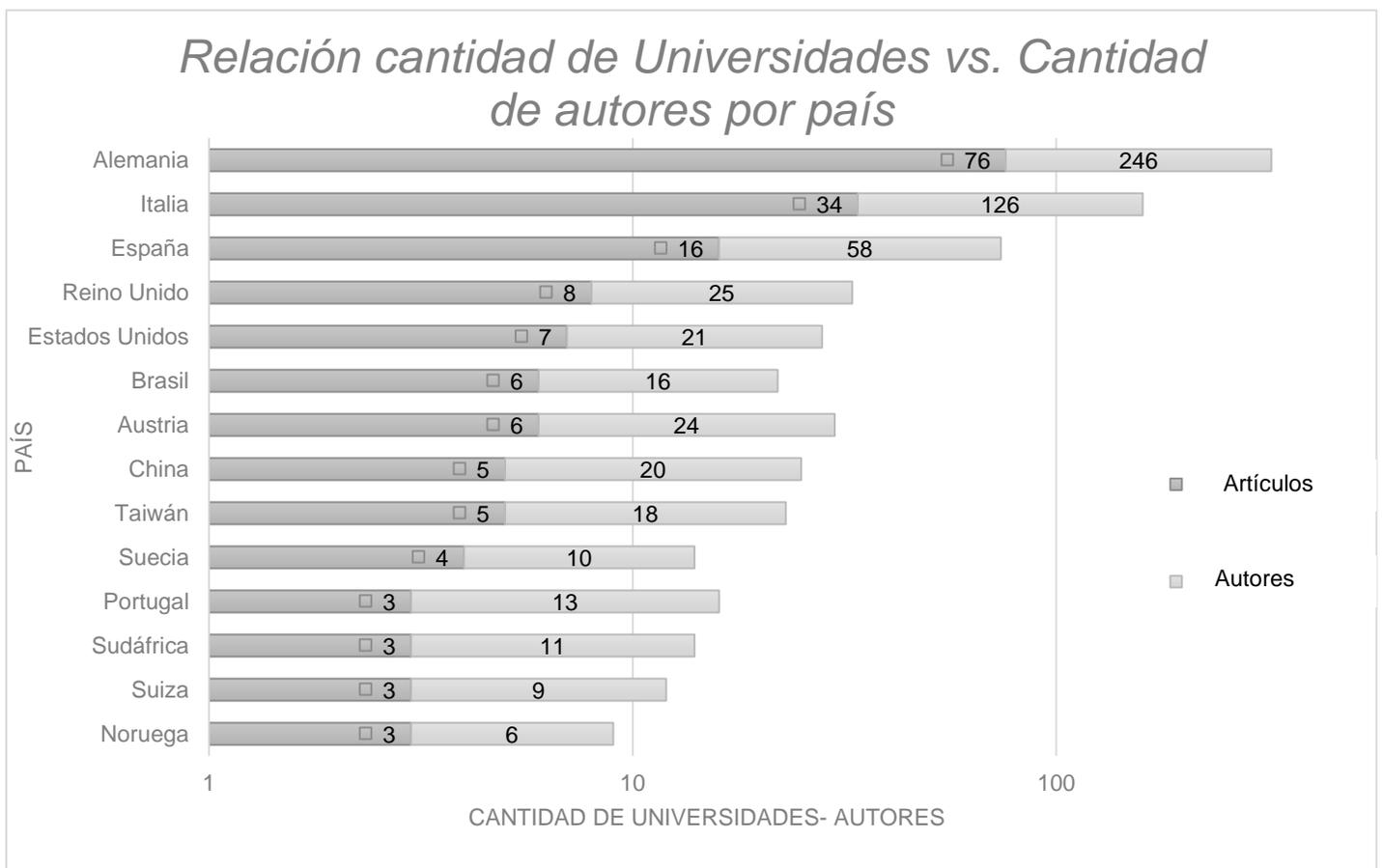
“Los Gobiernos de Alemania como Italia y España ven en sus políticas públicas, ayudas para las empresas que solicitan una financiación para invertir en nuevas tecnologías, incentivos fiscales para estimular la inversión en I+D, y medidas de impulso para el startup y PMI innovadoras” (Red de Oficina Económica y Comercial de España en Roma (2017).

Lo cual representa gran ayuda también en la producción de investigación científica. Por otra parte, en la ilustración 3 muestra la correlación entre las Universidades que más han publicado vs. La cantidad autores que participan por país. Se evidencia que las universidades con mayor participación son las de Alemania con una contribución del 27% 76 universidades 246 autores, seguido de Italia con una participación del 20%, 34 universidades 126 autores, España 7% 16 universidades 58 autores y Reino Unido con un 4% 8 universidades 25 autores.

En cuanto al desarrollo de investigación en Colombia se han desarrollado foros, debates, ferias en donde se discuten desde la parte académica y las empresas los cambios a futuro como la generación de empleo, cambios en la industria, la medicina, agricultura entre otras. Desde el Gobierno Nacional se ha promovido la creación de estrategias como la sanción de la ley 1951 de 2019 creando el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación cuyo propósito es impulsar la promoción del conocimiento, la productividad y la contribución al desarrollo y la competitividad del país. Surge la necesidad de que la enseñanza debe dedicarse a desarrollar temas de investigación, la universidad debe instruir en habilidades, competencias digitales y

crear capacidades para adaptación a cambios tecnológicos en la educación. El tema no es ajeno, academias como La Universidad Nacional ha creado espacios permanentes de discusión como programas de aprendizaje sobre industria 4.0; desarrollado este año “El Foro Permanente Iniciativa 4.0” y el “Foro desafíos de la cuarta revolución industrial” el año anterior, el cual incluyen a expertos en el tema donde analizan las ventajas y desventajas.

Gráfica 2 Relación cantidad de Universidades vs. Cantidad de autores por país



Fuente: Elaboración propia

Considerando que Alemania es el país con el mayor número de contribuciones se analizó el índice de colaboración de publicaciones realizadas en las universidades, en la Gráfica 3 se muestra la influencia que ha tenido la actividad investigadora para la industria 4.0, con un total de 44 universidades, las cuales sobresalen el Instituto de investigación Fraunhofer, Universidad Técnica de Aquisgrán y la Universidad de Stuttgart que concentran la mayor cantidad de artículos publicados con un total de 7. Así mismo se puede observar que hay una particularidad en la Universidad Técnica de Aquisgrán la cual los cuatro años a partir del 2014 al 2017 ha publicado al menos 1 artículo por año y concentra un total de 7 artículos y 8 autores.

Gráfica 3 Relación Universidades en las que más se publica



Fuente: Elaboración propia

10.1.5 Indicador de impacto de los Trabajos. Numero de Citas recibidas por país.

En la Grafica 4 se muestra la distribución total de citas recibidas por los trabajos publicados, se contabilizaron 4.104 citas en los 207 artículos con un promedio de 117,2 citas por publicación. A través de este análisis de citas se puede conocer el impacto de los países, los autores, los artículos y de las revistas.

Primero se hará mención de los países que más han generado impacto por la representación de las citas en los artículos publicados. En esta grafica se pude evidenciar como el primer referente de citas es Estados Unidos (color amarillo) quien en sus 7 artículos suma 1.358 citaciones, seguido por Alemania (Color rojo) con 1.038 citas, China con 265 e Italia con 252 citas. Una de las principales características que se pueden mencionar es la influencia de las principales economías mundiales a la inversión y producción de investigación, innovación y desarrollo, la lucha por mejorar las tecnologías locales, la digitalización de las industrias y de su economía.

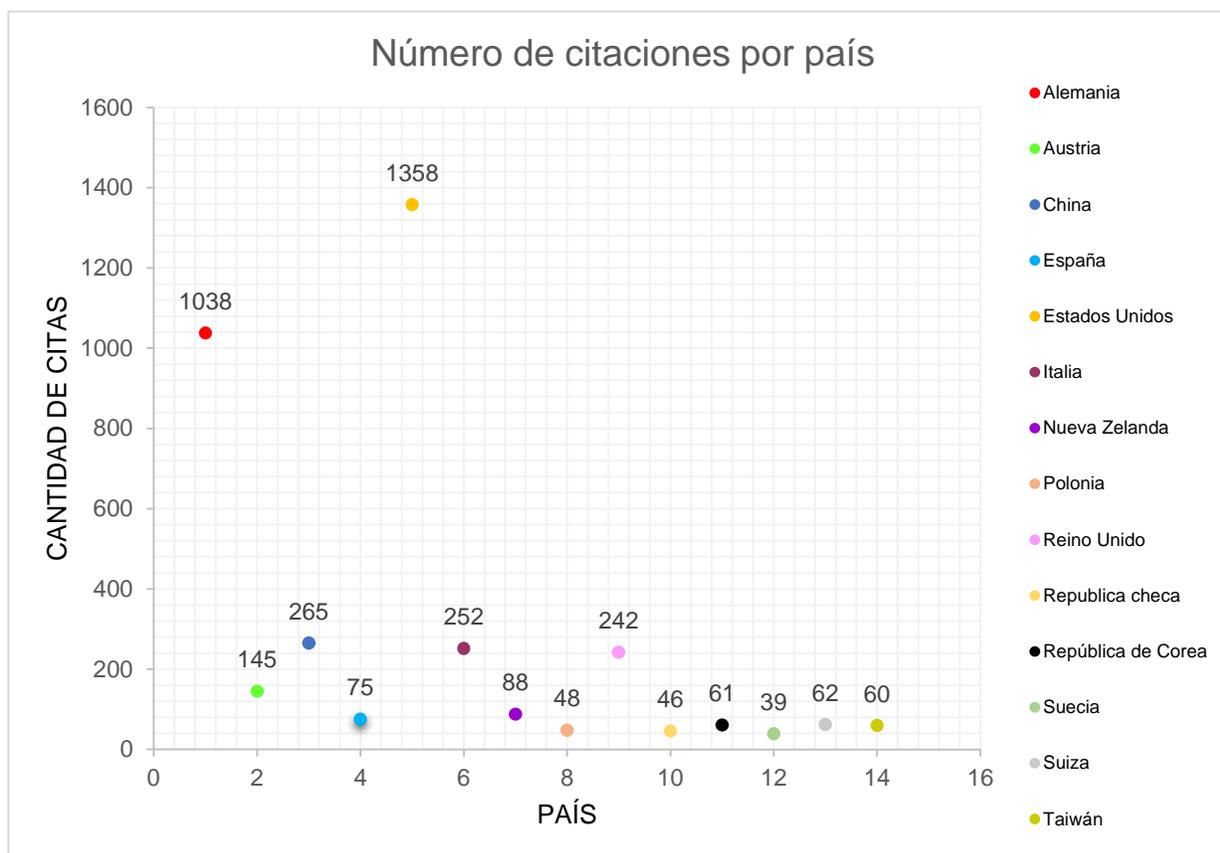
En virtud de los resultados se analizan estos datos a partir de las consultas realizadas como a Kurfuss (2014) quien hace mención en el artículo publicado por la OSTA quien puntualiza a la investigación que hace Estados unidos y expone:

“En 2011, el presidente Obama anunció la formación de la "Asociación de Manufactura Avanzada (AMP), un esfuerzo nacional que reúne a la industria, las universidades y el gobierno federal para invertir en las tecnologías (...) El informe de PCAST solicita una asociación entre el gobierno, industria y el mundo académico para identificar los desafíos más apremiantes y las oportunidades de transformación para mejorar las tecnologías, procesos y productos en múltiples industrias manufacturera” (Kurfuss, 2014).

Es razonable mencionar que los gobiernos necesitan invertir en la investigación si sus principales objetivos y políticas económicas son liderar el cambio tecnológico. Este estudio pone de relieve la importancia de la investigación y da una muestra pequeña del estado de esta en cuanto al tema objeto de estudio.

Por otro lado, en comparación a países como Alemania donde surge esta iniciativa, Colombia está en proceso de impulsar iniciativas de investigación que incluyen políticas públicas, estrategias para estimular su crecimiento de investigación y desarrollo económico sostenible

Gráfica 4 Número de citaciones por país



Fuente: Elaboración propia

10.1.6 Índice de instantaneidad o inmediatez: factor de impacto de los autores.

En la tabla 4 se observa la calidad de producción científica más relevante de los investigadores en función de la cantidad de citas que han recibido a partir de este análisis es posible realizar un balance en el cual permite identificar y dar valor a los trabajos más influyentes en esta investigación en otras palabras los trabajos que han tenido la mayor cantidad de citas y los autores más citados son los que más relevancia tienen en la investigación; para ello se identificó que mayoría de los artículos recibieron escasas citas, la mayor cantidad de citaciones corresponden a diez artículos con 2.084 citas de un total de 4.104 citas, se ordenó el total de las publicaciones y se identificaron los trabajos más representativos.

Para el análisis se muestra el artículo cuyo mayor número de citas corresponde al dirigido por Jay Lee, Hung-An Kao y Behrad Bagheri de la Universidad de Cincinnati nombrado Una arquitectura de sistemas cibernéticos para sistemas de fabricación basados en la industria 4.0 con un total de 802 citas, los temas más representativos para Lee, Kao & Bagheri (2014) el cual exponen mencionando:

“Este documento presenta una arquitectura 5C para los sistemas de fabricación Cyber-PhysicalSystem in Industry 4.0. Proporciona una guía viable y práctica para la industria manufacturera para implementar CPS para una mejor calidad del producto y confiabilidad del sistema con un equipo de fabricación más inteligente y resistente”. (pág. 22)

La cantidad de citas recibidas tiene un factor positivo y relevante no solo para los autores sino también como foco de información, lo que quiere decir, los temas más relevantes en la cuarta revolución industrial, este dato puede usarse como una manera para medir la repercusión y la importancia de dichas publicaciones.

Tabla 4 Artículos más citados en Sciencedirect periodo 2007-2017

No	PRODUCTO	CANTIDAD DE CITAS
1	Una arquitectura de sistemas cibernéticos para sistemas de fabricación basados en la industria 4.0	802
2	Innovación de servicios y Smart Analytics para la industria 4.0 y Big Data Environment	371
3	Hacia una fábrica inteligente para la industria 4.0: un sistema multiagente autoorganizado con comentarios y coordinación basados en Big Data	209
4	Oportunidades de Fabricación Sostenible en la Industria 4.0	149
5	Industria 4.0: una encuesta sobre tecnologías, aplicaciones y temas de investigación abierta	122
6	Hacia la industria 4.0: la estandarización como el desafío crucial para los sistemas de producción altamente modulares y de múltiples proveedores.	105
7	Fabricación inteligente en el contexto de la industria 4.0: una revisión	88
8	Un marco categórico de manufactura para la industria 4.0 y más allá	87
9	Un modelo de madurez para evaluar la preparación de la industria 4.0 y la madurez de las empresas manufactureras	77
10	Tecnología de blockchainxf en la industria química: mercado eléctrico de máquina a máquina	74
	Total de citas artículos más publicados:	2010

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la extracción de información de la plataforma Sciencedirect

10.1.7 Indicador de impacto de las fuentes: Factor de impacto de las revistas

En esta investigación se incluyeron las revistas que más influencia tienen permitiendo realizar una comparación y evaluación sobre las mismas en referencia a otras. Se ha limitado el período predeterminado debido a la ausencia de información en los años anteriores. Se observa que uno de los aspectos más significativos es el número de citas recibidas en las cuales se identificaron 43 revistas, el número promedio de citas obtenido durante los años 2014 al 2017 es de 95,44. En la Tabla 5 se visualizan las 10 revistas que mayor impacto tienen.

Tabla 5 Número de citas por revista

No	REVISTA	CITAS				TOTAL GENERAL	PORCENTAJE
		2014	2015	2016	2017		
1	Procedia CIRP	538	68	654	139	1399	34%
2	Manufacturing Letters	0	875	0	0	875	21%
3	Procedia Manufacturing	0	28	1	355	384	9%
4	IFAC	0	179	93	35	307	7%
5	Computer Networks	0	0	209	0	209	5%
6	Computers in Industry	0	0	76	60	136	3%
7	Journal of Industrial Information Integration	0	0	0	122	122	3%
8	Engineering,	0	0	0	96	96	2%
9	Applied Energy	0	0	0	74	74	2%
10	ICT Express	0	0	0	58	58	1%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la extracción de información de la plataforma Scencedirect

Se identifica que la revista tiene mayor impacto en referencia al mayor número de citas recibidas es Procedia CIRP, en mención a este se identifica como una de las revistas indexadas más importantes y de acceso abierto que se centra por completo en la publicación de actas de alta calidad de las conferencias de CIR.

El objetivo del FI para este indicador es evaluar el número de citaciones a los artículos publicados en la revista que mayor citaciones tiene. Este análisis se calcula seleccionando los datos relevantes el número de artículos, numero de citas y los años en relación a estas publicaciones, la base es un período de 3 años. Ver tabla 6 y 7. “El factor de impacto indica el número de citaciones a los artículos publicados en la revista en los dos últimos años, dividido por el número de documentos (citables) publicados por la revista en el mismo período de tiempo” (Beltrán Galvis, 2006, pág. 58).

Tabla 6 Revista con mayor número de citaciones

No	Revista	Cantidad de artículos	2014	2015	2016	2017	Total general
1	Procedia CIRP	Citas:	538	68	654	139	1399
		Artículos:	6	4	35	25	70

Fuente: Elaboración propia

$$Fi = \frac{\text{Citas recibidas}}{\text{Número de artículos recientes}} \quad \mathbf{E 1}$$

Tabla 7 Factor de impacto revista con mayor número de citaciones

Año	Citas recibidas en el año 2017 de artículos publicados en:	Números de artículos publicados
2016	654	35
2015	68	4
Total	722	39

Fuente elaboración propia

$$Fi = \frac{722}{39} = 18,51$$

El factor de impacto de 18 muestra que un artículo publicado por la revista Procedia CIRP será citado 18 veces en promedio al año durante los dos siguientes años. Se incluyen 69 artículos y 1 documento Editorial.

En la tabla 8 y 9 muestra el resultado en comparación del promedio de veces en las cuales los trabajos publicados son citados en los tres siguientes años para la revista Procedia CIRP es de 28 mientras que el factor de impacto para la revista IFAC es de 8. La primera tiene más influencia en referencia a la cuarta revolución industrial o industria 4.0

Tabla 8 Revista en comparación a citas recibidas

Revista	Cantidad de artículos	2014	2015	2016	2017	Total general
IFAC	Citas:	179	93	35	307	614
	Artículos:	5	7	8	20	40

Fuente elaboración propia

Tabla 9 Factor de impacto revista en comparación a citas recibidas

Año	Citas recibidas en el año 2017 de artículos publicados en:	Números de artículos publicados
2016	35	8
2015	93	7
Total	128	15

Fuente elaboración propia

$$Fi = \frac{128}{15} = 8,53$$

E 2

10.2 RED DE ANALISIS

10.2.1 Red de palabras clave

En la ilustración 3 se exponen la concurrencia directa de palabras clave encontradas en los 207 artículos. Se realizó la consulta en el uso de palabras conjuntas y que estuvieran implícitas en los títulos de los documentos y los resumen o *abstract*.

En primera instancia la búsqueda de información se desarrolló sobre las palabras clave *industrie 4.0*, *industry 4.0*, *4th Industrial Revolution*, *the fourth industrial revolution*. Observándose que en el nodo azul representa mayor frecuencia y se convierte en el concepto “industria 4.0” la palabra clave que tiene un alcance en la cual se repite en 152 documentos, es decir es más amplio tomando mayor representación e importancia de consulta en los títulos de los documentos y los resumen o *abstrac*. Es importante destacar que las palabras clave de los nodos azul claro con menor frecuencia tienen igual importancia que, aunque se van distanciando del nodo azul principal si influyen en el desarrollo del tema objeto de estudio y en la búsqueda de información relevante:

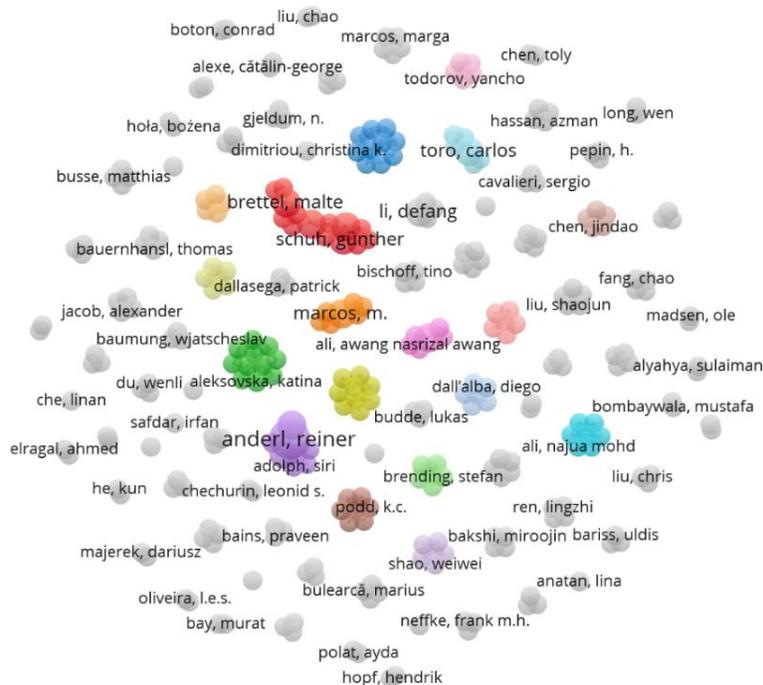
- Internet industrial de las cosas (IIoT) ó (IoT)
- Big data y análisis.
- Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático.
- Realidad virtual.
- Sistemas de realidad aumentada (AR) e Interfaces táctiles y de voz
- Robótica avanzada.
- Fabricación aditiva.

Lo que puede indicar que la integración de estas disciplinas permite el desarrollo y la transformación de la cuarta revolución industrial o industria 4.0.

10.2.2 Red de Coautorías

Con relación a las redes de coautoría y cooperación sobre industria 4.0 en la ilustración 4 se puede identificar la colaboración en de que dos o más autores han publicado juntos por lo menos un artículo de investigación sobre industria 4.0. Se pueden observar un grupo central de nodos de color los cuales estos grupos son los que mayor investigación e influencia tienen. Urbizagástegui & Restrepo (2018) Afirman “cuantos más documentos científicos producen en colaboración las relaciones se convierten en más cohesivas, formando un grupo identificable de colaboradores” (pág. 76). En el caso de la cooperación se identifican 4 grandes nodos conformados por los autores más productivos, con mayores documentos de color rojo violeta, rosado, azul y verde, donde la mayor relación de coautorías fue 14 autores (Nodo Rojo). Se puede afirmar que el tamaño de los nodos es proporcional al número de artículos de los autores.

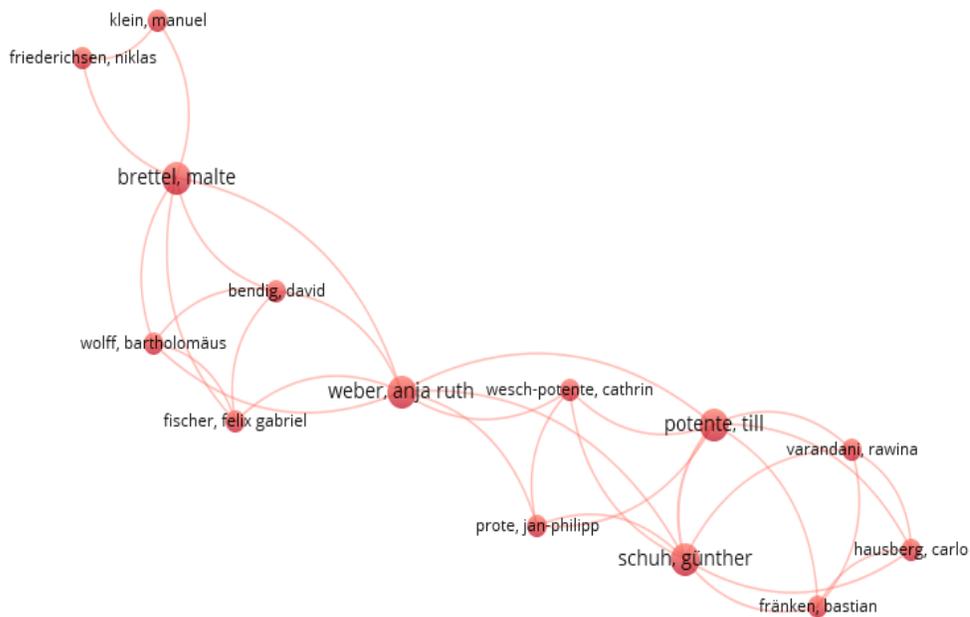
Ilustración 4 Red de coocurrencias de los autores de artículos publicados en coautoría



Fuente: elaboración en el software VOSviewer a partir de datos extraídos en Sciencedirect.

En la ilustración 5 se expone la red de coautores del conglomerado en color rojo, se construyó tomando en consideración solamente el grupo de autores centrales y con mayor número de artículos. Este conglomerado identifica a los autores con mayor número de aportes.

Ilustración 5 Red de coocurrencias del grupo de autores con mayor relevancia.

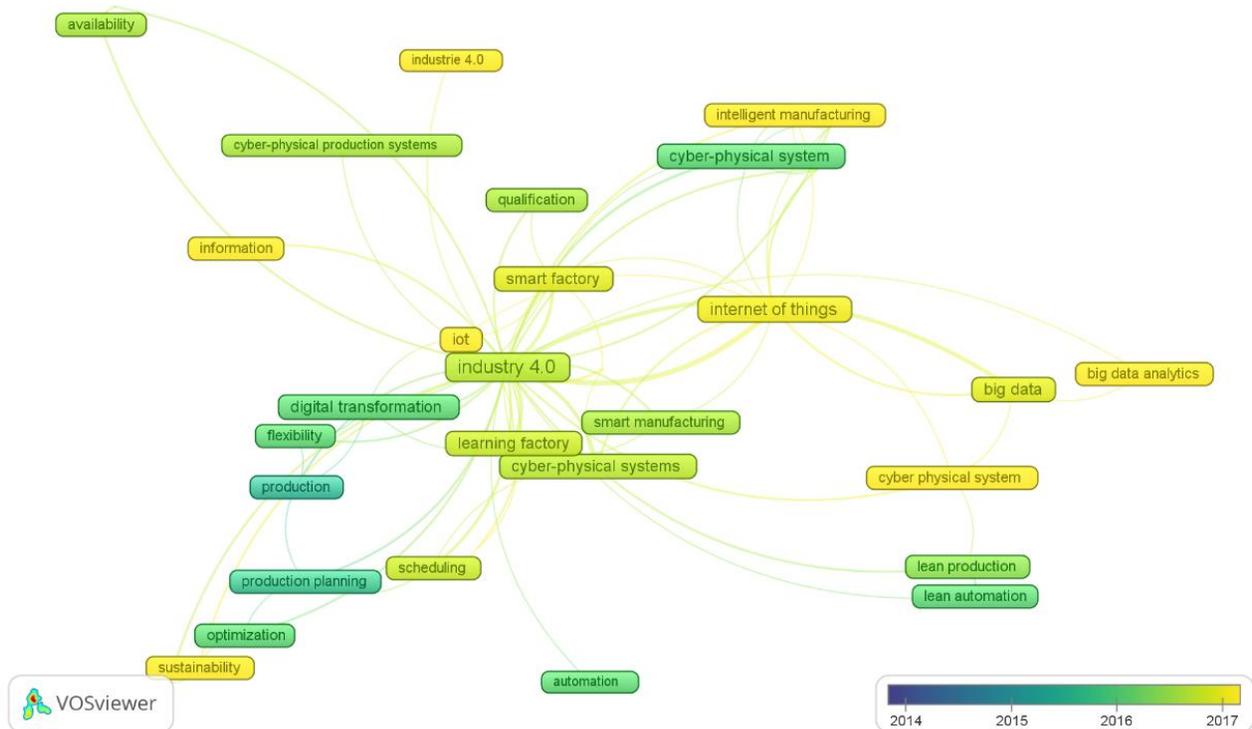


Fuente: elaboración en el software VOSviewer a partir de datos extraídos en Sciencedirect.

10.2.3 Red de correlación entre palabras clave y años de publicación

Las palabras clave ofrecen un referente importante para identificar la información sobre las tendencias de investigación en correlación al tema objeto de estudio, quiere decir, el comportamiento de las palabras más utilizadas en los diferentes artículos aplicados a esta investigación en relación a los últimos años en la que se publicaron, tienen mayor impacto en los artículos futuros. En la ilustración 6 se muestran las palabras claves utilizadas en el último año (2017, Color amarillo) ofrecen información sobre la tendencia en relación a este indicador en función al tiempo. Las palabras más destacadas en el último año son: Internet of things, Big data, intelligent manufacturing, augmented reality, sustainability.

Ilustración 6 Palabras clave en función al tiempo

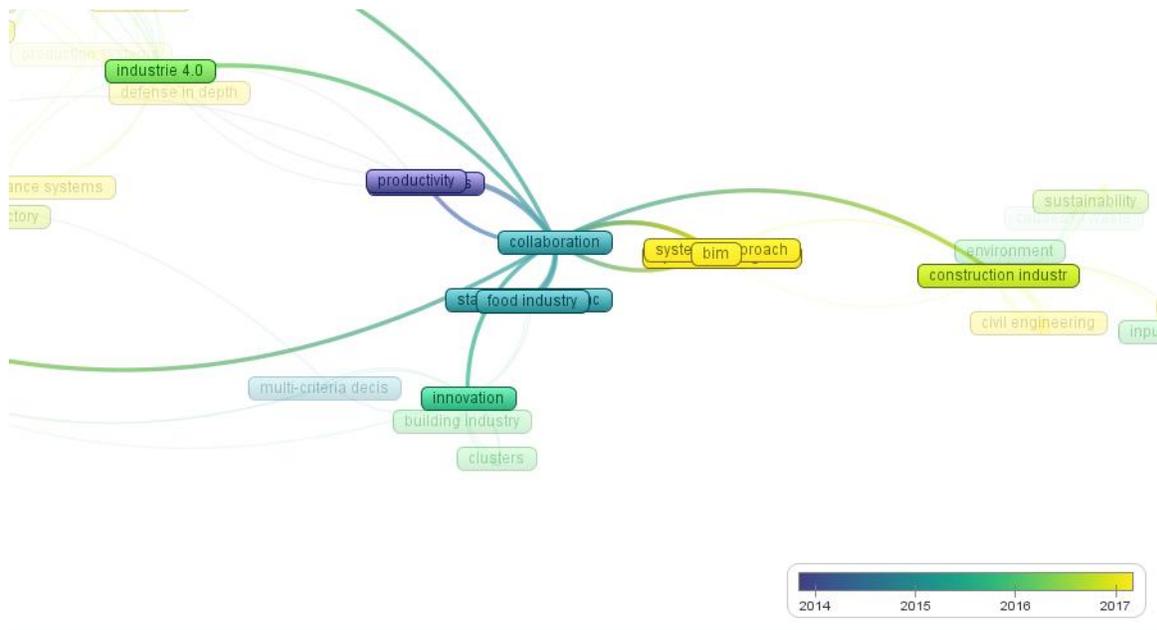


Fuente: elaboración en el software VOSviewer a partir de datos extraídos en Scienedirect.

Por otro lado, en la ilustración 7 se muestran las palabras que ya no tienen relevancia o que para juicio de esta investigación son palabras que están técnicamente siendo reemplazadas por otras, son palabras que tienen menos influencia en investigación sobre industria 4.0, de color violeta representan las palabras clave relacionadas en artículos del año 2014 (Productivity), en Color azul (Collaboration, Food industry) artículos publicados en el año 2015 y palabras en transición del 2016 al 2017 (construction industry 2016-2017).

Un ejemplo de ello se puede observar con la palabra productivity la cual está siendo reemplazada por intelligent Manufacturing.

Ilustración 7 Correlación palabras obsoletas años de publicación



Fuente: elaboración en el software VOSviewer a partir de datos extraídos en Sciencedirect.

11. DISCUSIÓN

La recopilación y análisis de la información se establece desde el año 2007 al 2017 pero solo hasta el año 2014 se encontró material consulta, en este último año se evidencio un crecimiento exponencial lo que puede indicar un aumento de la productividad de investigación del 59% para el 2017 en comparación a los años anteriores donde se refleja un potencial aumento no solo en los documentos sino en los autores, revistas y universidades. Es pertinente señalar en este punto que aún quedan aspectos por explorar, como, por ejemplo, el análisis de las investigaciones producidas de los años siguientes que si bien es cierto se seguirá presentando la tendencia a aumentar la investigación y desarrollo de documentos, la cuarta revolución industrial seguirá marcando un cambio de nuevos conceptos, modelos y estrategias, que abarcaran un campo más amplio, países, idiomas, etc.

El análisis a nivel bibliométrico indica que los datos recogidos, procesados y analizados son relevantes y generan impacto identificando en estos artículos de diversas iniciativas vinculadas con industria 4.0, se puede entrar en discusión que en los países con mayor avance tecnológico en sus industrias tienden a producir mayor investigación, como es el caso del “papel continuo de Alemania con uno de los sectores de la industria manufacturera más competitivos e innovadores del mundo.” (Sharma & Troillet, 2019), y donde este sector representa una gran proporción del PIB de ese país. Así mismo se observa a Alemania una fuerte participación de comunicar información logrando un liderazgo tecnológico del proyecto INDUSTRIE 4.0 por encima de Estados Unidos, China, Italia, España y Reino Unido. Así mismo permite evaluar la situación global de la investigación identificando que los países con mayor crecimiento de producción son los que de cierta forma compiten en sus industrias por liderar el cambio tecnológico.

Respecto a las universidades la mayor participación se deriva diversas discusiones, lo primero que se observa es que la mayor contribución de producción corresponde a universidades alemanas, aportando el 27% de los documentos con respecto a las universidades, siendo la Universidad Técnica de Aquisgrán y Fraunhofer con más documentos publicados. Una de las características que se pueden citar de esta última es la organización de investigación aplicada más grande de Europa... integra 69 institutos de investigación ubicados por toda Alemania, “desarrollando tecnologías, diseñando nuevos productos y mejorando los métodos de producción y la tecnología en los campos de la salud, las comunicaciones, la seguridad, la energía y el medio ambiente” (Jewell, 2017).

En cuanto a desarrollo de investigación en general “la contribución de Colombia a la generación de conocimiento representa un limitado 0,2% de la producción científica en comparación a nivel mundial” (Robayo, Rico, Hurtado Parrado, & Ortega, 2016, pág. 2), aunque se ve reflejado un incremento de productividad para desarrollar nuevo conocimiento o mejorar procesos en cuanto a investigación aún es escasa. Cabe destacar la creación de políticas públicas que se desarrollan desde el gobierno y las cuales impulsan las iniciativas otorgando recursos y presupuestos para investigación, como por ejemplo en Medellín donde se inauguró el centro para la cuarta revolución industrial en Colombia (Ruta N) con el propósito de apoyar los proyectos de investigación, capacitación, los emprendimientos de nuevas tecnologías y la innovación.

12. CONCLUSIONES

Se desarrolla un análisis bibliométrico el cual permitió cuantificar y medir la producción de investigación científica en él se pudo evidenciar que en la literatura analizada existen similitud en las palabras clave para la búsqueda información, el termino industria 4.0 abarca semejanza en palabras como industrie 4.0 (termino alemán), industry 4.0, cuarta revolución industrial, the fourth industrial revolution. Así mismo al finalizar la investigación se pudo identificar que algunos países aguardan dentro de su política interna proyectos a los que no llama industria 4.0 pero que en su concepto abarcan estas características y los cuales son adaptados: En Alemania por ejemplo el termino (Industrie 4.0), Francia (Nouvelle France Industrielle), Suecia (Produktion 2030), Italia (Fabbrica Intelligente), Bélgica / Holanda (Made Different), España (Industria Conectada 4.0) , Austria (Produktion der Zukunft) Estados Unidos (Industry Connected 4.0) por esto se hace necesario incluir para futuras investigaciones estos conceptos.

En cuanto los años en los que más se publicó sobresale un aumento gradual en los últimos cuatro periodos donde se registran una mayor participación, los indicadores permitieron mostrar los elementos y las variables relevantes, la variación cronológica tuvo mayor producción durante los años 2014, 2015, 2016 y 2017 (número de documentos), impacto y la visibilidad de las publicaciones en la comunidad científica internacional demostrando que Alemania marca la tendencia a producir mayor investigación en comparación a otros países debido a su política pública y avances tecnológicos.

A diferencia de la cantidad de producción el mayor número de citas corresponden a artículos publicados por Estados Unidos en el que se destaca el artículo publicado por los autores Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kaocon llamado A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems con 838 citas y en el que se proporciona una guía para la industria manufacturera.

Aun se evidencia que, en esta investigación existen algunas limitaciones debido a que la información encontrada aun es escasa, para esto muestra que existe una necesidad de discutir los datos obtenidos y aprovechar la información con más relevancia que pueda influir en la investigación futura sobre otros documentos.

13. RECOMENDACIONES

Se desarrolla un análisis bibliométrico el cual permitió cuantificar y medir la producción de investigación científica en él se pudo evidenciar que en la literatura analizada existen similitud en las palabras clave para la búsqueda información, el termino industria 4.0 tiene similitud en el idioma ingles en palabras como industrie 4.0, industry 4.0 y 4th Industrial Revolution, the fourth industrial revolution. Al finalizar la investigación se pudo evidenciar que algunos países el termino ha sido adaptado de acuerdo a sus políticas públicas como, por ejemplo:

Evidente en la investigación hubo un crecimiento potencial en el último año y que está en constante crecimiento. Aunque el tema es relativamente nuevo requiere visualizar y debatir el comportamiento en los años siguientes, "Industria 4.0" o cuarta revolución industrial es un concepto mucho más amplio por lo cual es conveniente incluir entre los análisis bibliométricos y en la discusión los temas en los que interactúa con la cuarta revolución industrial

- Internet industrial de las cosas (IIoT) ó (IoT)
- Big data y análisis.
- Inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático.
- Realidad virtual
- Sistemas de realidad aumentada (AR) e Interfaces táctiles y de voz
- Robótica avanzada.
- Fabricación aditiva

Temas que, aunque no fueron objeto de análisis si influyen en el desarrollo de la investigación, que no son ajenos porque hacen parte del desarrollo y se deben tener en cuenta cuando se habla sobre Industria 4.0 o cuarta revolución industrial, por ello sería de mucha utilidad extender el análisis bibliométrico a estas áreas y estas a su vez puedan servir para futuras investigaciones. Además de ser un tema globalizado y que está en constante cambio, sería interesante realizar seguimientos de la producción científica a lo largo del tiempo, que exista un seguimiento continuo que puedan crear soluciones y den valor que enriquezcan a la comunidad investigadora.

Así mismo el uso de herramientas bibliométricas en esta investigación permiten enriquecer e interpretar mejor los resultados, se identificó que en la plataforma Sciencedirect no cuenta con herramientas directas como otras plataformas que permitan facilitar el ejercicio de un investigador de analizar e interpretar los datos obtenidos de manera más cómoda, al igual que los software de análisis están quedando sesgados para analizar mejor los resultados, es debatible realizar una

evaluación a los software y herramientas de análisis bibliométricas adecuadas para el ejercicio del investigador.

Por otro lado, dese la parte del ejercicio de investigador se recomienda a la academia crear estrategias para motivar a los estudiantes a que se creen proyectos enfocados en el desarrollo de la industria 4.0 y que se puedan llevar a la realidad y puedan ser usados en la industria colombiana. Así mismo crear espacios de socialización donde se incluya a la comunidad en general sin exclusiones.

14. REFERENCIAS

- Dávila Rodríguez, M., Macareno Arroyo, H., De la Rosa Barranco, D., Caballero-Uribe, C., Piñeres Herera, D., & Guzmán Sáenz, R. (Diciembre de 2009). Bibliometría: conceptos y utilidades para el. *Salud Uninorte.*, 25(2), 319-330. doi: 0120-5552
- Morphol, I. (Diciembre de 2013). Porqué Investigar y Cómo Conducir una Investigación. *International Journal of Morphology*, 31(4), 1498-1504. doi:0717-9502
- Aguilar, L. J. (2017). *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial* (1 ed., Vol. 1). Alfaomega. Obtenido de <https://www.marcombo.com/industria-40-la-cuarta-revolucion-industrial-9788426725684/>
- Araújo Ruiz, J., & Arencibia Jorge, R. (Julio de 2002). Informetría, bibliometría y ciencimetría: aspectos teórico-prácticos. *ACIMED*, 10(4). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1024-94352002000400004&script=sci_arttext&lng=pt
- Araújo Ruiz, J., & Arencibia Jorge, R. (Agosto de 2002). Informetría, bibliometría y ciencimetría: aspectos teórico-prácticos. *ACIMED*, 10(4), 10. doi:1024-9435
- B.V., Elsevier. (2019). *Procedia CIRP*. Obtenido de ELSEIVER: <https://www.journals.elsevier.com/procedia-cirp>
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., & Garnero, P. (2018). Industria 4.0: Fabricando el Futuro. *Monografía del BID*, 647. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0001229>
- Beata, Ś. (2018). INDUSTRY 4.0-ARE WE READY? *Revista Polaca de estudios de dirección*, 17(1). doi:10.17512/pjms.2018.17.1.19
- Beltrán Galvis, Ó. A. (2006). Factor de impacto. *RINCÓN EPIDEMIOLOGICO*, 57-61.
- Bordons, M., & Zulueta, M. Á. (1999). Evaluación de la actividad científica a través de indicadores bibliométricos. *Revista Española de Cardiología*, 52(10), 790-800. Obtenido de <http://www.revespcardiol.org/es/evaluacion-actividad-cientifica-travesindicadores/articulo/190/>
- BOTÍN, A. (noviembre de 2016). La cuarta revolución industrial. (P. R. Editorial, Ed.)

Cabrera, F. M. (2000). *El sistema I+D en Andalucía dentro del contexto nacional y europeo: Una evaluación del plan Andaluz de investigación*. Sevilla, España: Universidad de Sevilla. Recuperado el 4 de Octubre de 2018, de <https://books.google.com.co/books?id=PD-pb59hmvMC&pg=PA118&dq=BIBLIOMETRIA&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjO5-Xm7LTeAhULtMKHSuOAgQQ6AEINDAC#v=onepage&q=BIBLIOMETRIA&f=false>

Castillo, L. (2002). *Introducción a la Bibliometría*.

Chapula, C. A. (Marzo de 1998). Papel de la infometría y de la cienciometría y su perspectiva nacional e internacional. *Trabajo presentado en el Seminario sobre Evaluación de la Producción Científica*, 35-41. Obtenido de <http://eprints.rclis.org/5162/1/sci06100.pdf>

Dalenogare, L., Frank, A., Ayala, N., & Brittes Benitez, G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *Production Economics*, 383-394.

Dávila Rodríguez, M., Guzmán Sáenz, R., Macareno Arroyo, H., Piñeres Herera, D., De la Rosa Barranco, D., & Caballero Uribe, C. (2009). Bibliometría: conceptos y utilidades para el. *artículo de revisión*, 1(22), 12.

Dávila Rodríguez, M., Guzmán Sáenz, R., Macareno Arroyo, H., Piñeres Herera, D., De la Rosa Barranco, D., & Caballero Uribe, C. (2009). Bibliometría: conceptos y utilidades para el estudio médico y la formación profesional. *Salud Uninorte*, 25(2), 319-330.

DE FILIPPO, D., & FERNÁNDEZ, M. T. (2002). Bibliometría: Importancia De Los Indicadores Bibliométricos.

EL TIEMPO. (2014). *EL TIEMPO.COM*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento-2013/CMS-13991539>

Engineering, A. -N. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Berlín: Ariane Hellinger.

EPI . (31 de Mayo de 2017). *Seminario sobre bibliometría: Antecedentes, aplicaciones, futuro*. Obtenido de Revista internacional de Información y Comunicación indexada por ISI Social Sciences Citation Index (Q3), Scopus

(Q2) y otras bases de datos:
<http://www.elprofesionaldeinformacion.com/notas/seminario-sobre-bibliometria-antecedentes-aplicaciones-futuro/>

Escorcía Otalora, T. A. (2008). El análisis bibliométrico como herramienta para el seguimiento de publicaciones científicas, tesis y trabajos de grado. *Trabajo de grado*, 1(1), 1-61.

Eve Bordeleau, F., Mosconi, E., & De Santa-Eulalia, L. A. (2018). Inteligencia de Negocios en la Industria 4.0: Estado del arte y la investigación oportunidades. *HICS*, 325. doi:978-0-9981331

Exterior, R. d. (Marzo de 2017). ICEX. Obtenido de Red de oficinas Económicas y Comerciales de España en el exterior: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/noticias/NEW2017703567.html?idPais=IT>

FERNÁNDEZ, M. T., & DE FILIPPO, D. (2002). BIBLIOMETRÍA: IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES BIBLIOMÉTRICOS. 1-10.

Frank, A., Dalenogareb, L., & Ayalac, N. (Abril de 2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *Production economics*, 15-26.

García, A. B. (2016). análisis bibliométrico a partir de redalyc.org, 2005-2014. *Revista Investigación Económica*, 75(295), 3-29. doi:10.1016/j.inveco.2016.03.001

Hung-An, K., Jay, L., & Bagheri, B. (2014). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 18-23. doi:10.1016/j.mfglet.2014.12.001

Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. (26 de Octubre de 2004). *MED UNAB*, 8(1), 29-36. Obtenido de <http://editorial.unab.edu.co/revistas/medunabMedUNABArticulo>

Jerman, A., Pejić Bach, M., Meško, M., & Bertancel, T. (2018). Bibliometric analysis of the emerging phenomenon of smart. *Revija za univerzalno odličnost*, 7(3), 245–252.

- Jewell, C. (Abril de 2017). *OMPI*. Recuperado el Junio de 2019, de Organización mundial de propiedad Intelectual: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/02/article_0002.html
- Kurfuss, T. (December de 2014). *OSTA Office of science and Technology Austria Washington, DC*. Obtenido de Industry 4.0: Manufacturing in the United States: <https://ostaustria.org/bridges-magazine/item/8310-industry-4-0>
- López Piñero, J. (1972). *El análisis estadístico y sociométrico de la literatura Científica* (Vol. 1). Valencia: Patrocinado por la Caja de Ahorros y M. de P. de Valencia. doi:8460055035, 9788460055037
- Martín Gómez, T. (2008). ESTUDIO DEL FLUJO DE INFORMACIÓN SOBRE TAXANOS EN EL TRATAMIENTO SISTÉMICO DEL CÁNCER DE MAMA. Salamanca, España. Recuperado el Mayo de 2019, de https://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/22488/1/DME_Estudio%20del%20flujo%20de%20informacion%20sobre%20taxanos.pdf
- Mateos Hernández, M., González de Dios, J., & Moya, M. (1997). Indicadores bibliométricos: Características y limitaciones en el análisis de la actividad científica. *ARTICULO ESPECIAL*, 47(3), 235-244.
- Matos, N. E. (Mayo-Junio de 2002). La bibliografía, bibliometría y las ciencias a fines. *ACIMED*, 10(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352002000300001
- OTALORA, T. A. (2008). *EL ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO COMO HERRAMIENTA PARA EL SEGUIMIENTO DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, TESIS Y TRABAJOS DE GRADO*. BOGOTÁ: PONTIFICA UNIVERSIDAD JAVERIANA.
- Peña, L. J. (2012). Análisis bibliométrico sobre la producción científica archivística en la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (Redalyc) durante el período 2001-2011. *Biblios ONLINE - Revista de biblio*, 65(48), 65. doi:10.5195
- Robayo, B., Rico, J., Hurtado Parrado, L., & Ortega, L. (2016). Impacto y calidad de la productividad académica de los investigadores en Colombia en neurociencia comportamental utilizando modelos animales. *ORCID - Universitas Psychologica*, 15(5). doi:SSN 1657-9267

- Romaní, F., Huamaní, C., & González, G. (2011). ESTUDIOS BIBLIOMÉTRICOS COMO LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN LAS CIENCIAS BIOMÉDICAS: UNA APROXIMACIÓN PARA EL PREGRADO. *CIMEL*, 16(1), 52-62.
- Sancho, R. (1990). Indicadores de Actividad Científica. (C. S. (España), Ed.) *Revista española de documentación científica*, Vol. 13(Nº 3-4, 11990), pags. 842-865. doi:0210-0614
- Schroeder, W. (2018). La estrategia alemana Industria 4.0: el capitalismo renano en la era de la digitalización. *Friedrich Eberto Stiftung*, 30.
- Sciencedirect. (2019). *Sciencedirect*. (Copyright, Editor, C. ©. B.V., Productor, & Elsevier B.V.) Obtenido de Scieencedirect: <https://www.sciencedirect.com/>
- Sharma, A. M., & Troillet, H. (Mayo de 2019). *GTAL Germany trade y invest*. Obtenido de INDUSTRIE 4.0: <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Industrie-4-0/Industrie-4-0/industrie-4-0-what-is-it.html>
- Ślusarczyk, B. (Junio de 2018). INDUSTRIA 4.0 - ¿Estamos listos? . *Revista de Estudios de Gestión*, 17(1). doi: 10.17512
- Star, A. (3 de Marzo de 2018). *Industria 4.0 - El Oscuro Nuevo Mundo*. Obtenido de <https://youtu.be/HQISXr-liYw>
- Stock, T., Stock, T., & Seliger, G. (2016). Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 20, 536-541.
- Tonta, Y., & Dogan, G. (2017). Industria 4.0: Mapeo de la Estructura y Evolución de un campo emergente. *Departamento de la Universidad Hacettepe de Gestión de la Información*, 8.
- Túñez López, M., & de Pablos Coello, J. M. (2010). EL 'ÍNDICE H' EN LAS ESTRATEGIAS DE VISIBILIDAD, POSICIONAMIENTO Y. *Actas del 2º Congreso Nacional sobre Metodología de la Investigación en Comunicación*, 133-150. doi:ISBN: 978-84-616-4124-6
- Urbizagástegui, R., & Restrepo, C. (Enero-Abril de 2018). La red de co-autores en la bibliometria Mexicana. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 23(51), 74-94. doi:10.5007/1518-2924.2018

- Vargas Cordero, Z. R. (8 de Junio de 2018). LA INVESTIGACIÓN APLICADA: UNA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA CIENTÍFICA. *Revista Educación*, 155-165,. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Yanai, A. E., de Souza, C. D., Gomes de Castro , C. E., & Oliveira, M. R. (2017). El desarrollo de la industria 4.0: un estudio bibliométrico. *XXXVII CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE INGENIERÍA*, 1(1), 15.
- Yanai, A. E., De Souza, C. D., Gomes de Castro , C. E., & Oliveira, M. R. (13 de octubre de 2017). El desarrollo de la industria 4.0: un estudio bibliométrico. *XXXVII CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE INGENIERÍA*, 1(1), 15.
- Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., Aguilar Pereyra, F., & Larios Osorio, M. (Noviembre de 2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica*(54), 1-23. Obtenido de <http://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/html/index.html>