

# REVISTA DE INVESTIGACIÓN

CIENTÍFICA, EMPRESARIAL Y  
TECNOLÓGICA



VOL. 8

ISSN: 2745-0198



# REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, EMPRESARIAL Y TECNOLÓGICA

**Vol. 8 N°3**

**ISSN:** 2745-0198 (En Línea)

**Fecha Publicación:** 2023

**Editor:** CEINCET

**Publicación:** Trimestral

**Correo:** [comiteeditorial@editorialeidec.com](mailto:comiteeditorial@editorialeidec.com)

Bucaramanga –Colombia

Rev. investig. cient. empres. tecnol.

**Escuela Internacional de Negocios y Desarrollo Empresarial de Colombia**

[www.eidec.com.co](http://www.eidec.com.co)

**Centro de Investigación Científica, Empresarial y Tecnológica de Colombia**

[www.ceincet.com](http://www.ceincet.com)

**Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad**

[www.rediees.org](http://www.rediees.org)

La revista **INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, EMPRESARIAL Y TECNOLÓGICA**, está publicada bajo la licencia de Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>). Esta licencia permite copiar, adaptar, redistribuir y reproducir el material en cualquier medio o formato, con fines no comerciales, dando crédito al autor y fuente original, proporcionando un enlace de la licencia de Creative Commons e indicando si se han realizado cambios.

Licencia: CC BY-NC 4.0.

**NOTA EDITORIAL:** Las opiniones y los contenidos publicados en la revista **INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, EMPRESARIAL Y TECNOLÓGICA**, son de responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo, éstos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para incluir material publicado por parte de la Editorial CEINCET.





## CONTENIDO

1. TRAUMATISMOS OCULARES RELACIONADOS CON EL TRABAJO ..... 05  
Claudia Patricia Miele Velásquez
  
2. ANALOGÍAS ENTRE EL SISTEMA DE SALUD Y EDUCACIÓN: ¿QUÉ  
PODEMOS APRENDER? ..... 14  
Tania Lizveth Orjuela Lara
  
3. INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN A TRAVÉS DE LA IA ..... 30  
Cesar Augusto Silva Giraldo
  
4. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO PARA HERRAMIENTAS DE PRODUCTIVIDAD  
APLICADAS EN EMPRESAS MANUFACTURERAS ENTRE LOS AÑOS 2000  
A 2019 ..... 45  
Cesar Augusto Silva Giraldo

# TRAUMATISMOS OCULARES RELACIONADOS CON EL TRABAJO

## WORK-RELATED EYE INJURIES

*Claudia Patricia Miele Velásquez<sup>1</sup>*

***Fecha recibida:*** 22/ 08/ 2023

***Fecha aprobada:*** 29/ 08/ 2023

***Derivado del proyecto:*** Traumatismos oculares relacionados con el trabajo.

***Institución financiadora:*** Fundación Dr. Oswaldo Loor Moreira.

***Pares evaluadores:*** Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.

---

<sup>1</sup>Fundación Dr. Oswaldo Loor Moreira. [claudiamieles@fundacionoswaldoloor.org](mailto:claudiamieles@fundacionoswaldoloor.org). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6611-715>

## **RESUMEN**

El trauma ocular son lesiones causadas por mecanismos contusos o penetrantes en el globo ocular, las estructuras periféricas, causando daño tisular de diverso grado, pueden ser leve, moderado o severo y afectar la visión temporal o permanente.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha informado que alrededor de 317 millones de personas sufren accidentes de trabajo cada año.

Los traumatismos oculares tienen impacto en los trabajadores, en sus familias, el estado y la empresa en la que trabajan, causan bajas laborales, menores ingresos familiares y menor fuerza laboral en las empresas. Según las estadísticas, los jóvenes son el grupo etario más afectados, lo que resulta, reducción de la fuerza laboral en las empresas.

Los traumatismos oculares son la causa más común de la deficiencia visual aguda. A pesar de que las normas de seguridad laboral, en los últimos años se ha reportado que la quinta parte de los adultos han tenido un traumatismo ocular en algún momento de su vida. Los hombres son cuatro veces más propensos que las mujeres de sufrir accidentes oculares, y la incidencia es mayor en los jóvenes trabajadores.

Esta investigación realizó una búsqueda basada en los criterios de metodología de revisión sistemática exploratoria de estudios realizados sobre traumatismos oculares y trabajo desde el 2019-2023. Se obtuvieron 13.465 estudios, seleccionando 10 artículos, obteniendo estadísticas de casos atendidos en una Institución de Servicios de Salud.

**PALABRAS CLAVE:** *traumatismo ocular, trabajo.*

## **ABSTRACT**

Ocular trauma is defined as injuries that have as their causal origin blunt or penetrating mechanisms on the eyeball and peripheral structures, which cause tissue damage of varying degrees, this can be Mild-Moderate-Severe, which compromises vision temporarily or permanent.

Eye trauma is the most common cause of acute visual impairment, despite the fact that occupational safety regulations have had greater application, in recent years, it has been reported that up to one fifth of adults have had an eye trauma in At some point in life, men are more likely to suffer eye accidents, four times more than women, and the incidence is high in young workers.

This investigation carried out a search based on the criteria of the exploratory systematic review methodology of the studies carried out on ocular trauma and work from 2019-2023, obtaining 13,465, of which 10 articles were selected, statistics of cases attended in an Institution were obtained. of Services Oftalmology, the objective of this article was to describe the cases of ocular trauma presented in an ophthalmological care institution, from the cases studied it was obtained that 60 cases of ocular trauma attend the Institution monthly, one out of every 6 They are associated with jobs in agriculture, welding. Many of the accidents occur due to breaking safety regulations.

**KEYWORDS:** *eye injuries, work.*



## INTRODUCCIÓN

El Trauma ocular se conceptualiza como una lesión que tiene origen los mecanismos Contusos y penetrantes que ocurren sobre el globo ocular y sus estructuras periféricas, que ocasiona daño tisular en distinto grado que se pueden ir desde Leve-Moderado a Severo que puede causar compromiso de la función visual que puede ser temporal o permanente (Díaz-Mendoza et.al, 2019, Jorge, Rassi et.al, 2020).

Los accidentes laborales son frecuentes a nivel mundial, la organización internacional del trabajo OIT notifica que alrededor de 317 millones de personas, sufren accidentes en su lugar de trabajo de manera anual (OIT, 2019).

El trauma ocular afecta al empleado que sufre la injuria a su estado de salud, sino también a la familia, al estado, a la empresa donde labora, la gran mayoría de los estudios aseguran que la población más afectada es la de hombres jóvenes, es justo en esta etapa de la vida donde más productivo se es, lo que coincide con que la fuerza laboral disminuye a causa de los accidentes, y la baja laboral disminuye el ingreso familiar (OIT,2019)

Los traumatismos oculares es una de las causas más comunes de la deficiencia visual aguda, a pesar de que existe un mayor rigor en la elaboración y aplicación de las normas de seguridad laboral, (Meihe, 2023) se han presentado reportes de hasta la quinta parte de los adultos ha presentado un traumatismo ocular en algún momento de su vida.

(Jorge et al., 2020)Las emergencias oftalmológicas son causas de morbilidad, los traumatismos oculares representan una alta demanda de consultas en los servicios oftalmológicos. La OMS reporto que alrededor de 55 millones de los traumatismos oculares limitan las actividades, y de estas 750.000 de estas requieren de hospitalización, (Díaz-Mendoza et al., 2019)estas consultas puede ir desde un simple cuerpo extraño hasta un estallamiento del globo ocular.

El sexo masculino es el más afectado, según (Hernández et.al,2018)la mayor parte de los casos en los traumatismos oculares existe un predominio por la falta de implementos de protección ocular durante la realización de las tareas laborales informales.

El traumatismo ocular representa la principal causa de ceguera en los pacientes jóvenes, (Erlinda Gallo B et.al, 2019) en concordancia a las estadísticas en España, las lesiones oculares representan alrededor del 3% de las bajas laborales en el 2018, el porcentaje de las

lesiones oculares están relacionadas con el trabajo se calcula que entre 25.40% y el 57.12% de la incidencia (Jinagal et.al, 2018), de estos el 10% son debido por cuerpos extraños (Hernández et al., 2018)

La mayoría de los traumas oculares suceden en las industrias, en las minas o en actividades que están asociadas a la agricultura, deporte y otras(Moisés & Aguiar, 2023)(Ferrández, 2019) En los reportes sobre trauma ocular cerrado predomina la contusión, de las cuales las lesiones leves se encuentran en un 66,4% las lesiones por mecanismos cerrado, seguido por las lesiones térmicas en un 13,3%, y en un 9,1% el trauma cerrado por contusión, en un 4,9% laceración lamelar, químico 2,8% (Ferrández, 2019), la presentación de cuerpo extraño en un 59,4%, la contusión ocular en un 16,3% (Hernández et al., 2018), un estudio realizados en trabajadores del campo, revelo que la exposición a plantas y ramas puede causar hasta el 51.1% de las lesiones(Quispaya et.al, 2020). El objetivo de este artículo fue el de describir los casos presentados de traumatismos oculares en una institución de atención oftalmológica

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

La presente investigación del caso se realizó una búsqueda de información que está basada en los criterios de metodología de revisión sistemática exploratoria (Carrizo et.al, 2018)se realizó una búsqueda a través de Google académico, Lilacs, Redalyc, para lo que se utilizó de los traumatismos oculares y trabajo.

Esta recolección de investigación no se limitó a ubicación geográfica, de esta investigación exploratoria se encontraron 13.465 documentos del periodo del 2019 al 2023 sobre el tema a investigar, de los cuales se seleccionaron 10 artículos, en base a una lectura rápida de título y resumen que cumplieron con los criterios de inclusión: Artículos de estudios primarios, artículos que tienen las palabras claves en su contenido, se descartó tesis de posgrados, artículos de más antigüedad. Se incluyó un protocolo de recolección de datos para la búsqueda de información, con información sobre autor y año de publicación, resultados encontrados(Guirao-goris, Vida, & Mindfulness, 2014),Las variables escogidas fueron: traumatismos oculares, trabajo, se tuvieron en cuenta los requisitos éticos en la investigación documental, se protegieron los derechos de autor, se citó correctamente el documento según las normas APA, e recogieron las estadísticas de los casos que se atienden en la Institución

en el periodo de un año, 2022, y se revisó cuantos casos de trauma ocular que se atendieron en el periodo de Enero-Agosto del 2023 terminaron en cirugía. Se realizó un estudio descriptivo, transversal, y analítico, se analizaron solo los traumas oculares presentados en varones, que derivaron en cirugía. El tipo de análisis que se realizó fue de tipo descriptivo, el análisis estadístico se realizó mediante el cálculo de frecuencias absolutas y frecuencias relativas esperadas, en hoja calculo Excel, se realizaron los gráficos para su comprensión

## RESULTADOS

De los datos que se analizaron se puede describir que mensualmente se presentan 60 consultas por traumatismo oculares, 10 de estos casos son por trabajos de soldaduras, agricultura, trabajos de albañilería, de los meses de enero-agosto, 9 de estos casos terminaron en cirugía, se realizan tablas para explicar de mejor manera las tendencias

**Tabla 1.** Distribución según actividad realizada

Actividad realizada	Frecuencia	%
Agricultura	1	10%
Soldadura	5	50%
Albañilería	4	40%
Total	10	100%

Fuente: Registro primario

**Tabla 2.** Distribución según características del evento traumático

Evento traumático	Frecuencia	%
Herida por plástico	2	10%
Contusión por rama de árbol	3	20%
Herida por cuerpo extraño	5	70%
Total	10	100%

Fuente: Registro primario.

**Tabla 3.** Distribución según tratamiento realizado

Evento traumático	Frecuencia	%
Recubrimiento corneal	5	35%
Sutura corneal	4	45%
Extracción de cuerpo extraño	1	10%
Total	10	90%

Fuente: Registro primario

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

De acuerdo a la revisión bibliográfica los traumatismos oculares ocurren con mayor frecuencia en varones que en mujeres, lo que se pudo comprobar con los datos obtenidos, y dado que las actividades que se realizan con mayor frecuencia son los realizados por el sexo masculino, estas además están ocurren por la falta de concientización en el uso de los equipos de protección individual, y la falta de promoción de seguridad ocupacional en estas áreas, además de que estas no son reportadas ante el sistema de registro de accidentes laborales, la derivación de estos accidentes en una cirugía se debe principalmente a que este extracto de la sociedad no acude inmediatamente a la consulta oftalmológica, los traumatismo por cuerpo extraño sigue siendo una de las principales causas de consulta a la emergencia oftalmológica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carrizo, D., & Moller, C. (2018). Estructuras metodológicas de revisiones sistemáticas de literatura en Ingeniería de Software: un estudio de mapeo sistemático. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26, 45–54. <https://doi.org/10.4067/s0718-33052018000500045>
- Díaz-Mendoza, J. J., Chirinos-Saldaña, M. P., Uribe-Villarreal, J., Hilario-Vargas, J., & Adrianzén, R. E. (2019). Características epidemiológicas de los traumatismos oculares en un instituto oftalmológico de referencia regional, Trujillo Perú, 2016 - 2017. *Acta Medica Peruana*, 36(4), 281–286. <https://doi.org/10.35663/amp.2019.364.902>
- Erlinda Gallo Borrero, D., & Letfor Allen, S. (2019). El trauma ocular en la infancia. *Revista Cubana de Oftalmología*, 32(3), 1–12. Retrieved from <https://orcid.org/0000>
- Ferrández, P. (2019). Características epidemiológicas del trauma ocular, clasificado de acuerdo al ocular trauma score Epidemiological characteristics of ocular trauma, classified according to the ocular trauma score. *REVMEDUAS 143 Rev Med UAS*, 9(3), 1–8. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v9.n3.004>
- Guirao-goris, S. J. A., Vida, R., & Mindfulness, B. (2014). *El artículo de revisión*. (December).
- Hernández, M. C., Velázquez Villares, Y. C., Martínez, R. H., Santana Alas, E. R., & Ferrer, L. G. (2018). Trauma ocular a globo abierto asociado a cuerpo extraño intraocular vegetal. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 34(2), 1–10.
- Jinagal, J., Gupta, G., Gupta, P. C., & Ram, J. (2018). Intralenticular foreign body. *Indian Journal of Ophthalmology*, 66(7), 1001. [https://doi.org/10.4103/ijo.IJO\\_148\\_18](https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_148_18)
- Jorge, A., Rassi, E., Luiz, J., Nascimento, R., & Freitas, L. P. De. (2020). [BR] *Epidemiologia de urgencias y emergencias*. 79(4), 227–230. <https://doi.org/10.5935/0034-7280.20200049>
- Meihe, L. (2023). *Características del trauma ocular en pacientes diagnosticados con catarata traumática Characteristics of Ocular Trauma in Patients Diagnosed with Traumatic Cataract*. 36(4), 1–22.
- Moisés, I. J., & Aguiar, G. (2023). *Eye traumatic lesions in boxers from the Provincial Academy in Mayabeque*. 30(1), 18–25.

Quispaya Q., R., & Fernandez M., P. (2020). Secuelas de Trauma Ocular Contuso, en paciente económicamente activo. *Gaceta Medica Boliviana*, 43(1), 100–102. <https://doi.org/10.47993/gmb.v43i1.33>

# ANALOGÍAS ENTRE EL SISTEMA DE SALUD Y EDUCACIÓN: ¿QUÉ PODEMOS APRENDER?

## ANALOGIES BETWEEN THE HEALTH AND EDUCATION SYSTEM: WHAT CAN WE LEARN?

*Tania Lizveth Orjuela Lara<sup>2</sup>*

**Fecha recibida:** 30/ 08/ 2023

**Fecha aprobada:** 09/ 09/ 2023

**Derivado del proyecto:** *Educación y salud.*

**Institución financiadora:** *Fundación Universitaria Sanitas- Instituto de Gerencia y Gestión Sanitaria – IGGS.*

**Pares evaluadores:** *Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.*

---

<sup>2</sup> Odontología, Universidad el Bosque, Esp. Gerencia en Salud, Escuela de Medicina Juan N Corpas, Esp. Auditoria en Salud, Universidad Santo Tomas, MSc. Gestión y metodología de la Calidad Asistencia, Universidad Autónoma de Barcelona/Institut Universitari Avedis Donabedia. MSc. Economía de la Salud y del medicamento, Universitat Pompeu Fabra- School of management. PhD SALUD PÚBLICA con énfasis en Calidad y Seguridad del Paciente y Doctoranda Ciencias de la Educación, Universidad del Magdalena-RUDECOLOMBIA. Ocupación docente Fundación Universitaria Sanitas- Instituto de Gerencia y Gestión Sanitaria – IGGS- Especialización en Gerencia de Organizaciones del Sector Salud y Gestión de la calidad en salud – EGOSS-EGCAS Semillero de Calidad y Auditoria en Salud- (Colombia) correo electrónico: [taniaorjuela.L@gmail.com](mailto:taniaorjuela.L@gmail.com); [tlorjuelala@unisanitas.edu.co](mailto:tlorjuelala@unisanitas.edu.co)

## RESUMEN

Los sistemas de salud y educación son relevantes debido a que ambos sistemas tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, Salud busca prevenir y tratar enfermedades, mientras que la educación busca formar a las personas para que puedan desarrollarse en su vida personal, social y profesional, el objetivo es analizar las analogías de los sistemas y cómo pueden trabajar juntos para mejorar la salud y el bienestar de forma cocreadora incluyendo al individuo como parte de un todo, en busca de resultados medibles que importen a los sujetos.

Este es un documento de reflexión no derivado de investigación, se realizó una revisión bibliográfica en revistas indexadas, encontrando similitudes asociadas a inversiones significativas en recursos humanos-financieros-estructurales para poder funcionar adecuadamente. Asimismo, enfrentan desafíos similares, como la falta de acceso a servicios de calidad y la necesidad de mejorar la participación.

Se concluye que es preciso fortalecer la colaboración entre los sistemas de salud y educación con el propósito que la ciudadanía goce de una vida saludable y tome decisiones bien fundamentada de forma individual y colectiva. Algunas de las analogías propuestas en este escrito son: estudiantes-pacientes, profesores-personal de salud, escuela-clínica, currículo-guía médica/protocolo, entre otros. Además, se recomienda realizar investigaciones interdisciplinarias abordando desafíos comunes que al final preparan al sujeto para la vida como motor fundamental del desarrollo, con enfoque multisectorial.

**PALABRAS CLAVE:** *sistema de educación, sistema de salud o sanitario, Resultados medibles, paciente-estudiante, profesores-personal de salud, escuela-clínica.*



## **ABSTRACT**

The health and education systems are relevant because both systems aim to improve the quality of life of people, health seeks to prevent and treat disease, while education seeks to train people to develop in their personal, social and professional lives, the objective is to analyze the analogies of the systems and how they can work together to improve health and well-being in a co-creative way including the individual as part of a whole, in search of measurable results that matter to the subjects.

This is a reflection document not derived from research; a literature review was conducted in indexed journals, finding similarities associated with significant investments in human-financial-structural resources to be able to function adequately. They also face similar challenges, such as lack of access to quality services and the need to improve participation.

It is concluded that it is necessary to strengthen collaboration between the health and education systems so that citizens can enjoy a healthy life and make informed decisions individually and collectively. Some of the analogies proposed in this paper are: students-patients, teachers-health personnel, school-clinic, curriculum-medical guide/protocol, among others. In addition, it is recommended to conduct interdisciplinary research addressing common challenges that ultimately prepare the subject for life as the fundamental engine of development, with a multisectoral approach.

**KEY WORDS:** education system, health or sanitary system, measurable results, patient-student, teachers-health personnel, school-clinic.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de salud y educación son cimientos básicos en el desarrollo de cualquier sociedad. Ambos sectores comparten la misión de mejorar la calidad de vida y el bienestar de los individuos, aunque a través de enfoques distintos: mientras el sistema de salud busca prevenir y tratar enfermedades, el sistema educativo se centra en el progreso personal, social y competitivo como individuo. Sin embargo, estos sistemas no son entidades aisladas; más bien, están interconectados y pueden beneficiarse mutuamente a través de la colaboración interdisciplinaria.

**Analogías en el contexto educativo y de salud:** La literatura reciente ha comenzado a explorar analogías entre ambos sistemas, identificando similitudes significativas en términos de estructura, desafíos, y objetivos. Por ejemplo, tanto la educación como la salud enfrentan desafíos relacionados con la equidad-acceso, con calidad recibida y percibida en los servicios, más la necesidad de participación de los individuos (Frenk & Moon, 2013). La formación continua de profesores y personal de salud es crucial para garantizar que puedan atender de manera eficaz las necesidades de sus estudiantes y pacientes respectivamente.

**Propósito del estudio:** Este documento tiene como objetivo analizar las analogías entre los sistemas de salud y educación, explorando cómo estas analogías pueden informar políticas y prácticas que promuevan el bienestar general de la sociedad. Al fomentar la colaboración entre ambos sistemas, se busca lograr resultados medibles que realmente importen a los sujetos, incluyendo al individuo como parte integral de estos procesos cocreadores (Marmot, 2010; Sen, 2009, 2012).

La investigación se focalizó en una revisión de la literatura existente, centrándose en publicaciones indexadas que proporcionan una perspectiva comparativa entre ambos sectores. Esta revisión tiene el objetivo de destacar las mejores prácticas que pueden transferirse de un sistema a otro, promoviendo un enfoque multisectorial que optimice los recursos humanos, financieros, y estructurales disponibles (Bloom & Canning, 2000).

Se revisaron de forma muy general los Objetivos de desarrollo sostenible ODS 3 (Salud y Bienestar) y ODS 4 (Educación de Calidad).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para este estudio de reflexión, se llevó a cabo una revisión bibliográfica extensa en revistas académicas indexadas y publicaciones de acceso abierto. Se seleccionaron estudios que abordan tanto la salud como la educación desde una perspectiva comparativa e interdisciplinaria, basándose en criterios de relevancia y actualidad de los temas tratados.

### **Muestra y muestreo:**

Dado que este es un estudio de revisión, no se trata de un muestreo de individuos sino de artículos y estudios publicados en el área de la educación y la salud. Se recopilaron un total de 30 publicaciones relevantes de revistas indexadas como **PubMed, ScienceDirect, y JSTOR**. Los criterios de inclusión fueron:

Publicaciones en inglés y español entre los años 1999 y 2024.

Estudios que discutan analogías, desafíos comunes y estrategias compartidas entre los sistemas de salud y educación.

Trabajos que propongan enfoques innovadores o colaborativos.

Se excluyeron los estudios que no proporcionaban un enfoque comparativo o que carecían de evidencia empírica significativa.

Se revisaron de forma muy general los Objetivos de desarrollos sostenibles ODS 3 (Salud y Bienestar) y ODS 4 (Educación de Calidad). <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>

### **Análisis:**

La metodología de análisis empleada fue cualitativa, utilizando técnicas de análisis temático para identificar patrones recurrentes y temas comunes en la literatura revisada. Este enfoque permitió identificar las similitudes y diferencias entre los sistemas de salud y educación, así como las estrategias innovadoras que podrían transferirse entre ambos sectores.

**Análisis Cualitativo:** Se empleó un análisis temático para identificar los temas centrales y las conclusiones comunes que aparecen en la literatura seleccionada, utilizando software de análisis cualitativo como (*ResearchBuddy - Automatic Literature Reviews - Search*, 2023) para facilitar la codificación y la identificación de patrones.

**Revisión de la Literatura:** Los artículos seleccionados fueron analizados en profundidad para extraer las principales conclusiones y discutir su aplicabilidad a los sistemas de salud y educación en contextos específicos.

**Limitaciones:** Una de las principales limitaciones de esta metodología es la posibilidad de sesgo en la selección de artículos, ya que la investigación se basa en el análisis de publicaciones existentes. No se realizaron investigaciones empíricas originales, lo que podría limitar la aplicabilidad de algunas conclusiones a contextos específicos. Sin embargo, al incluir una amplia gama de fuentes y enfoques, se intenta minimizar este sesgo y proporcionar una visión comprehensiva de las analogías entre los dos sistemas (Saltman & Ferroussier-Davis, 2000).

## **RESULTADOS**

A partir del análisis de la literatura revisada, se han identificado varias analogías y puntos de intersección clave entre los sistemas de salud y educación, así como algunas áreas en las que ambos sectores pueden aprender mutuamente. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes:

### **1. Estudiantes-Pacientes y Profesores-Personal de Salud:**

Ambos sistemas identifican a sus principales beneficiarios como sujetos que requieren atención personalizada y continua. Los estudiantes en el ámbito educativo y los pacientes en el contexto sanitario son vistos como actores centrales que deben participar activamente en su propio desarrollo y bienestar. Los profesores y el personal de salud actúan como facilitadores que guían y apoyan este proceso (Chen & Wang, 2018; Fullan, 2007).

**Participación Activa:** Tanto en educación como en salud, la participación activa del estudiante/paciente es clave para mejorar los resultados. En educación, se fomenta el aprendizaje activo; en salud, el enfoque está en el autocuidado y la autogestión de enfermedades (Frenk, 2009).

### **2. Escuelas-Clínicas y Currículo-Guía Médica/Protocolo:**

Las escuelas y las clínicas funcionan como centros de aprendizaje y atención, respectivamente, donde se implementan directrices específicas para garantizar la calidad y efectividad de los servicios prestados. El currículo escolar se asemeja a los protocolos médicos, estableciendo un marco de referencia para la enseñanza y el tratamiento que debe

adaptarse a las necesidades individuales ( Marmot, 2010). Según esto se podría decir que la **Estandarización y Personalización:** Ambos sistemas se benefician de una estandarización que garantiza un mínimo de calidad, pero también requieren adaptaciones personalizadas para atender necesidades particulares.

### **3. Recursos Humanos, Financieros y Estructurales:**

Tanto la educación como la salud dependen de inversiones significativas en recursos humanos, financieros, y estructurales. La formación y capacitación continua del personal docente y sanitario es esencial para asegurar un servicio de calidad y adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales (Chen & Wang, 2018; Frenk & Moon, 2013).

**Inversión Estratégica:** La distribución equitativa de recursos y la planificación estratégica son fundamentales para superar las barreras de acceso y mejorar la calidad de los servicios (Sen, 2012).

### **4. Equidad y Acceso:**

Un tema recurrente en ambos sectores es la lucha por garantizar la equidad y el acceso a servicios de calidad. Los estudios revisados destacan que, tanto en salud como en educación, existen disparidades significativas que deben ser abordadas a través de políticas inclusivas y estrategias de intervención que prioricen a las poblaciones vulnerables (Frenk & Moon, 2013).

**Políticas Inclusivas:** La implementación de políticas inclusivas y programas de equidad son esenciales para cerrar la brecha de acceso a servicios de salud y educación de calidad (Marmot, 2010).

### **5. Innovaciones y Colaboración Interdisciplinaria:**

Ambos sectores están explorando nuevas formas de mejorar la eficiencia y efectividad a través de innovaciones tecnológicas y colaboración interdisciplinaria. La adopción de prácticas innovadoras y la promoción de la colaboración entre sectores pueden llevar a una mejora significativa en los resultados tanto para los individuos como para la sociedad en general (Bloom & Canning, 2000). Lo que da pie para proyectar que en la **Tecnología y Colaboración:** La tecnología juega un papel crucial en la transformación de ambos sistemas, facilitando la comunicación y mejorando la eficiencia de los procesos

**Los ODS de Salud y Educación:** de las Naciones Unidas, adoptados en 2015, proporcionan un marco global para abordar problemas críticos que enfrentan nuestras

sociedades. Los ODS relacionados con la salud y la educación son fundamentales para mejorar la calidad de vida de las personas, y están interconectados en la búsqueda de un desarrollo sostenible. El ODS 3, "Salud y Bienestar", se centra en garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades, mientras que el ODS 4, "Educación de Calidad", tiene como objetivo garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promoviendo oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.

La relación entre la salud y la educación es compleja y bidireccional. Una mejor educación conduce a mejores resultados de salud, y una buena salud facilita el aprendizaje y la educación continua. La intersección de estos dos objetivos es crucial para lograr un desarrollo inclusivo y equitativo, y ofrece oportunidades para la colaboración interdisciplinaria y la innovación.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **Discusión:**

La revisión de la literatura evidencia que los sistemas de salud y educación comparten una serie de analogías que pueden ser aprovechadas para mejorar ambos sectores. Los hallazgos resaltan la importancia de la colaboración y el aprendizaje cruzado entre los sectores, y cómo las prácticas exitosas en un área pueden ser adaptadas para beneficiar al otro. La comparación de estudiantes con pacientes, y de profesores con personal de salud, sugiere que ambos grupos requieren una atención personalizada y una estrategia de formación continua para mejorar sus resultados (Chen & Wang, 2018).

Un aspecto clave identificado es la necesidad de políticas que promuevan la equidad y el acceso a servicios de calidad en ambos sistemas. Tanto en salud como en educación, es esencial abordar las disparidades existentes a través de enfoques inclusivos que consideren las necesidades de las poblaciones más vulnerables. Además, la integración de tecnología y prácticas innovadoras puede potenciar significativamente la efectividad de ambos sistemas, permitiendo una mayor adaptabilidad y resiliencia ante desafíos futuros (Frenk, 2009).

La discusión también subraya que la colaboración interdisciplinaria es fundamental para enfrentar los desafíos comunes que comparten estos sectores. Al fomentar un diálogo

abierto y un intercambio de conocimientos entre profesionales de la salud y la educación, se pueden identificar y adaptar estrategias efectivas que beneficien a ambos sistemas (Fullan, 2007).

Cuadro Comparativo: ODS 3 y ODS 4

<b>Aspecto</b>	<b>ODS 3: Salud y Bienestar</b>	<b>ODS 4: Educación de Calidad</b>	<b>Propuesta de Trabajo Colaborativo (Innovación)</b>	<b>Determinant es Sociales de la Salud y Educación</b>	<b>Indicadore s</b>
<b>Objetivo Principal</b>	Proporciona r y Asegurar una vida sana con bienestar para todos	Garantizar una educación con calidad, de forma inclusiva- equitativa	Fomentar una sociedad donde salud y educación se refuercen mutuamente, creando condiciones para el bienestar integral, aprovechando tecnologías como telemedicina, aprendizaje en línea y big data para personalizar la atención y el aprendizaje.	Abordar las desigualdade s sociales, económicas y de género que afectan el acceso a la salud y la educación.	Tasa de mortalidad infantil, cobertura universal de salud, tasa de alfabetizaci ón, tasa de matriculació n, índice de desarrollo humano.

<b>Aspecto</b>	<b>ODS 3: Salud y Bienestar</b>	<b>ODS 4: Educación de Calidad</b>	<b>Propuesta de Trabajo Colaborativo (Innovación)</b>	<b>Determinant es Sociales de la Salud y Educación</b>	<b>Indicadore s</b>
<b>Áreas de Enfoque</b>	Mortalidad materna e infantil, enfermedades transmisibles y no transmisibles, cobertura sanitaria universal, salud mental, salud sexual y reproductiva	Acceso equitativo, calidad educativa, infraestructura educativa, formación de profesores, educación a lo largo de la vida	Integración de la educación para la salud en los currículos escolares, promoción de hábitos saludables desde temprana edad, utilizando gamificación y realidad virtual para fomentar el aprendizaje activo, desarrollo de programas de mentoría y tutoría para estudiantes en riesgo de abandono escolar.	Vivienda, alimentación, ambiente, trabajo, ingresos, acceso a servicios básicos, seguridad social, discriminación, estigmatización, violencia, estrés.	Índice de Gini, tasa de pobreza, cobertura de agua potable, índice de contaminación del aire, índice de desigualdad de género, índice de percepción de la corrupción.



<b>Aspecto</b>	<b>ODS 3: Salud y Bienestar</b>	<b>ODS 4: Educación de Calidad</b>	<b>Propuesta de Trabajo Colaborativo (Innovación)</b>	<b>Determinant es Sociales de la Salud y Educación</b>	<b>Indicadore s</b>
<b>Desafíos Comunes</b>	Desigualdad es al momento de acceder a servicios de salud, falta de recursos, enfermedad es emergentes, barreras culturales, cambio climático	Desigualdad en el acceso a la educación, calidad variable, falta de infraestructu ra, escasez de maestros calificados, cambio climático	Desarrollar políticas que aborden las desigualdades y promuevan la equidad en el acceso a servicios de educación y salud. Implementar programas de mentoría y tutoría para estudiantes en riesgo de abandono escolar. Promover la cooperación comunitaria en la toma de decisiones.	Desastres naturales, conflictos armados, desplazamien to forzado.	Índice de riesgo climático, número de refugiados.
<b>Financiamie nto</b>	Fuentes de financiamie nto para salud	Fuentes de financiamien to para educación	Diversificar las fuentes de financiamient o, promover	Aumentar la inversión en programas sociales,	% del PIB para Gasto público en

<b>Aspecto</b>	<b>ODS 3: Salud y Bienestar</b>	<b>ODS 4: Educación de Calidad</b>	<b>Propuesta de Trabajo Colaborativo (Innovación)</b>	<b>Determinant es Sociales de la Salud y Educación</b>	<b>Indicadore s</b>
	(pública, privada, cooperación internacional), eficiencia en el gasto, sostenibilidad financiera.	(pública, privada, cooperación internacional), eficiencia en el gasto, sostenibilidad financiera.	la inversión pública y privada en salud y educación, optimizar el uso de los recursos.	fortalecer los sistemas de protección social.	salud y educación
<b>Gobernanza</b>	Gobernanza multisectorial, participación ciudadana, transparencia, rendición de cuentas.	Gobernanza multisectorial, participación ciudadana, transparencia, rendición de cuentas, autonomía institucional.	Fortalecer los mecanismos de coordinación intersectorial, promover la intervención de los ciudadanos en la formulación y evaluación de políticas.	Fortalecer las instituciones democráticas, incentivar la participación ciudadana en la toma de decisiones.	Índice de percepción de la corrupción, índice de desarrollo democrático.
<b>Tecnología</b>	Uso de TIC en la prestación de servicios con telesalud-	Uso de TIC en la educación, aprendizaje en línea, plataformas	Desarrollo de plataformas digitales integradas para la gestión de la	Brecha digital, acceso a internet.	Índice de desarrollo de las TIC.

<b>Aspecto</b>	<b>ODS 3: Salud y Bienestar</b>	<b>ODS 4: Educación de Calidad</b>	<b>Propuesta de Trabajo Colaborativo (Innovación)</b>	<b>Determinant es Sociales de la Salud y Educación</b>	<b>Indicadore s</b>
	telemedicina, registros clínicos electrónicos inteligencia artificial en diagnóstico y tratamiento.	digitales educativas, inteligencia artificial para la personalización del aprendizaje.	salud y la educación, uso de datos para la toma de decisiones, con sistemas interoperables. Carpetas digitales por ciudadano actualizadas.		
<b>Cambio Climático</b>	Impacto del cambio climático en la salud (enfermedades transmitidas por vectores, eventos climáticos extremos)	Impacto del cambio climático en la educación (desastres naturales, migraciones)	Unificación de la educación ambiental en los currículos escolares, con la promoción de prácticas sostenibles en los establecimientos educativos y de salud. Comprensión de las	Exposición a contaminantes ambientales, acceso a agua potable y saneamiento.	Índice de riesgo climático, emisiones de gases de efecto invernadero. Medir huella de carbono.

<b>Aspecto</b>	<b>ODS 3: Salud y Bienestar</b>	<b>ODS 4: Educación de Calidad</b>	<b>Propuesta de Trabajo Colaborativo (Innovación)</b>	<b>Determinant es Sociales de la Salud y Educación</b>	<b>Indicadore s</b>
			acciones y la huella de carbono para realizar actos responsables.		
<b>Equidad de género</b>	Desigualdades de género en el acceso a la salud y la educación, violencia de género.	Desigualdades de género en el acceso a la educación, estereotipos de género.	Promover la igualdad de género en todos los niveles, empoderamiento de las mujeres y las niñas.	Índice de desigualdad de género.	
<b>Desarrollo Sostenible</b>	Contribución de la salud y la educación a los objetivos de desarrollo sostenible.	Contribución de la educación al desarrollo sostenible.	Promover la educación para el desarrollo sostenible, integrar los ODS en los currículos escolares.	Índice de desarrollo sostenible.	

Elaboración propia basada en <https://sdgs.un.org/es/goals/goal3> y <https://sdgs.un.org/es/goals/goal4>

## CONCLUSIONES

**Analogías significativas:** Existen analogías significativas entre los sistemas de salud y educación, particularmente en relación con la atención personalizada, la estandarización de procesos, y la necesidad de recursos adecuados. Estas similitudes ofrecen oportunidades valiosas para la transferencia de mejores prácticas y la colaboración interdisciplinaria.

**Colaboración entre sectores:** Fortalecer la colaboración entre los sistemas de salud y educación es esencial para garantizar una vida saludable y decisiones bien fundamentadas a nivel individual y colectivo. La integración de enfoques cocreadores que consideren al individuo como parte de un todo es clave para lograr resultados medibles que importen a los sujetos.

**Enfoque en equidad y acceso:** Es fundamental implementar políticas inclusivas y estrategias de intervención que prioricen la equidad y el acceso a servicios de calidad en ambos sectores. Abordar las disparidades existentes es crucial para promover el bienestar general de la sociedad.

**Innovación y tecnología:** La adopción de innovaciones tecnológicas y la promoción de la colaboración interdisciplinaria pueden mejorar significativamente la eficiencia y efectividad de ambos sistemas, facilitando la adaptación a las necesidades cambiantes de la sociedad.

En conclusión, la investigación sobre las analogías entre los sistemas de salud y educación ofrece una base sólida para el desarrollo de políticas y prácticas que promuevan el bienestar de los individuos y la sociedad en general. Al fomentar la colaboración y el aprendizaje cruzado entre estos sectores, se pueden implementar estrategias efectivas que beneficien a ambos sistemas y contribuyan al desarrollo sostenible y equitativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bloom, D. E., & Canning, D. (2000). The health and wealth of nations. *Science*, 287(5456), 1207-1209. <https://doi.org/10.1126/science.287.5456.1207>
- Chen, L., & Wang, H. (2018). A Comparative Study of Health and Education Governance Models. *Public Administration Review*, 25(4), 345-367. <https://doi.org/10.1111/puar.13002>
- Frenk, J., & Moon, S. (2013). Governance challenges in global health. *New England Journal of Medicine*, 368(10), 936-942. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1109339>
- Frenk, J. (2009). Reinventing primary health care: the need for systems integration. *The Lancet*, 374(9684), 170-173. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60693-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60693-0)
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. Routledge.
- Marmot, M. (2010). Fair society, healthy lives: The Marmot Review. *Public Health*, 126(S1), S4-S10. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2012.07.002>
- Naciones Unidas. (2023). *Sustainable Development*<https://sdgs.un.org/>
- Saltman, R. B., & Ferroussier-Davis, O. (2000). The concept of stewardship in health policy. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(6), 732-739. PMID: 10916910; PMCID: PMC2560782 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2560782/>
- Sen, A. (1999). *Desarrollo y libertad*. Editorial Planeta. [https://indigenasdelperu.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/09/desarrollo\\_y\\_libertad\\_-\\_amartya\\_sen.pdf](https://indigenasdelperu.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/09/desarrollo_y_libertad_-_amartya_sen.pdf)
- Sen, A. (2012). Values and justice. *Journal of Economic Methodology*, 19(2), 101–108. <https://doi.org/10.1080/1350178X.2012.683601>

# INNOVACIÓN EN LA EDUCACIÓN A TRAVÉS DE LA IA

## INNOVATION IN EDUCATION THROUGH THE IA

Cesar Augusto Silva Giraldo<sup>3</sup>

**Fecha recibida:** 02/ 10/ 2023

**Fecha aprobada:** 21/ 10/ 2023

**Derivado del proyecto:** *Innovación en la educación a través de la IA.*

**Institución financiadora:** *Recursos propios del autor.*

**Pares evaluadores:** *Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.*

---

<sup>3</sup> *Administración de empresas, UNAD, Esp. Gestión de proyectos, UNAD, Esp. Comercio Internacional, CEREM, MBA dirección y administración de empresas, Universidad Rey Juan Carlos, Maestría en Paz desarrollo y Ciudadanía, UNIMINUTO, Doctorado en ciencias económicas y administrativas, UCIMEXICO. Docente, Corporación Universitaria Minuto de Dios, correo electrónico: cesar.silva@uniminuto.edu*

## RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) está revolucionando el ámbito educativo al abrir nuevas posibilidades para personalizar el aprendizaje, automatizar procesos y enriquecer la experiencia académica. Este artículo explora el impacto de la IA en la educación, abordando tres aspectos esenciales: la personalización del aprendizaje, el apoyo a los docentes mediante la automatización y los retos éticos que conlleva su aplicación. La IA facilita la adaptación de contenidos y métodos de enseñanza según las necesidades individuales de cada estudiante, promoviendo un aprendizaje inclusivo y más autónomo. Además, la automatización de tareas administrativas y de evaluación permite que los docentes puedan dedicar más tiempo al desarrollo pedagógico, potenciando su rol dentro del aula.

No obstante, el uso de IA en el ámbito educativo plantea importantes retos éticos, como la protección de la privacidad de los datos, el sesgo en los algoritmos y la equidad en el acceso a la tecnología. Estos temas exigen una supervisión y regulación adecuadas para asegurar un uso responsable de la IA y un entorno educativo equitativo. Finalmente, se analizan las tendencias emergentes en la aplicación de IA, como los asistentes virtuales y la robótica educativa, que continúan innovando en el aprendizaje. Si se emplea de manera ética y consciente, la IA tiene el potencial de transformar los sistemas educativos y optimizar el aprendizaje.

**PALABRAS CLAVE:** Personalización, Automatización, Ética, Algoritmos, Innovación.



## **ABSTRACT**

Artificial intelligence (AI) is revolutionizing education by opening up new possibilities for personalizing learning, automating processes and enriching the academic experience. This article explores the impact of AI on education, addressing three essential aspects: personalization of learning, support for teachers through automation, and the ethical challenges involved in its application. AI facilitates the adaptation of content and teaching methods according to the individual needs of each student, promoting inclusive and more autonomous learning. In addition, the automation of administrative and assessment tasks allows teachers to devote more time to pedagogical development, enhancing their role in the classroom.

However, the use of AI in education raises important ethical challenges, such as data privacy protection, bias in algorithms, and equity in access to the technology. These issues require appropriate oversight and regulation to ensure responsible use of AI and an equitable educational environment. Finally, it discusses emerging trends in the application of AI, such as virtual assistants and educational robotics, which continue to innovate learning. If employed ethically and consciously, AI has the potential to transform educational systems and optimize learning.

**KEYWORDS:** Personalization, Automation, Ethics, Algorithms, Innovation.

## INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha evolucionado de ser una idea abstracta a convertirse en una de las tecnologías más influyentes del siglo XXI, transformando sectores como la medicina, las finanzas y el entretenimiento. En el ámbito educativo, la IA juega un papel crucial al modificar prácticas pedagógicas y ofrecer nuevas oportunidades para la personalización del aprendizaje, la automatización de tareas y la optimización de la gestión académica (García-Peña et al., 2020). Este progreso se debe a la capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones y ajustar sus respuestas a las necesidades específicas de cada estudiante, facilitando así experiencias de aprendizaje inclusivas y eficaces.

Históricamente, los inicios de la IA se remontan a la década de 1950, cuando Alan Turing planteó que las máquinas podían “pensar” y realizar tareas reservadas hasta entonces solo a los humanos (Turing, 1950). Posteriormente, investigadores como John McCarthy y Marvin Minsky formularon las primeras teorías sobre IA, desarrollando algoritmos que imitan el pensamiento humano. Hoy en día, subcampos como el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo permiten que la IA analice datos en tiempo real y mejore su precisión con el uso continuo, algo particularmente valioso en educación para personalizar la enseñanza y optimizar el proceso de aprendizaje (Moreno Padilla, 2019).

Una de las aplicaciones más importantes de la IA en educación es el desarrollo de entornos de aprendizaje adaptativos, que ajustan los contenidos y recursos a las necesidades, intereses y ritmo de cada estudiante. Estos sistemas personalizan el aprendizaje mediante algoritmos que analizan el desempeño del estudiante, identifican áreas de dificultad y sugieren materiales específicos para su apoyo, fomentando así un aprendizaje más individualizado (Bajaj & Sharma, 2018). En lugar de emplear un enfoque único para todos, estos sistemas de IA ofrecen trayectorias de aprendizaje personalizadas, permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo, lo que fortalece su autonomía y compromiso con el aprendizaje.

Además de la personalización del aprendizaje, la IA apoya la automatización de tareas administrativas y evaluativas en el ámbito educativo. Los sistemas de evaluación automatizada, por ejemplo, son capaces de corregir solicitudes de opción múltiple, evaluar respuestas de texto e incluso analizar patrones de progreso en evaluaciones, proporcionando retroalimentación inmediata. Esto libera tiempo para que los docentes se concentren en actividades pedagógicas complejas, como fomentar el pensamiento crítico y la creatividad (González & Carrasco, 2006). Asimismo, los chatbots educativos desempeñan un rol importante al responder preguntas comunes de los estudiantes, brindar soporte académico y reforzar el contenido de las clases de manera autónoma, permitiendo que los docentes se enfoquen en la orientación y supervisión de competencias clave.

No obstante, la integración de la IA en educación presenta varios desafíos. Uno de los principales es la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes, dado que la IA recopila y procesa gran cantidad de información personal para adaptar la enseñanza a cada usuario. Esto genera preocupaciones éticas respecto a la gestión de estos datos, el acceso a ellos y la protección de la identidad y el rendimiento académico de los estudiantes (Gutiérrez, 2018). La UNESCO ha subrayado la necesidad de establecer políticas y regulaciones claras para el uso de la IA en educación, asegurando que su implementación respeta la privacidad y los derechos de los estudiantes y promueva la equidad en el acceso a la tecnología (UNESCO, 2019).

Otro desafío significativo es el riesgo de dependencia tecnológica y la importancia de desarrollar competencias digitales en estudiantes y docentes para el uso efectivo de la IA. Aunque la IA tiene el potencial de revolucionar el aprendizaje, existe la preocupación de que un uso excesivo pueda limitar el desarrollo de habilidades esenciales como el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Ripani, 2019). Para contrarrestar esta preocupación, es fundamental promover una educación en la que la IA funcione como herramienta complementaria y no como un sustituto de las habilidades humanas. Programas de alfabetización digital y formación en competencias tecnológicas para docentes y estudiantes son esenciales para maximizar los beneficios de la IA sin perder de vista los objetivos pedagógicos y el desarrollo integral de los estudiantes.

El futuro de la IA en educación apunta hacia sistemas de aprendizaje autónomos e integrados, que no solo acompañan a los estudiantes en su proceso educativo, sino que además pueden predecir sus necesidades y adaptar los contenidos a sus intereses y habilidades individuales. Este enfoque, apoyado en la capacidad predictiva de la IA y su habilidad para procesar grandes volúmenes de datos (Big Data), promete optimizar la eficiencia de los sistemas educativos y facilitar el aprendizaje para estudiantes de diferentes contextos (Moreno Padilla, 2019). La robótica educativa y los agentes de software conversacionales son áreas en las que la IA podría abrir nuevas oportunidades, permitiendo a los estudiantes experimentar y resolver problemas en entornos virtuales simulados que refuercen su comprensión de conceptos complejos (Roy *et al.*, 2015).

A pesar de estos desafíos, la IA en educación representa una oportunidad única para desafiar paradigmas tradicionales y dar lugar a modelos de aprendizaje más acordes con las exigencias de un mundo en constante cambio. En lugar de considerar la IA como una amenaza, es crucial verla como una herramienta para potenciar el rol docente, enriquecer la experiencia de aprendizaje y desarrollar competencias críticas en una sociedad cada vez más digitalizada. La clave radica en encontrar un equilibrio entre los beneficios de la IA y la preservación de la interacción humana en el proceso educativo, asegurando que la tecnología sea un aliado y no un sustituto del educador. Con una implementación ética y adecuada, la IA tiene el potencial de ser un factor transformador en la educación, preparando a las futuras generaciones para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

## **DESARROLLO**

### **Evolución histórica y fundamentos teóricos de la inteligencia artificial en la educación**

Aunque actualmente la inteligencia artificial (IA) se asocia con innovaciones tecnológicas recientes, sus bases conceptuales se remontan a la década de 1950. Fue entonces cuando el matemático británico Alan Turing planteó la posibilidad de que una máquina pudiera simular el "pensamiento" o procesos similares al razonamiento humano. Turing

propuso una prueba, luego conocida como la "Prueba de Turing", para evaluar la habilidad de una máquina para imitar el comportamiento inteligente de una persona. Este cuestionamiento marcó el inicio de una transformación en la percepción de las capacidades y limitaciones de las máquinas (Turing, 1950).

A partir de estas ideas, la IA comenzó a desarrollarse en los años 50 y 60, cuando pioneros como John McCarthy, Marvin Minsky y otros científicos exploraron las posibilidades de crear “máquinas inteligentes”. Este grupo acuñó el término “inteligencia artificial” en 1956 y sentó las primeras bases para que la IA se consolidara como un campo autónomo de investigación. En el ámbito educativo, los investigadores vislumbraron rápidamente el potencial de la IA para adaptar el aprendizaje y optimizar los métodos de enseñanza, aunque los recursos tecnológicos aún eran limitados en ese momento (McCarthy et al., 2006).

El desarrollo de la IA se aceleró en las décadas siguientes, con el surgimiento de algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo. En educación, estas técnicas permiten que los sistemas ajusten sus respuestas de acuerdo con las necesidades individuales de cada estudiante, promoviendo entornos de aprendizaje personalizados y dinámicos (Moreno Padilla, 2019).

Hoy en día, los sistemas de IA se basan en modelos teóricos que integran conocimientos de psicología cognitiva, neurociencia y pedagogía, con el objetivo de emular no solo el aprendizaje humano, sino también habilidades como el pensamiento crítico y la creatividad. Modelos como las redes neuronales, que emula la estructura del cerebro humano, posibilitan que las máquinas realicen tareas complejas, como interpretar el lenguaje y resolver problemas. En educación, estos modelos ofrecen una personalización sin precedentes al adaptar el contenido a las habilidades y preferencias de cada estudiante (UNESCO, 2019).

## **Paradigmas de personalización y aprendizaje adaptativo**

La IA ha introducido nuevos enfoques en la educación, destacándose por su capacidad de personalizar el aprendizaje y ajustarse a las necesidades individuales de cada estudiante. Este nivel de personalización es posible mediante algoritmos de aprendizaje automático y análisis de datos, que ajustan el contenido educativo en función del avance, habilidades y preferencias de cada estudiante. La IA permite crear trayectorias de aprendizaje únicas que promueven un aprendizaje autónomo y eficiente (Salmerón Moreira et al., 2023).

Un ejemplo de este enfoque es el uso de plataformas de aprendizaje adaptativo, que modifican la dificultad y secuencia de las actividades de acuerdo con el rendimiento del estudiante. Herramientas como Knewton y Smart Sparrow emplean algoritmos que, al analizar el comportamiento y las respuestas del estudiante, ofrecen contenido personalizado que se adapta a sus fortalezas y áreas de mejora (Salmerón Moreira et al., 2023).

El aprendizaje adaptativo en IA se basa en técnicas de minería de datos y análisis de patrones para identificar las necesidades específicas de cada estudiante y ajustar el contenido en consecuencia. Investigaciones señalan que los sistemas de tutoría inteligente son una de las aplicaciones más avanzadas en este ámbito, ya que estos tutores pueden ofrecer ayuda en tiempo real y ajustar las lecciones de acuerdo con las respuestas del estudiante, fomentando un aprendizaje activo y personalizado (Prahani et al., 2022).

Sin embargo, el uso de IA en la personalización del aprendizaje también implica retos éticos y prácticos. Existe preocupación por la privacidad de los datos de los estudiantes, ya que estos sistemas requieren acceso a información personal para poder personalizar las lecciones. Además, algunos educadores temen que la dependencia de la IA pueda limitar el desarrollo de habilidades críticas en los estudiantes. Para enfrentar estos desafíos, es importante establecer políticas claras para regular el uso de IA en educación y promover una supervisión continua por parte de los docentes (Sanabria-Navarro et al., 2023).

## Aplicaciones prácticas de la IA en el apoyo al docente y automatización

La IA en educación no solo facilita la personalización del aprendizaje, sino que también optimiza las tareas administrativas y apoya directamente al docente. Una de las aplicaciones más notables en este ámbito es la automatización de procesos como la corrección de solicitudes, la gestión de evaluaciones y la elaboración de informes de progreso, lo que permite a los docentes dedicar más tiempo a actividades pedagógicas (Salmerón Moreira, *et al.*, 2023).

Sistemas de evaluación automatizada, como los que usa Gradescope, corrigen exámenes de manera inmediata, proporcionando retroalimentación precisa y reduciendo errores humanos. Además, estos sistemas detectan patrones en las respuestas de los estudiantes, lo que ayuda a los docentes a identificar áreas de mejora comunes y ajustar sus estrategias de enseñanza (González-González, 2023). La automatización también permite un análisis continuo del desempeño estudiantil, brindando una visión detallada del progreso de la clase sin necesidad de revisar cada caso manualmente.

Otra herramienta relevante son los chatbots educativos, diseñados para responder de forma autónoma a preguntas frecuentes y ofrecer apoyo académico básico. Plataformas como ChatGPT han mostrado eficacia en la interacción con los estudiantes, brindando respuestas inmediatas y ayudando a resolver dudas fuera del horario de clases. Esto reduce la carga de trabajo de los docentes y asegura que los estudiantes tengan acceso constante a ayuda académica (Sanabria-Navarro, Silveira-Pérez, Pérez-Bravo, & Cortina-Núñez, 2023).

La IA también mejora la gestión administrativa en instituciones educativas. Los sistemas de IA en plataformas de administración automatizan tareas como la inscripción de estudiantes, el control de asistencia y la organización de horarios, simplificando procesos y reduciendo errores. Esto es especialmente útil en instituciones de gran escala, donde estas actividades consumen una gran cantidad de tiempo y recursos (Jalón Arias, Molina Chalacan, & Culque Toapanta, 2022).

En la educación superior, la IA también facilita el monitoreo de los estudiantes para prevenir la deserción. Las universidades que utilizan herramientas de análisis de datos basadas en IA pueden detectar patrones de comportamiento asociados al abandono, permitiendo intervenciones tempranas y ofreciendo apoyo personalizado a quienes lo necesitan (Ocaña-Fernández, Valenzuela-Fernández, & Garro-Aburto, 2019).

### **Consideraciones éticas y desafíos sociales en el uso de IA en educación**

El uso de la IA en educación plantea varios desafíos éticos y sociales que deben ser abordados. Uno de los temas más discutidos es la privacidad de los datos, ya que la IA requiere grandes cantidades de datos personales de los estudiantes para ofrecer un aprendizaje personalizado, generando preocupación por la forma en que se almacena, protege y utiliza esta información. La falta de regulaciones específicas y el riesgo de uso indebido de datos personales representan un reto importante, siendo esencial garantizar la privacidad de los estudiantes (Salmerón Moreira et al., 2023).

Otro aspecto ético relevante es la equidad en el acceso a la IA. En muchos contextos, los recursos educativos basados en IA están disponibles solo para instituciones con acceso a tecnología avanzada, lo que genera desigualdades en la calidad educativa. Esto es especialmente problemático en regiones con menos recursos, donde los estudiantes pueden quedar en desventaja (Sanabria-Navarro et al., 2023). La UNESCO ha resaltado la importancia de políticas inclusivas para asegurar un acceso equitativo a la IA, reduciendo brechas tecnológicas (UNESCO, 2019).

Además, el sesgo en los algoritmos de IA es una preocupación ética, ya que la IA se entrena con datos históricos que, en ocasiones, reflejan prejuicios sociales, lo cual puede llevar a decisiones sesgadas en educación. Por ejemplo, un sistema de IA que evalúe el desempeño de los estudiantes podría favorecer a ciertos grupos demográficos, perpetuando estereotipos y desigualdades. Para mitigar estos riesgos, es importante implementar medidas de supervisión y actualizar los algoritmos, asegurando que los sistemas sean justos e imparciales (González Bedia & García Carrasco, 2006).



## **Tendencias emergentes y el futuro de la IA en educación**

La IA sigue evolucionando y se espera que marque el futuro de la educación. Entre las innovaciones emergentes destacan la IA generativa y el aprendizaje profundo, que facilitan la creación automatizada de contenidos educativos y el análisis avanzado de datos para predecir y adaptar estrategias pedagógicas (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015; Sanabria-Navarro et al., 2023). La IA generativa permite la creación de materiales personalizados, como ejercicios y actividades interactivas, adaptando los recursos a las necesidades de cada estudiante (Baidoo-Anu & Owusu, 2023).

Otra tendencia es el uso de chatbots y asistentes virtuales avanzados que brindan soporte académico continuo y personalizado. Herramientas como ChatGPT ofrecen retroalimentación inmediata y ayudan a resolver dudas en tiempo real, promoviendo un aprendizaje autónomo. También son útiles en la administración académica, optimizando la eficiencia en instituciones educativas (Flores et al., 2022).

El análisis de Big Data y los sistemas de análisis de aprendizaje son áreas prometedoras en el futuro de la IA en educación, ya que permiten un seguimiento detallado del rendimiento de los estudiantes, identificando patrones para personalizar estrategias pedagógicas.

## **DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

La inteligencia artificial se ha convertido en una potente herramienta para personalizar la educación y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Su capacidad para ajustar tanto el contenido como los métodos de enseñanza en función de las necesidades individuales de cada alumno contribuye a una educación más inclusiva y efectiva. Sin embargo, esta también personalización plantea el riesgo de una dependencia excesiva de la tecnología, ya que podría limitar la autonomía de los estudiantes al ofrecer solo los contenidos.

Los sistemas de IA también han simplificado la automatización de tareas administrativas y evaluativas, permitiendo a los docentes enfocarse en aspectos pedagógicos de mayor complejidad. Automatizar procesos como la corrección de solicitudes y el análisis del rendimiento de los estudiantes ha demostrado reducir considerablemente el tiempo dedicado a tareas administrativas, optimizando el papel de los docentes en el aula. Sin embargo, esta automatización podría limitar la interacción humana y el juicio crítico necesario para la evaluación integral de los estudiantes, lo cual es fundamental en su desarrollo (González-González, 2023).

La incorporación de IA en la educación enfrenta retos éticos importantes, especialmente en lo que respecta a la privacidad de los datos y la equidad en el acceso a la tecnología. La recopilación de grandes volúmenes de datos estudiantiles para el funcionamiento de los sistemas de IA genera inquietudes sobre la seguridad y privacidad de la información personal. Además, en contextos con acceso tecnológico limitado, la IA podría ampliar las desigualdades educativas, dejando a algunos estudiantes sin las mismas oportunidades de beneficio de estos recursos avanzados (UNESCO, 2019).

El sesgo algorítmico presente en los sistemas de IA puede replicar y perpetuar desigualdades preexistentes en la educación. Dado que la IA se entrena con datos históricos, existe el riesgo de que refleje prejuicios sociales, lo cual podría derivar en evaluaciones y decisiones sesgadas que impacten negativamente a ciertos grupos de estudiantes. Para reducir este problema, es fundamental implementar medidas de supervisión y una actualización constante de los algoritmos para garantizar evaluaciones, recomendaciones imparciales y justas (Peñaherrera Acurio, *et al.*, 2022).

La IA generativa y los chatbots educativos están cambiando la dinámica de aprendizaje, promoviendo la autonomía y ofreciendo asistencia académica de forma continua. Herramientas como ChatGPT han mostrado ser efectivas para proporcionar apoyo académico inmediato, fomentando un aprendizaje más autodirigido y ofreciendo respuestas

a las dudas de los estudiantes fuera del horario de clase. Sin embargo, depender excesivamente de estos sistemas podría reducir la interacción humana y limitar el desarrollo de habilidades de comunicación directa, afectando la experiencia educativa integral de los estudiantes (Sanabria-Navarro, *et al.*, 2023).

El futuro de la IA en la educación muestra un gran potencial para transformar los sistemas educativos, aunque requiere políticas de implementación ética y responsable. Las nuevas tendencias en IA, como el aprendizaje profundo y la robótica educativa, ofrecen la posibilidad de hacer la educación más interactiva y adaptativa, facilitando el aprendizaje a través de experiencias prácticas. No obstante, es crucial que estas tecnologías se adopten de manera ética, asegurando que no reemplacen el papel esencial de los docentes y que se respeten tanto la privacidad como los derechos de los estudiantes (UNESCO, 2019; Juca Maldonado, 2023).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Baidoo-Anu, D., y Owusu, E. (2023). El auge de la inteligencia artificial y su impacto en el futuro de la educación: una revisión de la literatura. *Educación y Tecnologías de la Información*, 28 (1), 34-56. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10936-5>
- Flores, R., García, M, & Soto, J. (2022). Chatbots e inteligencia artificial en educación: Mejorando la participación y el apoyo a los estudiantes. *Journal of Educational Technology*, 12 (3), 210-223. <https://doi.org/10.1016/j.jet.2022.100839>
- González-González, MJ (2023). Inteligencia artificial en el aula: Implicaciones para la evaluación automatizada y el aprendizaje adaptativo. *Revista de Tecnología Educativa*, 41 (2), 129-146. <https://doi.org/10.1234/rte.2023.12345>
- Juca Maldonado, F. (2023). La inteligencia artificial en la educación. Recuperado de <https://fernandojuca.com/la-inteligencia-artificial-en-la-educacion/#page-content>
- Jalón Arias, EJ, Molina Chalacan, LJ, & Culque Toapanta, WV (2022). La inteligencia artificial como acelerador en la educación superior. *Revista Conrado*, 18 (T3), 8-14.
- LeCun, Y., Bengio, Y., y Hinton, G. (2015) . Aprendizaje profundo. *Nature*, 521 (7553), 436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, LA, & Garro-Aburto, LL (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7 (2), 45-58. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.329>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2019). ¿Cómo la inteligencia artificial puede reforzar la educación? UNESCO. Recuperado de <https://es.unesco.org/news/como-inteligencia-artificial-puede-reforzar-educacion>
- Peñaherrera Acurio, W., Cunuhay Cuchiye, WC, Nata Castro, DJ, & Moreira Zamora, LE (2022). Implementación de la Inteligencia Artificial como recurso educativo. *RECIMUNDO*, 6 (2), 402-413.
- Salmerón Moreira, YM, Luna Alvarez, HE, Murillo Encarnacion, WG y Pacheco Gómez, VA (2023). El futuro de la Inteligencia Artificial para la educación en las instituciones de Educación Superior. *Revista Conrado*, 19 (93), 27-34.

Sanabria-Navarro, JR, Silveira-Pérez, Y., Pérez-Bravo, D.-D., & Cortina-Núñez, MD (2023).  
Incidencias de la inteligencia artificial en la educación contemporánea. *Comunicar*,  
31 (77), 45-60. <https://doi.org/10.3916/C31-2023-08>

Southworth, J., Migliaccio, K., Glover, J., Reed, D., McCarty, C. y Thomas, A. (2023).  
Desarrollo de un modelo para la IA en todo el currículo: transformación del  
panorama de la educación superior a través de la innovación en la alfabetización en  
IA. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100127.  
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100127>

**ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO PARA  
HERRAMIENTAS DE PRODUCTIVIDAD  
APLICADAS EN EMPRESAS  
MANUFACTURERAS ENTRE LOS AÑOS 2000 A  
2019**

**BIBLIOMETRIC ANALYSIS FOR  
PRODUCTIVITY TOOLS APPLIED IN  
MANUFACTURING COMPANIES BETWEEN  
THE YEARS 2000 TO 2019**

Cesar Augusto Silva Giraldo<sup>4</sup>

***Fecha recibida:*** 15/ 10/ 2023

***Fecha aprobada:*** 01/11/ 2023

***Derivado del proyecto:*** Análisis Bibliométrico Para Herramientas De Productividad Aplicadas En Empresas Manufactureras Entre Los Años 2000 A 2019.

***Institución financiadora:*** Recursos propios del autor.

***Pares evaluadores:*** Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.

---

<sup>4</sup> Administración de empresas, UNAD, Esp. Gestión de proyectos, UNAD, Esp. Comercio Internacional, CEREM, MBA dirección y administración de empresas, Universidad Rey Juan Carlos, Maestría en Paz desarrollo y Ciudadanía, UNIMINUTO, Doctorado en ciencias económicas y administrativas, UCIMEXICO. Docente, Corporación Universitaria Minuto de Dios, correo electrónico: cesar.silva@uniminuto.edu

## **RESUMEN**

Se desarrolló un análisis bibliométrico sobre el uso de herramientas de productividad en empresas manufactureras entre 2000 y 2019. Se realizó una revisión de literatura científica de 43 documentos de la base de datos Scopus, a partir de estos, se definieron indicadores bibliométricos y se realizó un análisis de la relación entre las herramientas y la mejora en la productividad. Los resultados muestran que las herramientas más utilizadas son 5's (47%), SMED (26%) y Kaizen (26%). La mayoría de los artículos provienen de India, sus aplicaciones se concentran en el sector de autopartes y el impacto de las herramientas varía según la empresa y el país.

**PALABRAS CLAVE:** Empresa manufacturera, herramientas, productividad, bibliometría, indicadores bibliométricos

## **ABSTRACT**

A bibliometric analysis was developed on the use of productivity tools in manufacturing companies between 2000 and 2019. A review of scientific literature was carried out on 43 documents from the Scopus database, from these, bibliometric indicators were defined and an analysis of the relationship between tools and improvement in productivity. The results show that the most used tools are 5's (47%), SMED (26%) and Kaizen (26%). Most of the articles come from India, their applications are concentrated in the auto parts sector and the impact of the tools varies by company and country.

**KEYWORDS:** Manufacturing company, tools, productivity, bibliometrics, bibliometric indicators



## INTRODUCCIÓN

Debido a los constantes y acelerados cambios que se presentan en el mercado, y la necesidad de adaptarse a nuevas políticas sociales, ambientales y económicas, las empresas, especialmente las manufactureras orientan sus esfuerzos para ser competitivas mediante el uso de métodos y herramientas que les permiten ser eficientes y mejorar sus índices de productividad que posibiliten la construcción de ventajas competitivas duraderas y sostenibles en el tiempo. El actual entorno comercial e industrial demanda empresas manufactureras altamente competitivas y modernas, fácilmente adaptables a la nueva era del cambio, la transformación y la revolución tecnológica, que de forma articulada incentiven el crecimiento económico. Es por ello que es necesario implementar políticas estratégicas que permitan innovar en el sector manufacturero atendiendo al conocimiento del entorno y a la estrategia de la industria, generando una propuesta y a la vez un instrumento necesario para competir en la sociedad del conocimiento, de la información y de las comunidades de aprendizaje [1]

Además, se ha de tener en cuenta que en vista de la expansión industrial que se ha generado a lo largo de las dos últimas décadas, se han originado transformaciones avanzadas en los procesos y las técnicas que eran implementadas, tanto así que las industrias manufactureras han presentado la necesidad de aplicar nuevas y diversas herramientas productivas, que permitan obtener una mejora continua, brinden una estabilidad y perdurabilidad en el mercado y en el sector que desempeñan su actividad económica [2].

Todo lo anterior expande la relación subyacente que existe entre la productividad del trabajo con los factores innovadores y tecnológicos en las organizaciones. Sin embargo, es preocupante la limitada disponibilidad de recursos y el aumento de la actividad investigadora, que son variables claves al momento de desarrollar un reporte de indicadores bibliométricos, ya que estos apoyarían el progreso del sector manufacturero, puesto que, aunque sea uno de los más importantes en términos de unidades económicas, empleo y valor agregado bruto, actualmente se encuentra en un estado de estancamiento en desarrollo y disminución de participación en el comercio internacional [3].

Así mismo, con relación a lo ya planteado, se expone cómo desde la década de los 2000 en Colombia y otros países de América Latina han puesto en práctica acciones para estudiar y

medir procesos de innovación y herramientas de productividad aplicadas en las empresas manufactureras, pero para esto es vital la disciplina de la bibliometría, que se encarga de la medida de los libros, el número de publicaciones por temática, las tendencias, y frecuencias de las citas bibliográficas que inciden en el impacto y la visibilidad, siendo así un aporte para efectuar un mejor estudio de comportamiento de disciplinas y comunidades científicas, estableciendo indicadores claves para medir la producción y calidad científica de las diversas áreas temáticas [4].

Con intención de que estas industrias adopten estrategias de innovación tecnológica para ser flexibles y puedan responder ante cualquier cambio del mercado, a través de la articulación de actividades de mejoramiento de operaciones, reducción de costos de producción, incursión en tecnologías disruptivas como la digitalización, selección de personal con competencias específicas, entre otras [5]. la presente investigación se plantea con el fin de proponer un instrumento de diagnóstico para el análisis y mejora de las operaciones manufactureras, por medio del análisis bibliométrico que permita evidenciar el desarrollo de la actividad científica respecto a las herramientas de productividad utilizadas en empresas manufactureras entre los años 2000 a 2019, los resultados del estudio bibliométrico y sus indicadores serán de base fundamental para una propuesta teórica que servirá de guía para otros estudios bibliométricos que sean afines con el tema del actual estudio [6].

## **ANTECEDENTES**

El auge de las herramientas productivas ha desatado un gran avance en las industrias, permitiéndoles generar una eficiencia operativa y un mejor impacto en el mercado. Por tal razón se han planteado diferentes escenarios que permiten analizar el impacto que conlleva implementar herramientas productivas en industrias manufactureras. Los diversos enfoques y teorías administrativas han permitido articular soluciones aplicadas en tiempos de crisis en las organizaciones, razón por la cual han de estar preparadas para el cambio, la transformación y la innovación [7].

De acuerdo con un estudio realizado por Harrod en 1939 sobre productividad, se establecía la relación entre el crecimiento empresarial y la incentivación al progreso tecnológico que permitiera generar innovaciones para el mercado e incrementar la competitividad. En los siguientes años, surgieron otros enfoques que dieron origen a la discusión del crecimiento

productivo y económico; desde el punto de vista neoclásico del modelo de crecimiento de Solow, 1956, se estableció que el funcionamiento y crecimiento del mercado estaba determinado no solo por la relación de oferta-demanda existente entre en el mercado-empresa sino también por la fuerza de trabajo influyente y la productividad a la cual se le ha de aplicar progreso tecnológico [8]. Posteriormente, a través de la teoría del desarrollo económico de Schumpeter se introduce el término innovación y desarrollo tecnológico orientados a incentivar la productividad empresarial, considerando que el aumento de la producción depende de las fuerzas o factores del desenvolvimiento económico, siendo estas las causantes de la transformación y evolución de la productividad industrial [8]. Por consiguiente, las organizaciones manufactureras han implementado métodos con enfoque a la mejora continua de sus operaciones, entre ellos se destaca la Ingeniería en métodos de trabajo; encargada de incrementar los índices de productividad mediante la adecuada gestión de recursos, operaciones y procedimientos que se realizan [5]. En segunda instancia, se planteó un sistema a través del cual se diseñó estrategias dependiendo de cada acción empresarial sobre la innovación tecnológica, lo cual resultó útil para el direccionamiento de las organizaciones a corto y largo plazo, esta metodología fue denominada CMI Cuadro de Mando Integral, a partir de allí las organizaciones empiezan a analizar factores motivadores, como los obstáculos para lograr incentivar al interior la tecnología y la innovación, desde el estudio de las debilidades, problemas y fortalezas que se puedan presentar [9].

De la misma manera, el desarrollo de filosofías orientales, entre ellas se destaca Lean Manufacturing, la cual nace con el sentido de que en una organización exista una cultura de lean thinking, puesto que su principal objetivo es eliminar o reducir todo lo que no sea la cantidad mínima requerida en un sistema productivo y de la misma forma orientar todos los esfuerzos para la creación de valor. Esta filosofía de trabajo proviene de Japón, sus implementaciones surgen gracias al Sistema de Producción de Toyota, que se enfoca en la industria de automóviles. Sin embargo, sus diversas técnicas, métodos y herramientas son aplicables para cualquier proceso e industria [10]. El desarrollo y expansión de esta filosofía de trabajo se debe al gran éxito que obtuvo Toyota Motor Corporation, es por esto que autores como James P. Womack, Daniel T. Jones, Daniel Roos y Jeffrey Liker, se interesaron en describir, registrar e ilustrar todo lo relacionado con la filosofía lean y la manera de crear

valor en las distintas organizaciones y para todos los stakeholders, en obras como: “la máquina que cambió al mundo”, “Lean Thinking” y “Toyota Way” [10].

Por otra parte, considerando los avances que se han presentado debido al uso de las anteriores teorías, filosofías y herramientas a lo largo del tiempo junto con el crecimiento de la ciencia, en 1999 se empieza a discutir en la comunidad científica nacional la vital importancia de analizar la literatura científica sobre las herramientas productivas y el impacto que estas generan al ser implementadas, asimismo, destacan la importancia de publicar los resultados investigativos en revistas o textos con visibilidad internacional que permita desarrollar la construcción de conocimiento. Sin embargo, es a partir del año 2000 que se coloca en marcha diversas políticas e instrumentos, con el interés de generar y fomentar capacidades para desarrollar investigaciones de calidad para el sector manufacturero [11].

En las dos últimas décadas, las publicaciones en material de herramientas de productividad aplicadas a empresas del sector manufacturero en el país han aumentado de forma considerable y significativa, destacando el método sistemático para aplicar los nueve análisis de operaciones por medio de una lista de verificación, relacionada con la simplificación del trabajo, la secuencialidad de las operaciones y la determinación del volumen teórico justo de producción [5]. Algunos estudios han profundizado en caracterizar y medir los determinantes del desarrollo, investigación e innovación y su impacto sobre la productividad en las industrias manufactureras. Incluso, han planteado y evaluado la relación entre el desarrollo, la tecnología, la innovación y la productividad para la industria manufacturera colombiana, determinando que el tamaño de estas empresas es una variable explicativa para el comportamiento de la productividad en la industria de este sector. Desde una perspectiva conceptual, la literatura viene estableciendo los efectos del conocimiento, de la investigación y desarrollo, como un insumo adicional en la función de producción de las empresas, capaz de incentivar el comportamiento de las empresas que afectan la relación entre innovación y productividad [12]. Asimismo, se ha planteado la importancia de la innovación del sector manufacturero, donde la implementación de nuevos y modernos recursos en torno a la productividad, logren eliminar las barreras que limitan la construcción de nuevas competencias tecnológicas en la industria manufacturera, que junto con la falta de acceso al conocimiento de estas organizaciones, demuestran la necesidad de implementar nuevos

modelos de productividad en este sector a fin de lograr fortalecer su sostenibilidad dentro del complejo entorno de competitividad, bajo el paradigma de la cooperación científica, la transformación e innovación productiva, el necesario nivel de especialización tecnológica del sector y las acciones dinámicas tendientes a lograr un posicionamiento de la industria manufacturera a nivel local, departamental, nacional e internacional [13].

De igual forma con relación al impacto de la industria manufacturera, se hace énfasis en la importancia de los indicadores de productividad e innovación en las empresas manufactureras y el aporte que este sector ha proporcionado, todo esto gracias a que la producción manufacturera está creciendo a gran escala con altos estándares de innovación y calidad; en un marco de continua transformación, para enfrentar adecuadamente los constantes retos de supervivencia en un mundo cada día más globalizado [14].

Con base en los anteriores autores de las últimas dos décadas, se logra establecer que pese a los constantes cambios que se evidencian en el mercado, las industrias manufactureras buscan la forma de solventar las nuevas necesidades que se presenten, a través de diferentes metodologías, herramientas productivas y desde un enfoque de innovación tecnológica que permita la implementación y uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC durante el proceso productivo [15].

## **METODOLOGÍA**

### **Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo bibliométrico, retrospectivo y descriptivo, tiene un enfoque mixto, con un diseño de revisión documental, debido a que buscó recopilar, analizar e identificar los principales aportes de un estudio bibliométrico referente a la relevancia y utilidad de indicadores en los procesos de evaluación científica, orientando todos los esfuerzos a la profundización de conocimientos para resaltar la relación de la productividad del trabajo con factores innovadores y tecnológicos, en función de los resultados de las diferentes investigaciones encontradas en la literatura asociada al área temática de herramientas, productividad, manufactura, entre otras.

## Procedimiento

Para el desarrollo de la presente revisión de la literatura se utilizó el modelo PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses que es un método que reúne los principales elementos que deben incluir las revisiones sistemáticas y metaanálisis para registrar de manera evidente y transparente las razones y conclusiones de las mismas, detallando las acciones efectuadas por los autores y los resultados obtenidos [16].

De acuerdo con lo anterior, en la Figura 1 se especifica siguiendo el modelo PRISMA, el método usado:

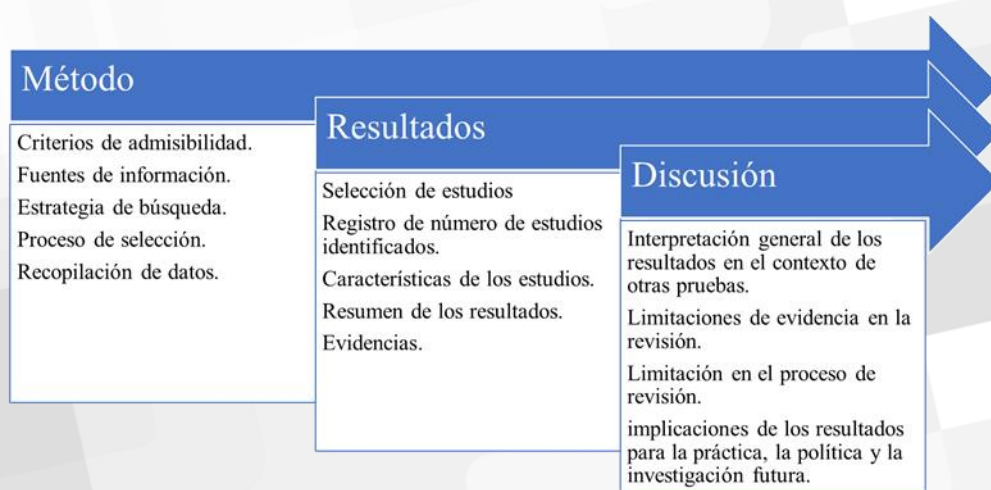


Figura 1. Síntesis modelo PRISMA

En primer lugar, se encuentra la elección de la fuente de información. Para este caso se eligió el portal de búsqueda Scopus, dado que es una de las bases de citas que contienen producción científica y además ofrece un mayor número de revistas indexadas. Posteriormente se procedió a la recopilación y manejo de diferentes investigaciones publicadas en artículos originales, de reflexión, revisión, opinión, resúmenes de trabajos de grado, entre otros.

Por ende, como primera medida se estableció el protocolo para la definición de la ecuación de búsqueda que se presenta en la Tabla 1.

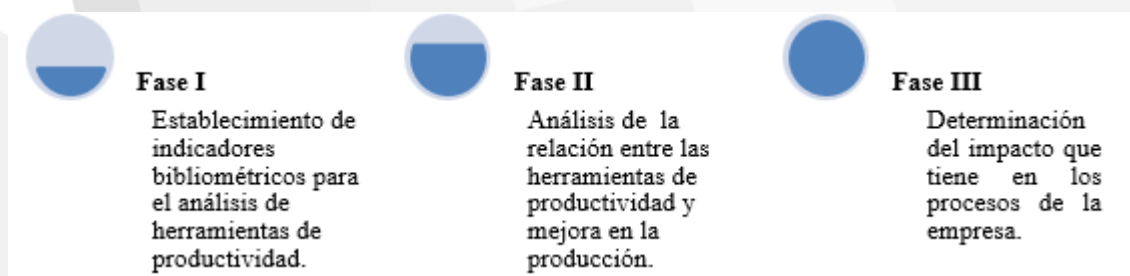
**Tabla 1.** Protocolo para definición de la Ecuación de Búsqueda.

Ventana de observación	2000-2019
Bases de datos	Scopus
Términos clave	<i>Manufacturing industry</i> <i>Production</i> <i>Productivity</i> <i>Productivity tools</i>
Términos de apoyo	Nva (non-value-adding activities), Value, Tools, Roadmap, Framework
Criterios de inclusión	Documentos en donde en el título, <i>abstract</i> o palabras clave se incluyan los términos definidos. Idioma: inglés o español. Estado de publicación: Finalizado Disponibilidad: Acceso completo
Criterio de exclusión	No se definen.

Asimismo, se dio inicio al proceso de búsqueda por medio de la siguiente estrategia:

- (1) Fase exploratoria de búsqueda que estuviera relacionada con los grupos de interés (términos claves) y delimitación de la ecuación de búsqueda.
- (2) Realización de combinaciones de búsqueda entre los conjuntos de términos.
- (3) Generación de prototipos de ecuaciones de búsqueda.
- (4) Selección de ecuación de búsqueda y verificación de parámetros de inclusión en documentos delimitados para el estudio.

Siguiendo con la información obtenida, se inició con la recopilación de datos y análisis de las publicaciones a través de las fases presentadas en la Figura 2



**Figura 2.** Recopilación de datos y análisis de publicaciones

### 1. Fase I

Partiendo de los documentos que cumplieron con los parámetros de inclusión, resultado de la ecuación de búsqueda seleccionada, se definieron los indicadores bibliométricos de las publicaciones sobre herramientas de productividad en el sector manufacturero, registrando el número total de documentos de acuerdo si son artículos originales, de revisión, opinión, de reflexión, trabajos de grado y tesis u otros.

### 2. Fase II

Tras el estudio bibliométrico de las publicaciones en la base Scopus realizadas entre 2000-2019, se establecieron los temas que se asocian a la relación de las herramientas de productividad y mejora en la producción y se registraron los autores y revistas líderes en cada referencia encontrada por tema.

### 3. Fase III

Para complementar las primeras dos fases, se construyó una tabla, en primer lugar, para facilitar la interpretación de los resultados y analizar el impacto de las herramientas y en segundo lugar para clasificar los proyectos seleccionados según las categorías: herramientas o practicas usadas, actividad de la empresa, país y el impacto que se generó en la empresa.

## **RESULTADOS**

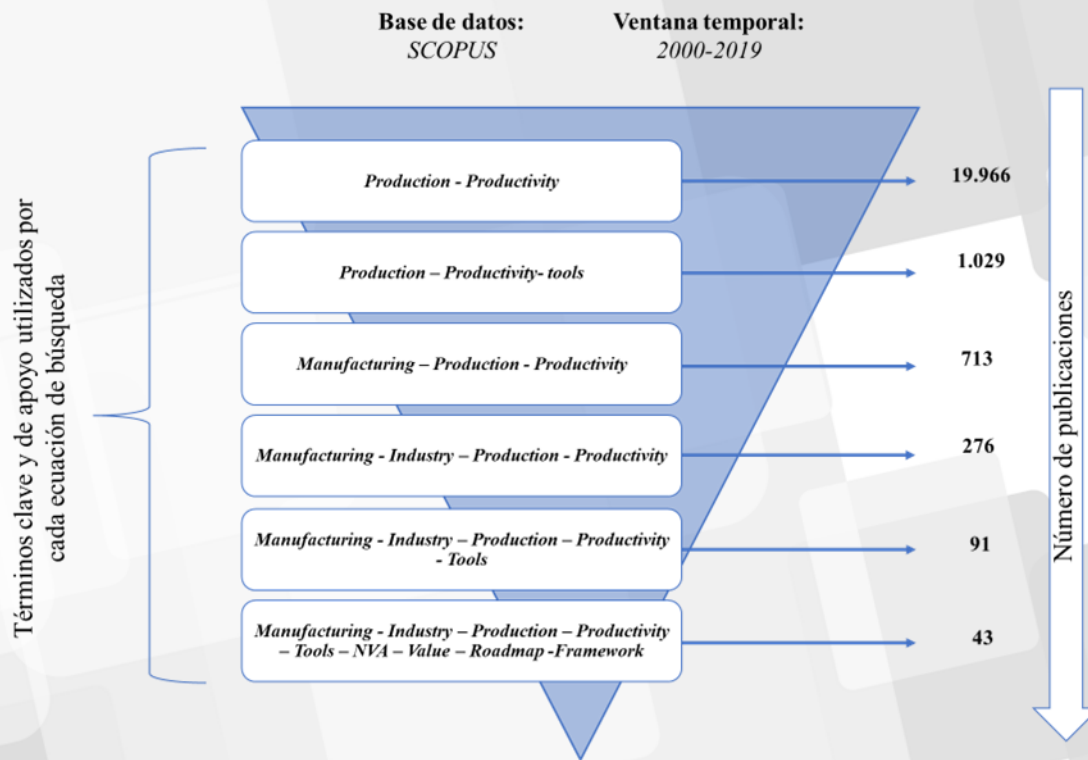
A continuación, se presentan los resultados de acuerdo con las fases que se establecieron en el método anterior.

### 4.1 Indicadores bibliométricos para el análisis de herramientas de productividad aplicadas en empresas manufactureras.

En primera instancia, para la definición de los indicadores bibliométricos, se determinó la ecuación de búsqueda con base en el protocolo que se planteó en la Tabla 1, iniciando con iteraciones primarias usando solo dos términos claves, pero seguidamente se realizaron combinaciones con todo el conjunto de términos hasta hallar la iteración más conveniente para el ejercicio de revisión. En la Figura 3 se presenta el filtro de los documentos de acuerdo



con las iteraciones realizadas teniendo en cuenta también el acceso requerido, la validación de expertos y la facilidad de descarga de los documentos en cuanto el acceso abierto a ellos.



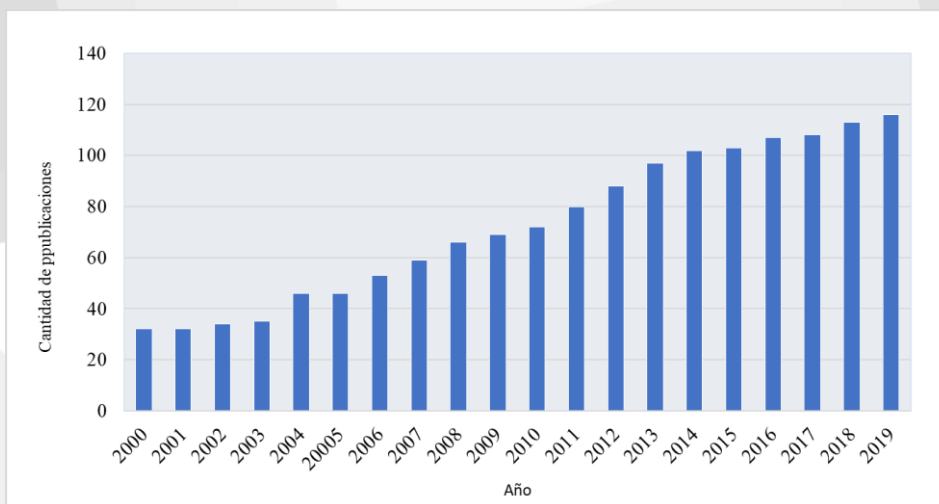
**Figura 3.** Resultados de las Combinaciones de Búsqueda en la Base de Datos Scopus.

Según lo anterior, del total de iteraciones se encontraron 22.118 documentos y se seleccionaron 43 que cumplieran con los parámetros establecidos en la ecuación de búsqueda que se observa en la Tabla 3.

**Tabla 2.** Ecuación de Búsqueda Seleccionada.

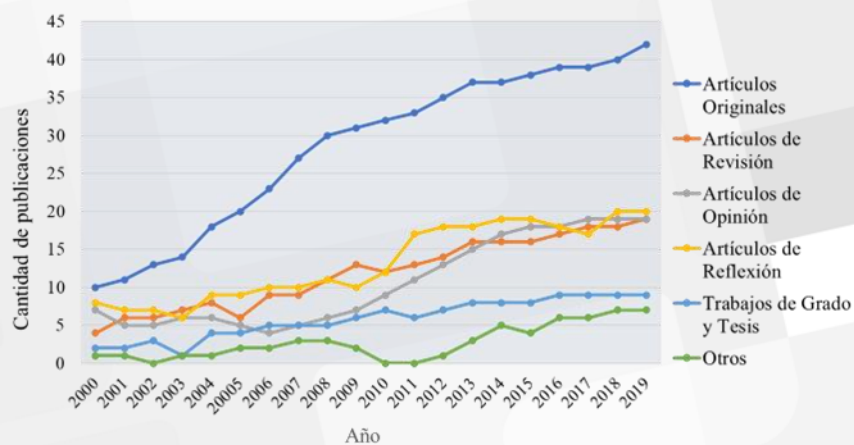
Ecuación	Resultados
<i>(TITLE-ABS-KEY (manufacturing AND industry) AND TITLE-ABS-KEY (production) AND TITLE-ABS-KEY (productivity) AND TITLE-ABS-KEY (productivity AND tools) AND TITLE-ABS-KEY (nva) OR TITLE-ABS-KEY (tools) OR TITLE-ABS-KEY (value) OR TITLE-ABS-KEY (roadmap) OR TITLE-ABS-KEY (framework)) AND DOCTYPE (ar) AND PUBYEAR &gt; 1999 AND PUBYEAR &lt; 2020 AND (LIMIT-TO (OA, "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE, "final"))</i>	43

Al tener delimitadas las publicaciones para la revisión, se da inicio al estudio bibliométrico obteniendo como principal resultado los indicadores bibliométricos para el periodo 2000-2019. Respecto al número de publicaciones indexadas por año, en la Figura 4 se evidenció un comportamiento creciente, donde para el año 2000 solo se publicaron 32 documentos, en el 2010 ascendió a una cifra de 72 publicaciones y para el 2019 de 116.



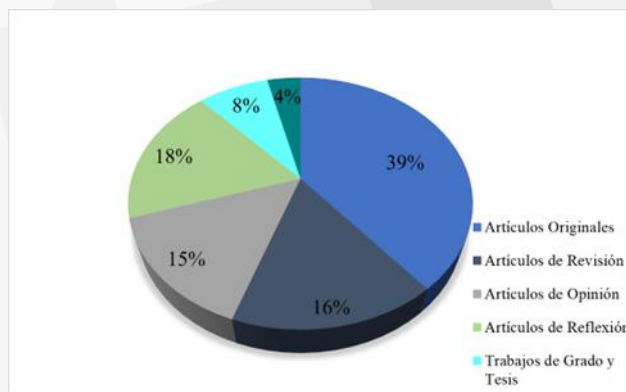
**Figura 4.** Total, de Publicaciones Indexadas en Scopus en el Periodo 2000-2019.

Por su parte, en la Figura 5 se presenta la dinámica de publicaciones según categoría, en los artículos originales que se refieren a aquellos que aportan resultados propios e indiscutiblemente únicos, y que previamente han sido sometidos a evaluación por pares científicos son los que presentan una mejor tendencia de crecimiento, puesto que para el 2000 se publicaron 10 artículos y para el año 2019, 42 artículos. En lo que compete a artículos de reflexión, de opinión y de revisión han tenido un comportamiento similar presentando 8, 7 y 4 publicaciones, respectivamente para el año 2000 y 19 publicaciones en promedio para el año 2019. Asimismo, para trabajos de grado, tesis y otros, sus publicaciones para el periodo 2000-2019 no sobrepasa las 10 publicaciones cada año.



**Figura 5.** Publicaciones por Categoría 2000-2019.

En concordancia con lo anterior, se establece los porcentajes de las publicaciones indexadas en Scopus según su categoría, así como se visualiza en la Figura 6.



**Figura 6.** Porcentaje de Publicaciones Indexadas en Scopus por Categoría, 2000-2019.

Los artículos originales son los que presentan el mayor porcentaje siendo del 39%, reflejando 569 publicaciones, seguidamente los artículos de reflexión, revisión y opinión con un total de 265, 238 y 214 publicaciones, presentando un porcentaje de 18%, 16% y 15%, respectivamente. Finalmente, los trabajos de grados y tesis, con un 8%, es decir, 117 publicaciones.

### **Relación entre las herramientas de productividad y la mejora en la producción en las empresas de manufactura.**

Gracias al estudio bibliométrico y la revisión de la literatura se listaron las principales herramientas que se concentraron en temas de relación entre organizaciones, conocimiento, recursos, productividad, herramientas productivas, estrategias, investigación, desarrollo, innovación, actualidad, entre otras y de la misma forma se identificaron los autores quienes las proponen. En la Tabla 3 se observan las herramientas, descripción y principales autores que las citan.

**Tabla 3.** Herramientas de Productividad y de Mejora en la Producción en las Empresas.

Herramientas	Descripción	Autores
Estrategia productiva y tecnología	Se resalta la importancia y necesidad de la innovación en las organizaciones manufactureras.	Quinn (2000) Schon (2001) Nelson (2002).
Sistemas nacionales	Se relaciona a aquellas políticas y mecanismos que permite la aplicación de métodos cuantitativos para medir, establecer y analizar el impacto en los sistemas nacionales y procesos productivos.	Freeman (2001) Archibugi (2002) Lundvall (2002).
Fuentes de estrategia productiva y competitiva	Son estrategias de acompañamiento referentes a la productividad y competitividad para el sector manufacturero.	Hall (2002) Wernerfelt (1984) Stalk (2003) Barney (2003).
Manufactura-Operaciones-Productividad	Abarca los sistemas de producción, operación y administración que se originan y se han de implementar en el entorno manufacturero.	Hayes (2000) Hill (2011) Bessant (2002)
Gestión del conocimiento y productividad	Se enfoca en la transición e implementación del conocimiento en las organizaciones manufactureras, integrando tanto recursos como elementos sociales y psicológicos.	Nonaka (2000) Piore (2004) Kogut (2004).
Patentes	Elementos que presentan factores diferenciales a nivel nacional e internacional aportando a la competitividad.	Jaffe (2006) Griliches (2014) Watanabe (2015)
Ciclos de vida/cambio/discontinuidad	Hace referencia al ciclo de vida, productividad, innovación y desarrollo de productos teniendo en cuenta el cambio tecnológico.	Phaal (2014) Farrukh (2016) Probert (2017).

Adicionalmente, en la Tabla 4 se muestra los principales autores, las revistas y documentos más citados con relación a las publicaciones sobre productividad en organizaciones.

**Tabla 4.** Autores Líderes en Referencias Asociadas a la Temática de Estudio.

Principales autores	Watanabe, C.; C.; Nagamatsu, A, Carayannis, E. G.; Sohal A. S.; Griffy-Brown.
Revistas más citadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Strategic Management Journal</li> <li>○ Technovation</li> <li>○ Harvard Business Review</li> <li>○ Research Policy</li> <li>○ Journal of Product Innovation Management</li> <li>○ R&amp;D Management</li> <li>○ International Journal of Technology Management</li> <li>○ California Management Review</li> </ul>
Documentos más citados	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nelson, R., Evolutionary Theory (2000)</li> <li>○ Cohen, W., Adm Sci Q (2002)</li> <li>○ Prahalad, C., Harvard Bus Rev (2004)</li> <li>○ Vonhippel, E., Source Innovation (2008)</li> <li>○ Dosi, G., Res Policy (2012)</li> <li>○ Nonaka, I., Knowledge Creating C (2015)</li> <li>○ Rogers, E., Diffusion Innovation (2019)</li> </ul>

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

De acuerdo con los 43 documentos que cumplieron con los parámetros de inclusión y el análisis de la relación de las herramientas sobre la productividad en organizaciones manufactureras en el periodo 2000-2019, se construyó la Tabla 5 que clasifica las publicaciones según las herramientas, su impacto en las organizaciones, categoría de la empresa y el país de origen.

Cabe resaltar que, debido a la disponibilidad de información suministrada en los documentos, no se pudo establecer el tipo de empresa y el país para algunas publicaciones.

Respecto al impacto, este factor se determinó teniendo en cuenta las afectaciones positivas tras la implementación de las prácticas desarrolladas. El impacto alto se debe a que existió una excepcional mejoría de productividad, medio, a una mejoría estándar y bajo, se asocia a que no se obtuvo una mejora o resultado esperado.

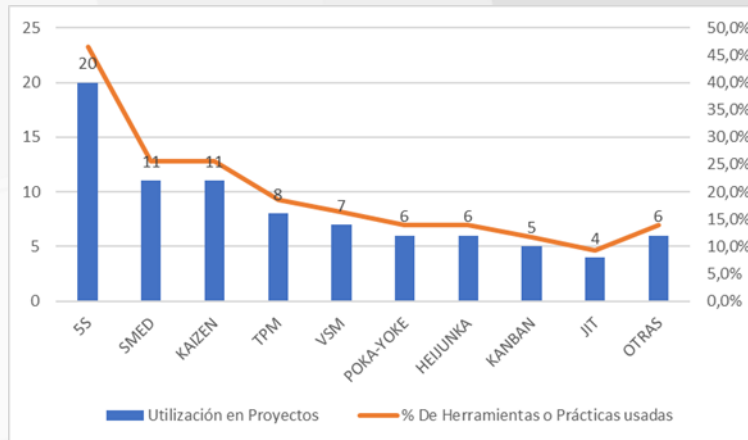
La clasificación se realizó de esta manera, en vista de que en los proyectos seleccionados registraban sus resultados en mayor medida de manera cualitativa que cuantitativa, ocasionando interpretaciones ambiguas.

**Tabla 5.** Clasificación de los documentos según categorías de análisis

Nº	Herramientas o Prácticas desarrolladas	Impacto	Categoría de la empresa	País
1	TPM	Alto	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
2	HEIJUNKA	Alto	AUTOPARTES	NO DEFINIDO
3	JIT	Medio	NO DEFINIDA	SUECIA
4	5'S	Alto	CONFECCION	NO DEFINIDO
5	POKA-YOKE	Bajo	PANADERA	COLOMBIA
6	KAIZEN; KANBAN	Medio	TAPONES DE ROSCA	PORTUGAL
7	VSM; 5's	Bajo	PINTURA	NO DEFINIDO
8	KAIZEN; VSM	Medio	AUTOPARTES	INDIA
9	5'S; KAIZEN; SMED	Alto	NO DEFINIDA	INDIA
10	NVA; VSM	Alto	AUTOPARTES	INDIA
11	VSM; HEIJUNKA; SMED; KAIZEN	Alto	AUTOPARTES	INDIA
12	SMED; 5'S; KAIZEN	Medio	NO DEFINIDA	INDIA
13	KAIZEN; NVA	Medio	NO DEFINIDA	INDIA
14	5S; Kanban; JIT; SLP	Alto	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
15	SMED; 5'S	Bajo	NO DEFINIDA	INDIA
16	Heijunka	Medio	AUTOPARTES	INDIA
17	KANBAN; SMED	Bajo	NO DEFINIDA	INDIA
18	TPM	Alto	AUTOMOVILISTICA	INDIA
19	POKA-YOKE	Medio	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
20	SMED; TPM	Medio	NO DEFINIDA	SUECIA
21	TAKT TIME	Alto	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
22	KANBAN	Medio	NO DEFINIDA	COLOMBIA
23	HEIJUNKA; 5'S	Alto	TEXTIL	NO DEFINIDO
24	POKA-YOKE	Alto	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
25	5'S; KAIZEN; SMED	Alto	NO DEFINIDA	CHINA
26	KAIZEN; VSM	Alto	NO DEFINIDA	TAIWAN
27	TPM; NVA	Medio	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
28	POKA-YOKE; 5'S	Alto	NO DEFINIDA	HUNGRIA
29	TPM; 5'S	Alto	NO DEFINIDA	ESPAÑA
30	HEIJUNKA; 5'S	Alto	NO DEFINIDA	ITALIA
31	JIT; POKA-YOKE; 5'S	Alto	CERAMICA	ESPAÑA
32	KAIZEN; 5'S	Alto	NO DEFINIDA	UK
33	5'S; KAIZEN; SMED	Alto	NO DEFINIDA	USA
34	SMED; TPM	Medio	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
35	JIT; 5'S	Medio	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
36	SMED; 5'S	Medio	TEXTIL	NO DEFINIDO
37	5'S; KAIZEN	Medio	NO DEFINIDA	USA
38	HEIJUNKA; 5'S	Alto	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
39	VSM; KANBAN	Alto	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
40	TPM	Alto	AUTOPARTES	INDIA
41	5'S; POKA-YOKE	Alto	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO
42	SMED; TPM; 5'S	Alto	AUTOPARTES	INDIA
43	JIDOKA; VSM	Medio	NO DEFINIDA	NO DEFINIDO

Conforme a la clasificación realizada en la Tabla 5, se elaboró el siguiente gráfico para describir la frecuencia total de uso de cada herramienta (ver Figura 7) y el porcentaje respecto a los 43 documentos. La técnica de las 5S es la herramienta más utilizada, esta representa aproximadamente un 47%, es decir, se implementó en 20 proyectos, seguidamente SMED y

Kaizen que registran una cifra de aplicación del 26% cada una de ellas, puesto que cada herramienta se utilizó en 11 proyectos, TPM con un porcentaje del 19%, VSM con un total del 16% y las demás herramientas lean como Poka-Yoke, Heijunka, Kanban, JIT, Jidoka, SLP y Tak time reportan aplicaciones menores del 15%.



**Figura 7.** Herramientas implementadas en los proyectos

De las herramientas más utilizadas se destacan sus aplicaciones y principales beneficios en los proyectos revisados:

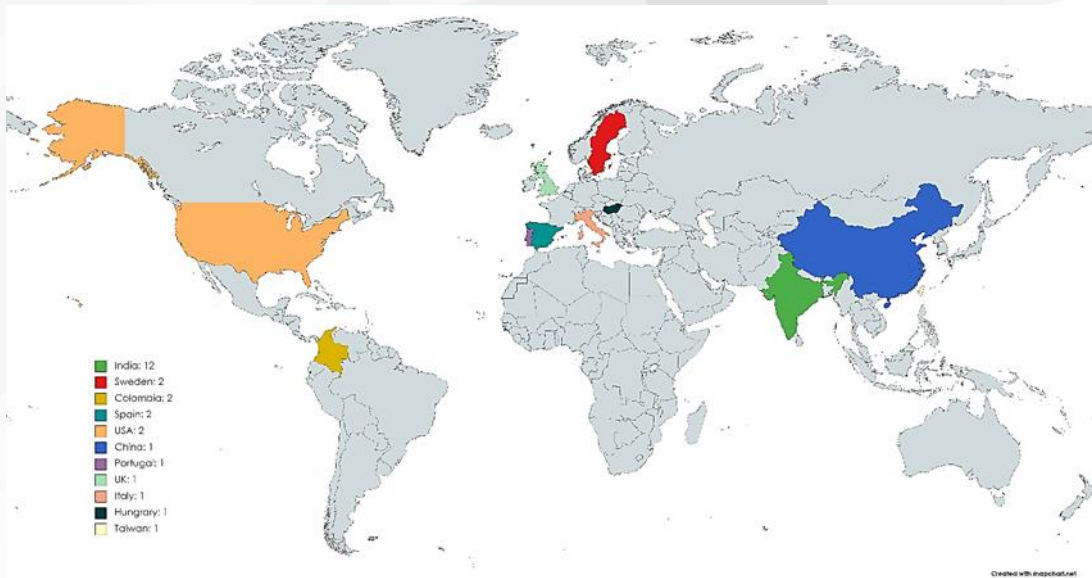
- Técnica de las 5s: Herramienta que tiene gran alcance debido a la implementación y resultados obtenidos en las industrias de autopartes, textil, pintura y cerámica. En los diferentes estudios se aplicó dicha técnica con el objetivo de incorporar una cultura organizacional para el mantenimiento, eficiencia, limpieza y seguridad en el lugar de trabajo. Asimismo, con la implementación de las 5S se logró reducir el inventario de trabajo en curso, aumento del espacio en los puestos de trabajo, reducción de desperdicios relacionados con movimientos innecesarios y defectos, para disminuir el flujo de material y el tiempo de entrega.
- SMED: Utilizada especialmente en empresas de metalmecánica y autopartes, la herramienta de Single-Minute Exchange of die (SMED) se caracteriza por reducir los tiempos y desperdicios en los cambios de línea o máquina, convirtiendo tareas internas en



externas. Por ejemplo, en una empresa fabricante de tapones de rosca se redujo el número de ineficiencias y defectos en el taller, y en medianas empresas en India se ha realizado capacitaciones sobre la importancia de la sensibilización del SMED y cómo el uso de esta metodología se traduce en aumento de valor agregado.

- **Kaizen:** De los proyectos revisados, se encontró mayor aplicación de esta metodología en la industria de autopartes, impulsando la mejoría de la moral y pensamiento de los empleados enfocado a una mayor participación de los problemas operativos en los talleres, sugerencias y opiniones para aumento de productividad. De igual manera, la mejora de la calidad, el valor agregado de los productos para reducir el número de rechazo y el tiempo de entrega.
- **TPM:** De las principales características de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total se resalta la reducción del tiempo de averías de la maquinaria, disminución de tasas de defectos en las líneas de acristalamiento de automóviles, aumento del indicador de Eficacia Global de los Equipos OEE que representa también el rendimiento operativo general y eficiencia de una planta.

Por último, lo que respecta a la Figura 6 se visualizan los países de donde se realizaron las publicaciones. Inicialmente se menciona que no se obtuvo información del país de origen de 17 documentos, es decir del 40%. Sin embargo, 12 proyectos fueron desarrollados en India representando el 28%, para Suecia, Colombia, España y Estados Unidos se presentaron 2 proyectos por país, siendo aproximadamente el 19% y finalmente Portugal, China, Taiwán, Hungría, Italia y Reino Unido, presentando 1 solo documento por país, totalizando en un 13%.



**Figura 8.** Países donde se Realizaron las Publicaciones.

En cuanto al impacto de las herramientas en las organizaciones 24 de ellas, es decir, el 56% fue de un impacto altamente positivo, 15 herramientas fueron de impacto medio, reflejando el 35% y por último solo el 9% (4 herramientas) presentaron un bajo impacto.

Por lo que se refiere al sector empresarial, en el 65% de los proyectos en que se usaron las herramientas no se logró identificar la categoría de la empresa, para el 16% se aplicaron en el sector de autopartes, seguidamente el 7% corresponde a implementaciones del sector textil, y finalmente, los otros sectores de pintura, panadería, tapones de rosca y cerámica se encontraron entre el 3% y el 2% de los proyectos.

Adicionalmente se destacan algunos casos que reflejan el impacto que se obtuvo después de la implementación de estas herramientas, por ejemplo, en una empresa de pinturas donde se utilizó el VSM y la técnica de las 5'S, se logró reducir el tiempo de producción en un 20%. En una empresa textil se utilizaron las herramientas de SMED y 5's, gracias a estas se redujo

el inventario en un 35% y mejoraron los tiempos de producción en un 15%. Con el uso de Poka-yokes en una panadería, permitió aumentar el 20% en la cantidad de productos producidos y finalmente, aplicando la herramienta Heijunka en una empresa del sector autopartes, se estableció el Takt Time, permitiendo la reducción en un 30% de la sobreproducción.

## **DISCUSIONES Y LIMITACIONES**

A pesar de haber seguido un método avalado para la revisión de literatura (Modelo PRISMA) en el presente estudio, es importante mencionar algunas de sus limitaciones o brechas. Aunque se seleccionó Scopus como fuente de información, que solo incluye producción científica evaluada por pares científico, se omitieron algunas publicaciones debido al criterio de inclusión basado en el acceso libre. Las publicaciones de acceso restringido podrían haber sido influyentes y relevantes para la investigación.

Otra de las brechas se relaciona con el bajo nivel de información de algunos de los artículos que eran claves para definir y establecer el impacto y relación de las herramientas de productividad en las empresas, puesto que no se obtuvo información de la procedencia geográfica del 40% de las publicaciones y tampoco se conoció el sector empresarial de las herramientas utilizadas en el 65% de los proyectos. Esto incurre a tener un panorama general y/o ambiguo del impacto de las herramientas, lo cual probablemente genera conceptos erróneos y altas expectativas de su aplicación en diversos sectores y distintos lugares de desarrollo industrial, pues el hecho de que la mayoría de los documentos, aproximadamente el 60%, provengan de países con experiencia y/o desarrollo económico puede influir en la representatividad de los resultados obtenidos. Estos países pueden tener acceso a una amplia gama de herramientas y tecnologías avanzadas que fortalecen las funcionalidades en la aplicación de estas. Sería recomendable realizar futuras investigaciones en donde se incluya una representación equitativa de países de diferentes niveles de desarrollo y experiencia, y diversificación de industrias para obtener un panorama más preciso y completo de la aplicación de estas.

Asimismo, del análisis de los casos de estudios se menciona que se presentó una heterogeneidad de herramientas que mejoran la productividad. Estas, de acuerdo con los resultados de la ecuación de búsqueda se obtuvieron solo 13 herramientas que están vinculadas con la metodología de Lean Manufacturing, Sin embargo, solo fueron utilizadas en pequeñas y medianas empresas (PYMES) y en sectores específicos como el de autopartes, automotriz, textil, pintura, panadería y metalmecánica. Este hecho es un problema, ya que al momento de aplicarlo en otras industrias o en empresas de mayor tamaño, puede no ser tan efectivo debido a las diferencias en los procesos, la escala y la cultura organizacional de las empresas donde fueron originalmente implementadas.

Siguiendo lo anterior, también se resalta la dificultad del análisis y evaluación del impacto de la aplicación de las herramientas, dado que la mayoría de resultados de los estudios reportaban la efectividad a través de explicaciones generales o ambiguas o no eran claras las mediciones de las mejorías, por lo cual, para que la evaluación no fuera subjetiva se clasificó el impacto dependiendo si hubo una contribución excepcional (impacto alto), contribución recalable, pero con mejoría estándar (impacto medio) y mejora poco recalable (impacto bajo).

Finalmente, se indica la necesidad que tienen las organizaciones de establecer una cultura organizacional con énfasis en la proactividad, constancia, control y mejora continua, debido a que en la mayoría de los estudios se evidenciaba que no planifican o ejecutan programas de formación de las distintas herramientas al personal. De la misma manera, solo se lleva un registro del seguimiento y control de estas por un periodo de tiempo muy corto, inferior a un año. Es fundamental contar con estudios donde se compare la efectividad de las herramientas por un periodo de tiempo prolongado para describir de mejor forma el impacto, productividad y desempeño de las empresas.

## CONCLUSIÓN

Tras el análisis de 43 proyectos realizados en empresas manufactureras, se identificó que el 28% de las investigaciones provienen de india, sus desarrollos se concentran en un 16% en el sector de autopartes y que las herramientas con mayor número de aplicación son 5's con un 47%, y SMED y Kaizen con un 26% cada una. De igual forma, conociendo que las diversas herramientas usadas son de la filosofía Lean Manufacturing, y esta se apropia mediante la aplicación de varias técnicas, pero de una manera progresiva para obtener los mejores resultados, se establece que la combinación de dichas herramientas influyen en el obtener un impacto positivo, aunque ello también depende del tipo de empresa ya que de acuerdo con los estudios, su variabilidad fue alta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- R. Alameda, Modelos de desarrollo económico: Colombia 1960–2002. Bogotá D.C., Colombia: Editorial Oveja Negra. 2003.
- F.J. Miranda, A. Chamorro, S. Rubio, Introducción a la gestión de la calidad., Madrid: Delta, 2017.
- M. Cardona, S. Escobar S, “Innovación en la transformación productiva industrial manufacturera”, Semestre Económico., vol. 15, no. 31, pp. 127-151, 2016.
- P. Amar, “Cooperación e Innovación Científica Tecnológica en el Departamento del Atlántico”. Colombia. 2017.
- M. Larsson, J. Llisterri, C. Pietrobelli, “Los sistemas regionales de innovación y productividad en América Latina”. Nueva York: BID. 2018.
- N. Maldonado, E. Sánchez, “Rutas de Transformación Productiva Manufacturera”, Cuadernos de Economía., vol. 31, pp. 1-15, 2016.
- F. Hurtado, L. Camacho, I. Gómez Roldán, “La industria manufacturera colombiana en la economía mundial. Valoración de su potencial de transformación productiva”, Bogotá, Colombia: Universidad de la Sabana, Grupo de Investigación Cultura Emprendedora. Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas; 2018.
- G. Anlló, D. Suárez. “Innovación: algo más que I+D. Evidencias Iberoamericanas a partir de las encuestas de innovación: construyendo las estrategias empresarias productivas y competitivas”, El Estado de la Ciencia., pp. 73-103, 2018.
- E. Bitrán, J. Benavente y C. Maggi. “Bases para una estrategia de productividad, innovación y competitividad para el sector manufacturero en Colombia”, Santiago de Chile. Centro de Productividad Universidad Adolfo Ibáñez; 2017.
- L. Socconini, “Lean Manufacturing: Paso a Paso”. Marge books, Barcelona: Ester Vidal Cayró; 2019.
- C. Botella, I Suárez, “Innovación para el desarrollo en América Latina. Una aproximación desde la cooperación Internacional” Madrid. Fundación Carolina. 2018.

J. A, González. “La innovación de la industria manufacturera en Bogotá 2008-2015” [BA thesis]. Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle; 2016. Available from: Universidad de la Salle repositorio (Online Thesis).

D. A. López, “Innovación para el sector manufacturero del departamento de Atlántico en Colombia. Una aproximación desde la cooperación internacional” [MSc thesis]. Cartagena, Colombia: Universidad de San Buenaventura; 2017. Available from: Biblioteca digital USB (Online Thesis).

O. M. Lorduy, J. E. Rangel, “Análisis de Indicadores de Innovación para una muestra de empresas manufactureras de Montería”. *Semestre Económico.*, vol 22, no. 52, pp. 49-73, 2019.

J. Calvo, “Una caracterización de la productividad e innovación tecnológica en los sectores manufactureros españoles”. *Economía industrial.*, vol. 361, pp. 139-150, 2017.

M. J. Page et al., “PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews,” *BMJ*, p. n160, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>.

