

gación



Colección Momentos para la ciencia | ISBN (Versión digital): 978-623-7765-36-3

Bibliometría: Fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos

Autor

Anyerson Stiths Gómez-Tabares



Fondo Editorial
Universidad Católica Luis Amigó



Investi

gación

Bibliometría: Fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos

Colección Momentos para la ciencia

Autor

Anyerson Stiths Gómez-Tabares

Director y editor
académico de la colección.

Editor de la publicación
César Andrés Carmona-Cardona

Investi

Gómez-Tabares, Anyerson Stiths

Bibliometría: fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos [Recursos electrónico] / Anyerson Stiths Gómez-Tabares. -- Medellín: Fondo Editorial Universidad Católica Luis Amigó, 2026
(Momentos para la ciencia / César Andrés Carmona-Cardona)

Producción de docentes de la Universidad Católica Luis Amigó

Incluye referencias bibliográficas (páginas 128-152).

Resumen:

Este texto se perfila como una herramienta esencial para estudiantes de posgrado, docentes e investigadores en un entorno global dominado por el crecimiento de la literatura científica.

ISBN 9786287765368

BIBLIOMETRÍA; CIENCIOMETRÍA; INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

Gómez-Tabares, Anyerson Stiths

Ubicación: Virtual. Libro del Fondo Editorial

Bibliometría: fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos

© Universidad Católica Luis Amigó

ISBN (Versión digital): 978-628-7765-36-8

DOI: <https://doi.org/10.21501/9786287765368>

Fecha de edición: 24 de septiembre de 2026

Autor:

Anyerson Stiths Gómez-Tabares

Director y editor académico de la colección:

César Andrés Carmona-Cardona

Prologuista:

Sebastián Robledo Giraldo

Jefe Fondo Editorial: Carolina Orrego Moscoso

Asistente Editorial: Luisa Fernanda Córdoba-Quintero

Diagramación y diseño: Arbey David Zuluaga Yarcé

Corrección de estilo: Leidy Andrea Ríos Restrepo

Editor: Fondo Editorial Universidad Católica Luis Amigó

Transversal 51A #67B-90. Medellín, Antioquia-Colombia.

www.ucatolicaluissamigo.edu.co – fondo.editorial@amigo.edu.co

Libro de formación

Esta obra ha sido evaluada por pares, aprobada por el Fondo Editorial de la Universidad Católica Luis Amigó y editada bajo procedimientos que garantizan su normalización. Cumple, además, con el depósito legal en los términos de la normativa colombiana (Ley 44 de 1993, Decreto reglamentario N.º 460 de marzo 16 de 1995, y demás normas existentes).

Hecho en Colombia / Made in Colombia

Publicación financiada por la Universidad Católica Luis Amigó.

El autor es moral y legalmente responsable de la información expresada en este libro, así como del respeto a los derechos de autor; por tanto, no compromete en ningún sentido a la Universidad Católica Luis Amigó.

Declaración conflictos de interés: el autor de esta publicación declara la inexistencia de conflictos de interés de cualquier índole con instituciones o asociaciones comerciales.

Para citar este libro siguiendo las indicaciones de la cuarta edición en español de APA:

Gómez-Tabares, A. S. (2026). *Bibliometría: fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos*. Fondo Editorial Universidad Católica Luis Amigó. <https://doi.org/10.21501/9786287765368>



El libro *Bibliometría: fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos*, publicado por la Universidad Católica Luis Amigó, se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden encontrarse en <http://www.funlam.edu.co/modules/fondoeditorial/>

Índice general

Pág.

Prólogo

Introducción

Primera parte. Fundamento teórico

Capítulo 1

Introducción a la cienciometría	16
Bibliometría y cienciometría	17
Puntos de encuentro	19

Capítulo 2

Fundamentos teóricos de la bibliometría como disciplina	23
Leyes de la bibliometría	24
Ley de Price	24
Ley de Lotka	25
Ley de Bradford	26
Ley de Zipf	27

Capítulo 3

Métricas en la evaluación de la ciencia: índice h	30
---	----

Capítulo 4

El factor de impacto de las revistas _____	37
--	----

Capítulo 5

Algunas críticas a la cienciometría evaluativa _____	44
Las métricas alternativas o alométricas _____	46
Consideraciones finales _____	49

Segunda parte. Fundamento metodológico

Capítulo 6

Revisiones de la literatura en bibliometría _____	52
Las revisiones sistemáticas tradicionales y las revisiones bibliométricas ____	54

Capítulo 7

Tipos de revisión bibliométricas _____	60
La bibliometría evaluativa y la relacional _____	60
El análisis del rendimiento y el mapeo científico en bibliometría ____	61
Ventajas y desventajas de las técnicas utilizadas en el análisis bibliométrico _____	64

Capítulo 8

Análisis bibliométrico basado en redes _____	67
Análisis de redes gráficas de citas _____	69

Capítulo 9

Pasos para el análisis bibliométrico _____	79
Paso 1. Definir el problema, los objetivos y alcances de la revisión ____	83
Paso 2. Base de datos, ecuación de búsqueda y recopilación de datos _	85
Paso 3. Selección de software y análisis bibliométrico _____	88
Paso 4. Visualización y reporte de resultado _____	90

Tercera parte. Fundamento práctico

Capítulo 10

Procedimientos metodológicos para el mapeo científico: un enfoque aplicado al estudio de la producción en cienciometría y bibliometría _____	93
Paso 1. Problema, objetivo y alcance de la revisión _____	93
Paso 2. Base de datos, ecuación de búsqueda y recopilación de datos _	94
Paso 3. Selección de software y análisis bibliométrico _____	95
Paso 4. Visualización y reporte de resultado _____	98

Capítulo 11

Mapeo científico de la producción en cienciometría y bibliometría _____	100
Análisis general de la producción _____	100
Análisis de las fuentes principales _____	101
Análisis del impacto de los principales autores _____	103
Análisis de la productividad de los principales autores _____	104
Análisis de los documentos más citados _____	109
Análisis de relaciones entre las principales referencias, autores y palabras clave _____	112
Análisis de la estructura temática a partir de las palabras clave _____	113

Capítulo 12

Evolución y tendencias de investigación en cienciometría y bibliometría ____	119
Estudios clásicos (raíz) _____	120
Estudios estructurales (tronco) _____	120
Tendencias actuales de investigación (ramas) _____	121

Referencias

Acerca del autor

gación

Prólogo

Investi

En la actualidad, la producción científica crece a un ritmo que supera nuestra capacidad de leerla e interpretarla. Para transformar ese caudal en conocimiento útil se requieren métodos rigurosos y criterios de lectura responsables. Este libro presenta la cienciometría como marco para comprender el sistema de ciencia y emplea técnicas bibliométricas para describir la literatura, sus actores y sus vínculos. Propone una ruta clara —desde los fundamentos teóricos hasta un caso aplicado— con procedimientos reproducibles, lenguaje accesible y rigor metodológico. Quien se adentre en estas páginas encontrará herramientas para mapear campos, identificar tendencias y tomar decisiones informadas sin confundir cantidad con calidad.

El propósito de la obra es ofrecer un marco integrado y reproducible para convertir grandes volúmenes de información científica en conocimiento accionable y decisiones mejor fundamentadas. Se organiza en tres partes articuladas: (i) fundamentos conceptuales, que aclaran qué miden los indicadores, con qué supuestos y límites —con la cienciometría como marco y la bibliometría como caja de herramientas—; (ii) componente metodológico, que delimita tipos de revisión (sistemática, de alcance, estado del arte), distingue enfoques bibliométricos (evaluativo y relacional) y detalla la construcción del corpus (Web of Science y Scopus), la depuración y los análisis de rendimiento y redes; y (iii) componente práctico, con un paso a paso replicable y un caso aplicado de mapeo científico sobre cienciometría y bibliometría (2010–2025), que ilustra la interpretación de resultados y la identificación de tendencias. Así, el libro conduce al lector desde la formulación de preguntas hasta la comunicación de hallazgos, con criterios de transparencia, ética y reproducibilidad.

La principal contribución de este libro es articular teoría, método y aplicación para transformar datos bibliográficos en evidencia interpretable. Ofrece un protocolo operativo claro —formulación de preguntas; construcción y depuración del corpus (Web of Science y Scopus); normalización; análisis de rendimiento, citación, coautoría y coocurrencia; y guías de visualización— y aporta precisión conceptual al diferenciar la cienciometría (propósito y contexto) de la bibliometría (técnicas). Incorpora estándares de reproducibilidad y evaluación responsable al explicitar límites de los indicadores, proponer métricas normalizadas por campo y recomendar triangulación con lectura cualitativa. En conjunto, la obra acerca la bibliometría a investigadores y docentes mediante una ruta práctica y verificable.

El contenido está dirigido a estudiantes de posgrado, investigadores y docentes, así como a bibliotecólogos, editores y comités editoriales, y responsables de política científica. Provee marco y herramientas para diseñar y documentar revisiones y estados del arte mediante indicadores cienciométricos y técnicas bibliométricas (análisis de rendimiento y redes de citación, coautoría y coocurrencia), de modo que las secciones metodológicas y de resultados se redacten con solvencia, transparencia y criterios de evaluación responsable. Con una ruta paso a paso, plantillas y *scripts* reproducibles, permite aproximarse a un área del conocimiento con claridad y rigor, y habilita a distintas audiencias para construir artículos de alta calidad sin dedicar tiempo excesivo a aspectos técnicos.

Este libro puede leerse de tres maneras, según tiempo y propósito. Quien busque resultados inmediatos puede comenzar por el capítulo 10, que presenta un protocolo paso a paso para realizar un análisis bibliométrico, con un ejemplo aplicado y pautas para construirlo. Si el interés está en los fundamentos, la parte I (capítulos 1–5) introduce los indicadores y las leyes clásicas —índice h, Price, Lotka y Bradford—, aclarando alcances y límites. Para familiarizarse con diseños de revisión y el flujo general del análisis bibliométrico, la parte II (capítulos 6–9) resume estrategias, define el corpus y describe los análisis de rendimiento y redes. En conjunto, la obra integra conceptos, métodos y un caso práctico con listas de verificación y criterios reproducibles.

Este texto promueve un uso prudente de los indicadores: ningún número debe emplearse como veredicto único ni fuera de su contexto disciplinar y temporal. Las fuentes difieren en cobertura; las decisiones de limpieza y normalización y los parámetros analíticos (ventanas de citación, umbrales, algoritmos) afectan los resultados. Por ello se recomienda combinar métricas normalizadas por campo, reportar supuestos y triangular con lectura cualitativa. Medir es un medio para comprender, no un fin. Invitamos a replicar y adaptar los protocolos, a compartir datos y *scripts*, y a devolver mejoras a la comunidad que hace posibles estas prácticas. Ojalá estas páginas sirvan a los lectores para delimitar un campo, detectar tendencias y decidir con responsabilidad, conectando la medición con la comprensión al servicio de la sociedad. Que este libro sea mapa y brújula en ese recorrido.

Sebastián Robledo Giraldo, Ph. D.

Profesor Asociado

Dirección Académica – Vicerrectoría de Sede
Universidad Nacional de Colombia

gación

Introducción

Investi

La proliferación de publicaciones científicas en las últimas décadas es un fenómeno común a todas las áreas del conocimiento, que se ha asociado a las dinámicas geopolíticas de financiación de la ciencia, la tecnología y la innovación, la alta cualificación académica de los investigadores, la consolidación de las comunidades científicas, los cambios en las dinámicas de comunicación y divulgación de la ciencia, los avances tecnológicos, la digitalización de las bases de datos y el acceso a grandes volúmenes de información, entre otros aspectos que, en conjunto, han transformado los modos de producción del conocimiento científico.

De allí que la bibliometría se haya consolidado como una disciplina dedicada a la evaluación de la ciencia mediante diversos procedimientos y métodos de medición. La bibliometría puede emplearse tanto para evaluar la producción científica indexada en bases de datos como los procesos de gestión del conocimiento al interior de las universidades y centros de investigación, que involucran catálogos, repositorios de bibliotecas y bases de datos abiertas. En este sentido, dependiendo del alcance y propósito del análisis bibliométrico, pueden utilizarse bases de datos multidisciplinarias que involucran grandes cantidades de información o repositorios institucionales y bases de datos abiertas cuando se trata de temas de producción local.

En la actualidad, la bibliometría desempeña un papel fundamental para comprender el progreso, la producción, la difusión y el impacto del conocimiento científico. Por esta razón, es crucial contar con conocimientos teóricos, metodológicos y prácticos en este campo para analizar estas dinámicas de producción de conocimiento y los ecosistemas en los que se difunde la ciencia.

La evaluación de la ciencia no solo tiene implicaciones para la gestión del conocimiento y la investigación, sino que también tiene aplicaciones en la toma de decisiones institucionales para la financiación de proyectos, la evaluación del desempeño de los investigadores y grupos de investigación, la medición del impacto de la producción de los investigadores y las dinámicas de colaboración en el ámbito internacional.

Actualmente, es importante que los docentes universitarios, investigadores y estudiantes de posgrado cuenten con los conocimientos teóricos y prácticos para realizar análisis bibliométricos que les proporcionen una visión global de la producción científica en sus áreas de trabajo, y que, además, les ayuden a tomar decisiones informadas sobre la elección de artículos, autores y revistas

clave en sus procesos de producción académica. Por tanto, este libro está dirigido especialmente a docentes universitarios, investigadores y estudiantes de posgrado, ya que les proporciona bases teóricas, metodológicas y prácticas para el análisis bibliométrico.

El libro está estructurado en tres partes: fundamentos teóricos, metodológicos y prácticos de la bibliometría. La primera parte ofrece una base conceptual sobre la bibliometría y la cienciometría, sus puntos de encuentro y desencuentro, el desarrollo de metodologías para analizar la producción científica y las principales métricas para medir la producción e impacto científicos. Finaliza con un análisis sobre los límites de la cienciometría evaluativa y la aparición de las métricas alternativas.

La segunda parte del libro ofrece un fundamento metodológico-procedimental para llevar a cabo un análisis bibliométrico. Para ello se diferencian los tipos de revisión y se enfatiza en las revisiones bibliométricas—evaluativas y relacionales—, y dentro de estas, los procedimientos y métricas para el análisis de rendimiento y mapeo científico. Adicionalmente, se presentan las diferentes técnicas utilizadas en el análisis bibliométrico, sus ventajas y desventajas.

En esta sección del libro se destaca el análisis de redes de citaciones de autores y documentos, los procedimientos metodológicos para la construcción de redes y los algoritmos de clasificación y visualización de comunidades dentro de la red. En el capítulo final de la parte metodológica se sistematizan todos los pasos necesarios para llevar a cabo un análisis bibliométrico riguroso: desde la formulación del problema y la elaboración de la estrategia de búsqueda hasta la interpretación y representación visual de los resultados. En él se integran recomendaciones sobre el uso de bases de datos (Web of Science, Scopus) y programas especializados para el análisis (VOSviewer, CiteSpace, Bibliometrix, Tree of Science y Gephi).

La tercera y última parte del libro busca articular los componentes teóricos y metodológicos en un informe de análisis bibliométrico y, de este modo, mostrar una aplicación de los diferentes pasos para dicho análisis y los distintos procedimientos descritos en los capítulos anteriores desde una perspectiva práctica y aplicada, especialmente en lo referente a la visualización y el informe de resultados.

Dado que el tema central del libro es la bibliometría, se ha realizado un análisis de la producción científica publicada en la Web of Science sobre bibliométrica y la cienciometría. Este ejercicio aplicado se centra en dos componentes: el mapeo científico y el análisis de redes de citaciones. Ambos componentes permiten ilustrar de manera práctica cómo se realiza y se reporta un estudio bibliométrico, desde la operacionalización de una pregunta guía y la definición de objetivos hasta los aspectos técnicos relacionados con las bases de datos, la ecuación de búsqueda, la organización y el análisis de datos, y la representación visual de resultados.



Primera parte.

Fundamento teórico

gación

Capítulo 1

Investi

Introducción a la cienciometría

La bibliometría y la scientiometría son disciplinas y enfoques metodológicos que estudian la medición en ciencias de la información y biblioteconomía, y se emplean para analizar la literatura científica en un campo del conocimiento (Chellappandi & Vijayakumar, 2018). Esto permite a los investigadores medir la evolución e impacto de las publicaciones científicas, así como las contribuciones de autores, revistas, países u organizaciones en la investigación de un área o campo de conocimiento específico (Mejía et al., 2021).

La bibliometría y la scientiometría han ganado relevancia en la investigación debido al aumento exponencial de las publicaciones científicas durante los últimos cincuenta años, lo que ha generado grandes volúmenes de registros científicos en diversos campos del conocimiento. Este incremento en la producción científica ha dado lugar a la necesidad de analizar el progreso científico, las dinámicas globales de la investigación y la producción académica mediante la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos (Rivera et al., 2024).

Tanto la scientiometría como la bibliometría emplean métodos matemáticos para analizar las publicaciones científicas a partir de indicadores de producción, colaboración e impacto, y para cartografiar las redes de producción intelectual, académica y social de los avances científicos en un campo específico (Gorbea Portal, 2016; Suclupe-Navarro et al., 2021). Entre estos indicadores se destacan el factor de impacto y el índice de citas de autores y revistas, que determinan la productividad intelectual de investigadores e instituciones, así como la clasificación por calidad de las revistas científicas (Lowry et al., 2004).

En este sentido, es importante que los docentes universitarios, investigadores y estudiantes de posgrados cuenten con los conocimientos teóricos para implementar metodologías scientiométricas que les proporcionen una visión global de la producción científica en sus líneas o temas de investigación a partir del análisis riguroso de grandes volúmenes de datos, recopilados de fuentes de información científica, como Scopus y Web of Science, sin desco-

nocer otras fuentes de información (por ejemplo, catálogos de bibliotecas, repositorios y bases de datos abiertas). Por tanto, este capítulo tiene como objetivo brindar elementos teórico-conceptuales introductorios sobre lo que es la cienciometría y la bibliometría, su importancia en la investigación actual y las principales métricas para evaluar la producción científica.

Bibliometría y cienciometría

La bibliometría y la cienciometría aparecen con frecuencia en las publicaciones científicas y suelen emplearse como términos análogos o sinónimos. De hecho, términos como cienciometría, bibliometría, informetría, webometría y cibermetría suelen utilizarse de manera indistinta. Pese a que sus objetivos coinciden en analizar, cuantificar y medir las comunicaciones escritas, especialmente las científicas, con fines explicativos, evaluativos y administrativos, existen diferencias en los factores y límites específicos de cada subdisciplina (Sooryamoorthy, 2021). Entre estas orientaciones, la bibliometría ha tenido una mayor madurez disciplinar tanto en su fundamentación teórica como en su aplicabilidad en el análisis de la producción científica (Gorbea Portal, 2016).

El término *bibliometría* fue utilizado por primera vez por Pritchard (1969) para referirse a la aplicación de modelos matemáticos y métodos estadísticos a las formas de comunicación escrita, como libros y artículos, y, por tanto, a la medición y cuantificación de las interconexiones entre registros escritos. En este sentido, Sengupta (1992), Hood y Wilson (2001) recopilaron varias definiciones clásicas de bibliometría que, en conjunto, conducen al estudio de los patrones de publicación de cualquier medio escrito y sus autores, así como a la organización, clasificación y evaluación de estos mediante métodos y cálculos matemáticos y estadísticos con el fin de comprender la estructura y la difusión del conocimiento científico.

Por otra parte, se ha documentado que Nalimov y Mulchenko acuñaron en 1970 el término cienciometría como el equivalente ruso del término bibliometría introducido por Pritchard en 1969 (Hood & Wilson; 2001; Granovsky,

2001). Este término ganó gran popularidad debido a las contribuciones de Nalimov como editor y autor de varios trabajos sobre el tema en la revista *Scientometrics*, fundamentando la cienciometría como disciplina científica emergente (Hood & Wilson, 2001; Yang et al., 2020). En la actualidad, la cienciometría se considera una disciplina científica que emplea métodos matemáticos para calcular y analizar la producción científica de los investigadores a partir de índices de impacto y citación, con el fin de cuantificar los logros del desarrollo científico en algún campo de la ciencia (Yang et al., 2020). Estos análisis también incluyen a las organizaciones, los países y las editoriales que patrocinan y difunden la producción científica de los investigadores.

En el ámbito académico, muchos de los estudios bibliométricos se publican en revistas de cienciometría (Hood & Wilson, 2001). Sin embargo, la cienciometría y la bibliometría son disciplinas que tienen objetivos, alcances y aplicaciones diferentes. Estas diferencias no son solo semánticas, sino también metodológicas y prácticas en cuanto al análisis y evaluación de la producción científica (Hood & Wilson, 2001).

Los enfoques cienciométricos se centran en el análisis cuantitativo de las estructuras de la ciencia, lo que implica la medición del impacto de la gestión y el desarrollo de la investigación y la producción de las disciplinas científicas, así como de las estructuras económicas, organizacionales y sociales de la actividad científica y tecnológica (Sooryamoorthy, 2021). En este sentido, la cienciometría se centra en el nivel macroestructural a la hora de medir el impacto, el avance y el desarrollo de la actividad científica y tecnológica, lo que implica tener en cuenta factores geopolíticos relacionados con la evaluación de la inversión en investigación por parte de instituciones y países, así como las dinámicas de colaboración internacional entre autores y universidades de diferentes países (Bornmann & Leydesdorff, 2014). Por tanto, estos indicadores y las métricas utilizadas para su cálculo son útiles para evaluar el impacto de la inversión en los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de cada país, así como la contribución de la investigación en diferentes campos y disciplinas científicas (Bornmann & Haunschild, 2017; Sooryamoorthy, 2021).

En contraste, los enfoques bibliométricos se centran en analizar los procesos de producción, comunicación y difusión de la literatura científica, por lo que su alcance está centrado en el desarrollo y progreso de las disciplinas científicas a partir del análisis de dicha producción, las estructuras cognitivas y de colaboración que la promueven (Araújo Ruiz & Arencibia, 2002; Vega-Almeida et al., 2011).

En este sentido, la bibliometría tiene un alcance microestructural, enfocado en los procesos de producción y difusión del conocimiento de cada disciplina. Este enfoque incluye el análisis de producción científica e impacto de los investigadores, las estructuras conceptuales, las redes de citaciones, cocitaciones y colaboración entre autores en campos específicos. Además, la bibliometría busca identificar patrones en la comunicación científica y cómo estos impactan en la calidad de la actividad científica de las disciplinas (Araújo Ruiz & Arencibia, 2002).

La bibliometría es bastante útil para evaluar la productividad e impacto de los investigadores y los grupos e instituciones a las que pertenecen, también para analizar las contribuciones de los investigadores en cuanto al número de publicaciones, citas recibidas y su impacto en la investigación en una disciplina o área específica del conocimiento (Boyack & Klavans, 2010; Hirsch, 2005). Además, se pueden emplear métricas que permiten mapear las principales tendencias y evolución de la investigación en un campo de conocimiento y proveer desarrollos futuros a partir del análisis de las publicaciones científicas publicadas en bases de datos internacionales (por ejemplo, Scopus, Web of Science, entre otras) (Valencia-Hernández et al., 2020).

Puntos de encuentro

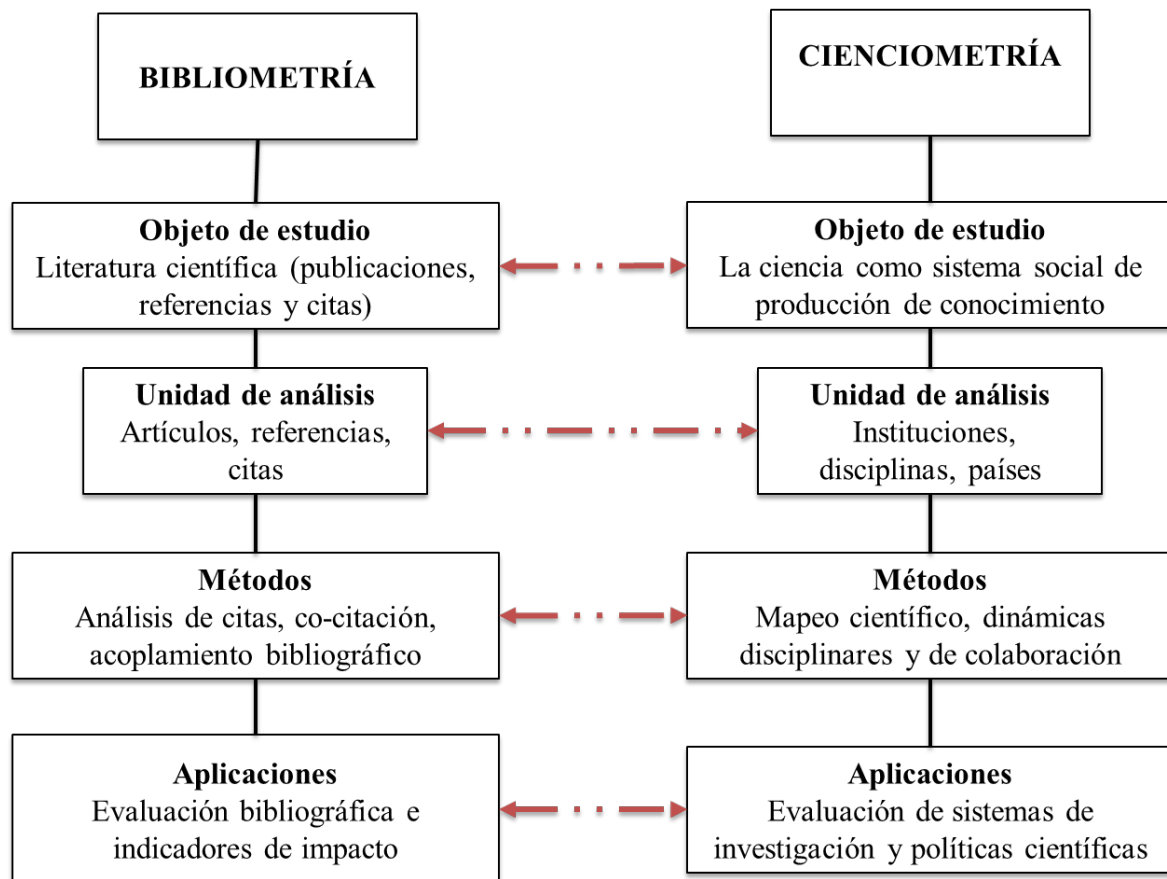
De acuerdo con lo presentado hasta el momento, se podría afirmar que la ciencia-metría se centra en la medición de la ciencia, la cartografía de disciplinas y la evaluación de la producción científica, mientras que la bibliometría, como subconjunto de la ciencia-metría, se limita al análisis cuantitativo de publicaciones y citas (Gingras, 2016; Sooryamoorthy, 2021). Otros autores consideran que la bibliometría es un campo disciplinar orientado al análisis de la producción científica (artículos, citas, autores, etc.), mientras que la ciencia-metría se ocupa de la medición de la ciencia como sistema y de sus diversas disciplinas. Ambas disciplinas comparten métodos y procedimientos de análisis (Donthu et al., 2021; Hood & Wilson, 2001).

Tanto la cienciometría como la bibliometría utilizan métricas para medir aspectos de la investigación a partir de los productos científicos (por ejemplo, artículos, libros, resúmenes, actas de congresos, entre otros), pero la cienciometría tiene un enfoque más amplio, incluyendo indicadores científicos, evaluación comparativa y políticas de investigación (Cantú-Ortiz, 2018; Yang et al., 2018). También se destaca que la bibliometría se centra en el desarrollo de métodos bibliométricos aplicados a la gestión de la investigación, mientras que la cienciometría pone énfasis en la calidad de la producción científica y las tendencias globales en su desarrollo (Bornmann & Haunschild, 2017; Cantú-Ortiz, 2018).

La Figura 1 sintetiza las diferencias y conexiones entre la bibliometría y la cienciometría como disciplinas interrelacionadas.

Figura 1

Principales diferencias entre bibliometría y cienciometría



Considerando lo anterior, Yang et al. (2018) crearon una ecuación de búsqueda en Web of Science para los últimos 10 años (2007-2016) con los términos “cienciometría”, “bibliometría” e “informetría”, con el fin de analizar la recurrencia de estos términos en las publicaciones científicas y las temáticas principales de investigación. Se observó que el uso de estos términos difiere según la temática o el campo de estudio de los artículos. También se observó que el término “bibliometría” se empleaba con mayor frecuencia en las publicaciones que los términos “cienciometría” e “informetría”, y que había un mayor volumen de publicaciones sobre este tema. Así, los autores concluyen que la bibliometría puede utilizarse como término general para la cienciometría y la informetría. En este sentido, la bibliometría podría conceder mayor importancia al desarrollo de las tres métricas.

En este capítulo se brindó una aproximación al concepto de bibliometría como disciplina y se establecieron diferencias y similitudes con respecto a la cienciometría. Ambos conceptos son esenciales para analizar las dinámicas de la producción científica y los procesos de comunicación de la ciencia.

gación

Capítulo 2

Investi

Fundamentos teóricos de la bibliometría como disciplina

Los cambios en las métricas evaluativas están relacionados con la manera de entender la ciencia como sistema social y los medios a través de los cuales se divulgan las contribuciones científicas de los autores. Tanto la cienciometría como la bibliometría tienen unas bases teóricas que delimitaron las primeras concepciones de lo que es la ciencia y los principios para analizarla. Estos principios se han formulado y denominado en la literatura como “leyes de la bibliometría” y han conducido al desarrollo de metodologías para analizar la producción científica y mejorar la validez de los procedimientos de mapeo científico (Sooryamoorthy, 2021).

Tradicionalmente, se han considerado cuatro leyes empíricas. La Ley Price y la Ley de Lotka analizan la distribución de la producción científica de los autores a partir de las publicaciones científicas; la Ley de Zipf, que emplea la lingüística cuantitativa para analizar la frecuencia de las palabras de un texto; y la Ley de Bradford, que analiza la dispersión de la distribución de las publicaciones sobre temas específicos en las revistas académicas (Machado et al., 2016; Sooryamoorthy, 2021; Urbizagastegui, 1996, 1999, 2008). La Figura 2 muestra una síntesis de estas leyes, que analizan los patrones de las dinámicas de producción científica y cuantifican la productividad de los autores (Gingras, 2016).

Figura 2

Síntesis de las leyes empíricas



A continuación, se detallarán algunas concepciones teóricas que inspiraron cada una de las leyes de la bibliometría.

Leyes de la bibliometría

Ley de Price

Derek J. de Solla Price consideraba que el progreso científico se materializaba en la producción escrita publicada en revistas, artículos, informes y libros, entre otros, y, en coherencia con esta idea, propuso analizar la ciencia como una actividad social colectiva, centrándose en el análisis de la distribución de la productividad científica, en términos de la cantidad de publicaciones científicas (Sooryamoorthy, 2021). Desde esta perspectiva, el objetivo de la bibliometría era analizar la estructura y las dinámicas de la producción científica, a lo que Price (1965) definió como *la ciencia de la ciencia*.

Price propuso que la ciencia de la ciencia tiene una dinámica que debía explorarse en varias direcciones: por un lado, el análisis geopolítico de la ciencia, y, por otro lado, el análisis de las características históricas, sociológicas y psicológicas de la actividad científica y los productores de conocimiento en diferentes áreas (Price, 1965). Es esencial la idea de que es posible construir una metodología científica que permitiera una visión más clara del impacto de los investigadores en las disciplinas científicas.

A partir de estos planteamientos, Price formuló la Ley de la Productividad, la cual establece que la producción científica sigue una distribución desigual, en la medida que un pequeño porcentaje de investigadores genera la mayor parte del conocimiento. La ley postula que la mitad de la producción científica en términos de publicaciones proviene de aproximadamente la raíz cuadrada del número total de autores activos en el área o campo de conocimiento (Nicholls, 1988; Price, 1963). Esta ley ha sido ampliamente utilizada en bibliometría para cuantificar la productividad de los investigadores (Köseoglu et al., 2015), especialmente, para comprender las políticas globales de financiamiento de proyectos de los investigadores altamente productivos.

Ley de Lotka

Alfred James Lotka propuso la Ley de Productividad para analizar la frecuencia de las publicaciones científicas (Sooryamoorthy, 2021; Urbizagastegui, 1999, 2009). Lotka analizó los patrones de productividad de los investigadores y encontró que una minoría de ellos son responsables de la mayor parte de las publicaciones en un campo determinado. En contraste, la mayoría de los investigadores contribuye con un número significativamente menor de trabajos publicados (Sooryamoorthy, 2021). En este sentido, la ley de Lotka describe cómo se distribuye la productividad entre los investigadores en un campo determinado.

En términos generales, se estima que alrededor del 60 % de los investigadores publican solo un artículo en su campo de estudio. A medida que aumenta el número de publicaciones, el grupo de autores que contribuye con más trabajos se reduce. Así, aproximadamente el 15 % de los investigadores publican dos artículos y solo el 7 % logran publicar tres o más.

Esta distribución indica que la producción científica no está equitativamente repartida, sino que sigue un patrón donde unos pocos autores generan la mayor parte del conocimiento en un área o campo específico (Basu & Dutta, 2024; Friedman, 2015; Nicholls, 1986, 1988). En este sentido, tanto la Ley de Lotka como la ley de Price analizan la productividad de los autores, pero presentan diferencias en cuanto al análisis de la distribución de la productividad científica.

La ley de Lotka se centra en el análisis de la frecuencia con la que los investigadores publican, mostrando que la mayoría contribuye con pocos artículos y solo una minoría es altamente productiva, siguiendo una distribución de potencia inversa. Esta distribución de potencia inversa, o también llamada *ley del cuadrado inverso*, señala que el número de autores disminuye en proporción inversa al número de trabajos publicados (Nicholls, 1986). En contraste, la ley de Price se enfoca en la concentración de la producción científica. Esta teoría sostiene que un pequeño grupo de científicos, equivalente a cerca de la raíz cuadrada del total, es responsable de generar la mitad de las publicaciones en un campo determinado, lo que refleja una marcada desigualdad en la distribución del conocimiento (Sugimoto & Larivière, 2018).

Ley de Bradford

La ley de Bradford estima la dispersión y distribución de las publicaciones en las revistas científicas. La formulación de la ley se le atribuye al matemático y bibliotecario británico Samuel C. Bradford, quien afirmó que los artículos científicos sobre un tema específico no se distribuyen de manera uniforme entre todas las revistas científicas, sino que tienden a concentrarse en un número reducido de publicaciones especializadas (Bailón-Moreno et al., 2005; Sooryamoorthy, 2021; Urbizagastegui, 1996).

A partir de este postulado, la ley de Bradford establece que, al ampliar la búsqueda de referencias en revistas científicas, la posibilidad de encontrar artículos relevantes disminuye de manera exponencial. En este sentido, la mayor parte de la literatura científica relevante sobre un tema o campo de conocimiento se concentra en un pequeño grupo de revistas específicas especializadas (Sugimoto & Larivière, 2018). Así, a medida que las consultas bibliográficas se enfocan en revistas misceláneas o menos especializadas, la posibilidad de encontrar información útil disminuye. En consecuencia, la

mayor parte de los trabajos se encuentra en un núcleo de revistas altamente especializadas, mientras que el resto se dispersa en publicaciones generales o de áreas afines (Bradford, 1985; Sooryamoorthy, 2021). Considerando esta dispersión en las publicaciones académicas, la mayoría de las citas las reciben pocas revistas, y la mayoría de las revistas reciben relativamente pocas de las citas totales (Sugimoto & Larivière, 2018).

Según Bradford, al ordenar las revistas por su productividad en la publicación de artículos sobre un tema determinado, pueden encontrarse tres tendencias, la primera es un núcleo de revistas altamente especializadas dedicadas a temas o problemas específicos, seguido por dos conjuntos de publicaciones menos específicas, cada uno con el mismo número de artículos que el núcleo, pero distribuidos en un número creciente de revistas.

Este patrón indica que la literatura científica sobre una temática se distribuye de manera desigual, concentrándose en un núcleo de revistas especializadas, seguido de grupos de publicaciones en revistas misceláneas, lo que resalta la importancia de identificar las fuentes más relevantes para un acceso eficiente a la información (Bailón-Moreno et al., 2005; Sooryamoorthy, 2021; Hjørland, & Nicolaisen, 2005). La Ley de Bradford es una herramienta útil para que los investigadores identifiquen y seleccionen las revistas más relevantes en un área o campo de conocimiento (Hjørland & Nicolaisen, 2005).

Ley de Zipf

La Ley de Zipf se enfoca en analizar la frecuencia de las palabras en una publicación determinada (Piantadosi, 2014; Sooryamoorthy, 2021). Fue propuesta por George Kingsley Zipf, quien postuló que la palabra más común en un texto aparece con una frecuencia dos veces mayor que la segunda más común, tres veces mayor que la tercera, y así sucesivamente, siguiendo una relación inversamente proporcional.

Esta relación inversamente proporcional en la frecuencia de palabras significa que un pequeño conjunto de palabras predomina sobre otras. En textos académicos, como las publicaciones, ciertos términos especializados también aparecen con alta frecuencia, aunque siguen distribuciones menos regulares que los artículos (por ejemplo, el, la) o las conjunciones (por ejemplo, y, o) (Aitchison et al., 2016; Bailón-Moreno et al., 2005; Hjørland & Nicolaisen,

2005). Así, la palabra más utilizada (por ejemplo, artículos, preposiciones, conjunciones o términos) sigue un patrón matemático predecible que establece una jerarquía en la frecuencia de las palabras (Aitchison et al., 2016; Bailón-Moreno et al., 2005; Hjørland, & Nicolaisen, 2005; Piantadosi, 2014; Sooryamoorthy, 2021).

Este patrón responde a un principio de economía cognitiva para optimizar el uso del lenguaje en la construcción de textos, empleando la recurrencia de términos más comunes y accesibles en comparación con aquellos que requieren mayor esfuerzo cognitivo (Zipf, 1949). Esto implica que un pequeño grupo de palabras muy frecuentes conforma la mayor parte de un texto, mientras que la mayoría de los términos aparecen con menor regularidad. Esta distribución sigue un patrón de ley de potencia y se ha observado en múltiples sistemas lingüísticos (Sooryamoorthy, 2021; Zipf, 1949).

La Ley de Zipf no es un modelo específico para el análisis de citas científicas, sin embargo, su aplicación en lingüística cuantitativa puede ayudar a examinar patrones léxicos de grandes volúmenes de información, por ejemplo, publicación en un campo de conocimiento o el análisis de estructuras conceptuales en sistemas de lenguaje natural (Cassettari et al., 2015; Fedorowicz, 1982).

Las contribuciones teóricas de Price, Lotka, Bradford y Zipf fueron relevantes para el desarrollo de índices de impacto que se emplean en la actualidad para evaluar la influencia de las publicaciones, autores y revistas.

gación

Capítulo 3

Investi

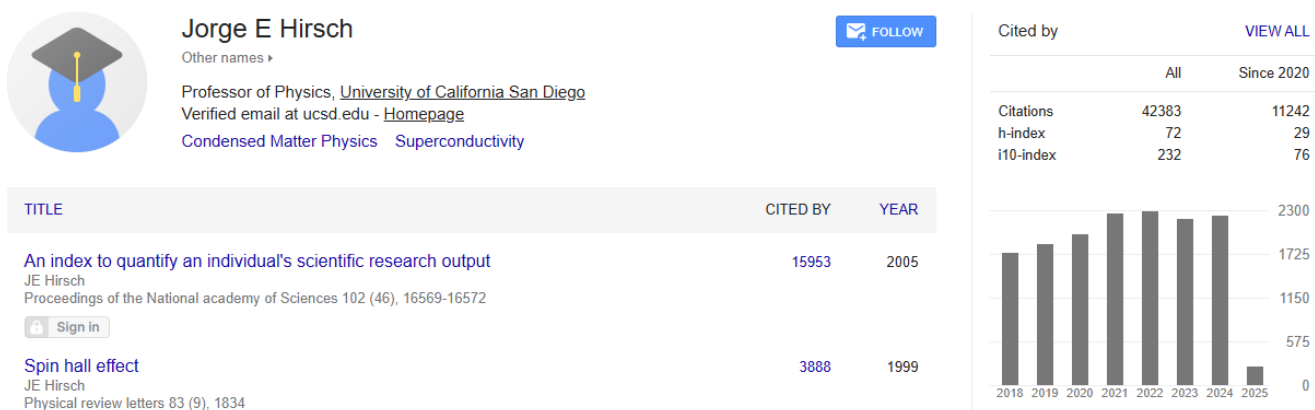
Métricas en la evaluación de la ciencia: índice h

La cienciometría y la bibliometría son enfoques complementarios que varían según el alcance, pero que comparten un aspecto en común, la evaluación de la producción científica. Esta perspectiva llamada cienciometría evaluativa (Bornmann & Haunschild, 2017) ha sido dominante, centrando la atención en el uso de métricas para evaluar el impacto de las investigaciones, instituciones o investigadores. Para determinar el impacto de las publicaciones científicas se analiza el número de publicaciones y citas recibidas, ya sea de los investigadores, las revistas científicas o las instituciones financiadoras. Una de las métricas más utilizadas en la actualidad es el índice h.

El índice h, propuesto por Hirsch (2005), analiza la relación entre el número de publicaciones y el número de citas que recibe cada una, con el objetivo de calcular la productividad e impacto de un investigador a lo largo de su carrera. Según Hirsch (2005), “un científico tiene un índice h si h de sus N_p artículos tienen al menos h citas cada uno y los otros ($N_p - h$) artículos tienen $\leq h$ citas cada uno” (p. 16569). Por ejemplo, Hirsch tiene un índice h de 72 en Google Scholar, lo que evidencia que tiene 72 publicaciones con al menos 72 citaciones recibidas por cada publicación (ver Figura 3).

Figura 3

Perfil de autor de Jorge E. Hirsch en Google Scholar



Este índice determina con mayor precisión el impacto de los autores en comparación con otros indicadores bibliométricos, como el conteo de publicaciones o el promedio de citas recibidas. En la actualidad, el índice *h* no solo se utiliza para medir los logros individuales de los investigadores, como es el caso del perfil de Jorge E. Hirsch en Google Scholar, sino también para evaluar el impacto y productividad de las instituciones financiadoras, las revistas científicas y los países. Además, está incorporado en las principales bases de datos bibliográficas, como Web of Science y Scopus (Bornmann et al., 2011; Bornmann & Haunschild, 2017), así como en motores de búsqueda especializados como Google Scholar, lo cual contribuye a la toma de decisiones de los investigadores al seleccionar registros bibliográficos y autores relevantes en su campo de conocimiento y ayuda a comprender las tendencias recientes en investigación (Robledo-Giraldo, 2024; Zuluaga et al., 2022). Incluso, esta métrica es utilizada con frecuencia por las agencias de contratación internacional que financian y aprueban subvenciones para el desarrollo y ejecución de los proyectos de los investigadores (Alzahrani et al., 2023, Mondal et al., 2023).

El índice *h* tiene ventajas importantes: la principal es que ofrece una medida que equilibra el número de publicaciones y el impacto de las citas, además se puede obtener gratuitamente en Google Scholar, Scopus, Web of Science, entre otros. El índice *h* se ve menos afectado por los valores atípicos, y proporciona una medida a largo plazo del impacto de la investigación, ya que tiene en cuenta toda la carrera del investigador (De Cassai et al., 2024; Dinis-Oliveira, 2019; Mondal et al., 2023). En este sentido, el índice *h* es una métrica valiosa para medir la productividad y el impacto de un investigador.

La relevancia del índice *h* está relacionada con la idea de que la ciencia es un sistema social integrado por comunidades científicas, en el que los logros individuales de los investigadores tienen un impacto y dependen de las comunidades científicas que operan dentro de determinados paradigmas. Por tanto, es necesario medir y evaluar la actividad científica y sus productos en periodos de ciencia normal (Kuhn, 1962). En este sentido, el índice *h* es una métrica útil que permite evaluar las contribuciones de los investigadores en sus campos de conocimientos dentro un paradigma avalado por una comunidad científica.

Desde esta perspectiva, el índice *h* evalúa tanto los logros individuales como los colectivos dentro de estas estructuras paradigmáticas. Sin embargo, su uso presenta varias limitaciones que han motivado el desarrollo de propuestas

de ajuste. Entre las principales desventajas se destaca su sensibilidad a las autocitas, lo que puede inflar el índice si un autor recurre excesivamente a esta práctica, generando sesgos en la evaluación del impacto. Además, esta métrica no distingue entre autorías principales y coautorías en publicaciones con un gran número de colaboradores (Mondal et al., 2023).

Otra limitación del índice h es que no contempla las variaciones en las tasas de citación y la velocidad de publicación entre disciplinas. Debido a que existen disciplinas que reciben más citas que otras, este índice restringe las comparaciones interdisciplinarias, especialmente en áreas con diferencias significativas en el número de citas. El índice h tampoco discrimina en sus cálculos las citas recibidas según su calidad y, por tanto, no diferencia entre citaciones procedentes de trabajos de gran relevancia o de fuentes de alto impacto y aquellas que no lo son (Bornmann & Haunschild, 2017; De Cassai et al., 2024; Koltun & Hafner, 2021).

Estas limitaciones deben considerarse al momento de determinar la adaptabilidad del índice h para evaluar el impacto científico. En este sentido, emplear esta métrica como única medida cuantitativa de evaluación de los investigadores puede promover prácticas investigativas que prioricen la cantidad de publicaciones por encima de la calidad o incentivar la autocitación en trabajos estratégicos para aumentar este índice. Por estas razones han surgido varias propuestas de reajuste del índice h ; las más destacadas son el índice h generalizado (Sidiropoulos et al., 2007), los índices R y AR (Jin et al., 2007), el índice g (Egghe, 2006), el índice $i10$ propuesto por Google Scholar, el cálculo de suma total o promedio de citas recibidas, entre otros.

El índice h generalizado (Sidiropoulos et al., 2007) es una variación del índice de Hirsch (2005). Esta métrica proporciona una estimación más precisa y dinámica del impacto de un investigador en la comunidad científica. En lugar de considerar la relación entre el número total de citas y el número de publicaciones que las recibe, el índice h generalizado ajusta el cálculo al otorgar mayor peso a las publicaciones más recientes. Este ajuste temporal refleja el impacto actual del autor, lo que permite identificar no solo a aquellos que han sido productivos a lo largo del tiempo, sino también a los investigadores influyentes en su campo de estudio por sus contribuciones más recientes. Por tanto, es un índice que se ajusta a la relevancia temporal de las contribuciones de los investigadores (Sidiropoulos et al., 2007).

Por otra parte, Jin et al. (2007) también se basan en el índice h de Hirsch (2005) para proponer los índices R y el AR, los cuales consideran la intensidad o representatividad de las citas y la antigüedad de las publicaciones en el cálculo del impacto. El índice R se enfoca en el impacto de las publicaciones más citadas dentro del conjunto que conforma el índice h, mientras que el índice AR calcula el impacto considerando la antigüedad de las publicaciones. Estas métricas son dinámicas en tanto que el índice aumenta o disminuye con el tiempo, reflejando mejor la relevancia actual del investigador (Chacín-Bonilla, 2012; Jin et al., 2007).

Al igual que los anteriores, el índice g (Egghe, 2006) se introdujo como una alternativa al índice h para investigadores con artículos muy citados, otorgándoles más peso que a los menos citados. Este índice permite evaluar con mayor precisión la productividad y el impacto acumulativo de un investigador, y destaca la influencia de los artículos más citados dentro de su producción científica.

El índice i10, el cual es específico de los perfiles de Google Scholar, calcula el número de publicaciones de un investigador que han recibido al menos 10 citas. Retomando al profesor Jorge E. Hirsch, su perfil reporta un índice i10 total de 232 y un i10 de 76 en la producción de los últimos cinco años (ver Figura 2), lo que refleja el número de publicaciones que han recibido al menos 10 citas.

A pesar de que estas son algunas de las métricas cuantitativas más utilizadas para medir la productividad e impacto de los investigadores, existen muchas otras variantes del índice h. En este sentido, la revisión sistemática con metaanálisis realizada por Bornmann et al. (2011) recopiló las diferentes variantes reportadas en revistas de ciencias de la información. Se identificaron 37 variantes del índice h, las cuales presentan ventajas en cinco aspectos:

1. Consideran la dependencia de las citas respecto al campo de estudio.
2. Controlan las autocitas en su cálculo para evitar un incremento artificial del impacto.
3. Tienen en cuenta la autoría múltiple, ya sea a través de las contribuciones principales del autor principal o mediante una ponderación fraccional según el número de autores.

4. Consideran la duración de la carrera profesional o la antigüedad de las publicaciones, evitando favorecer a científicos con trayectorias más largas frente a investigadores más jóvenes.
5. Evalúan la intensidad de las citas en el núcleo h, es decir, en el conjunto de publicaciones que componen el índice h.

La Tabla 1, extraída del trabajo de Bornmann et al. (2011, p. 349), presenta las variantes del índice h y destaca las ventajas de cada una en comparación con el índice propuesto por Hirsch (2005).

Tabla 1. *Lista de variantes del índice h reportadas por Bornmann et al. (2011, p. 349), organizadas según las ventajas propuestas frente al índice h*

Nombre completo de la variante del índice h	Nombre corto	Tiene en cuenta la dependencia del campo	Tiene en cuenta autocitas	Tiene en cuenta multiautoría	Tiene en cuenta la duración de la carrera o la antigüedad de las publicaciones	Mide la intensidad de citas o da más peso a los artículos altamente citados
Índice A	A index					X
Índice AR	AR index				X	X
Índice ch	ch(2) index	X				
Índice ch (2)	ch index	X		X		
Índice h contemporáneo	cont h index				X	
Índice de grado hA	degree hA					
Índice de grado hP	degree hP					
Índice f	f index					X
Índice g	g index					X
Índice H (2)	H (2) index					X
Índice hg	hg index					X
Índice hl	hl index	X		X		
Índice h de primeros autores	h first author		X			
Índice hm	hm index		X			
Índice hmol	hmol index					
Índice hms	hms index	X	X			
Índice hs	hs index	X				
Índice hw	hw index					X

Continúa en la página siguiente

Inicia en la página anterior

Nombre completo de la variante del índice h	Nombre corto	Tiene en cuenta la dependencia del campo	Tiene en cuenta autocitas	Tiene en cuenta multiautoría	Tiene en cuenta la duración de la carrera o la antigüedad de las publicaciones	Mide la intensidad de citas o da más peso a los artículos altamente citados
Índice de calidad y productividad	IQp	X			X	X
Índice h de contribución principal	h maj		X			
Maxprod	Maxprod					X
Índice m	m index					X
Índice de impacto modificado	MII					
Cociente m	m quotient				X	
Índice multidimensional h (componente h2)	multidim h2					
Índice multidimensional h (componente h3)	multidim h3					
Índice Pi	Pi index					X
Índice h2 de Prathap	Prathap h2					
Índice q2	q(2) index					X
Tasa h cruda	Raw h rate				X	
Índice R	R index					X
Índice de impacto específico	s index				X	
Índice h ajustado	ht index					X
Índice t	t index					X
Índice h ponderado	h weight		X			
Índice Wohlin	wohlin index					
Índice Wu	wu index					X
Totales		2	4	6	6	17

Nota. Adaptado de “A multilevel meta-analysis of studies reporting correlations between the h index and 37 different h index variants”, por L. Bornmann, R. Mutz, S. E. Hug & H. D. Daniel, 2011, *Journal of Informetrics*, 5(3), p. 349 (<https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.01.006>). Copyright © 2011 Elsevier Ltd.

gación

Capítulo 4

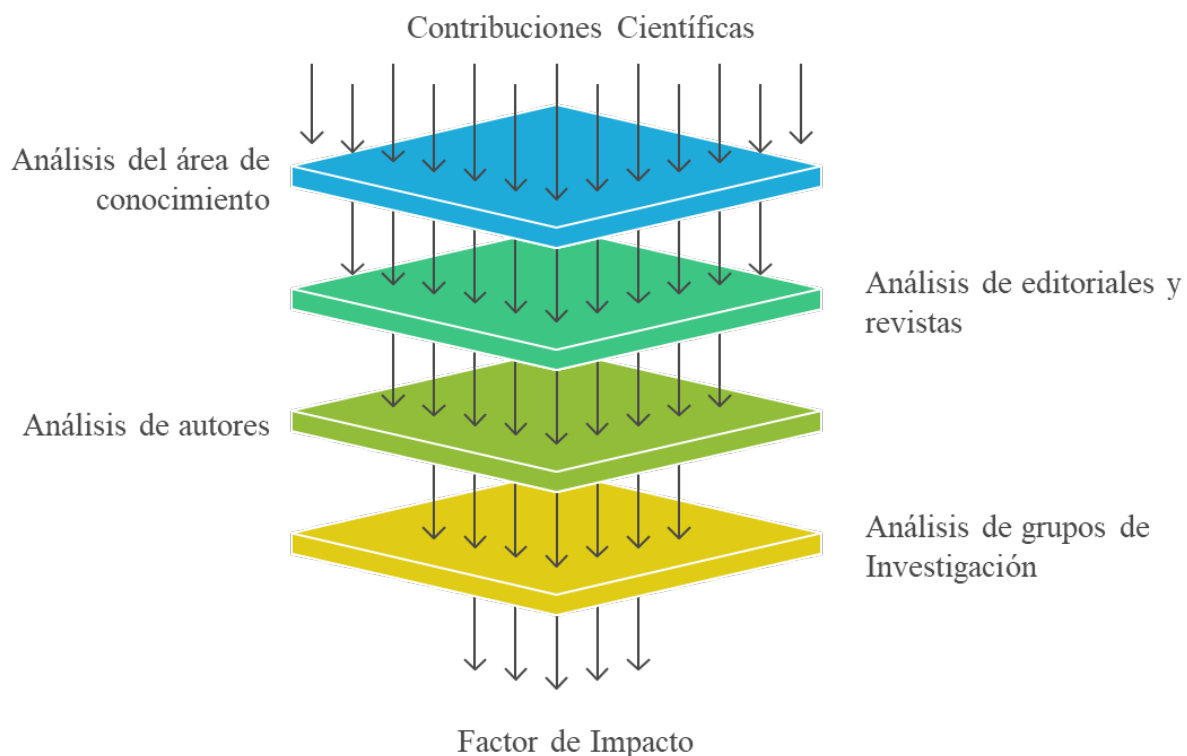
Investi

El factor de impacto de las revistas

La medición del impacto en la producción científica es un aspecto central en la cienciometría y la bibliometría. Se puede pensar en al menos cuatro niveles de evaluación del impacto de las contribuciones científicas (Roemer & Borchardt, 2015). El primer nivel refiere a las contribuciones en un campo de conocimiento y se analizan los artículos científicos, libros y capítulos de libros, memorias de eventos académicos, patentes, entre otras. El segundo nivel es el análisis de las instituciones que divulgan del conocimiento científico, desde grandes casas editoriales hasta las revistas académicas. El tercer nivel es el análisis de los autores, lo que incluye el conteo de citaciones recibidas de sus publicaciones y su índice h. El cuarto nivel se dirige a la evaluación del impacto de los grupos de investigación y las instituciones financiadoras en el ámbito local e internacional (Figura 4).

Figura 4

Niveles de evaluación del impacto de la producción científica



Para el análisis en cada uno de estos niveles se han desarrollado varios índices de evaluación del impacto de las publicaciones, autores y revistas, los cuales se han descrito en el capítulo anterior. Sin embargo, el índice h (Hirsch, 2005) continúa siendo uno de los más importantes en la actualidad y está integrado como medida bibliométrica de los principales motores de búsqueda y bases de datos de literatura académica. Sin embargo, no es la única medida de evaluación.

En la actualidad el denominado Factor de Impacto (FI) es un indicador clave para evaluar la influencia relativa e importancia de las revistas académicas, y es tal su relevancia en la comunidad científica que desempeña un papel crucial para la concesión de subvenciones, el reconocimiento de calidad de los artículos, incluso para la titularidad o permanencia de la revista en un área de conocimiento (Ibáñez, 2015). En este sentido, el FI se emplea como un indicador de calidad y relevancia de las revistas académicas y de los investigadores que logran publicar en revistas que presentan un alto FI (Goldenberg, 2017).

Eugene Garfield e Irving Sher (Garfield, 2006, 2007) fueron quienes sentaron las bases para la medición del FI como indicador de la calidad de las revistas académicas y los artículos que se publican. El FI tiene dos elementos: el primero, es el número de citas recibidas durante el año en curso en comparación con el número de artículos publicados en los dos años anteriores, y, el segundo, es el número de artículos publicados en los dos últimos años (Garfield, 2006). En este sentido, el FI de una revista se calcula dividiendo el número de citas recibidas en el año actual, por ejemplo 2024, de todos los artículos publicados en la revista durante los dos años anteriores (2022 y 2023), entre el número de artículos publicados en ese periodo de tiempo (2022 y 2023). Al respecto, Beltrán Galvis (2006) define el FI de la siguiente manera:

Es un indicador, que evalúa el número de citaciones a los artículos publicados en la revista en los dos últimos años, dividido por el número de documentos (citables) publicados por la revista en el mismo período de tiempo. [Solo] se incluye como citables (denominador), las referencias citadas de artículos originales, pero no los artículos de revisión, editoriales o cartas al editor, publicados en revistas las revistas indexadas. (p. 58)

El FI fue empleado inicialmente como un indicador bibliométrico por el Instituto de Información Científica (*The Institute for Scientific Information*, ISI) a partir de 1964, que posteriormente, en 1997, se integró a la *Web of Knowledge* y, desde el 2007, hace parte de los productos de la *Web of Science* de *Clarivate Analytics*.

En la actualidad, se puede acceder a través de la Web of Science al *Journal Citation Reports* (JCR) para analizar y comparar el FI de las revistas académicas y conocer las estadísticas anuales sobre el comportamiento de las publicaciones indexadas en el *Science Citation Index* (SCI). El JCR es una herramienta de consulta para la búsqueda y selección de revistas académicas y acceder a los principales indicadores de impacto. La versión del 2024 del JCR incluye 21.848 revistas de 112 países en 254 categorías de investigación, lo que la convierte en una herramienta indispensable para investigadores, editores y bibliotecólogos.

En el caso de los investigadores, el FI es útil para la toma de decisiones sobre la elección de la revista para someter los manuscritos resultados de investigación. La publicación de los trabajos en revistas con un FI alto indica una mayor probabilidad de difusión de la investigación, lo cual podría favorecer la visibilidad del investigador dentro de la comunidad científica (McKiernan et al., 2019). En este sentido, el FI influye en la elección de revistas por parte de los investigadores para someter sus trabajos de investigación (Ahmed et al., 2019), especialmente cuando existen presiones institucionales sobre la productividad de los investigadores en revistas de alto impacto (McKiernan et al., 2019; Mech et al., 2020; Niles et al., 2020). Sin embargo, se ha cuestionado que haya una relación positiva entre el FI de la revista y la citación de artículos o la calidad de estos (Zhang et al., 2017; Brembs et al., 2013). Así, el FI de las revistas no garantiza un mayor impacto o prestigio individual de los investigadores (Zhang et al., 2017).

En el caso de los editores, el FI de la revista que administran determinará las estrategias administrativas, financieras y académicas para aumentar la visibilidad, citación y acceso a los artículos publicados. También es útil para las bibliotecas y las instituciones financiadoras, dado que permite conocer el impacto de las revistas donde los investigadores y grupos de investigación están realizando sus contribuciones y posibles alcances dentro de la comunidad científica en el ámbito internacional.

Sin embargo, el JCR de Clarivate Analytics no es el único indicador de medición. Scopus, creado por Elsevier en el año 2004 tiene su propia métrica de evaluación, y el *SCImago Journal Rank* (SJR) desarrollado por la plataforma *SCImago Journal & Country Rank* (García-Villar & García-Santos, 2021). Similar al JCR, el indicador SJR es una medida que tiene en cuenta tanto el número de citas recibidas por una revista como la importancia o el prestigio de las revistas de las que proceden dichas citas.

De acuerdo con Ibáñez (2015), el indicador SJR asigna diferentes valores a las citas en función de la importancia de las revistas de las que proceden, es decir, las citas procedentes de revistas de gran importancia serán más valiosas y, por tanto, proporcionarán más prestigio a las revistas que las reciban. En palabras de Jain et al. (2021),

el indicador SJR es un valor numérico derivado del número medio de citas ponderadas recibidas durante un año seleccionado por documento publicado durante los 3 años anteriores. El valor numérico se obtiene mediante un algoritmo que asigna una cantidad idéntica de prestigio a cada revista y luego redistribuye el prestigio con un proceso iterativo de tal manera que una revista transfiere su prestigio a otra revista a través de citas hasta que se alcanza la normalización con una medida de prestigio independiente del tamaño. (pp. 975-976) [traducción propia]

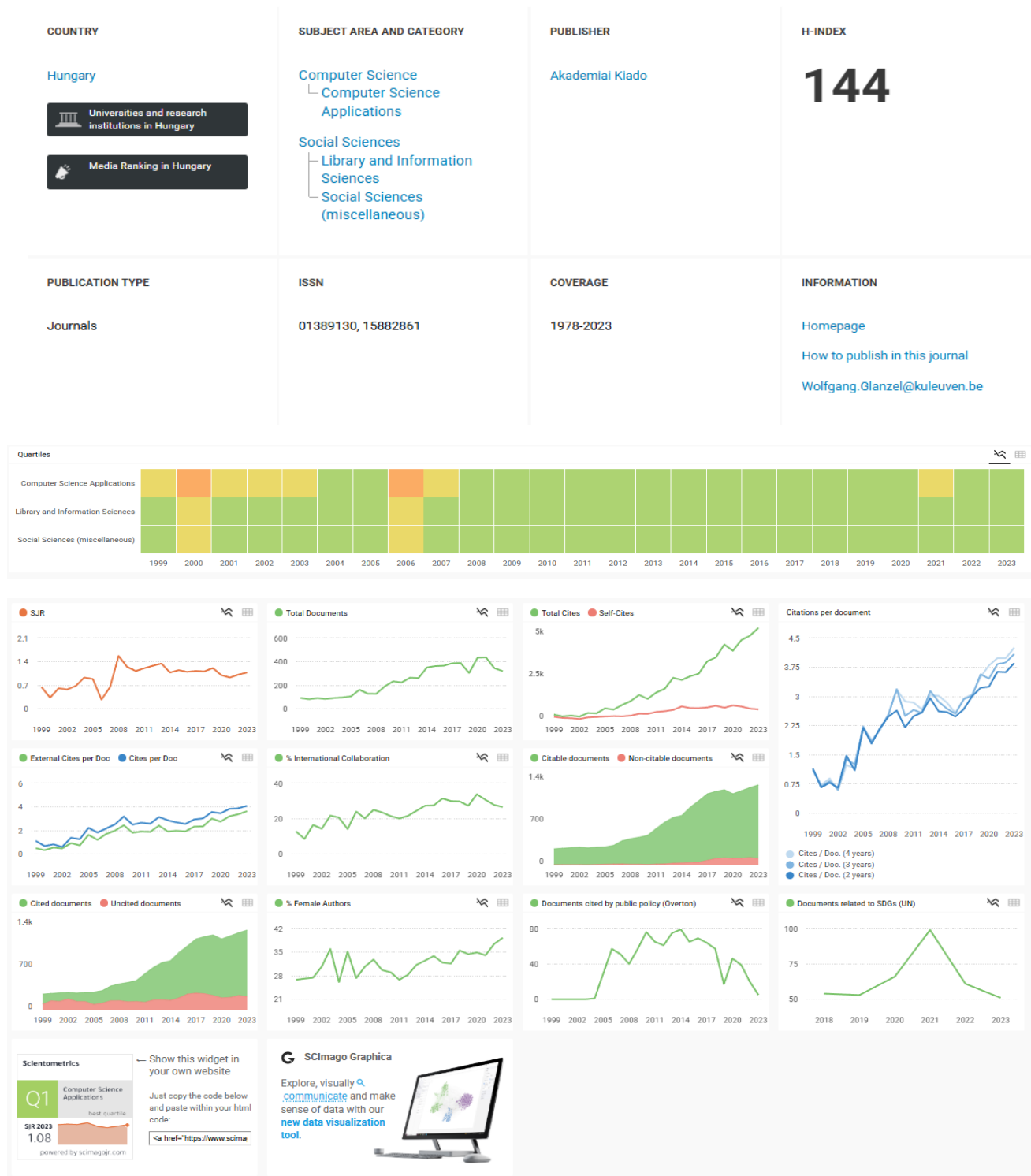
En este sentido, las citas de revistas con alto SJR tienen más peso que las de revistas con bajo SJR, y por tanto el prestigio del investigador no recae únicamente en el número de citaciones recibidas en sus artículos, sino de la calidad de las revistas según el indicador SJR.

En la actualidad, la plataforma *SCImago Journal & Country Rank* es una herramienta indispensable para que los investigadores tomen decisiones con respecto a la elección de revistas arbitradas para someter sus trabajos de investigación. Esta plataforma se actualiza anualmente con las métricas de Scopus, y ofrece un *ranking* de las revistas indexadas, con la opción de filtrar la información por áreas y categorías de conocimiento, regiones o países, con el fin de conocer el índice h, cuartil y el SJR a lo largo del tiempo. Para ilustrar mejor lo mencionado, la Figura 5 muestra las métricas de impacto de *Scientometrics*, la cual es una revista de alto impacto dedicada al análisis cuantitativo de la ciencia.

Figura 5

Métricas de impacto de la revista Scientometrics según SCImago Journal & Country

Scientometrics



Nota. Tomado de SCImago. (s.f.). *Scientometrics*. <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=24222&tip=sid&clean=0>

En la primera parte de la Figura 5 puede observarse información básica, como el país, áreas de conocimiento, la editorial, el tipo de publicación, página web, ISSN, entre otros, lo que permite al investigador captar información general. También se muestran métricas de impacto a lo largo del tiempo relacionadas con el cuartil según el área de conocimiento, citas recibidas a lo largo de los años, el índice h y el SJR 2023. Estas métricas evidencian que es una revista altamente influyente en la comunidad científica.

La selección de una revista académica para enviar los trabajos de investigación es, sin duda, uno de los aspectos *más importante en el camino hacia la publicación*. En este sentido, conocer y saber utilizar las herramientas de consulta mencionadas es un paso obligatorio para identificar la revista que más se ajuste a las características del trabajo de los investigadores y al impacto que esperan alcanzar en el ámbito internacional. Adicionalmente, la implementación de métricas para la elección de revistas es una actividad que debe complementarse con el criterio, los objetivos y la intencionalidad del investigador, lo que implica analizar las áreas de conocimiento, las temáticas, los alcances y las políticas editoriales de las revistas para tomar la decisión adecuada respecto al envío de un manuscrito académico.

gación

Capítulo 5

Investi

Algunas críticas a la cienciometría evaluativa

Como ya se mencionó, las métricas en cienciaometría son relevantes para evaluar el impacto y la productividad científica. Sin embargo, deben usarse con precaución para evitar distorsiones en el comportamiento académico de los investigadores. Adicionalmente, se ha cuestionado sobre si estas métricas reflejan de manera veraz la calidad de los trabajos científicos, independiente del número de citas recibidas. En general, se ha considerado que un trabajo científico altamente citado es señal de su calidad científica e influencia cognitiva en el investigador, pero lo cierto es que puede que no sea así.

Al respecto, los trabajos de MacRoberts y MacRoberts (2010, 2018) han cuestionado el enfoque del uso de citas para la evaluación. Los autores realizaron varios análisis para determinar si las citas en las publicaciones reflejan necesariamente la influencia cognitiva que estas han tenido en el trabajo de los investigadores. Identificaron que algunas publicaciones fueron utilizadas sin ser citadas, mientras que otras se mencionaron a través de referencias secundarias o indirectas. Por otro lado, algunas publicaciones fueron consistentemente reconocidas cada vez que se emplearon. Los reportes de MacRoberts y MacRoberts (2010, 2018) mostraron que la influencia cognitiva no es el único criterio para la citación.

Asociado a lo anterior, Khokhlov (2020) cuestionó la comercialización de las publicaciones académicas y la dependencia de las métricas cienciaométricas para evaluar la calidad de las revistas que difunden investigaciones. Esto se refleja en las tasas por procesamiento de artículos (APC), que generan importantes beneficios económicos para las editoriales, pero podrían comprometer la calidad de los procesos editoriales, como la revisión por pares, y derivar en la publicación de artículos de baja calidad, afectando la credibilidad de los sistemas de medición de los investigadores y la indexación de las revistas.

Adicionalmente, Encalada-Díaz (2018) señaló que existen factores distintos a la influencia cognitiva que afectan la citación de un trabajo académico, entre ellos, las políticas de acceso abierto de las revistas, su factor de impacto, la

procedencia geográfica de los investigadores y el idioma de las publicaciones. En este sentido, los artículos que no son de acceso abierto, o aquellos escritos por científicos de regiones como China, Rusia o Latinoamérica, y en un idioma diferente al inglés, tienden a ser ignorados o menos citados en comparación con artículos de acceso abierto, publicados en revistas de alto prestigio, o escritos en inglés por autores de Estados Unidos y Europa. En este sentido, los sesgos lingüísticos y geográficos tienden a favorecer la citación de artículos en inglés y de autores de países anglosajones, lo que puede limitar la visibilidad de investigadores de otras regiones (Bol et al., 2023; Encalada-Díaz, 2018).

Además, se destacan conductas científicas cuestionables que implican la práctica de la citación estratégica, basada en la autocitación excesiva, acuerdos entre investigadores de “yo te cito y tú me citas”, exigencias coercitivas de citación de trabajos por parte de editores y revisores, que responden a lógicas mercantiles propias de un capitalismo cognitivo y reflejan la presión de los investigadores por incrementar artificialmente sus métricas de impacto académico (Guerra, 2024; Plevris, 2025; Seeber et al., 2019; Siler & Larivière, 2022; Wilhite & Fong, 2012). Lo planteado señala que la citación de artículos no siempre representa una influencia cognitiva, y pueden existir otras razones para citar el trabajo de otros investigadores. Al respecto, Smith (1981) presenta una serie de motivaciones por las que un autor decide citar el trabajo de otros, entre las que destaca las cognitivas, que implica la identificación de trabajos clave en el campo de conocimiento; el reconocimiento entre pares, como rendir homenaje o promocionar el trabajo de un investigador amigo, o incluso, como un sistema de persuasión dentro de las comunicaciones científicas.

En este sentido, impacto y productividad no siempre son equivalentes a calidad (Bornmann & Haunschild, 2017). Además, los aspectos geopolíticos señalados por Encalada-Díaz (2018) invitan a cuestionar la influencia de factores externos que no siempre son considerados en las métricas de evaluación de impacto.

Al respecto, Bornmann (2017) señala que la desigualdad, el azar, la imprevisibilidad, las anomalías, y factores sociales, económicos y políticos propios de un país afectan el progreso científico y pueden llegar a sesgar los resultados al momento de aplicar las métricas tradicionales para evaluar el impacto de las contribuciones científicas de los investigadores y organizaciones a partir

del número de citas y publicaciones realizadas. Todo esto ha llevado a una redefinición sobre la medición del impacto como reflejo de calidad y la necesidad de un cambio de paradigma en la cienciometría.

Las métricas alternativas o altmétricas

Sooryamoorthy (2021) retoma el concepto de paradigma de Kuhn (1962) para argumentar que la cienciometría se ha desarrollado bajo paradigmas específicos que guían la evaluación científica (para una revisión, ver Small, 2003). Los enfoques de la cienciometría evaluativa han determinado históricamente los logros científicos, ofreciendo criterios metodológicos neutrales y objetivos para la medición y la toma de decisiones. Considerando el concepto de ciencia normal de Kuhn (1962), la cienciometría ha avanzado como una disciplina madura, con refinamientos técnicos en métodos matemáticos e indicadores de medición, lo que ha generado una acumulación de evidencia que respalda la manera en que se entiende y se analiza la ciencia (Bornmann & Haunschild, 2017; Sooryamoorthy, 2021).

Sin embargo, como advierte Kuhn, un cambio de paradigma supone un cambio radical en la forma de comprender los problemas científicos y los métodos para abordarlos. En el caso de la cienciometría, este cambio implicaría una reformulación fundamental de su taxonomía, especialmente en las metodologías y métricas de impacto que evalúan la comunicación científica en la sociedad (Bornmann, 2017; Rousseau et al., 2018; Sooryamoorthy, 2021).

Al respecto, Bornmann y Haunschild (2017) señalan que la cienciometría ha experimentado transformaciones importantes en las últimas décadas que se asemejan a un cambio de paradigma, las cuales están vinculadas a dos aspectos clave, el primero, radica en el cuestionamiento acerca de la dependencia entre los conceptos de impacto y calidad, y segundo, la necesidad de adoptar un enfoque metodológico de evaluación más amplio que incluya a comunidades distintas de la científica. Actualmente, editores, evaluadores y

cienciométristas son más conscientes de la importancia de llegar a públicos más amplios e interdisciplinarios, lo cual implica una comprensión que desliga la calidad y el impacto en la investigación como aspectos homónimos.

Esta perspectiva ha contribuido para que editores, evaluadores y cienciométristas empleen estrategias y metodologías para garantizar tanto la calidad como el impacto de los productos científicos (artículos, libros, innovaciones, entre otros) dentro de los círculos académicos donde se comunican y divulgan los avances científicos. Sin embargo, no existe un consenso sobre cómo hacerlo, o la manera de aplicar estos conceptos de calidad e impacto a un sector más amplio de la sociedad, lo que subraya la necesidad de desarrollar métricas alternativas de evaluación. Como respuesta a esta necesidad, las altmétricas, o métricas alternativas, al ampliar la perspectiva del impacto hacia sectores más allá de la academia, podrían estar fomentando esta transición paradigmática (Bornmann & Haunschild, 2017; Gilstrap et al., 2023; Nath & Jana, 2021; Small, 2003).

En la actualidad, la comunicación de la ciencia se realiza en plataformas diferentes a las convencionales, lo que permite un alcance masivo al interactuar con audiencias más amplias a través de formatos alternativos. Plataformas como Twitter/X, Facebook, YouTube, TikTok, LinkedIn, Reddit, y podcasts en servicios como Spotify y Apple Podcasts fomentan la divulgación científica, la comunicación de resultados de investigación y el intercambio con públicos cada vez más diversos (Bornmann & Haunschild, 2017). Estas formas de comunicación de la ciencia generan un impacto cognitivo y social significativo (Gilstrap et al., 2023). Al respecto, Wilsdon et al. (2015, como se cita en Bornmann & Haunschild, 2017) definen el impacto social de la investigación de la siguiente manera:

La investigación tiene un impacto social cuando logra una influencia auditable o registrada sobre organizaciones o actores no académicos en un sector fuera del ámbito universitario. Por ejemplo, al ser utilizada por una o más corporaciones comerciales, organismos gubernamentales, organizaciones de la sociedad civil, medios de comunicación u organizaciones de medios especializados/profesionales, o en un debate público. (p. 940) [traducción propia]

Al igual que las métricas tradicionales demuestran el impacto de las investigaciones en las comunidades académicas, las métricas alternativas pueden emplearse para evidenciar el impacto social de la investigación mediante

indicadores específicos de cada plataforma. Por ejemplo, el número de tweets que mencionan un artículo, su alcance y popularidad, así como el número de descargas, visualizaciones y lecturas (por ejemplo, en Mendeley o *ResearchGate*). Estas formas de impacto son el centro del cambio de taxonomía en la cienciometría mencionada por Bornmann y Haunschild (2017) y se conocen como altmetría o métricas alternativas.

Las altmétricas complementan las métricas tradicionales basadas en citas al utilizar datos webométricos y cibernéticos para evaluar el impacto de la producción científica (Gilstrap et al., 2023; Gouveia, 2013; Nath & Jana, 2021). Además, la altmetría mide el impacto de las comunicaciones académicas a través de plataformas de medios sociales. Estas herramientas se emplean para analítica de datos, minería de texto, visibilidad social de la ciencia y el seguimiento en tiempo real de indicadores asociados a las publicaciones de los investigadores. Entre estos indicadores destacan el número de vistas, descargas, lecturas, comentarios, veces en que un artículo o nota científica es guardada o compartida, tuits, recomendaciones, entre otros (Sooryamoorthy, 2021).

Las altmétricas se sustentan en herramientas como *PlumX* de Elsevier, *Altmetric Explorer* de Taylor & Francis o *Altmetric.com* de London School of Economics. Estas herramientas amplían el alcance del análisis de impacto al incluir datos derivados de redes sociales, menciones en medios de comunicación y otras interacciones en plataformas digitales que pueden no ser exclusivamente académicas (Gilstrap et al., 2023). Así, las altmétricas responden a la necesidad de evaluar el impacto de los autores y sus productos en un espectro más amplio que trasciende el ámbito académico especializado, complementando los enfoques tradicionales de la cienciometría (Bornmann & Haunschild, 2017; Gilstrap et al., 2023).

Aunque las altmétricas ofrecen una perspectiva novedosa y complementaria a la cienciometría evaluativa, también presentan desafíos, como la falta de consenso sobre los estándares o criterios unificados para su interpretación, posibles sesgos relacionados con la popularidad de ciertos temas o plataformas, y la necesidad de evaluar la calidad de las comunicaciones a partir de estas métricas (Sooryamoorthy, 2021).

Consideraciones finales

En este capítulo se presentaron algunas críticas al uso de las métricas como único criterio para medir la producción, la calidad y el impacto de los investigadores, ya que esto puede conducir a prácticas cuestionables para inflar artificialmente dichas métricas. En efecto, el uso de las métricas es relevante para obtener indicadores fiables de impacto y producción, pero deben emplearse en relación con el contexto geopolítico, económico, sociocultural e institucional de las comunidades científicas particulares.

Ahora bien, la confianza es un aspecto importante sobre el que se edifica todo sistema social para su adecuado funcionamiento. En este sentido, la confianza epistémica como criterio ético en la formación de investigadores debe ser crucial para evitar prácticas de instrumentalización de los dispositivos de medición de la ciencia. Este concepto está implícito en todos los procesos de producción académica, ya que los editores, los equipos de evaluación científica de las revistas, las instituciones y los investigadores deben partir de la base de que la producción de conocimiento es fiable, transparente, ética, abierta y rigurosa, independientemente del diseño de la investigación o del área de conocimiento. Por este motivo son tan perjudiciales para la ciencia como sistema social las prácticas éticas cuestionables vinculadas, en este caso, a la instrumentalización de las métricas para obtener un beneficio personal porque terminan socavando la confianza en el sistema.

Aunque estas métricas de impacto han sido muy relevantes para la disciplina y su aplicación contribuye a entender los sistemas de producción científica, la incorporación de métricas alternativas sugiere la necesidad de avanzar hacia modelos de medición que involucren otras plataformas, dispositivos y modos de divulgación de la ciencia, de tal manera que incluyan otros públicos y maneras de circulación del conocimiento.



Segunda parte.

Fundamento metodológico

gación

Capítulo 6

Investi

Revisiones de la literatura en bibliometría

Los estudios bibliométricos basados en los análisis de citas constituyen en la actualidad una categoría de revisiones sistemáticas de la literatura (Guerrero-Sierra et al., 2024; Robledo-Giraldo et al., 2023; Mukherjee et al., 2022; Zuluaga et al., 2022). Su utilidad radica en la posibilidad de emplear metodologías rigurosas para analizar el funcionamiento de un campo de estudio con relación a la producción científica y trazar el panorama intelectual de una disciplina específica (Castanha et al., 2014; Castillo-González et al., 2024; Robledo-Giraldo et al., 2023).

Según Hallinger y Kovačević (2023), las revisiones bibliométricas son un subconjunto de las revisiones sistemáticas que tienen como propósito analizar patrones de producción científica acumulados dentro de un campo o área de conocimiento específico. En este sentido, las revisiones bibliométricas no se centran en el análisis de la evidencia individual de los estudios, sino que analizan la producción científica de grandes volúmenes de datos.

Debido al crecimiento de la producción científica en todas las áreas de conocimiento, los estudios bibliométricos han ganado relevancia porque proporcionan información importante para comprender el progreso de un campo de conocimiento, mapean las principales tendencias de estudio y la organización del conocimiento científico en general. Los análisis bibliométricos también son útiles para comprender las estructuras de la ciencia, sus dinámicas geopolíticas y sociales, la equidad en la distribución de los recursos, entre otros aspectos que pueden promover la reflexión sociológica, histórica y epistemológica de la ciencia como sistema global (Castanha et al., 2014).

Los estudios bibliométricos también han complementado el análisis interno de la literatura científica a partir de la construcción de redes de citas para identificar las tendencias actuales de investigación en un campo o área. En este sentido, los análisis bibliométricos no solo son útiles para el análisis externo de la literatura (por ejemplo, el impacto de autores, revistas e instituciones), sino también para filtrar, segmentar y seleccionar registros

bibliográficos relevantes en un tema de investigación para realizar el análisis interno de la literatura (por ejemplo, la metasíntesis de conceptos, metodologías o evidencia reportada).

La combinación de procedimientos metodológicos para el análisis tanto externo como interno de la literatura científica ha ganado popularidad y relevancia en diversas áreas y disciplinas científicas, entre ellas, las neurociencias (Gómez Tabares et al., 2024; Landínez-Martínez et al., 2022), la metabolómica y las ciencias biomédicas (Valencia et al., 2025; Zuluaga et al., 2016), la psicología (Correa Duque & Gómez Tabares, 2024; Gómez-Tabares & Landínez-Martínez, 2024), ciencias de la administración (Duque & Cervantes-Cervantes, 2019; Duque & Díaz, 2024; Duque et al., 2021), entre otras. Estos estudios combinan el análisis bibliométrico con la revisión sistemática de la literatura, lo que permite obtener un panorama global de los temas de investigación.

Estos análisis permiten mapear tanto la producción científica (impacto de autores, revistas, instituciones, citas y redes de colaboración) como la evolución y tendencias de investigación, por lo que son una alternativa complementaria a las revisiones sistemáticas tradicionales. Al respecto, Lazarides et al. (2023) indican que los estudios bibliométricos permiten clasificar y evaluar registros bibliográficos relevantes de una disciplina científica y que, para ello, deben seguirse procedimientos rigurosos de selección y metodologías de revisión sistemática.

De acuerdo con Donthu et al. (2021), el análisis bibliométrico de la literatura ha ganado gran popularidad por tres razones principales: (a) la disponibilidad de bases de datos científicas, como la Web of Science y Scopus para la recolección de grandes volúmenes de datos científicos; (b) el desarrollo, disponibilidad y acceso a los sistemas de software para realizar análisis bibliométricos de dichos datos. Algunos de estos sistemas de software y entornos son Gephi, VOSviewer, Bibliometrix, Tree of Science, entre otros; y (c) la proliferación de las metodologías bibliométricas en diversos campos científicos, por lo que su utilidad en la investigación es interdisciplinar. En este sentido, se ha considerado que la versatilidad y alcance de las revisiones bibliométricas pueden superar otros métodos de revisión de literatura (Guerrero-Sierra et al., 2024). Todos estos aspectos han aumentado el interés académico en el análisis bibliométrico. Dependiendo de los objetivos y alcances propuestos por los investigadores, las revisiones bibliométricas ayudan a entender los avances teóricos y empíricos en un campo de estudio.

Si bien el análisis bibliométrico es útil para analizar literatura, no es la única opción. Otras metodologías frecuentes son las revisiones de alcance, las revisiones narrativas y, sin duda, la más frecuente es la revisión sistemática de la literatura, que puede complementarse con el metaanálisis (Donthu et al., 2021; Palmatier et al., 2018).

A pesar de que los estudios bibliométricos y las revisiones sistemáticas con metaanálisis tienen en común que emplean metodologías estructuradas y rigurosas para analizar la literatura científica sobre un tema, campo o problema particular, y se basan en técnicas cuantitativas que ayudan evitar o mitigar el sesgo de selección (Donthu et al., 2021), lo cierto es que sus preguntas, objetivos y alcances son diferentes. Por tanto, es importante diferenciar los análisis bibliométricos de las revisiones sistemáticas.

Las revisiones sistemáticas tradicionales y las revisiones bibliométricas

Las revisiones sistemáticas de la literatura son aquellas que emplean métodos o procedimientos estructurados que involucran un conjunto de pasos estandarizados para recopilar, sistematizar y analizar la evidencia de estudios para responder una pregunta de investigación previamente formulada por un investigador (Page et al., 2021; Palmatier et al., 2018). Se centran en la evaluación interna de la literatura, por ejemplo, la precisión, la consistencia, la rigurosidad, los sesgos, entre otros, de los diseños metodológicos, procedimientos y hallazgos reportados en la literatura alrededor de una temática o problema que se operacionaliza en una pregunta de investigación.

Al respecto, la declaración PRISMA ofrece una guía detallada que encapsula los procedimientos sistemáticos para recopilar, seleccionar, evaluar y analizar la literatura, lo cual influye en la evaluación de sesgos y el reporte de resultados (Page et al., 2021). Las revisiones sistemáticas se pueden restringir, por muchas razones, a la síntesis cualitativa, que involucra sistematizar los estudios incluidos y describir los resultados que ayudan a responder la pregunta

de investigación, sin involucrar procedimientos de análisis estadístico de la evidencia reportada en los artículos. A estos estudios se les denomina *revisiones sistemáticas sin metaanálisis*.

En relación con lo anterior, también hay revisiones sistemáticas de la literatura que incluyen metaanálisis que, en esencia, consisten en aplicar técnicas estadísticas para analizar cuantitativamente los resultados estadísticos reportados en los estudios incluidos (por ejemplo, cálculo de tamaños del efecto, análisis de heterogeneidad y sensibilidad, análisis de subgrupos, multivariados y meta regresiones, entre otros) (Page et al., 2021).

Por lo general, en los metaanálisis se estima la direccionalidad y magnitud de las asociaciones y medidas de efecto de un conjunto de variables sobre un desenlace (o resultado), lo cual puede incluir los efectos directos de mediación o moderación. También se analiza estadísticamente la varianza de los desenlaces y los factores que la explican, así como las distribuciones de las estimaciones del tamaño del efecto de los estudios y sus variaciones (Aguinis et al., 2011; Page et al., 2021).

De acuerdo con lo anterior, es importante precisar algunas distinciones entre este tipo de revisiones sistemáticas de la literatura y las revisiones bibliométricas.

Las revisiones sistemáticas exigen una pregunta de investigación específica y bien delimitada a partir de la identificación de un problema o vacío en las investigaciones. Estas preguntas suelen emplear, aunque no exclusivamente, el modelo PICO (P = Población, I = Variable Independiente o Intervención, C = Comparación o variables de Control, R = Variable de Resultado). Un ejemplo para ilustrar este tipo de preguntas podría ser: ¿cuál es el efecto de la desconexión moral sobre el acoso escolar y los mecanismos psicológicos de mediación y moderación en adolescentes escolares entre los 12 y 17 años, según estudios observacionales publicados entre el 2000 y el 2025? Este tipo de preguntas se enfocan en el análisis de la evidencia empírica reportada en estudios originales y permite tanto la síntesis cualitativa como cuantitativa de dicha evidencia. Estas revisiones suelen incluir un número reducido de registros que se ajustan a unos criterios de inclusión previamente delimitados por los investigadores, los cuales permiten responder a la pregunta específica de investigación.

En contraste, los análisis bibliométricos suelen emplear preguntas de investigación generales, con alcances exploratorios o descriptivos. Un ejemplo de pregunta para un estudio bibliométrico sería: ¿cómo ha evolucionado la producción científica y las principales líneas de investigación sobre el estudio del efecto de la desconexión moral en el acoso escolar? Por lo general, son preguntas que se enfocan en analizar patrones de producción científica, la productividad e impacto de autores, revistas, instituciones y países, análisis temáticos y redes conceptuales, identificación de grupos de colaboración, redes de citas y de clúster para identificar líneas o perspectivas de investigación y evolución temática sobre el tema central de estudio.

Los análisis bibliométricos requieren grandes volúmenes de datos de registros bibliográficos, por lo que resultan muy útiles en campos de conocimiento maduros o en expansión. Estos análisis ayudan a situar el campo de estudio, su desarrollo investigativo, su evolución y sus principales líneas de investigación. La Tabla 2 muestra una síntesis de las principales diferencias entre las revisiones sistemáticas y las bibliométricas.

Tabla 2. *Análisis comparativo entre revisiones bibliométricas y revisiones sistemáticas con y sin metaanálisis*

Tipo de revisión	Análisis bibliométrico	Metaanálisis	Revisión sistemática de la literatura
Objetivo	Resume grandes cantidades de datos bibliométricos para presentar el estado de la estructura intelectual y las tendencias emergentes de un tema o campo de investigación.	Resume la evidencia empírica de la relación entre variables, al tiempo que descubre relaciones no estudiadas en estudios existentes.	Resume y sintetiza los resultados de la bibliografía existente sobre un tema o campo de investigación.
Cuando utilizar	Cuando el alcance de la revisión es amplio. Cuando el conjunto de datos es demasiado grande para su revisión manual.	Cuando el objetivo de la revisión es resumir los resultados en lugar de profundizar en el contenido, que puede ser amplio o específico. Cuando los estudios en el campo son homogéneos. Cuando el número de estudios homogéneos disponibles es suficientemente alto. Cuando el número de estudios homogéneos que quedan después de eliminar los de baja calidad es suficientemente alto.	Cuando el alcance de la revisión es específico. Cuando el conjunto de datos es pequeño y lo suficientemente manejable como para que su contenido pueda revisarse manualmente.

Continúa en la página siguiente

Inicia en la página anterior

Tipo de revisión	Análisis bibliométrico	Metaanálisis	Revisión sistemática de la literatura
Cuando no utilizar	Cuando el alcance de la revisión es específico. Cuando el conjunto de datos es pequeño y lo suficientemente manejable como para que su contenido pueda revisarse manualmente.	Cuando los estudios en el campo son heterogéneos. Cuando el número de estudios homogéneos es relativamente bajo. Cuando el número de estudios homogéneos de alta calidad es relativamente bajo.	Cuando el alcance de la revisión es amplio. Cuando el conjunto de datos es demasiado grande para revisarlo manualmente.
Ámbito	Amplio	Amplio Específico	Específico
Conjunto de datos	Grande	Grande Pequeño, pero adecuado.	Grande
Análisis	Cuantitativo (evaluación e interpretación) Cualitativo (solo interpretación)	Cuantitativo (evaluación e interpretación)	Cualitativo (evaluación e interpretación)

Nota. Adaptado de “How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines”, N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey & W. M. Lim, 2021, *Journal of Business Research*, 133, p. 287 (<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>). Copyright © 2021 Elsevier Inc.

Ahora bien, como se mencionó en apartados anteriores, es común emplear tanto procedimientos de análisis bibliométricos como de revisión sistemática de la literatura en un mismo estudio, con el fin de brindar un panorama amplio de los patrones de producción científica en un campo de estudio y de la evidencia empírica más relevante.

La posibilidad de emplear ambos procedimientos en un mismo trabajo académico (por ejemplo, una tesis posgradual o un artículo científico) dependerá de varios aspectos: la claridad teórica y metodológica del investigador a la hora de fundamentar y plantear una o varias preguntas que requieran un análisis interno y externo de la producción científica en torno a un problema o necesidad, la madurez del área de conocimiento o disciplina científica de la que se deriva el problema de investigación, la claridad metodológica en cuanto a los procedimientos de búsqueda, selección, cribado e inclusión de registros científicos en bases de datos para el análisis bibliométrico y la revisión sistemática.

Los estudios citados como ejemplos de estos casos emplean herramientas de análisis bibliométrico para analizar la producción científica y, adicionalmente, emplean procedimientos bibliométricos basados en redes de cocitaciones para identificar clúster o comunidades que permiten analizar la evolución de un campo de estudio o sus perspectivas dominantes de investigación. Estos regis-

tros se emplean para realizar una revisión sistemática de la literatura sobre la evolución y las tendencias de las investigaciones (Correa Duque & Gómez Tabares, 2024; Duque & Cervantes-Cervantes, 2019; Duque & Díaz, 2024; Duque et al., 2021; Gómez Tabares et al., 2024; Gómez-Tabares & Landínez-Martínez, 2024; Landínez-Martínez et al., 2022; Valencia et al., 2025; Zuluaga et al., 2016).

En este sentido, se emplean diferentes procedimientos bibliométricos para mapear la producción científica y analizar la evolución y tendencias de investigación a partir de la evidencia reportada.

gación

Capítulo 7

Investi

Tipos de revisiones bibliométricas

En el capítulo anterior se mencionaron algunas diferencias entre revisiones sistemáticas de la literatura y las bibliométricas, y se hizo alusión a diversos procedimientos de análisis bibliométricos, los cuales complementan la evaluación de la literatura científica. Por tanto, es importante brindar una clasificación de los principales tipos de análisis y los propósitos de estos. En la literatura se destacan varias clasificaciones de métodos bibliométricos, los cuales se muestran a continuación.

La bibliometría evaluativa y la relacional

En la literatura suelen emplearse dos categorías: la bibliometría evaluativa y la relacional (Ninkov et al., 2022). Los análisis bibliométricos evaluativos se orientan a describir las características de la producción científica y su impacto en un campo del conocimiento. En este tipo de revisiones se analiza el factor de impacto (FI) junto con otras métricas, como el índice h , el recuento de citas y publicaciones, así como el análisis de cocitaciones (Hallinger & Kovačević, 2023; Ninkov et al., 2022). También se implementan modelos matemáticos, y estadística descriptiva e inferencial para analizar patrones en la publicación.

En cuanto a la bibliometría relacional, se analizan las asociaciones entre diferentes elementos de la producción científica o unidades de análisis a partir de los metadatos recopilados en diferentes bases de datos y repositorios. En este tipo de revisiones suelen utilizarse técnicas de acoplamiento bibliográfico, análisis de cocitaciones y de coocurrencia de palabras clave. Estas técnicas ayudan a los investigadores a analizar las estructuras y las dinámicas de los campos de investigación, mediante la visualización de clústeres temáticos y tendencias de producción a lo largo del tiempo (De Filippo & Levin, 2018; van Oorschot et al., 2018).

Ahora bien, es importante precisar que esta distinción entre bibliometría evaluativa y relacional es, principalmente, una clasificación conceptual de los objetivos analíticos, ya que en la práctica los estudios bibliométricos suelen combinar ambos tipos de procedimientos para analizar tanto los patrones de producción científica como las estructuras de relación dentro de un campo de investigación. Entender esta distinción conceptual es útil para diferenciar los objetivos analíticos que se emplean en los estudios bibliométricos.

El análisis del rendimiento y el mapeo científico en bibliometría

Zupic & Čater (2015) señalan tres métodos para sintetizar los hallazgos de investigación; las revisiones sistemáticas de la literatura de tipo cualitativa, las revisiones sistemáticas cuantitativas o metaanálisis, y las revisiones bibliométricas (ver Tabla 2). Dentro de las revisiones bibliométricas pueden distinguirse dos usos: los análisis de rendimiento y el mapeo científico (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu et al., 2021; Passas, 2024; Zupic & Čater, 2015).

El análisis de rendimiento examina las contribuciones y el desempeño de los diferentes actores en la producción científica de un campo determinado (por ejemplo, autores, revistas, instituciones y países). Los análisis de rendimiento son descriptivos y sus características son similares a las de la bibliometría evaluativa. Para este tipo de análisis se utilizan métricas relacionadas con el número de publicaciones y métricas de citación (Donthu et al., 2021; Zupic & Čater, 2015). A continuación, se presenta cada una de las métricas relacionadas con las publicaciones y las citaciones (ver Tabla 3):

Tabla 3. Métricas para el análisis del rendimiento en bibliometría

Métricas	Descripción
Métricas relacionadas con las publicaciones	
Número total de publicaciones (TP)	Número total de publicaciones del componente de investigación.
Publicaciones académicas (TP-A)	Número total de publicaciones del componente de investigación procedentes del ámbito académico.
Publicaciones industriales (TP-I)	Número total de publicaciones del componente de investigación procedentes de la industria.
Publicaciones fruto de la colaboración entre el mundo académico y la industria (TP-AI)	Número total de publicaciones del componente de investigación procedentes de la colaboración entre el ámbito académico y la industria.
Número de autores colaboradores (NCA)	Número total de autores que contribuyen a las publicaciones del componente de investigación.
Publicaciones de un solo autor (SA)	Número total de publicaciones de un solo autor del componente de investigación.
Publicaciones en coautoría (CA)	Número total de publicaciones en coautoría del componente de investigación.
Número de años activos de publicación (NAY)	Número de años que el componente de investigación registra una publicación.
Productividad por año activo de publicación (PAY)	$TP \div NAY$
Métricas relacionadas con las citas	
Total de citas (TC)	Número total de citas de los componentes de investigación.
Promedio de citas (AC)	Promedio de citas (por ejemplo, por publicación, por año, por período) de los componentes de investigación.
Métricas relacionadas con las citas y las publicaciones	
Índice de colaboración (CI)	$(NCA \div TP) \div TP$ (es decir, el grado de colaboración de los componentes de investigación).
Coefficiente de colaboración (CC)	$1 - (TP \div NCA)$ (es decir, normaliza el grado de colaboración entre autores entre 0 y 1).
Número de publicaciones citadas (NCP)	Número de publicaciones del componente de investigación que son citadas.
Proporción de publicaciones citadas (PCP)	$NCP \div TP$
Citas por publicación citada (CCP)	TC para NCP
Índice h (h)	h número de publicaciones citadas al menos h veces (es decir, medida de la influencia).
Índice g (g)	g número de publicaciones que reciben al menos g^2 citas (es decir, medida del impacto).
Índice i (i-10, i-100, i-200)	i número de publicaciones citadas al menos i veces (por ejemplo, $i = 10, 100, 200$, etc.).

Nota. Las denominaciones de las métricas fueron traducidas al español; sin embargo, las siglas se conservaron en inglés de acuerdo con la nomenclatura original propuesta por Donthu et al. (2021). Adaptado de “How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines”, N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey & W. M. Lim, 2021, *Journal of Business Research*, 133, p. 289 (<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>). Copyright © 2021 Elsevier Inc.

Por otra parte, el mapeo científico visualiza la estructura y las dinámicas del conocimiento científico. En otras palabras, se analizan las relaciones entre los diferentes componentes de la investigación en un campo de conocimiento, lo cual involucra el análisis de redes para crear representaciones visuales de grupos o comunidades académicas, estructuras y conexiones temáticas, así como redes de colaboración intelectual. En el mapeo científico se emplean las métricas de rendimiento combinadas con el análisis de redes y, en conjunto, permiten construir una representación de la estructura investigativa e intelectual en un campo de estudio (Donthu et al., 2021; Ninkov et al., 2022; Passas, 2024; Robledo-Giraldo et al., 2023; Zupic & Čater, 2015). Mediante el mapeo científico pueden identificarse estructuras de redes conformadas por nodos y aristas que reflejan la evolución y las tendencias emergentes de investigación en un campo de estudio (Duque et al., 2021; Montazeri et al., 2023; Robledo-Giraldo et al., 2023). Al respecto, Donthu et al. (2021, p. 289) presenta una síntesis de las técnicas de mapeo científico, sus propósitos y los datos requeridos (Tabla 4).

Tabla 4. *Síntesis de las técnicas de mapeo científico, sus propósitos, unidades de análisis y datos requeridos*

Técnica	Propósito	Unidad de análisis	Requisitos de datos
Análisis de citas	Analizar las relaciones entre publicaciones identificando las publicaciones más influyentes en un campo de investigación.	Documentos	Título Revistas DOI Referencias
Análisis de cocitaciones	Analizar las relaciones entre publicaciones citadas para comprender el desarrollo de los temas fundamentales en un campo de investigación.	Documentos	Referencias
Acoplamiento bibliográfico	Analizar las relaciones entre publicaciones citantes para comprender el desarrollo periódico o actual de los temas en un campo de investigación.	Documentos	Nombre del autor Título Revistas DOI Referencias
Análisis de cocitaciones	Explorar las relaciones existentes o futuras entre temas en un campo de investigación centrándose en el contenido escrito de la propia publicación.	Palabras	Título Resumen Palabras clave del autor Palabras clave del índice Texto completo
Análisis de coautoría	Examinar las interacciones sociales o relaciones entre autores y sus afiliaciones, así como los impactos equivalentes en el desarrollo del campo de investigación.	Autores	Autor Afiliación (institución y país)

Nota. Adaptado de “How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines”, N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey & W. M. Lim, 2021, *Journal of Business Research*, 133, p. 289 (<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>). Copyright © 2021 Elsevier Inc.

Ventajas y desventajas de las técnicas utilizadas en el análisis bibliométrico

Cada una de las técnicas de análisis bibliométrico permite analizar diferentes aspectos del funcionamiento de un área o campo de estudio y, en conjunto, permiten evaluar y cartografiar la producción científica. Sin embargo, es importante conocer las ventajas y desventajas de cada una de ellas cuando se emplean de manera individual. A continuación, se muestra una síntesis de las técnicas más comunes de análisis del rendimiento y de mapeo científico en bibliometría, con la descripción de cada una de ellas, las unidades de análisis y los tipos de relación, así como sus ventajas y desventajas (Tabla 5).

Tabla 5. *Resumen de las técnicas utilizadas en el análisis bibliométrico, sus ventajas y desventajas*

Técnica	Descripción	Unidad de análisis	Tipo de relación	Ventajas	Desventajas
Cita	Estima la influencia de documentos, autores o revistas a través de los índices de citas.	Documento Autor Revista		Permite encontrar rápidamente los trabajos importantes en un campo.	Las publicaciones más recientes tuvieron menos tiempo para ser citadas, por lo que el recuento de citas como medida de influencia está sesgado hacia las publicaciones más antiguas.
Cocitaciones	Conecta documentos, autores o revistas basándose en apariciones conjuntas en listas de referencias.	Documento Referencia Autor Revista	Autores citados conjuntamente. Documentos citados conjuntamente. Revistas citadas conjuntamente.	Es el método bibliométrico más utilizado y validado. La conexión de documentos, autores o revistas mediante cocitas ha demostrado ser fiable. Dado que la cita es una medida de influencia, ofrece un método para filtrar los trabajos más importantes.	La cocitación se realiza en artículos citados, por lo que no es óptima para mapear frentes de investigación. Las citas tardan tiempo en acumularse, por lo que las nuevas publicaciones no pueden conectarse directamente, sino solo a través de grupos de bases de conocimiento. Se necesitan varias citas para mapear artículos, por lo que es imposible mapear artículos que no son citados con frecuencia.

Continúa en la página siguiente

Inicia en la página anterior

Técnica	Descripción	Unidad de análisis	Tipo de relación	Ventajas	Desventajas
Acoplamiento bibliográfico	Conecta documentos, autores o revistas en función del número de referencias compartidas.	Documento Autor Revista	Referencias comunes en las obras de los autores. Referencias comunes en los documentos. Referencias comunes en las revistas.	Disponible de inmediato: no requiere citas para acumularse. Se puede utilizar para nuevas publicaciones que aún no han sido citadas, campos emergentes y subcampos más pequeños.	Solo se puede utilizar durante un periodo de tiempo limitado (intervalo de cinco años). No identifica de forma inherente las obras más importantes por el número de citas como cocitas; es difícil saber si las publicaciones mapeadas son importantes o no.
Coautores	Conecta a los autores cuando son coautores del artículo.	Autor País de afiliación Institución de afiliación	Coocurrencia de autores en la lista de autores de un documento. Coocurrencia de instituciones y países en la lista de direcciones de un documento.	Puede proporcionar evidencia de colaboración y generar la estructura social del campo.	La colaboración no siempre se reconoce con la coautoría.
Copalabras	Conecta palabras clave que aparecen en título, resumen y palabras clave.	Palabras clave o términos extraídos del título, resumen o documento.	Coocurrencia de términos en un documento.	Utiliza el contenido real de los documentos para el análisis (otros métodos solo utilizan metadatos bibliográficos).	Las palabras pueden aparecer en diferentes formas y tener diferentes significados.

Nota. Adaptado de “Bibliometric methods in management and organization”, por I. Zupic y T. Čater, 2015, *Organizational Research Methods*, 18(3), p. 432 (<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>). Copyright 2015 por SAGE Publications. “Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis”, por M. Aria y C. Cuccurullo, 2017, *Journal of Informetrics*, 11(4), p. 961 (<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>). Copyright 2017 por Elsevier Ltd.

gación

Capítulo 8

Investi

Análisis bibliométrico basado en redes

La bibliometría se fundamenta, en gran medida, en el análisis de redes de citas y cocitaciones de grandes volúmenes de información de las bases de datos bibliográficas, y es útil para evaluar las dinámicas de la producción científica (Robledo et al., 2024; Valencia-Hernandez et al., 2020). De acuerdo con Robledo (2024), “al analizar los patrones de publicación, las redes de citas y las tendencias de investigación, los estudios cuantitativos brindan información esencial sobre la dinámica del progreso científico y el impacto de la investigación en la sociedad” (p. 1).

Así, el análisis de redes se ha convertido en una herramienta valiosa para la investigación bibliométrica, ya que ofrece información sobre los patrones de comunicación y colaboración científica, permite visualizar diferentes estructuras de redes de grandes volúmenes de datos bibliográficos (publicaciones y metadatos) e identificar comunidades de coautoría y tendencias de investigación en un campo (Robledo et al., 2024).

En los análisis de redes, los autores o artículos, según el caso, son representados como nodos que están vinculados entre sí en función de relaciones como las citas compartidas o cocitaciones (Ninkov et al., 2022; Zupic & Čater, 2015). En otras palabras, la red está conformada visualmente por nodos que son unidades de análisis y aristas que son las relaciones entre dichas unidades. Dependiente de la posición de los nodos en una red y sus relaciones con otros nodos, se pueden analizar estructuras ocultas sobre el comportamiento de producción científica en un campo de estudio y sirve para la organización del conocimiento (Hjørland, 2013; Ninkov et al., 2022). Los análisis de redes más comunes son los de citas y cocitaciones que pueden ser de documentos, autores o revistas.

Los análisis de citas determinan la influencia que tienen las publicaciones, autores y revistas en un campo de conocimiento a partir del número de veces son citados en otros estudios relacionados (Błoński, 2023; Robledo et al., 2023). En un análisis de citas se examina la dirección de las citas

directas, por ejemplo, A cita B. En estos casos, A puede ser un artículo o un autor que cita otro artículo o autor (B) y, por tanto, se puede hacer análisis de citaciones de autores o artículos según la unidad de análisis. En este sentido, cuando el artículo o autor A cita al artículo o autor B, ambos quedan conectados mediante un borde en una red dirigida, cuya dirección representa la relación de citación desde A hacia B (Błoński, 2023; Kleminski et al., 2022). Los análisis de citaciones reflejan los procesos de transferencia y difusión del conocimiento científico, por lo que analizar las estructuras de citaciones permite identificar tendencias y relaciones temáticas.

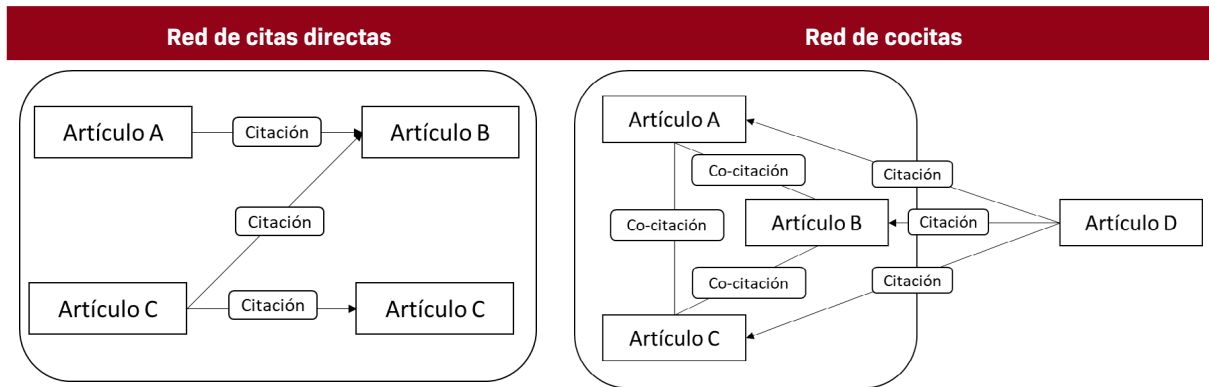
En contraste, el análisis de cocitaciones permite identificar las estructuras cognitivas, sociales y conceptuales de un área de conocimiento, a partir de la coocurrencia con la que dos o más artículos o autores son referenciados conjuntamente en otros artículos o por otros autores (Robledo-Giraldo et al., 2023). En un análisis de cocitaciones, por ejemplo, “el artículo D cita los artículos A, B y C. Así, los pares de artículos respectivos (A y B, A y C, B y C) están en relaciones mutuas en la red de cocita no dirigida” (Kleminski et al., 2022, p. 354) [traducción propia]. Las redes de cocitaciones pueden reflejar un patrón de influencias temáticas o intelectuales que pueden delimitarse en comunidades cognitivas. Esto se debe a los patrones desimilitud temática que se construyen en las cocitaciones de documentos o autores. Por tanto, “si se asume que los documentos altamente citados representan los conceptos, métodos o experimentos claves en un campo, los patrones de co-citación podrían ser usados para identificar y visualizar las relaciones entre estas ideas [clave]” (Miguel et al., 2007, p. 142).

Los análisis de redes de citaciones y cocitaciones pueden emplearse como una metodología cuantitativa para realizar revisiones de literatura (Robledo et al., 2023). Su principal ventaja es la posibilidad de analizar de manera objetiva grandes volúmenes de datos y metadatos de las principales bases de datos y emplear métricas y algoritmos para mapear la manera como ha evolucionado la investigación en un área de estudio, visualizar las principales tendencias de investigación, sus estructuras sociales, conceptuales y temáticas (Robledo et al., 2022, 2023; Valencia-Hernández et al., 2020; Zuluaga et al., 2022).

La Figura 6 muestra una visualización simple de una red de citación y cocitación de documentos. Las redes construidas a partir del análisis de citaciones y cocitaciones ayudan a visualizar grupos de artículos conectados entre sí que comparten un tema común o línea de investigación (Robledo et al., 2022, 2023; Zuluaga et al., 2022).

Figura 6

Ejemplo de una red de citas directas (a) y de cocitaciones (b) de documentos



Nota. Adaptado de “Analysis of direct citation, co-citation and bibliographic coupling in scientific topic identification”, por R. Kleminski, P. Kazienko & T. Kajdanowicz, 2022, *Journal of Information Science*, 48(3), p. 354 (<https://doi.org/10.1177/0165551520962775>). Copyright 2022 por SAGE Publications.

De acuerdo con Robledo-Giraldo et al. (2023), los análisis de redes de citas y cocitaciones pueden ser de documentos y de autores, y permiten mapear el campo de conocimiento a partir de los artículos más influyentes que lo conforman, así como la estructura intelectual y de coautorías y establecer una red que visualiza la conexión entre pares de artículos citados directa y conjuntamente en múltiples fuentes. En un artículo científico, es común utilizar referencias de otros estudios para precisar el tema de investigación. Si varios artículos citan en conjunto ciertas referencias es posible identificar patrones de relacionamiento y mapear estructuras temáticas dentro de un campo de estudio. Cuando estos artículos se citan o cocitan con frecuencia en un área de conocimiento consolidada, surgen comunidades o clusters, dada la similitud temática que presentan dentro de un campo de investigación, y revelan las principales tendencias de investigación, así como su evolución como área de conocimiento (Robledo-Giraldo et al., 2022, 2023).

Análisis de redes gráficas de citas

Los análisis de redes de citas de documentos son útiles para visualizar las perspectivas de investigación en un campo de conocimiento maduro e identificar los artículos más influyentes de cada una. Estos análisis son muy útiles y ampliamente empleados para realizar revisiones bibliográficas (Grisales-Aguirre, 2024; Robledo et al., 2022, 2024).

La visualización es particularmente útil para los análisis de las estructuras de red, las cuales producen representaciones gráficas de campos científicos en los que los nodos representan unidades de análisis. La teoría de grafos estudia las estructuras compuestas por nodos (o vértices) y aristas (o enlaces). En bibliometría, la teoría de grafos se utiliza para modelar estructuras de conocimiento y relaciones entre sus elementos. Es una forma de construir una representación de la ciencia bajo diferentes formas: jerarquías, mapas, subcampos, grupos o comunidades, sean de temas, conceptos, documentos, autores (Grisales-Aguirre, 2024; Kleminski et al., 2022). En los análisis de redes, los nodos representan elementos como autores, documentos, palabras clave, dependiente del tipo de red, y las aristas representan las relaciones entre estos elementos.

Es importante aclarar que las redes pueden ser dirigidas o no dirigidas, según la direccionalidad de los enlaces o aristas con los elementos constituyentes. En el caso de las citaciones directas de documentos, existe una dirección definida del documento que cita hacia el citado (artículo A cita a un artículo B). En el caso de las relaciones de citación, existe una orientación clara de las aristas que van de un nodo de origen A a uno de destino B y, por tanto, se hablaría de una red dirigida. En contraste, en el caso de las cocitaciones de documentos, estos son citados conjuntamente por un tercero, lo que implica que los artículos A y B son citados juntos por el artículo C, en cuyo caso se establece una arista sin dirección definida entre A y B. En este caso sería una red no dirigida, justamente porque existen aristas sin orientaciones (Grisales-Aguirre, 2024; Kleminski et al., 2022; Newman, 2018) (ver Tabla 6).

Tabla 6. *Diferencias entre redes dirigidas y no dirigidas*

Característica	Red dirigida	Red no dirigida
Relación	Asimétrica	Simétrica
Arista	$A \rightarrow B$ (orientada)	$A - B$ (sin dirección)
Uso	Red de citaciones	Red de cocitación

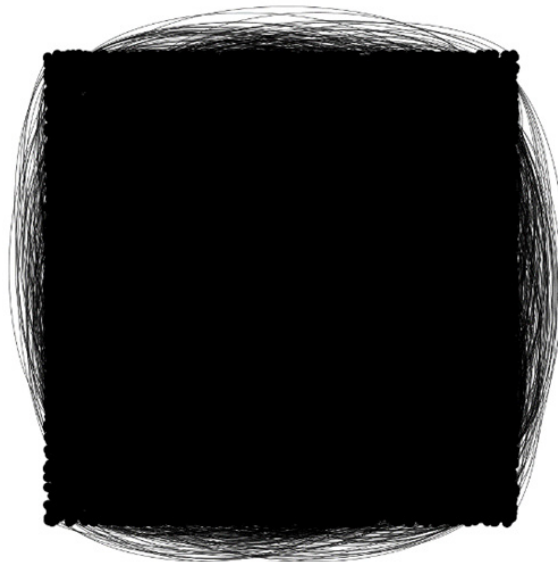
El análisis de redes de citaciones basado en la teoría de grafos es la base del algoritmo SAP que emplea la estrategia de análisis bibliométrico denominada Tree of Science (ToS) (Zuluaga et al., 2022), la cual es ampliamente usada para revisiones de literatura, debido a su alta eficiencia y precisión para la identificación de registros relevantes y su optimización para la construcción de clústeres que reflejan las estructuras evolutivas de un campo de estudio y las principales tendencias de investigación. La plataforma ToS automatiza procedimientos de implementación de métricas y algoritmos de clasificación

y segmentación que se llevan a cabo en sistemas de software como Gephi (Bastian et al., 2009), por lo que es una opción útil e intuitiva para investigaciones.

Para la visualización de los grafos y la construcción de redes complejas se puede emplear Gephi, en el cual pueden implementarse diferentes métricas y algoritmos para visualizar estructuras que no son visibles en otro tipo de análisis (Donthu et al., 2021). A continuación, se muestra un ejemplo de una red inicial de citaciones de documentos en Gephi sin la aplicación de métricas o algoritmos (Figura 7).

Figura 7

Red gráfica inicial de citaciones de documentos construida en Gephi



Nodos totales: 18.669

Aristas totales: 31.729

Nota. Adaptado de “Líneas de investigación en desconexión moral y su impacto en el comportamiento social”, por A. S. Gómez Tabares, 2025, *Dilemas*, 18(2), p. 6 (<https://doi.org/10.4322/dilemas.v18.n2.60966>). Licenciado bajo Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Esta red se construyó a partir de 629 registros bibliográficos extraídos en formato TXT de Web of Science (WoS). La red inicial se diseñó con los registros y el conjunto de referencias utilizadas en cada uno de ellos. Debido a la existencia de referencias duplicadas en cada registro, se implementó el algoritmo de Jaro-Winkler (1989) para eliminar de la red aquellos nodos que presentaban una similitud alta ($> 95\%$). El resultado fue la visualización de un grafo con 18.669 nodos (artículos) y 31.729 aristas o enlaces entre estos nodos (ver Figura 6) (Gómez Tabares, 2025).

Sin embargo, deben implementarse diferentes métricas de grado de centralidad y el algoritmo de detección de comunidades (*clustering*) de Louvain (Blondel et al., 2008) a esta red dirigida de citaciones para visualizar sus estructuras ocultas. A partir del uso de diferentes métricas y algoritmos pueden identificarse clústeres que reflejan características comunes dentro de una estructura disciplinar o campo de estudio (Donthu et al., 2021; Robledo et al., 2022, 2024; Valencia Hernandez et al., 2020; Zupic & Čater, 2015). Estos análisis permiten modelar estructuras de conocimiento que están ocultas en grandes volúmenes de datos o colecciones de documentos.

El algoritmo SAP de ToS (Valencia- Hernández et al., 2020) para construir una red de citaciones de documentos puede modelizarse y graficarse en Gephi (Bastian et al., 2009), mediante el cálculo del componente gigante y una serie de métricas de grado de centralidad (*degree centrality*), las cuales son grado de entrada (*indegree*), grado de salida (*outdegree*) e intermediación (*betweenness*).

El componente gigante se entiende como “el conjunto de nodos que están conectados entre sí, directa o indirectamente. Esto es una estrategia para filtrar las comunidades que no están conectadas con la comunidad principal” (Grisales-Aguirre, 2024, p. 34). En otras palabras, introducir el componente gigante en la red, ayuda a descartar aquellos nodos o enlaces que no están conectados a red general (Gómez Tabares, 2023). Este procedimiento garantiza la integridad y la conexión de los nodos dentro de la red de citaciones para proceder a calcular las métricas de grado de centralidad e intermediación (Robledo et al., 2024).

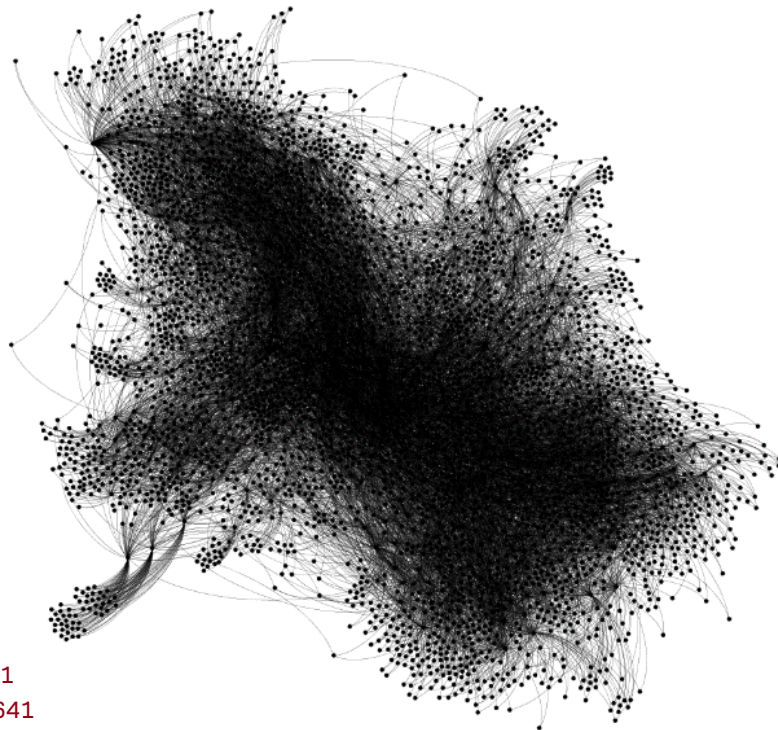
El grado de centralidad hace referencia al número de conexiones totales que tiene un nodo en una red, independiente de su direccionalidad. En las redes dirigidas de citaciones, se implementan varias métricas de centralidad: grado de entrada, que determina el número de aristas que conectan con los nodos, y el grado de salida, que hace referencia al número de enlaces o aristas salientes desde los nodos. El grado de intermediación hace referencia a la capacidad de un nodo para conectar o transportar información entre grupos de nodos no conectados, en los que cada nodo representa a un componente de la investigación (Donthu et al., 2021; Grisales-Aguirre, 2024; Robledo et al., 2014, Zuluaga et al., 2016).

En el caso de una red de citaciones de documentos, el grado de entrada es el número de veces que un artículo es citado y el grado de salida sería la cantidad de citas que un artículo emite o ha hecho a otros documentos. Estas métricas permiten segmentar la producción científica en función de parámetros de citación e identificar clústeres que pueden revelar la evolución del campo de estudio a partir los estudios clásicos (grado de entrada alto y salida cero), estructurales (grado de intermediación alto) y recientes (grado de salida alto y un grado de entrada cero) (Duque et al., 2021; Robledo et al., 2014, 2022, 2023, 2024; Zuluaga et al., 2016, 2022). En este sentido, los artículos clásicos o fundacionales son aquellos que han recibido muchas citas en el campo de estudio, los artículos estructurales son lo que han recibido citas y que, a su vez, han citado los estudios clásicos, y los artículos recientes, han citado los estudios clásicos y estructurales, pero aún no han recibido citas. Esta clasificación es la base de la Tree of Science (Robledo et al., 2022, 2024; Zuluaga et al., 2022).

A continuación, se muestra un ejemplo de una red de citaciones de documentos en Gephi después de calcular el componente gigante (Figura 8).

Figura 8

Red gráfica de citaciones de documentos después de calcular el componente gigante



Nodos totales: 3.581
Aristas totales: 16.641

Nota. Adaptado de “Líneas de investigación en desconexión moral y su impacto en el comportamiento social”, por A. S. Gómez Tabares, 2025, *Dilemas*, 18(2), p. 6 (<https://doi.org/10.4322/dilemas.v18.n2.60966>). Licenciado bajo Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Al comparar el grafo de la red inicial (Figura 6) y la red después de calcular el componente gigante (Figura 7), puede observarse una disminución sustancial de 15.088 nodos y 15.088 aristas, que no estaban fuertemente conectados a la red principal, y a partir de allí se pueden identificar los artículos más importantes gracias a la aplicación de los parámetros de grado de centralidad e intermediación, a saber, artículos clásicos, estructurales y recientes que corresponden a la propuesta Tree of Science (Robledo et al., 2014).

Además del cálculo de las métricas de grado de centralidad e intermediación en Gephi, se puede calcular el PageRank como medida adicional o alternativa (Ding et al., 2009), que tiene aplicaciones en bibliometría para identificar en la red de citaciones aquellos documentos que han tenido un impacto o influencia notable en el campo de estudio y, por tanto, se debe priorizar su inclusión en una revisión. El PageRank también puede ser útil en los análisis de agrupación para seleccionar los registros más importantes, por ejemplo, del grupo de artículos clásicos, estructurales o recientes, o de algún clúster que refleje una línea de investigación. Al respecto, Donthu et al. (2021) señalan que una publicación con un PageRank alto se considera de “alta calidad” y, por lo tanto, “imprescindible” entre las publicaciones más citadas (p. 291) [traducción propia]. Por tal motivo, es una medida complementaria que ayuda a seleccionar artículos.

Ahora bien, también es posible extraer comunidades dentro de una red gráfica de citaciones de documentos, lo que permite visualizar grupos o clúster de documentos que reflejan perspectivas de investigación, aspecto ya señalado en diferentes apartados anteriores. Para visualizar los clústeres dentro de una red dirigida de citaciones en Gephi, es necesario emplear algoritmos de agrupación. De acuerdo con Donthu et al. (2021), la agrupación es una técnica de enriquecimiento para los análisis bibliométricos, que se utiliza para crear y visualizar clústeres temáticos dentro de la red, lo cual permite una mayor comprensión del desarrollo de un campo de estudio. Existen varias técnicas de agrupación, entre ellas, la agrupación jerárquica, el escalamiento multidimensional, el análisis factorial y los algoritmos de Island, Louvain (Zupic & Čater, 2015).

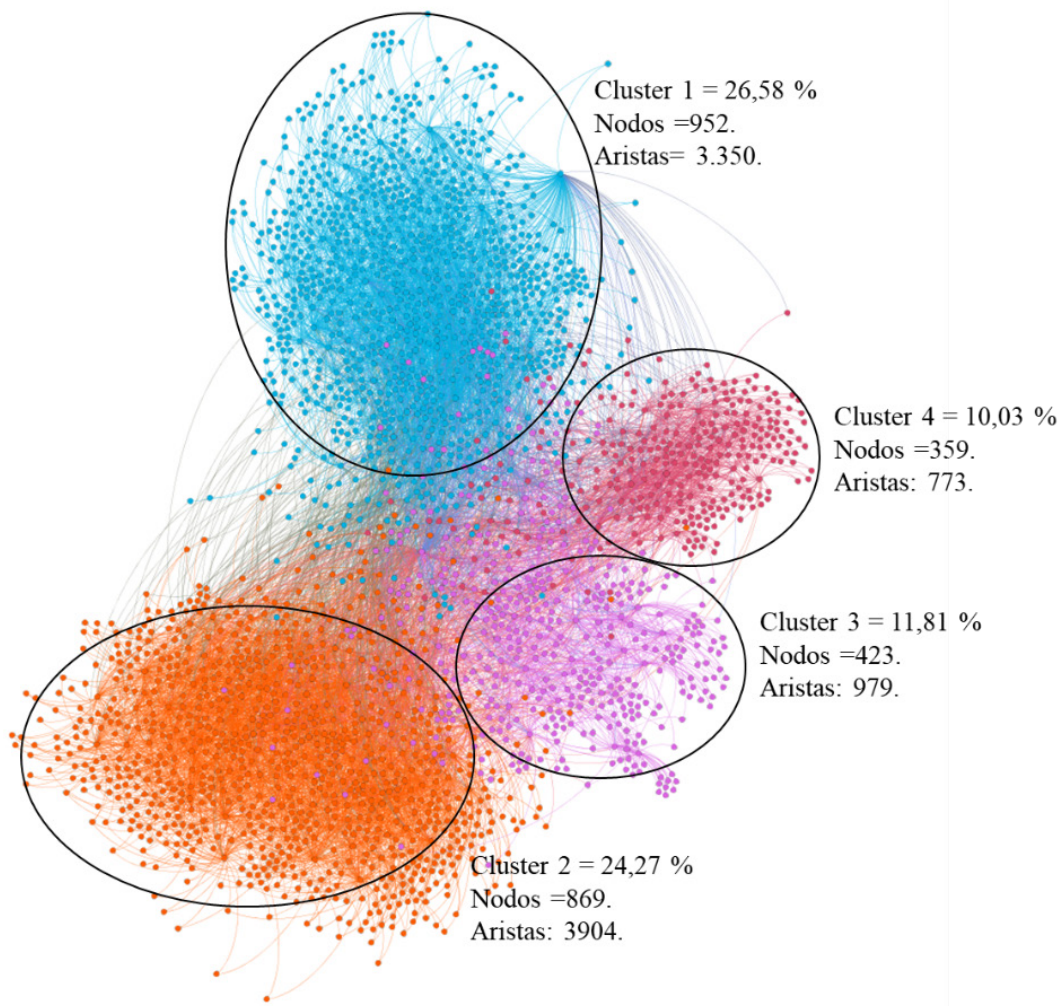
El algoritmo de Louvain (Blondel et al., 2008) es uno de los más eficientes para la clasificación de datos y reporta una alta precisión para detectar grupos o comunidades de grandes redes (Zupic & Čater, 2015). Louvain utiliza y maximiza la noción de modularidad (*Modularity Class*) de una red para establecer comunidades independientes que están fuertemente conectadas entre sí. La *modularidad* es una medida que determina la calidad de la partición de un grafo en un conjunto de clústeres o comunidades (Grisales-Aguirre, 2024). Mediante el componente de modularidad se puede visualizar la partición del grafo que representa la red, de tal modo que una modularidad alta representa un conjunto de comunidades o grupos fuertemente conectados entre sí y que, al mismo tiempo, tienen pocos enlaces con otras comunidades.

El algoritmo de Louvain opera asignando cada nodo de la red a una comunidad separada; luego calcula si añadir un nodo de una comunidad a otra genera una ganancia de modularidad. Si el nodo aumenta la modularidad, entonces dicho nodo es ubicado en la comunidad con la ganancia superior. Posteriormente, el algoritmo hace iteraciones de este proceso hasta que no se produce ningún cambio en la estructura de la comunidad o no sea posible mejorar la modularidad y, por tanto, los nodos quedan asignados a clústeres bien definidos (Blondel et al., 2008; Grisales-Aguirre, 2024; Liu et al., 2012; Newman, 2006; Zupic & Čater, 2015). Este algoritmo posibilita medir la relevancia y calidad de la segmentación de la red en grupos o comunidades que, en el caso de una red dirigida de citaciones de documentos académicos, reflejan subáreas o perspectivas de investigación.

A continuación, se continúa con el ejemplo del proceso de transformación final de la red en Gephi mediante el algoritmo de Louvain para la clasificación y el componente de modularidad para la visualización de los clústeres principales del grafo. La Figura 9 muestra la visualización final del grafo con la extracción de los cuatro clústeres principales, que en conjunto conforman el 73 % de la red total de citaciones (Gómez Tabares, 2025).

Figura 9

Clasificación y visualización de los principales clústeres de la red gráfica de citas mediante el algoritmo de Louvain y el componente de modularidad



Nodos totales: 2.604

Aristas totales: 11.546

Nota. Adaptado de “Líneas de investigación en desconexión moral y su impacto en el comportamiento social”, por A. S. Gómez Tabares, 2025, *Dilemas*, 18(2), p. 7 (<https://doi.org/10.4322/dilemas.v18.n2.60966>). Licenciado bajo Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Cada clúster está compuesto por un conjunto de nodos conectados fuertemente a su comunidad y separados de las demás, reflejando estructuras que representan subáreas o perspectivas de investigación. Después de realizar todo el proceso descrito que permitió la transformación de la red inicial hasta la detección de comunidades (*clustering*), se emplean las métricas de centralidad e intermediación, y el PageRank para identificar los registros bibliográficos que tengan mayor influencia o relevancia en cada uno de los clústeres.

A partir de allí, el investigador debe nombrar cada clúster o comunidad en función de la evaluación de dichos registros (artículos científicos, libros y capítulos de investigación). Esto se puede hacer mediante análisis de las palabras clave más frecuentes de los registros del clúster para extrapolar tendencias temáticas y la revisión de los títulos, palabras clave y resumen de los registros más conectados a la red para identificar la perspectiva de investigación. Una vez hecho esto, el investigador podrá realizar el análisis de contenido de los registros seleccionados y reportar los resultados principales.

gación

Capítulo 9

Investi

Pasos para el análisis bibliométrico

Los análisis de redes dirigidas de citas son ampliamente utilizados para el mapeo científico y la revisión de la literatura. Estudios recientes en diversas áreas de conocimiento emplean redes dirigidas de citas, basadas en la teoría de grafos, para analizar la evolución de la investigación en un tema particular e identificar los clústeres dominantes de la red de citas que reflejan las principales tendencias de investigación (Correa Duque & Gómez Tabares, 2024; Donthu et al., 2021; Duque & Cervantes-Cervantes, 2019; Duque & Díaz, 2024; Duque et al., 2021; Gómez Tabares et al., 2024; Gómez-Tabares & Landínez-Martínez, 2024; Landínez-Martínez et al., 2022; Valencia et al., 2025; Verma & Gustafsson, 2020; Zuluaga et al., 2016).

Estos estudios suelen emplear bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017) para el mapeo científico y para la revisión de literatura sobre la evolución y tendencias de estudio que utilizan Gephi (Bastian et al., 2009) o Tree of Science (Robledo et al., 2022, 2024). Como se mostró en el capítulo anterior, Gephi es ideal para visualizar los nodos y aristas de la red de citas y emplear métricas de centralidad e intermediación (por ejemplo, *indegree*, *outdegree*, *betweenness*) y el algoritmo de Louvain con el componente de modularidad para identificar los clústeres principales de acuerdo con el comportamiento de citas en el campo de estudio.

La plataforma Tree of Science emplea el algoritmo SAP diseñado por Valencia-Hernández et al. (2020) para automatizar la creación de la red de citas de documentos que permite identificar la estructura de conocimiento de un campo a partir de los registros de Web of Science y Scopus. Tree of Science clasifica los documentos a partir de una visualización metafórica: documentos fundacionales (raíz), estructurales (troncos), recientes (hojas) y perspectivas actuales (ramas). A partir de estos procedimientos, los autores de los estudios mencionados realizan revisiones de literatura sobre la evolución y las tendencias de investigación en un campo de estudio, cuyo enfoque puede ser de desarrollo conceptual, teórico o empírico.

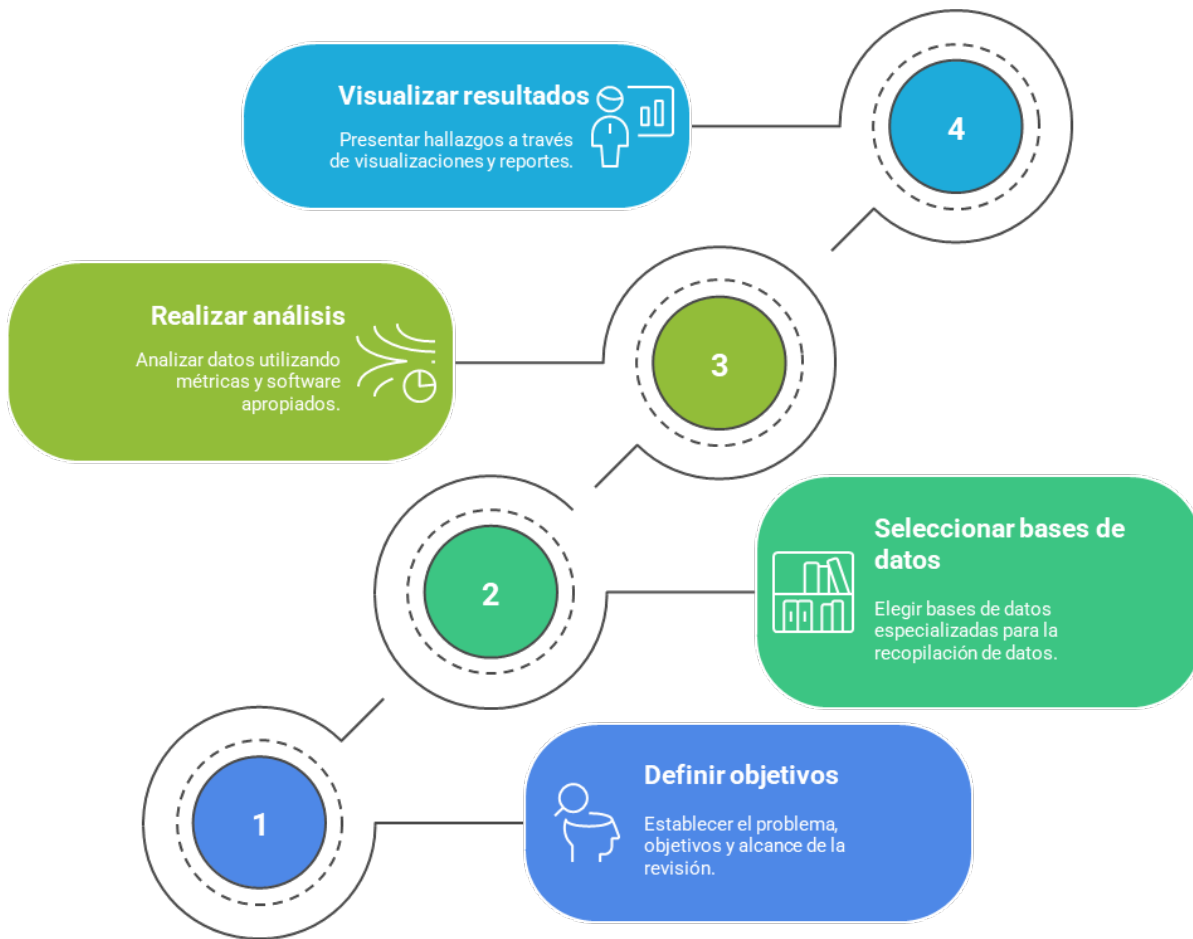
Independientemente de las herramientas y software para la construcción de redes bibliométricas para el análisis de la literatura, es indispensable contar con un procedimiento metodológico que garantice la rigurosidad en el proceso de formulación, recolección, extracción y preparación de los datos para realizar los análisis bibliométricos.

Por lo general, las revisiones bibliométricas siguen varios pasos metodológicos (ver Figura 10). **El primer paso es definir el problema, los objetivos y alcances de la revisión**, lo cual involucra la formulación de preguntas susceptibles de abordarse mediante un estudio bibliométrico, y a partir de allí se eligen las métricas adecuadas. **El segundo paso es la selección de las bases de datos** para la búsqueda y recopilación de registros bibliográficos. Este paso requiere que el investigador conozca el campo de estudio para emplear los términos de búsqueda y operadores adecuados, y a partir de allí refinar o acotar la ecuación de búsqueda y exportar los registros para el siguiente paso. Cuando se emplean varias bases de datos, especialmente que cuentan con registros similares (por ejemplo, Scopus y Web of Science), se necesitan pasos adicionales relacionados con la limpieza y preprocesamiento de los registros bibliográficos, como lo es la eliminación de los duplicados y la corrección de los metadatos (por ejemplo, nombres y apellidos de autores, años, entre otros) y según el propósito de la investigación emplear procedimientos de cribado de registros.

El tercer paso es el análisis bibliométrico de los registros previamente exportados. Deben seleccionarse las métricas o técnicas bibliométricas pertinentes de acuerdo con los objetivos del estudio y seleccionar el software bibliométrico apropiado para los análisis respectivos. Dependiente del tipo de análisis empleado, por ejemplo, un análisis de redes dirigidas de citas o no dirigida de cocitaciones de documentos, que implican diseñar una red con los registros de la ecuación de búsqueda y las referencias de cada registro, es necesario emplear algoritmos para identificar la semejanza de los registros superior al 95 % dentro de la red y eliminarlos. En este sentido, los procedimientos en este paso dependerán del tipo de análisis bibliométrico. **El cuarto paso** es el de visualización para la presentación de resultados y reporte descriptivo-interpretativo. El reporte en este paso es similar a un estudio empírico que contiene una sección de resultados. La Figura 10 sintetiza estos pasos para el análisis bibliométrico.

Figura 10

Pasos para el análisis bibliométrico



Esta estructura de cuatro pasos delimita los principales componentes que todo investigador debe considerar al momento de realizar un estudio bibliométrico. Sin embargo, el número de pasos puede variar según los autores. Al respecto, Zupic y Čater (2015) proponen un flujograma de cinco pasos para realizar análisis de mapeo científico (ver Tabla 7), los cuales son muy similares a los propuestos en la Figura 10. La principal diferencia es la separación de la visualización de resultados respecto a su interpretación. Esta perspectiva es coherente considerando la distinción entre elementos descriptivos y elementos interpretativos/explicativos dentro de los análisis bibliométricos.

Tabla 7. *Los cinco pasos para realizar análisis de mapeo científico propuestos por Zupic y Čater (2015)*

Pasos	Componentes
Paso 1: Diseño de la investigación	Formulación de la pregunta de investigación Elección del tipo de análisis para la pregunta de investigación (por ejemplo, cocitación, acoplamiento bibliográfico, coautoría, citación directa, entre otros).
Paso 2: Compilación de datos bibliométricos	Selección de la base de datos adecuada. Filtrar y exportar los datos bibliográficos de acuerdo con la ecuación de búsqueda.
Paso 3: Análisis	Elección del software bibliométrico Limpiar los datos Realizar el conjunto de análisis según las técnicas seleccionadas.
Paso 4: Visualización	Elección del método de visualización preferido (por ejemplo, análisis de redes). Selección del software adecuado para implementar la visualización.
Paso 5: Interpretación	Describir e interpretar los hallazgos.

Nota. Adaptado de “Bibliometric methods in management and organization”, por I. Zupic & T. Čater, 2015, *Organizational Research Methods*, 18(3), p. 433 (<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>). Copyright 2015 por SAGE Publications.

Por otra parte, Passas (2024) propone una ruta de siete pasos para el análisis bibliométrico (ver Tabla 8), y sugiere diferentes herramientas y software para lograr los resultados en cada paso. Las distintas rutas de 4, 5 y 7 pasos son muy similares, y se diferencian únicamente en que establecen alguna división de procesos relacionados con la organización de los datos, la selección de técnicas y el análisis.

Tabla 8. *Propuesta de siete pasos para realizar análisis de mapeo científico propuesto por Passas (2024)*

Pasos	Descripción	Herramienta/ Software	Resultado esperado
1. Definir los objetivos de la investigación.	Defina claramente los objetivos del análisis bibliométrico.	N/A	Preguntas y objetivos de investigación claros.
2. Búsqueda bibliográfica y recopilación de datos.	Recopile bibliografía relevante de las bases de datos Web of Science, Scopus y Google Scholar, o recopile datos brutos (por ejemplo, de bases de datos no especializadas) y cree su propia base de datos.	EndNote, Zotero, Mendeley	Un conjunto de datos completo de publicaciones relevantes.
3. Limpieza y preprocesamiento de datos.	Limpie y preprocese los datos para garantizar su precisión (por ejemplo, eliminando duplicados y corrigiendo los nombres de los autores).	R, Python, Excel o LibreOffice	Un conjunto de datos refinado y preciso listo para su análisis.
4. Selección de técnicas bibliométricas.	Elija las técnicas bibliométricas adecuadas en función de los objetivos de la investigación (por ejemplo, análisis de cocitaciones, análisis de palabras coincidentes, acoplamiento bibliográfico).	VOSviewer, CiteSpace	Identificación de técnicas de análisis adecuadas.
5. Análisis de datos	Realice el análisis utilizando las técnicas elegidas.	R, Python, VOSviewer, CiteSpace	Conocimientos y patrones en la bibliografía.
6. Visualización	Visualice los resultados para facilitar su interpretación y presentación.	VOSviewer, CiteSpace, Bibliometrix, Gephi, Tree of Science	Gráficos, mapas y otras representaciones visuales de los datos.
7. Interpretación y presentación de informes.	Interprete los resultados y prepare un informe en el que se detallen las conclusiones y sus implicaciones.	MS Word, LaTeX	Un informe completo con conocimientos y recomendaciones.

Nota. Adaptado de “Bibliometric analysis: The main steps”, por I. Passas, 2024, *Encyclopedia*, 4(2), pp. 1022–1023 (<https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065>). Licenciado bajo Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0).

Paso 1. Definir el problema, los objetivos y alcances de la revisión

Por lo general, las revisiones bibliométricas emplean una combinación de técnicas para analizar los diferentes comportamientos y patrones de producción científica en un campo del conocimiento, por lo que los estudios tienden a formular objetivos y preguntas generales para el análisis bibliométrico en un campo específico. Sin embargo, es importante precisar que cada una de las técnicas mencionadas sirve para responder preguntas de investigación

específicas. Al respecto, Zupic y Čater (2015, p. 432) proponen una serie de preguntas de investigación guía para diversos procedimientos de análisis bibliométrico (ver Tabla 9), las cuales son útiles para definir los objetivos y alcances del estudio, y brindar una guía para complementar la pregunta global con cuestionamientos secundarios o complementarios según los propósitos de la investigación.

Tabla 9. Preguntas de investigación para diversos procedimientos de análisis bibliométrico

Análisis de citas
¿Qué autores son más influyentes en la investigación de una revista?
¿Qué revistas y disciplinas han tenido mayor impacto en una línea de investigación?
¿Quiénes son los autores más importantes en un campo de investigación determinado?
¿Cuáles son las referencias más influyentes en el campo o área específica?
Análisis de cocitación
¿Cuál es la estructura intelectual de un área o campo de conocimiento?
¿Quiénes son los investigadores centrales, periféricos o puente en este campo?
¿Cómo se ha difundido el concepto a través de la literatura de investigación?
¿Cuál es la estructura de la comunidad científica en un campo concreto?
¿Cómo ha evolucionado la estructura conceptual, intelectual o temática-investigativa de este campo a lo largo del tiempo?
Acoplamiento bibliográfico
¿Cuál es la estructura intelectual de la literatura reciente en un campo de estudio?
¿Cómo refleja dicha estructura la diversidad y riqueza de los enfoques teóricos existentes?
¿Cómo se ha desarrollado a lo largo del tiempo la estructura intelectual subcampo o línea de investigación?
Análisis de coautoría
¿Los autores de diferentes disciplinas trabajan juntos en un nuevo campo de investigación o se mantienen dentro de los límites de su disciplina?
¿Qué factores determinan la coautoría?
¿Qué efecto tiene la colaboración en el impacto?
¿Los artículos con varios autores se citan más?
¿Los autores más prolíficos colaboran con más frecuencia?
¿Los artículos con autores internacionales se citan más?
¿Cuál es la estructura social del campo de estudio?
Análisis de copalabras
¿Cuál es la dinámica de la estructura conceptual de un campo?
¿Cuáles son los componentes conceptuales en un tema o área de estudio?
¿Cuáles son los temas asociados a una línea de investigación concreta?
¿Cómo ha evolucionado un concepto clave en un área de investigación?

Nota. Adaptado de “Bibliometric methods in management and organization”, por I. Zupic & T. Čater, 2015, *Organizational Research Methods*, 18(3), p. 432 (<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>). Copyright 2015 por SAGE Publications.

Paso 2. Base de datos, ecuación de búsqueda y recopilación de datos

Similar a la investigación empírica, un estudio bibliométrico requiere de una cantidad importante de datos para los respectivos análisis y garantizar que estos sean de calidad. En este sentido, la primera decisión que debe tomar el investigador es la elección de las fuentes de datos que mejor se ajusten al tema de estudio y área de conocimiento (Moral-Muñoz et al., 2020). Para ello se emplean las bases de datos bibliográficas, también denominadas bases de datos de citas (Ibáñez, 2015), las cuales permiten identificar registros bibliográficos sobre un tema particular y el impacto de estos a partir de las citas de las revistas, las publicaciones y sus autores.

En la actualidad, pueden encontrarse muchas bases de datos bibliográficas en diferentes campos de estudio para la búsqueda de registros (ver Tabla 10). Sin embargo, los resultados pueden variar en términos de la cantidad y calidad de los registros, por lo que no todas tienen la misma utilidad para realizar un análisis bibliométrico (Moral-Muñoz et al., 2020).

Tabla 10. Principales repositorios y bases de datos bibliográficas

Multidisciplinarias	Ciencias de la Salud	Ciencias Sociales y Humanidades	Ciencias exactas, ingenierías	Acceso abierto/ Multidisciplinares
Web of Science	PubMed	ERIC	IEEE Xplore	DOAJ
Scopus	MEDLINE	JSTOR	ScienceDirect	SciELO
Google Scholar (buscador)	Embase	ProQuest Social Sciences	arXiv (repositorio)	Redalyc
	CINAHL	Project MUSE	ACM Digital Library	OpenAlex
	PsycINFO	SpringerLink	SpringerLink	

Como se observa en la Tabla 10, la cobertura de algunas bases de datos, repositorios y plataformas de datos bibliométricos se limita a campos científicos particulares. Otras bases de datos son multidisciplinarias y son bastante útiles para explorar la productividad académica global. Las bases de datos multidisciplinarias son las más utilizadas para el análisis bibliométrico. Estas bases de datos son similares y útiles para analizar los registros y citas de estos, así como exportar los metadatos de la ecuación de búsqueda para realizar análisis bibliométricos (Duque & Díaz, 2024; Moral-Muñoz et al., 2020). El investigador debe conocer los conceptos o términos especiali-

zados que se emplean en los artículos científicos y que delimitan el campo de estudio o problema de investigación, y a partir de allí emplear una Ecuación de Búsqueda (EB) en bases de datos científicas.

Para la construcción de la EB puede ser útil consultar listas de términos de tesauros o catálogos de autoridades de bibliotecas, ya que facilitan la identificación de términos técnicos, variantes terminológicas y relaciones con otros términos. Sin embargo, su uso debe entenderse como un recurso de apoyo, dado que la selección de palabras clave suele fundamentarse en el conocimiento del área o fenómeno específico de investigación y en el análisis preliminar de la literatura relevante.

Por lo general, en una EB se utilizan diferentes términos separados por operadores booleanos y se complementan con símbolos de truncamiento para mejorar la búsqueda, sea para delimitar, ampliar o refinar los resultados deseados en la base de datos. Una adecuada EB refleja la producción en un campo de estudio y determina la calidad de los análisis bibliométricos. Por tanto, la identificación de los conceptos clave, el uso correcto de los operadores y símbolos, y el uso de herramientas de filtro que ofrecen las bases de datos son el punto de partida metodológico de todo estudio bibliométrico. A continuación, se muestra cada uno de los operadores booleanos y símbolos de truncamiento, su función y uso dentro de una ecuación de búsqueda simple (ver Tabla 11).

Tabla 11. Operadores y símbolos dentro de una ecuación de búsqueda simple

Operadores / Símbolos	Función	Ejemplo	Resultado esperado
AND	Identifica registros que contengan cada término en la EB.	Bibliometrics AND scientometrics	Registros que contengan ambos términos.
OR	Identifica registros que contengan al menos uno de los términos.	Bibliometrics OR scientometrics	Registros que contengan cualquiera de los dos términos.
NOT	Excluye términos de la búsqueda.	Bibliometrics OR scientometrics NOT altmetrics	Registros sobre bibliometría o cienciometría, pero que excluyen las altrimétricas.
"" (comillas)	Busca una frase exacta.	"Co-citation analysis"	Solo registros con esa frase exacta.
* (asterisco)	Truncamiento: sustituye cualquier número de caracteres.	scientometr*	Recupera registros con cualquier terminación posible.
? (signo de interrogación)	Reemplaza un solo carácter.	wom?n	Recupera woman y women.
() (paréntesis)	Agrupar operaciones para controlar el orden lógico.	(Bibliometrics OR Scientometrics) AND "Co-citation analysis"	Aplica OR antes que AND.

Es importante señalar que la ecuación de búsqueda y la forma de relacionar términos se adaptan a cada base de datos. Por ejemplo, Scopus y Web of Science permiten establecer parámetros específicos en los campos de búsqueda para realizar la EB por título o por tema. Una búsqueda por título establece una regla sintáctica según la cual los términos de la ecuación deben aparecer en el título de los artículos, mientras que una búsqueda por tema permite que los términos aparezcan en el título, el resumen y las palabras clave de los artículos.

En este paso, los investigadores deben realizar la EB y exportar el conjunto de registros con todos los metadatos, incluidas las referencias citadas, por ejemplo, en formato txt o bib.text, entre otros, según el caso. También pueden recopilar datos brutos de sus búsquedas manuales y crear su propia base de datos personalizada. En este caso, es muy importante que el investigador utilice un gestor de referencias para organizar los registros y poder exportarlos en formatos que permitan su análisis con el software seleccionado. Para ello, se recomiendan herramientas como EndNote, Mendeley y Zotero, de acceso abierto.

Tanto WoS como Scopus son consideradas las bases de datos más relevantes en la actualidad (Duque & Díaz, 2024; Guerrero-Sierra et al., 2024; Martín-Martín et al., 2018; Moral-Muñoz et al., 2020; Prancutè, 2021), y la combinación de ambos registros permiten un panorama completo de la producción de conocimiento en un tema o área específica (Duque & Díaz, 2024). Sin embargo, también se ha reportado que muestran un sesgo hacia el idioma inglés (Singh et al., 2023), por lo que es necesario emplear términos en este idioma.

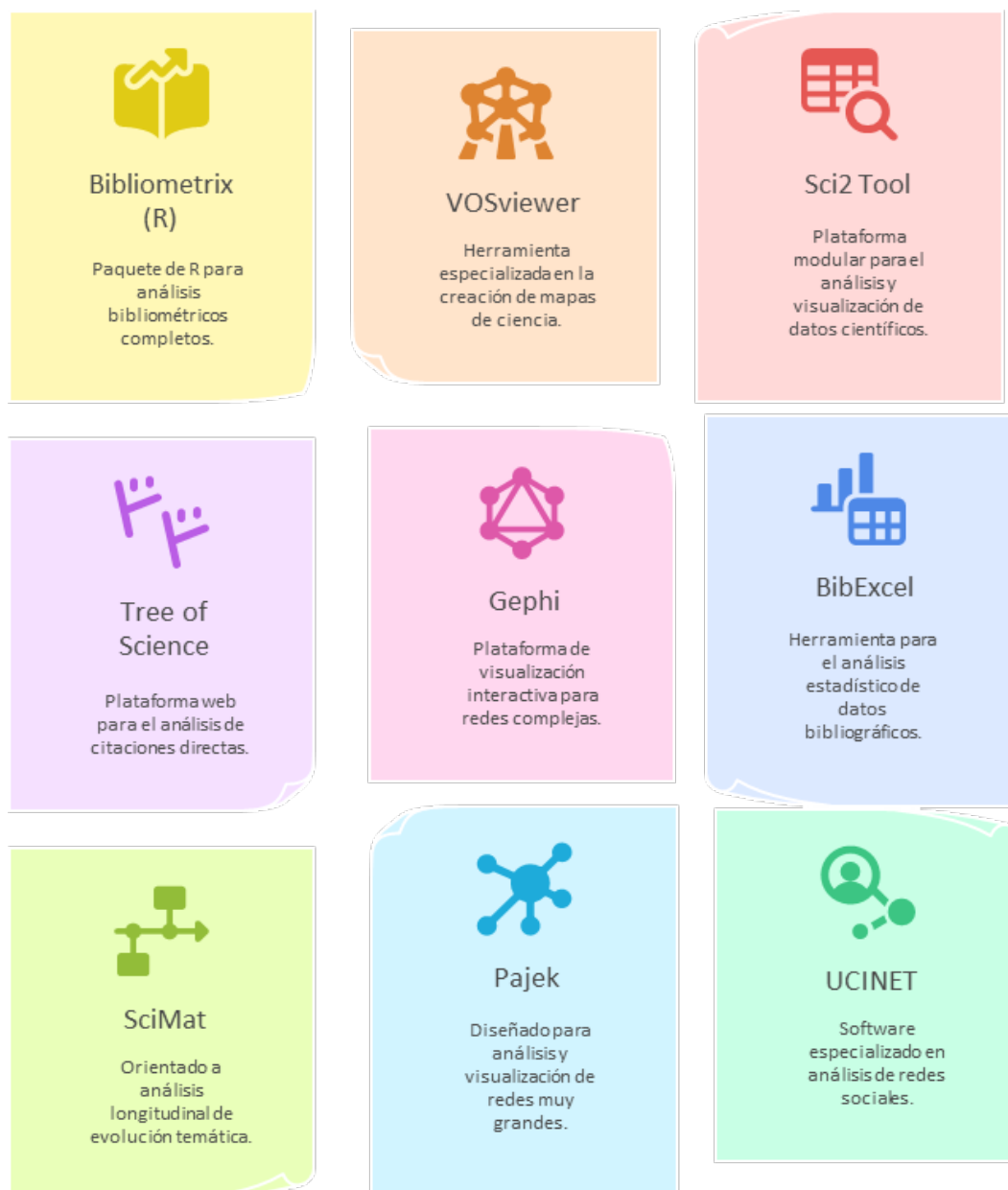
Dada la similitud de algunas bases de datos se ha reportado un solapamiento importante de los registros de Web of Science, Scopus y Google Scholar, por lo que es altamente probable encontrar duplicados cuando se emplean búsquedas en dos o tres de estas bases. (Guerrero-Sierra et al., 2024; Sember et al., 2010). En este sentido, la identificación y eliminación de registros duplicados cuando se utilizan varias bases de datos es una etapa obligatoria antes de iniciar los análisis bibliométricos, la cual hace referencia a limpieza y preprocesamiento de datos.

Paso 3. Selección de software y análisis bibliométrico

En la actualidad hay diferentes sistemas de software especializados para realizar todo tipo de análisis bibliométricos, entre los que destacan el análisis de redes de citas, co citas y coautorías, coocurrencia y acoplamiento bibliográfico, visualización temática y mapeo científico completo, clusterización, evolución temporal y tendencias de un área de conocimiento, entre otros. La Figura 11 muestra algunos de los softwares empleados para el análisis bibliométrico.

Figura 11

Principales softwares para el análisis bibliométrico



Cada uno de ellos tiene funciones, métricas y algoritmos específicos para el análisis bibliométrico. Por ejemplo, tanto Bibliometrix (paquete de R) como VOSviewer (software especializado) son herramientas ampliamente utilizadas para analizar la productividad científica (fuentes, autores, países), realizar análisis de citas, coautorías, cocitaciones, acoplamiento bibliográfico, coocurrencia de palabras clave, análisis temporal y evolución temática en un campo de estudio, y visualizar redes (clústeres), lo que permite realizar mapeos científicos completos. Estos análisis también pueden realizarse con algunas limitaciones en otras funciones de otros programas como Sci2tool, Gephi, BibExcel, SciMAT, y con funciones más reducidas en Pajek, UNICET y Tree of Science. Este último está más enfocado en el análisis de redes de citaciones.

En la actualidad, Bibliometrix y VOSviewer son los softwares más empleados para realizar diferentes tipos de análisis en bibliometría y ciencia-metría debido a su versatilidad para llevar a cabo análisis completos de mapeo científico y a su interfaz intuitiva. El uso de Bibliometrix o VOSviewer para el mapeo científico se puede complementar con la visualización de redes de citas dirigidas para identificar la evolución y las tendencias de la investigación en un campo de estudio mediante el uso de Gephi y Tree of Science. Los tipos de análisis que pueden realizarse ya se han descrito ampliamente en apartados anteriores.

En la tercera parte de este libro se priorizarán solo algunos de estos programas y plataformas para ejemplificar los procedimientos de un estudio bibliométrico. Para el mapeo científico y los diferentes procedimientos de análisis de redes se empleará el paquete Bibliometrix para R Studio, y para el análisis de clúster basado en redes dirigidas de citaciones se utilizará la plataforma Tree of Science, ideal para revisiones sobre la evolución y las tendencias de investigación sobre un campo de estudio (Robledo et al., 2022, 2024). Se empleará Sci2 tool y Gephi para diseñar y visualizar redes dirigidas de citaciones con el fin de replicar y visualizar los clústeres de los resultados de Tree of Science.

Paso 4. Visualización y reporte de resultado

El último paso es la ejecución de los procedimientos de análisis bibliométrico e informar los hallazgos. Dependiendo de los análisis, por ejemplo, análisis de agrupamientos, redes de coocurrencia, citas y cocitas, entre otros, se emplean visualizaciones que reflejan los principales resultados. Por lo general, las visualizaciones van acompañadas de precisiones metodológicas y descripciones específicas de lo que se quiere mostrar, lo cual tiene una doble función: la comprensión por parte de los lectores y la reproducibilidad de los análisis por parte de los investigadores. Por ejemplo, al diseñar una red dirigida de citas, es necesario reportar los procedimientos, parámetros, métricas y algoritmos empleados.

Las visualizaciones son pruebas analíticas que reflejan tanto los procedimientos empleados como los hallazgos del estudio, los cuales deben describirse con detalle.

La redacción de los análisis y los resultados tienden a ir juntos en los estudios bibliométricos (Donthu et al., 2021). Sin embargo, dependiendo del formato, por ejemplo, un artículo científico, los procedimientos de análisis y el reporte de resultados podrían ubicarse en las secciones de metodología y resultados (Zupic & Čater, 2015). Los resultados de los estudios, que se suelen comunicar mediante la visualización de figuras y tablas, deben ir acompañados de descripciones e inferencias analíticas que permitan generar nuevo conocimiento y una comprensión clara sobre el problema, objetivo, temática o campo de estudio que se está analizando mediante los análisis bibliométricos.

A continuación, en el componente práctico, se hará un ejercicio de visualización de diferentes procedimientos de análisis bibliométrico y la descripción de los resultados.



Tercera parte.

Fundamento práctico

gación

Capítulo 10

Investi

Procedimientos metodológicos para el mapeo científico: un enfoque aplicado al estudio de la producción en cienciometría y bibliometría

En esta sección final del libro se mostrará de manera sintética la aplicación de los diferentes pasos para el análisis bibliométrico (ver Capítulo 9). Este reporte es meramente ilustrativo y se centra en mostrar los distintos procedimientos de análisis descritos en los capítulos anteriores desde una perspectiva práctica y aplicada, con un mayor énfasis en el paso 4 de visualización y reporte de resultado.

Paso 1. Problema, objetivo y alcance de la revisión

Debido a que el tema central de este libro es la bibliométrica y la cienciometría, se consideró pertinente realizar un análisis de la producción científica publicada en la Web of Science sobre bibliometría y cienciometría. Como se mencionó en los primeros capítulos, estas disciplinas proveen procedimientos para mapear las estructuras, dinámicas y patrones de producción de un campo de conocimiento, y de allí la proliferación de estudios bibliométricos en los últimos años en distintas áreas de conocimiento. Si bien los estudios bibliométricos han proliferado en los últimos años, es relativamente menor la literatura que integra diferentes enfoques de mapeo científico para analizar las tendencias de producción, su evolución y las líneas de investigación del propio campo de la bibliometría y la cienciometría.

De allí que la pregunta central que guiará este ejercicio es **cómo han evolucionado la producción científica, los patrones y las tendencias en cienciometría y bibliometría**. También se pueden plantear preguntas secundarias o complementarias relacionadas con los diferentes procedimientos de mapeo científico que se realizarán (ver Tabla 9).

De acuerdo con lo anterior, se ha planteado el siguiente objetivo general: analizar la producción científica, su evolución y tendencias de la investigación en cienciometría y bibliometría mediante procedimientos de mapeo científico y redes dirigidas de citas, a partir de publicaciones indexadas en Web of Science.

Paso 2. Base de datos, ecuación de búsqueda y recopilación de datos

Los datos para este reporte se recopilaron en Web of Science (WoS). A continuación, se presentan los parámetros empleados en la búsqueda.

Tabla 14. Ecuación de búsqueda

Base de datos	Web of Science (Colección principal)
Fecha de consulta	07/08/2025
Periodo de búsqueda	2010-2025
Campo de búsqueda	Título
Términos de búsqueda	(Bibliometrics* OR scientometrics* OR "science mapping")
Registros	1737

Los resultados arrojaron 1737 registros, que se exportaron junto con las referencias citadas en formato de texto plano (.txt). Dado que WoS tiene un límite de descarga de 500 registros, se exportaron los registros del 1 al 500, luego del 501 al 1000 hasta alcanzar los 1737. Posteriormente, se fusionaron los registros en formato txt. Este procedimiento de fusión de registros puede efectuarse en diversos formatos (CSV, txt, BibTeX), y se pueden realizar directamente en Bibliometrix, RStudio, o VOSviewer

Paso 3. Selección de software y análisis bibliométrico

Los procedimientos de análisis bibliométrico se dividirán en dos partes: mapeo científico y análisis de redes de citas. Para el mapeo científico, se empleará el paquete Bibliometrix para R Studio. Se mostrará la producción científica a lo largo del tiempo, el análisis del impacto y la relevancia de las principales revistas, autores, documentos y países; las colaboraciones entre autores y países; el análisis de palabras y el agrupamiento temático y por acoplamiento; las redes de coocurrencia y la estructura intelectual mediante redes de citas de autores (Aria & Cuccurullo, 2017; Robledo-Giraldo et al., 2023; Zupic & Čater, 2015).

Para el análisis de redes de citas de documentos, se empleó Gephi para crear, visualizar y analizar la red con los 1737 registros de WoS. El procedimiento consistió en crear una red dirigida donde los nodos son documentos y las aristas representan citas de un documento a otro, y se detectaron los registros duplicados a partir del umbral de similitud de 0.95 para fusionar nodos que representan el mismo documento, y se actualiza la red dirigida de citas para su visualización inicial.

Una vez actualizada la red de citas, se procedió a aplicar las métricas de centralidad, intermediación, componente gigante y modularidad. A continuación, se muestra el procedimiento paso a paso que debe emplearse en Gephi para el análisis de la red (Tabla 12).

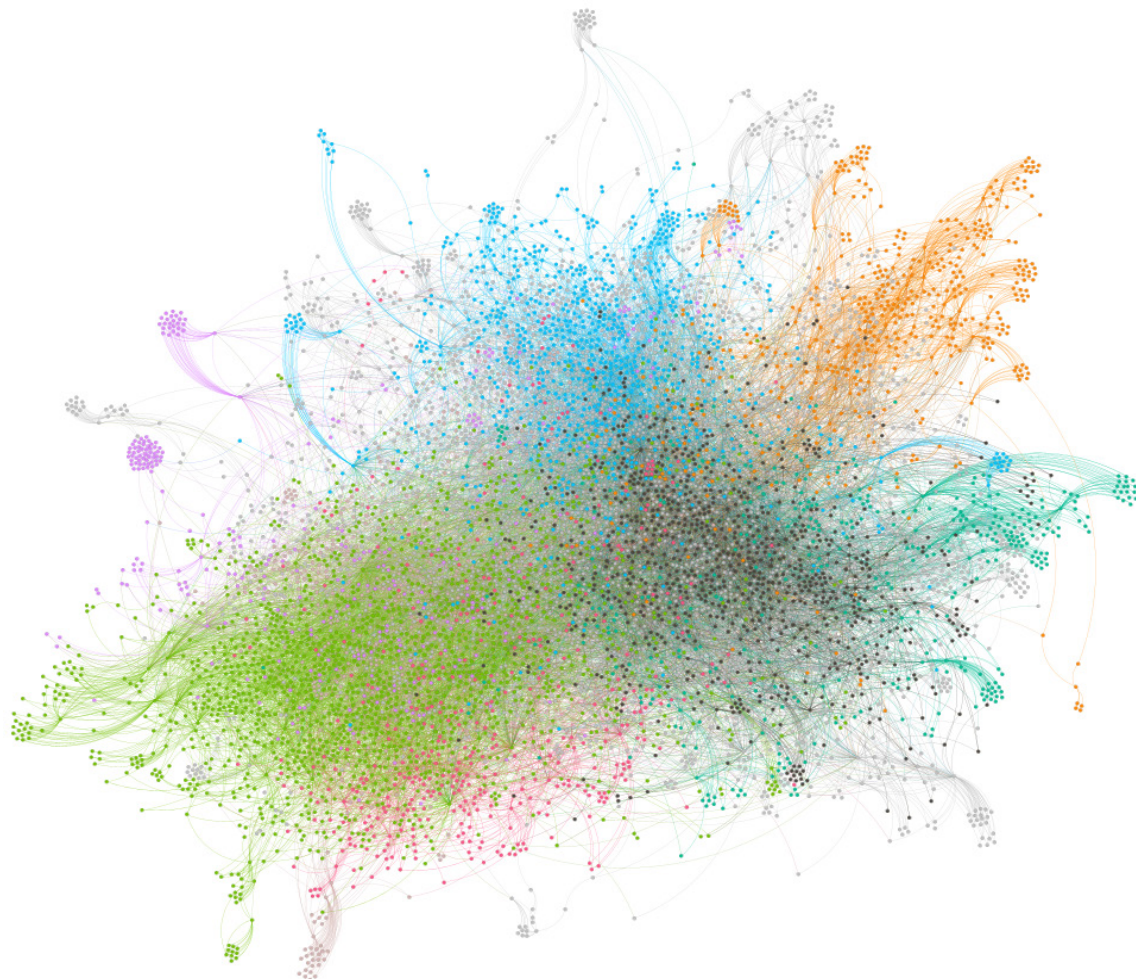
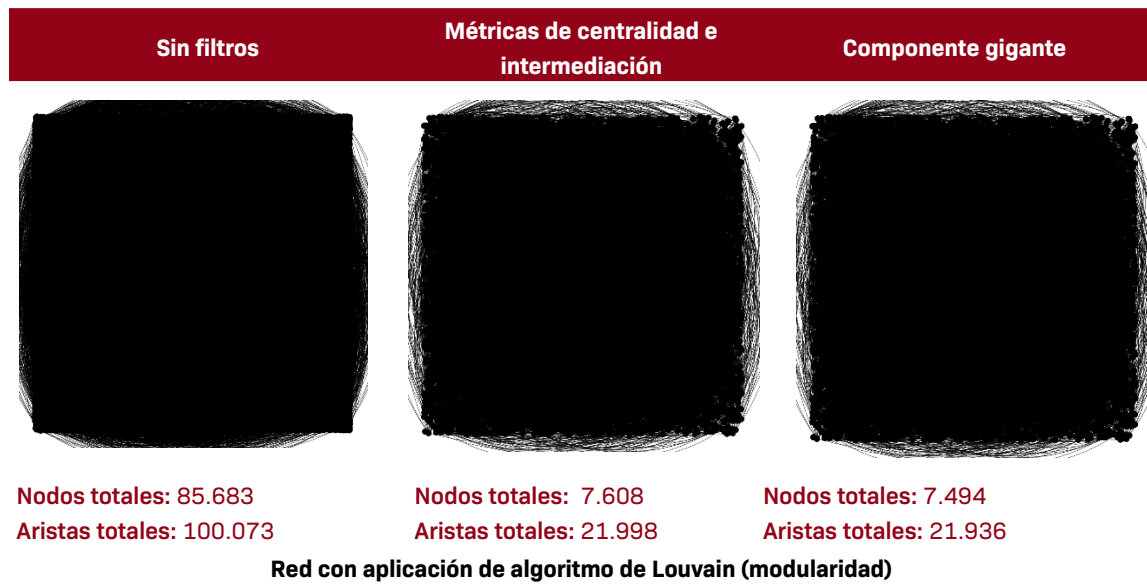
Tabla 12. *Procedimiento en Gephi de análisis y partición de la red*

Pasos	Descripción
Selección inicial	
Seleccionar grafo dirigido	Indicar que el análisis se realizará sobre una red dirigida, donde las aristas tienen sentido (origen → destino).
Aplicación de filtros	
Ejecutar filtro de grado medio	En el panel de <i>Filtros</i> , aplicar el filtro de grado medio para excluir nodos con baja conectividad según grado de entrada y salida.
Filtros por atributos y particiones	Usar la ruta: Atributos → Partición → Grado de entrada / Grado de salida para segmentar la red según la conectividad de los nodos.
Operador de intersección / exclusión de nodos	Usar operador → intersección / NOT (nodos) para combinar filtros y excluir nodos que no cumplen ciertos criterios.
Parámetros del filtro	Configurar parámetros: intersección con NOT nodos → entrada = 1, salida = 0. Esto mantiene solo nodos con al menos un enlace entrante y sin enlaces salientes.
Reducción de la red	
Filtrar la red	Aplicar el filtro anterior para reducir la red a los nodos relevantes.
Análisis topológico	
Componente gigante	En topología → componente gigante, identificar y conservar el subgrafo más grande y conectado de la red.
Cálculo de métricas globales	Grado medio. Grado medio con pesos. Diámetro de la red. Densidad de grafo. HITS. <i>PageRank</i> . Componentes conexos.
Partición y detección de comunidades	
Partición por modularidad	Usar partición → <i>modularity class</i> para detectar comunidades dentro de la red, asignando colores a cada grupo según la pertenencia modular.
Visualización	

Una vez implementados los procedimientos en Gephi, se exportaron todos los registros de la red de citaciones de la sección de laboratorio de datos con el fin de detectar los registros más relevantes según las métricas de centralidad, intermediación y modularidad, y así informar sobre los artículos clásicos, estructurales y recientes, así como sobre los clústeres principales que reflejan las tendencias de investigación. El proceso de transformación de la red dirigida de citaciones se muestra a continuación (Figura 12):

Figura 12

Transformación de la red dirigida de citas en Gephi



Nodos totales: 7.494
Aristas totales: 21.936

Paso 4. Visualización y reporte de resultado

Al igual que en el paso anterior, el informe de resultados estará segmentado en dos partes. La primera parte es el mapeo científico realizado en Bibliometrix y la segunda, el análisis de redes de citas en Gephi, que mostrará los principales registros en forma de estructura de árbol de la ciencia y las tendencias de investigación. Como se mencionó en apartados anteriores, este último análisis también se puede realizar en la plataforma de Tree of Science (<https://tos.coreofscience.org/> y <https://tos.coreofscience.com/>), adjuntando la ecuación de búsqueda de WoS o Scopus.

gación

Capítulo 11

Investi

Mapeo científico de la producción en cienciometría y bibliometría

Todos los análisis y visualizaciones que se presentan a continuación se realizaron mediante el paquete Bibliometrix utilizando su interfaz gráfica Biblos-hiny. Para obtener una descripción detallada del código, las características del paquete, los comandos y procedimientos, se puede consultar la obra de Aria y Cuccurullo (2017).

Análisis general de la producción

La Figura 13 muestra la información principal de los registros de la ecuación de búsqueda empleada en WoS entre los años 2010 y 2025. Se detectaron 1737 documentos vinculados a 5093 autores y 891 revistas académicas. El 25,62 % de la producción reporta coautoría internacional y el promedio de citas por documento es de 21.

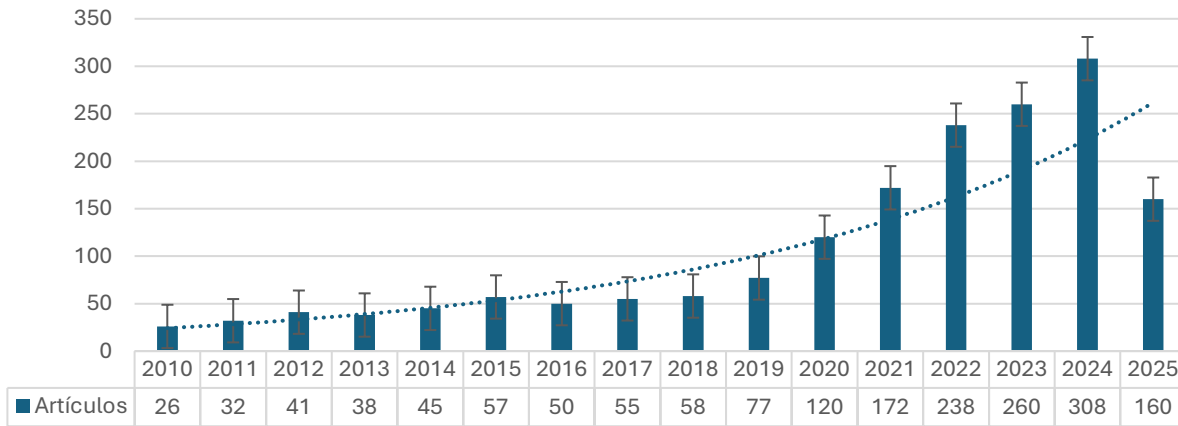
Figura 13

Información principal de los registros de la EB en WoS



La Figura 14 muestra un crecimiento exponencial del 12,88 % en la producción científica anual sobre bibliometría y cienciometría, lo que evidencia un campo de conocimiento en expansión y crecimiento constante.

Figura 14
Producción científica anual



Análisis de las fuentes principales

La Tabla 13 muestra las diez revistas de mayor impacto organizadas según su índice h. *Scientometrics* y *Journal of Informetrics* son revistas especializadas en la difusión de estudios específicos de bibliometría y cienciometría, y presentan un alto impacto en cuanto a las citas recibidas y su índice h. Además, se evidencia que los primeros trabajos fueron publicados en el año 2010. Por otra parte, *Sustainability*, *Journal of the Association for Information Science and Technology* y *Library Hi Tech* son revistas de carácter multidisciplinar de alto impacto en la publicación de estudios en bibliometría para el análisis de diversos temas en campos como las ciencias de la computación y la información, las ciencias sociales, la sostenibilidad ambiental, entre otros.

Tabla 13. Las diez revistas de mayor impacto según el índice h

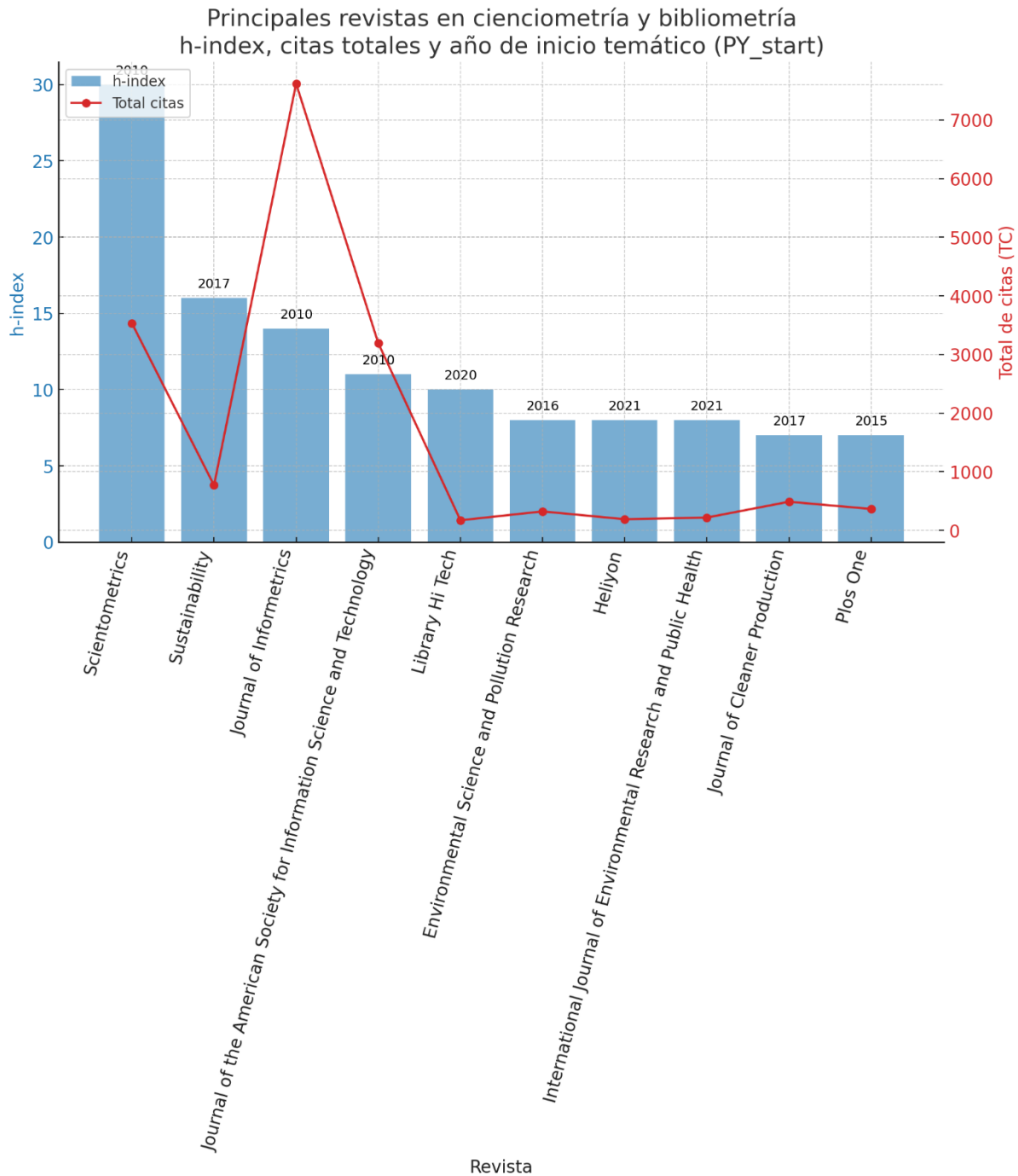
Revistas	h	g	m	TC	PY_start
Scientometrics	30	55	1,875	3535	2010
Sustainability	16	26	1,778	769	2017
Journal of Informetrics	14	27	0,875	7621	2010
Journal of the Association for Information Science and Technology	11	16	0,688	3193	2010
Library Hi Tech	10	12	1,667	172	2020
Environmental Science and Pollution Research	8	16	0,800	323	2016
Heliyon	8	13	1,600	190	2021
International Journal of Environmental Research and Public Health	8	11	1,600	218	2021
Journal of Cleaner Production	7	10	0,778	488	2017
Plos One	7	10	0,636	365	2015

Nota. h= Índice h; g= Índice g; m = Índice; TC = total de citas recibidas; PY_start = año de publicación de los primeros artículos.

La Figura 15 integra toda la información presentada en la Tabla 13 para visualizar el comportamiento de las revistas según su impacto (índice h y total de citas) en función del año de inicio temático.

Figura 15

Las diez revistas con mayor impacto (índice h y total de citas) según el año de inicio temático



Análisis del impacto de los principales autores

La Tabla 14 muestra los diez autores con mayor impacto según el índice h. Lutz Bornmann presenta el mayor impacto en el campo de estudio, con una producción sostenida desde 2012, mientras que Manuel Jesús Cobo Martín destaca por el mayor volumen de citas (más de 3500) y es el segundo autor con el índice h más alto. Autores como Enrique Herrera-Viedma, Werner Marx y Loet Leydesdorff gozan de gran visibilidad en el campo de la cienciometría, con un alto índice de citas y una larga trayectoria en la producción científica desde 2011. Los demás autores en la tabla tienen una producción más reciente, pero con alto potencial de crecimiento.

Tabla 14. Los diez autores de mayor impacto según el índice h

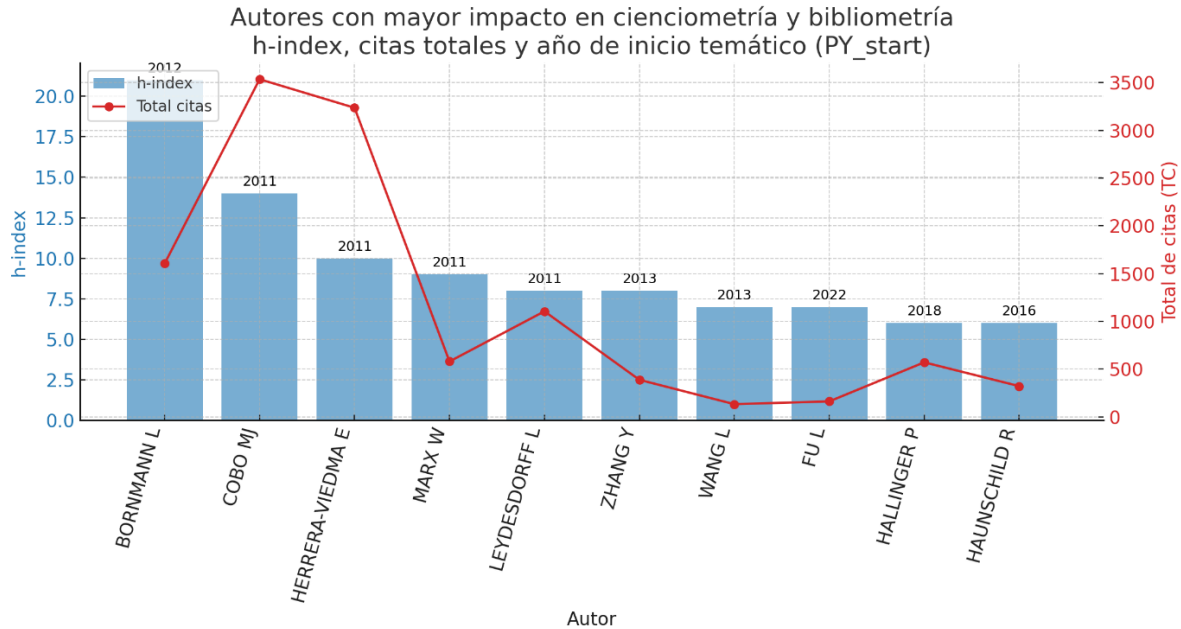
Autor	índice h	índice g	índice m	TC	PY_start
Bornmann, L.	21	39	1,5	1605	2012
Cobo, M. J.	14	16	0,933	3535	2011
Herrera-Viedma, E.	10	12	0,667	3236	2011
Marx, W.	9	12	0,6	580	2011
Leydesdorff, L.	8	13	0,533	1105	2011
Zhang, Y.	8	19	0,615	388	2013
Wang, L.	7	9	0,538	133	2013
Fu, L.	7	10	1,75	162	2022
Hallinger, P.	6	6	0,75	571	2018
Haunschild, R.	6	7	0,6	322	2016

Nota. h= Índice h; g= Índice g; m = Índice m; TC = total de citas recibidas; PY_start = año de publicación de los primeros artículos.

La Figura 16 visualiza las trayectorias de impacto de los autores (índice h y citas) de acuerdo con los años en que aparecieron sus primeras publicaciones.

Figura 16

Los diez autores con mayor impacto (índice h y total de citas) según el año de inicio temático



Análisis de la productividad de los principales autores

Además del impacto de los autores, se analizó su productividad en términos del número de artículos publicados y el año de inicio de su producción (Tabla 15). Lutz Bornmann se destaca por su alta productividad e impacto, reflejando procesos de calidad en la generación de conocimiento dentro de su comunidad científica. Le siguen autores con alta productividad, pero menor índice h, lo que refleja que solo algunos de sus artículos han logrado una alta visibilidad y citación en el campo de estudio.

Es importante destacar que el autor Manuel Jesús Cobo Martín evidencia un equilibrio entre la productividad y el impacto, mostrando un índice h de 14 sobre 16 publicaciones que acumulan 3535 citaciones desde el 2011 hasta la actualidad. Esto indica el impacto que tienen sus artículos en el campo de estudio.

Tabla 15. Los diez autores más relevantes según el número de publicaciones

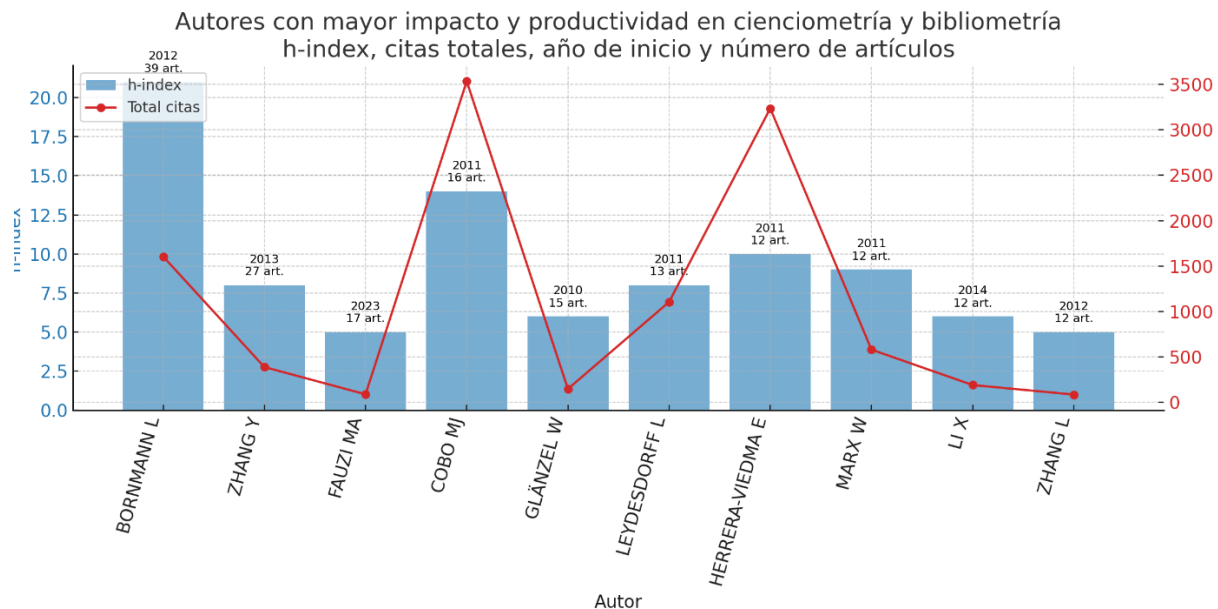
Autores	Artículos	índice h	TC	PY_start
Bornmann, L.	39	21	1605	2012
Zhang, Y.	27	8	388	2013
Fauzi, M. A.	17	5	88	2023
Cobo, M. J.	16	14	3535	2011
Glänzel, W.	15	6	147	2010
Leydesdorff, L.	13	8	1105	2011
Herrera-Viedma, E.	12	10	3236	2011
Marx, W.	12	9	580	2011
Li, X.	12	6	190	2014
Zhang, L.	12	5	85	2012

Nota. h= Índice H; TC = total de citas recibidas; PY_start = año de publicación de los primeros artículos.

La Figura 17 visualiza simultáneamente las trayectorias de impacto de los autores (índice h y citas) de acuerdo con su productividad (número de artículos) y trayectoria (año de inicio de publicaciones). En cuanto a la trayectoria, se observó que los autores iniciaron su producción entre los años 2010 a 2013, generando un ecosistema de investigaciones que promueve la generación de conocimiento y la consolidación del campo de estudio

Figura 17

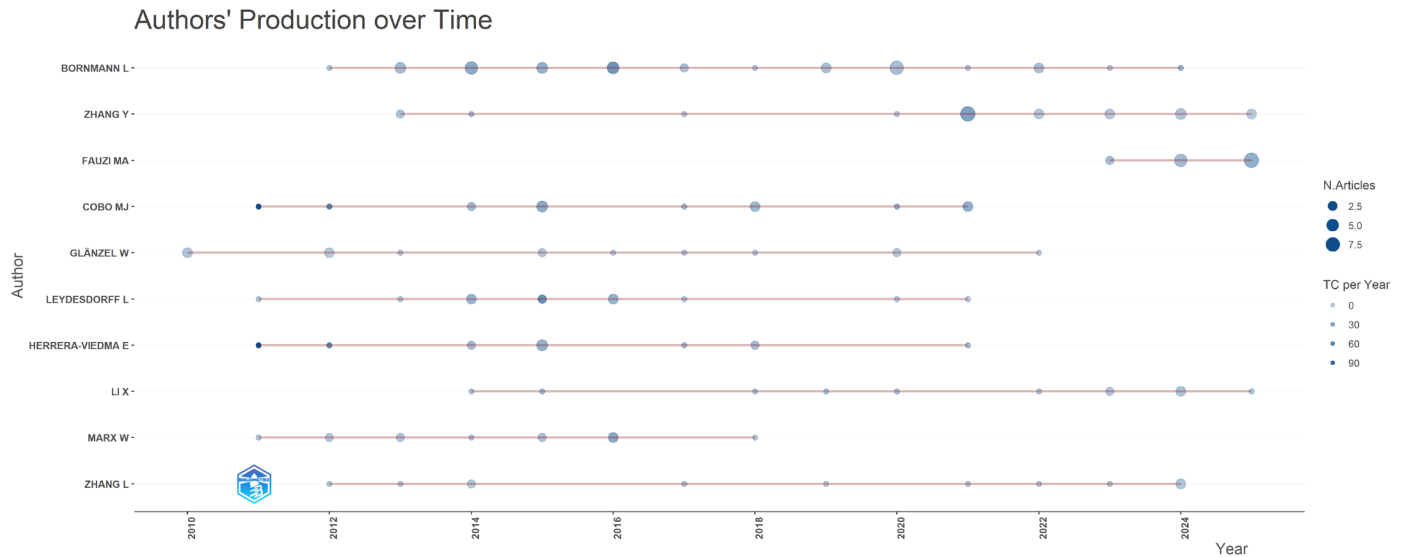
Los diez autores con mayor productividad e impacto



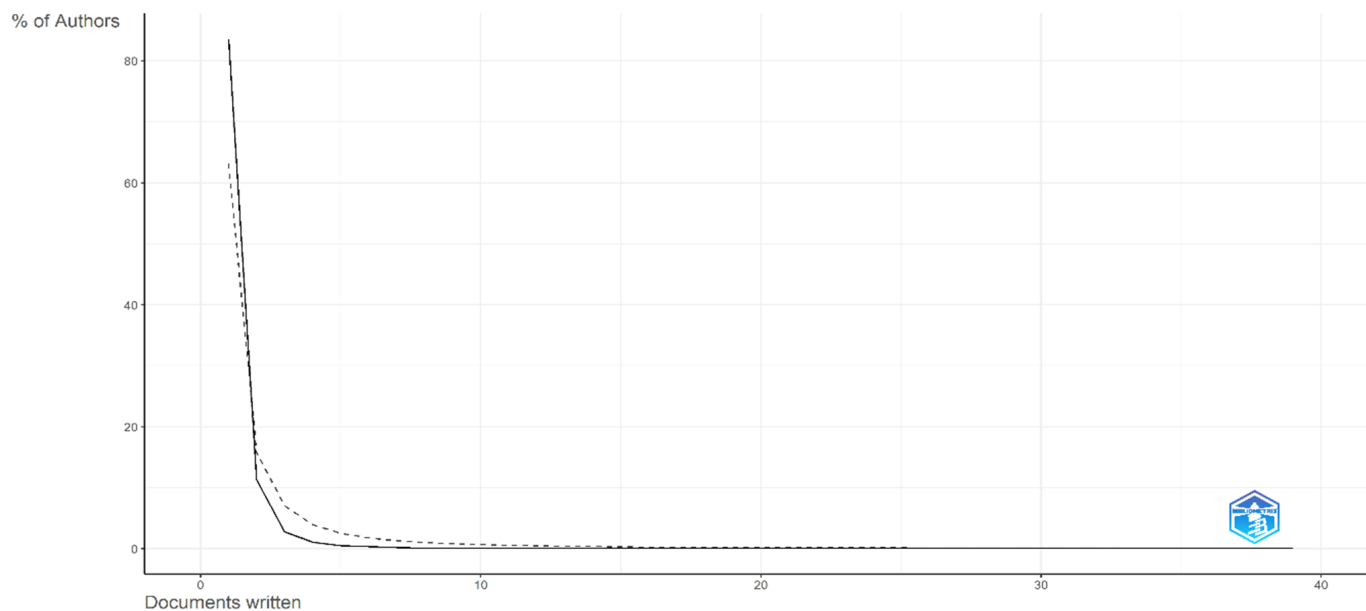
La Figura 18 muestra las trayectorias de producción e impacto de los autores a lo largo de los años, evidenciando su influencia en el campo de estudio hasta la actualidad.

Figura 18

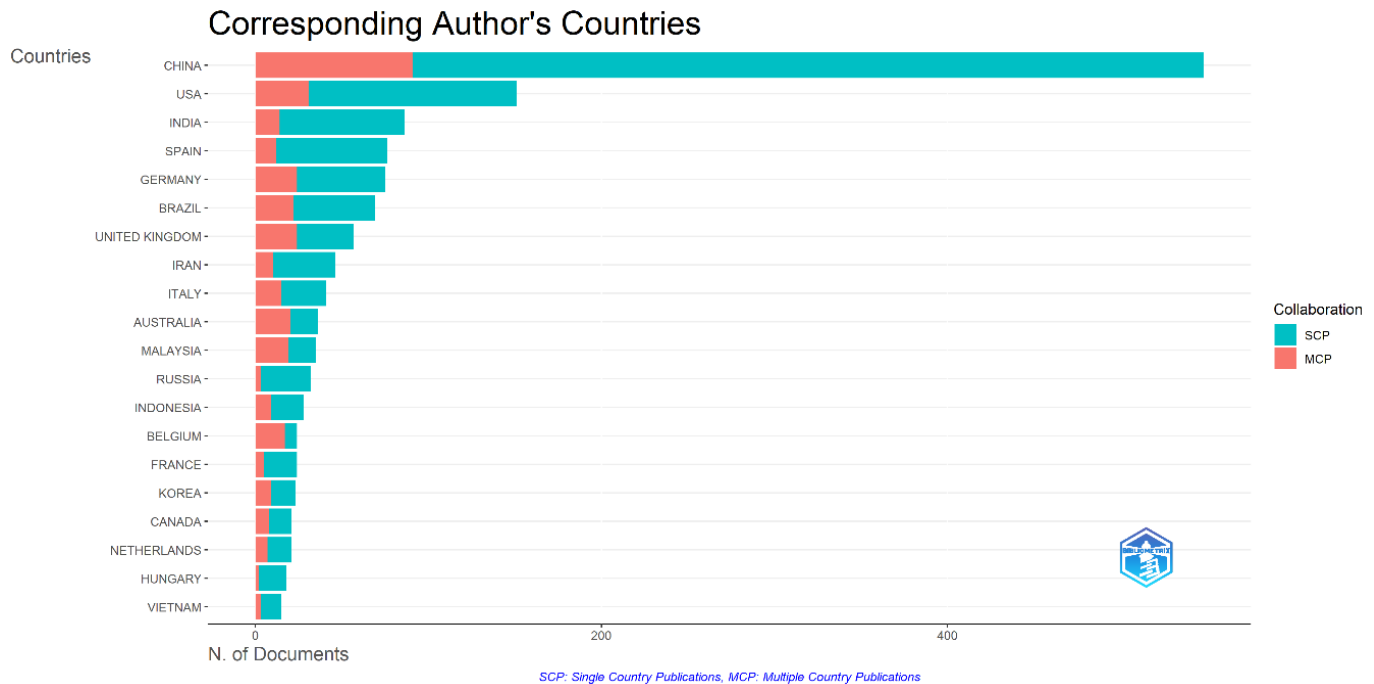
Producción de los autores a lo largo del tiempo



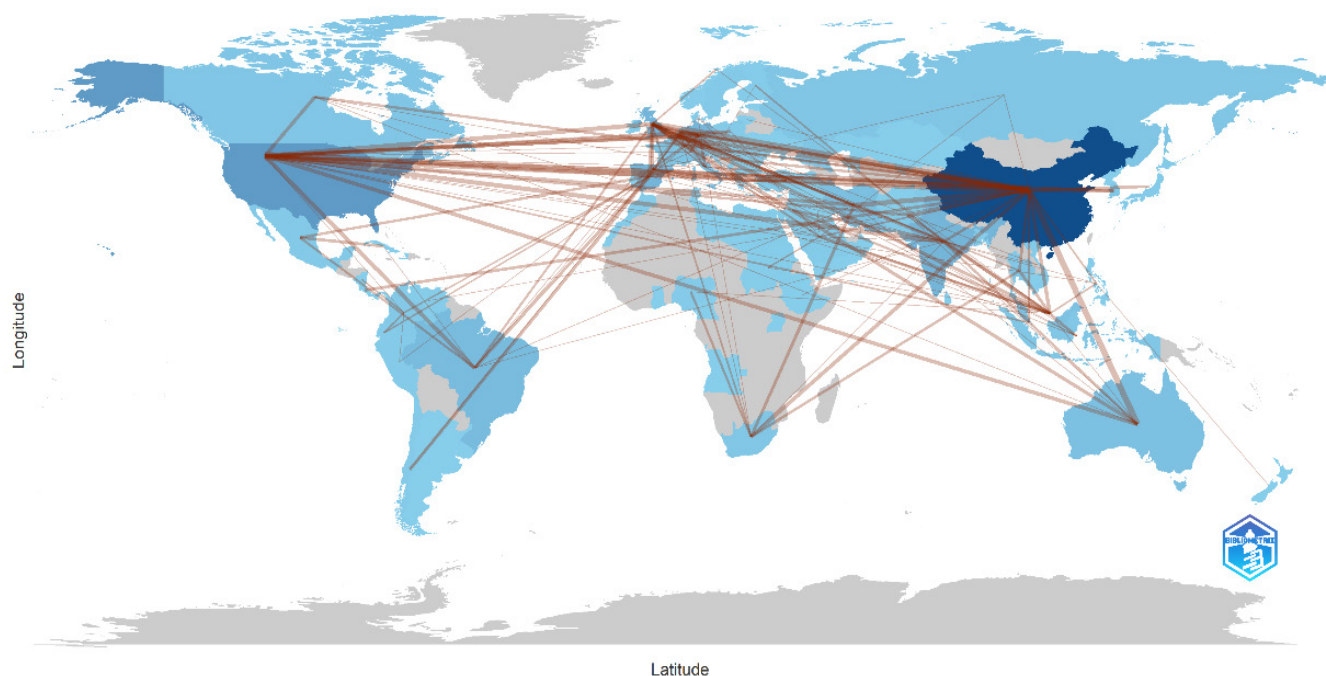
Ahora bien, al analizar la productividad de los 5093 autores mencionados en los 1737 documentos estudiados mediante la Ley de Lotka, la Figura 19 muestra la intersección entre el porcentaje de autores y el número de documentos publicados para el conjunto de datos analizados ($n = 1737$ registros). Se confirma la tendencia descrita por Lotka, ya que más del 80 % de los autores publicaron un único artículo entre 2010 y 2024 y, por tanto, el número de autores disminuye a medida que aumenta el número de artículos publicados. En este sentido, solo un porcentaje reducido de autores logran más de diez publicaciones y, en casos excepcionales, como el de Lutz Bornmann, superan las treinta publicaciones en el campo de estudio analizado con la búsqueda actual. En la Figura 19, la línea continua representa los datos empíricos y la línea discontinua, el ajuste teórico establecido por Lotka. La cercanía entre ambas líneas evidencia un buen ajuste en la distribución de la productividad.

Figura 19*Productividad del autor a través de la Ley de Lotka*

En coherencia con los autores de mayor impacto y productividad, la Figura 20 muestra las tendencias de producción científica por país del autor de correspondencia registrado en los artículos. Se destacan China y EE. UU como líderes en la producción de publicaciones nacionales (SCP) sobre colaboraciones internacionales (MCP). Este análisis también refleja una tendencia a la colaboración de autores de un mismo país en comparación con publicaciones con autores de diversos países.

Figura 20*Países del autor correspondiente*

A pesar de la tendencia a la producción de artículos con estructuras sociales de autores de un mismo país, también se identifican patrones de colaboración internacional entre países. La Figura 21 muestra el mapa mundial de colaboraciones entre autores según el país de afiliación. En la figura se visualizan con líneas los países que han realizado colaboraciones en el campo de estudio, y la tonalidad del color azul representa la frecuencia de dichas colaboraciones. Destacan China y Estados Unidos como los principales colaboradores en el contexto internacional. La mayor frecuencia de colaboraciones internacionales es de China con Estados Unidos ($n = 34$), Australia ($n = 21$), Reino Unido ($n = 21$) e Irán ($n = 13$), seguidas de las colaboraciones entre Bélgica y Hungría ($n = 12$), y Estados Unidos con Brasil ($n = 10$), India y Reino Unido ($n = 10$).

Figura 21*Mapa de colaboración entre países*

Análisis de los documentos más citados

La Tabla 16 muestra los diez artículos científicos con mayor impacto global en el campo de la cienciometría y la bibliometría. Los artículos globales son las publicaciones que están vinculadas a la base de datos WoS, y no solo a los registros analizados de la EB. En análisis de los documentos de mayor citación en toda la base de datos de WoS destacan los artículos de Aria y Cuccurullo (2017) y de Cobo et al. (2011, 2012), en los que se proponen herramientas y metodologías para el análisis bibliométrico y el mapeo científico, como Bibliometrix y SciMAT. Los demás documentos ofrecen fundamentos metodológicos y teórico-prácticos sobre la cienciometría y la bibliometría, por lo que son esenciales para los investigadores.

Tabla 16. Documentos globales más citados

Autor (año)	Artículo	Citas totales	TC año	TC normalizado
Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017).	Bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis.	6872	763,56	44,86
Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011).	Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools.	1772	118,13	19,39
Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2012).	SciMAT: A new science mapping analysis software tool.	804	57,43	22,27
Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2015).	A review of theory and practice in scientometrics.	601	54,64	10,67
Ninkov, A., Frank, J. R., & Maggio, L. A. (2022).	Bibliometrics: Methods for studying academic publishing.	503	125,75	39,43
Agarwal, A. et al. (2016).	Bibliometrics: tracking research impact by selecting the appropriate metrics.	390	39,00	10,24
Leung, X. Y., Sun, J., & Bai, B. (2017).	Bibliometrics of social media research: A co-citation and co-word analysis.	345	38,33	2,25
Thompson, D. F., & Walker, C. K. (2015).	A descriptive and historical review of bibliometrics with applications to medical sciences.	321	29,18	5,70
Kokol, P., Blažun Vošner, H., & Završnik, J. (2021).	Application of bibliometrics in medicine: a historical bibliometrics analysis.	307	61,40	17,55
Roldan-Valadez, E., Salazar-Ruiz, S. Y., Ibarra-Contreras, R., & Rios, C. (2019).	Current concepts on bibliometrics: a brief review about impact factor, Eigenfactor score, CiteScore, SCImago Journal Rank, Source-Normalised Impact per Paper, H-index, and alternative metrics.	298	42,57	8,79

Nota. TC= Total de citaciones.

En cuanto al análisis de los artículos locales de mayor impacto, delimitados a partir de los registros de búsqueda para este ejercicio, se confirma la influencia de los documentos de Aria y Cuccurullo (2017) y de Cobo et al. (2011, 2012), y se resaltan documentos adicionales de autores altamente productivos e influyentes en el campo (ver Tabla 17). Los artículos locales son las publicaciones incluidas en la ecuación de búsqueda.

Tabla 17. *Documentos locales más citados*

Autor (año)	Artículo	Año	CL	CG	Relación CL/CG (%)	CL_N	CG_N
Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017).	Bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis	2017	157	6872	2,28	41,71	44,86
Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011).	Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools.	2011	102	1772	5,76	22,36	19,39
Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2012).	SciMAT: A new science mapping analysis software tool.	2012	62	804	7,71	25,68	22,27
Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2015).	A review of theory and practice in scientometrics	2015	32	601	5,32	11,05	10,67
Hallinger, P., & Kovačević, J. (2019).	A bibliometric review of research on educational administration: Science mapping the literature, 1960 to 2018	2019	23	258	8,91	15,27	7,61
Ninkov, A., Frank, J. R., & Maggio, L. A. (2022).	Bibliometrics: Methods for studying academic publishing	2022	23	503	4,57	45,24	39,43
Cooper, I. D. (2015).	Bibliometrics basics	2015	22	266	8,27	7,60	4,72
Bornmann, L., & Leydesdorff, L. (2014).	Scientometrics in a changing research landscape	2014	20	203	9,85	12,33	7,97
Martínez, M. A., Cobo, M. J., Herrera, M., & Herrera-Viedma, E. (2015).	Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping.	2015	16	188	8,51	5,53	3,34
Leydesdorff, L., Wouters, P., & Bornmann, L. (2016).	Professional and citizen bibliometrics	2016	16	97	16,49	9,88	2,55

Nota. CL=Citas locales; CG=Citas globales; CL_N= citas locales normalizadas; CG_N= citas globales normalizadas.

A continuación, se muestran las referencias más utilizadas en el conjunto de registros analizados ($n = 1737$ documentos). Estas referencias sirven de base para las metodologías, métricas y procedimientos que utilizan los artículos para el análisis cienciométrico y bibliométrico, por lo que son documentos esenciales para fundamentar teórica y metodológicamente el campo de estudio (ver Tabla 18).

Tabla 18. *Referencias locales más citadas*

Autores	Referencias citadas (nombre del artículo)	Citas
Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010).	Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping.	279
Chen, C. (2006).	CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature.	176
Hirsch, J. E. (2005).	An index to quantify an individual's scientific research output.	162
Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017).	Bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis	157
Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021).	How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines	116
Zupic, I., & Čater, T. (2015).	Bibliometric methods in management and organization	114
Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011).	Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools.	102
Chen, C. (2004).	Searching for intellectual turning points: progressive knowledge domain visualization.	101
Small, H. (1973).	Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents.	93
Chen, C. (2017).	Science mapping: A systematic review of the literature.	85

Análisis de relaciones entre las principales referencias, autores y palabras clave

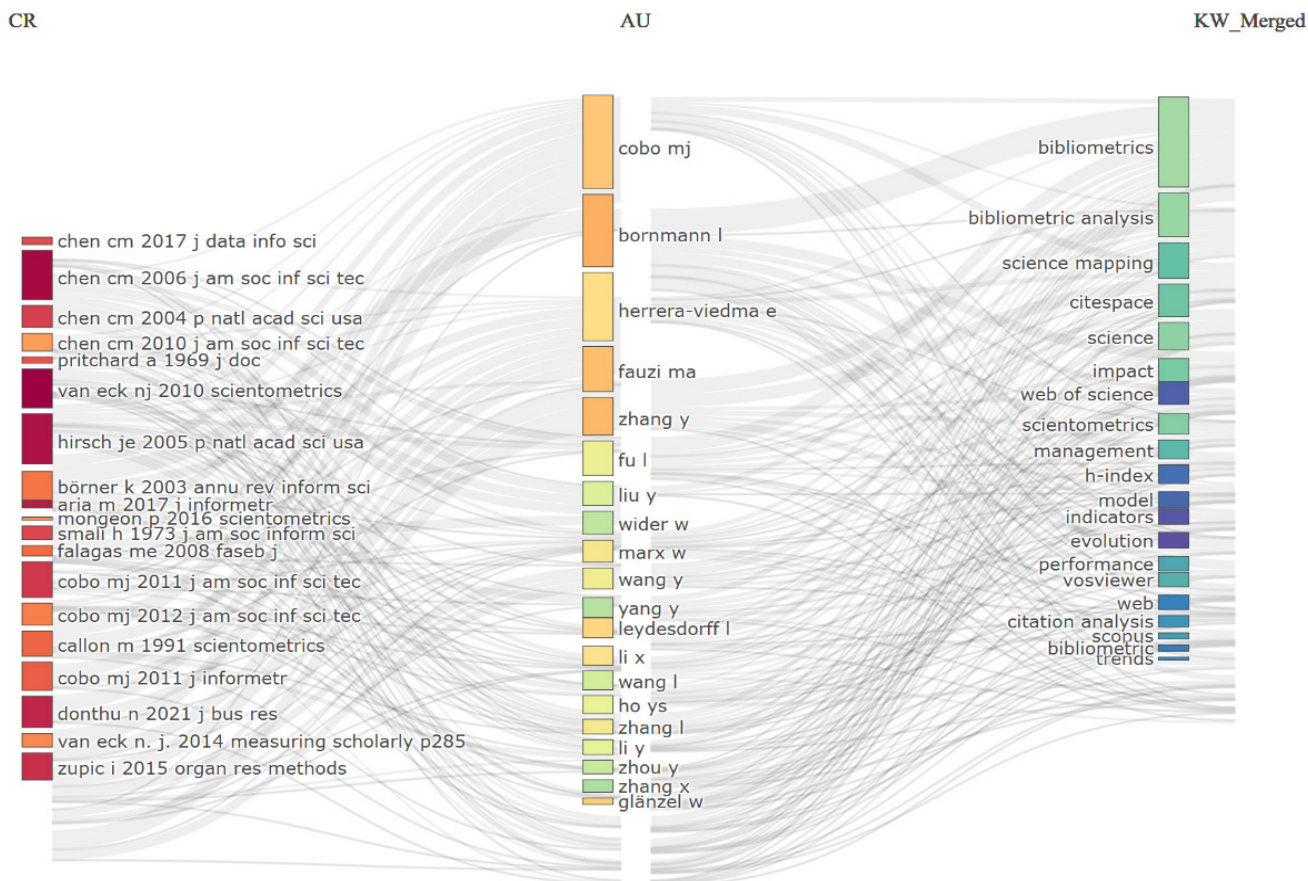
La Figura 22 muestra un mapa de tres campos que relaciona las veinte referencias más incluyentes, los veinte autores con mayor grado de centralidad en la red y las palabras clave más frecuentes en la producción científica registrada en WoS. En el primer campo se destacan los trabajos de Chen (2004, 2006, 2017), Chen et al. (2010), Van Eck (2010, 2014), Cobo (2011, 2012), Hirsch (2005), Aria y Cuccurullo (2017), Donthu et al. (2021), Zupic y Čater (2015), entre otros, sobre el desarrollo de métricas de medición del impacto, procedimientos, herramientas y metodologías para el mapeo científico y la visualización de datos.

En el segundo campo destacan autores Cobo, Bornmann, Herrera-Viedma y Fauzi que presentan fuertes conexiones dentro de la red de colaboración científica y tienen un alto impacto en el campo de estudio. Los demás autores en esta parcela muestran vínculos más específicos con solo algunos términos, lo que refleja tendencias a temas específicos de investigación. En el tercer

campo se encuentran las palabras clave más destacadas en la producción científica, lo que refleja una estructura de producción centrada en el diseño, la valoración y la evaluación de indicadores de impacto.

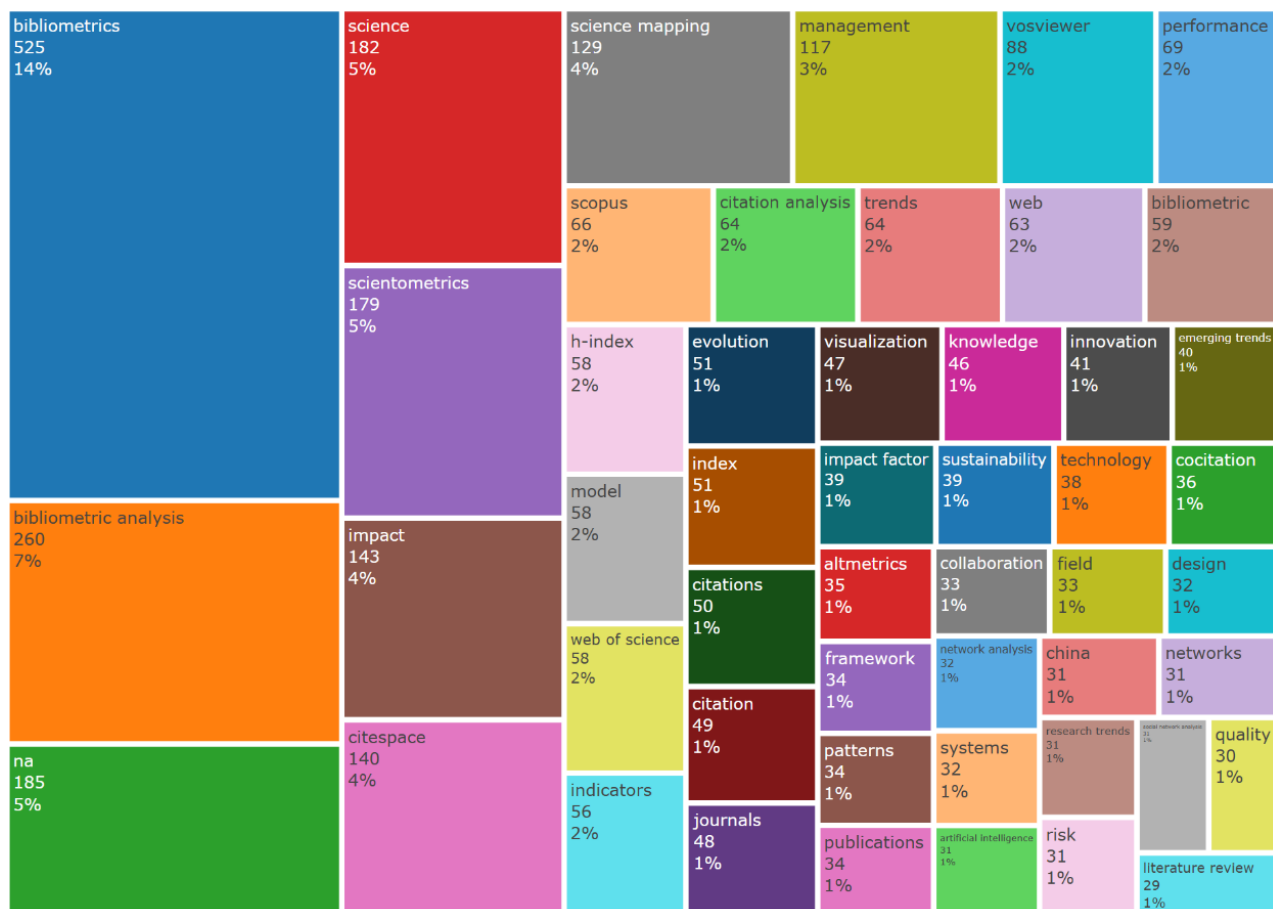
Figura 22

Mapa de tres campos que conecta referencias citadas (CR), autores (AU) y palabras clave

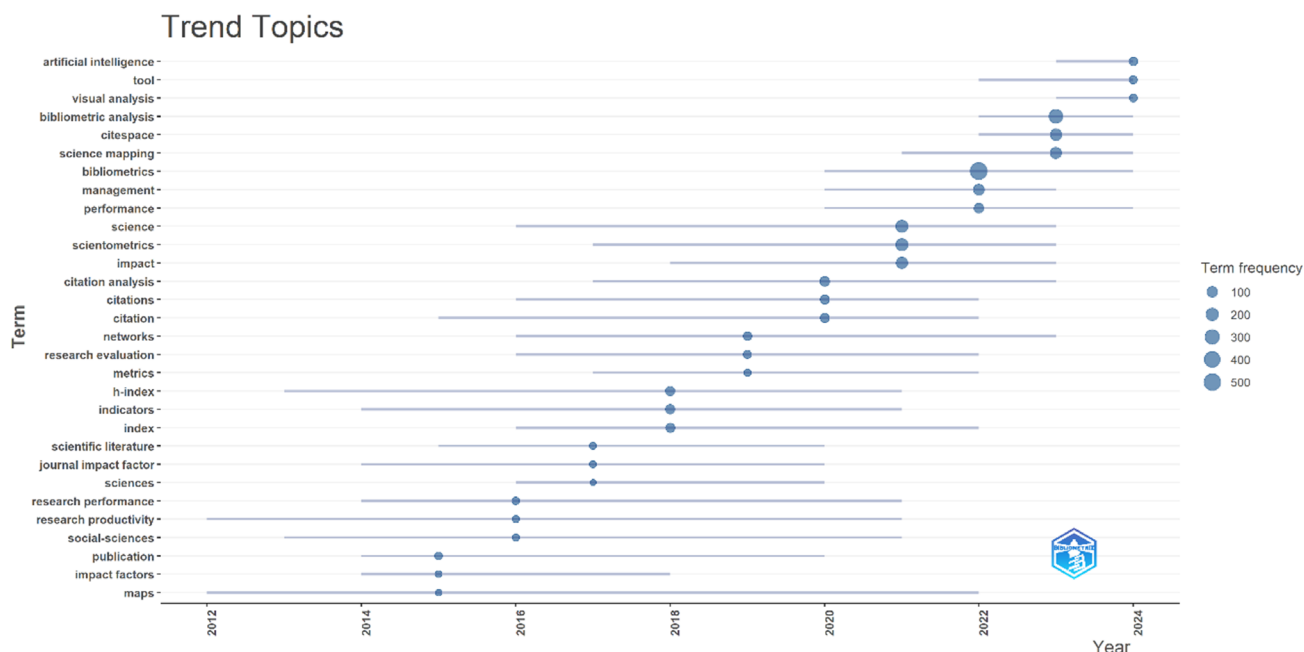


Análisis de la estructura temática a partir de las palabras clave

La Figura 23 muestra la frecuencia relativa de los términos clave más empleados en el campo de estudio. Se evidencia una estructura temática en la que predominan las palabras “bibliometrics” ($n = 525$; 14 %) y “bibliometric analysis” ($n = 260$; 7 %) como nodos centrales con una alta densidad. Otros términos relevantes son “science mapping”, “scientometrics”, “citation análisis”, “h index”, VOSviewer, “CiteSpace” y otros que hacen referencia a temas especializados sobre herramientas, métricas, procedimientos y metodologías de análisis. También se mencionan bases de datos como Scopus y Web of Science que, en conjunto, reflejan una estructura temática sobre las tendencias de producción en el campo de estudio.

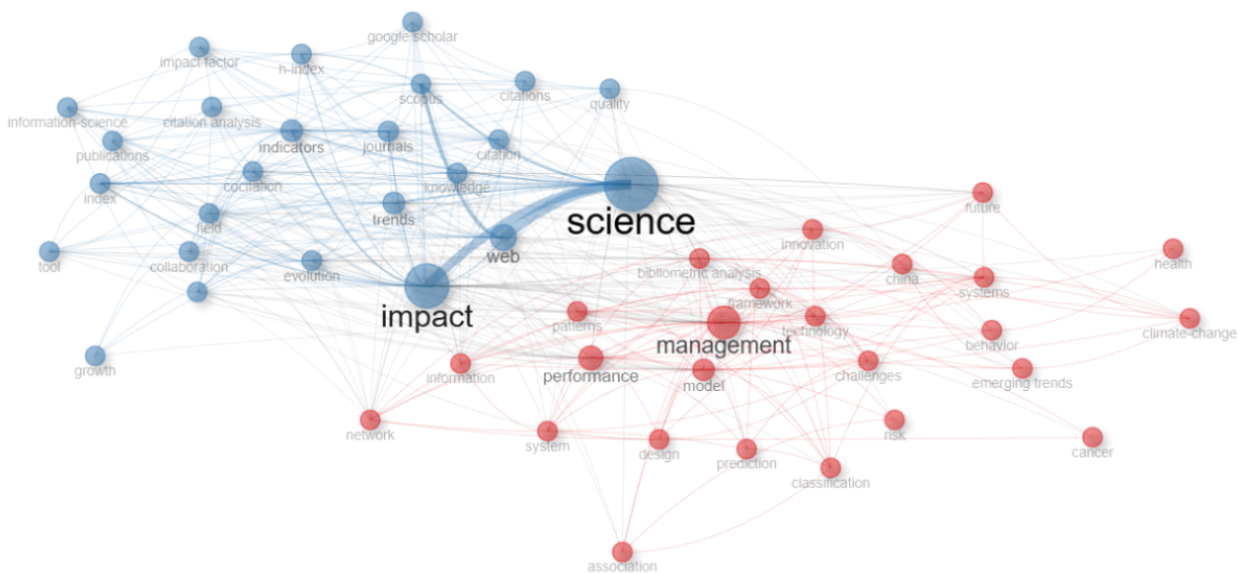
Figura 23*Árbol de palabras clave*

Adicionalmente, se realizó un análisis de las tendencias temporales de las palabras clave entre los años 2010 y 2025 (ver Figura 24). Resaltaron temas de estudio como el análisis de citaciones, redes e impacto, el índice h, entre otros. A partir del año 2020, se observa una tendencia ascendente en la frecuencia de términos como “análisis bibliométrico” y “mapeo científico”, y en 2022 empiezan a aparecer términos como “inteligencia artificial” y “análisis visual”, lo que indica la diversificación y evolución del campo de investigación.

Figura 24*Diagrama de tendencias temporales de palabras clave*

Se realizó un análisis de red de coocurrencias de términos clave (ver Figura 25). Se identificaron dos clústeres principales que reflejan las tendencias temáticas en el campo de estudio. El clúster azul agrupa conceptos vinculados a la medición de la ciencia, lo que implica bases de datos, procedimientos e indicadores bibliométricos para evaluar la productividad y el impacto, por un lado, y procedimientos metodológicos basados en el análisis de redes de citas. El clúster rojo agrupa conceptos vinculados a aplicaciones interdisciplinarias de la bibliometría y la cienciometría en el campo de la salud, el cambio climático, el comportamiento, así como a modelos de predicción, clasificación, innovación, rendimiento y gestión de la ciencia, entre otros. Al analizar los nodos más relevantes de la red se identifica una tendencia de producción hacia la evaluación del impacto de la ciencia.

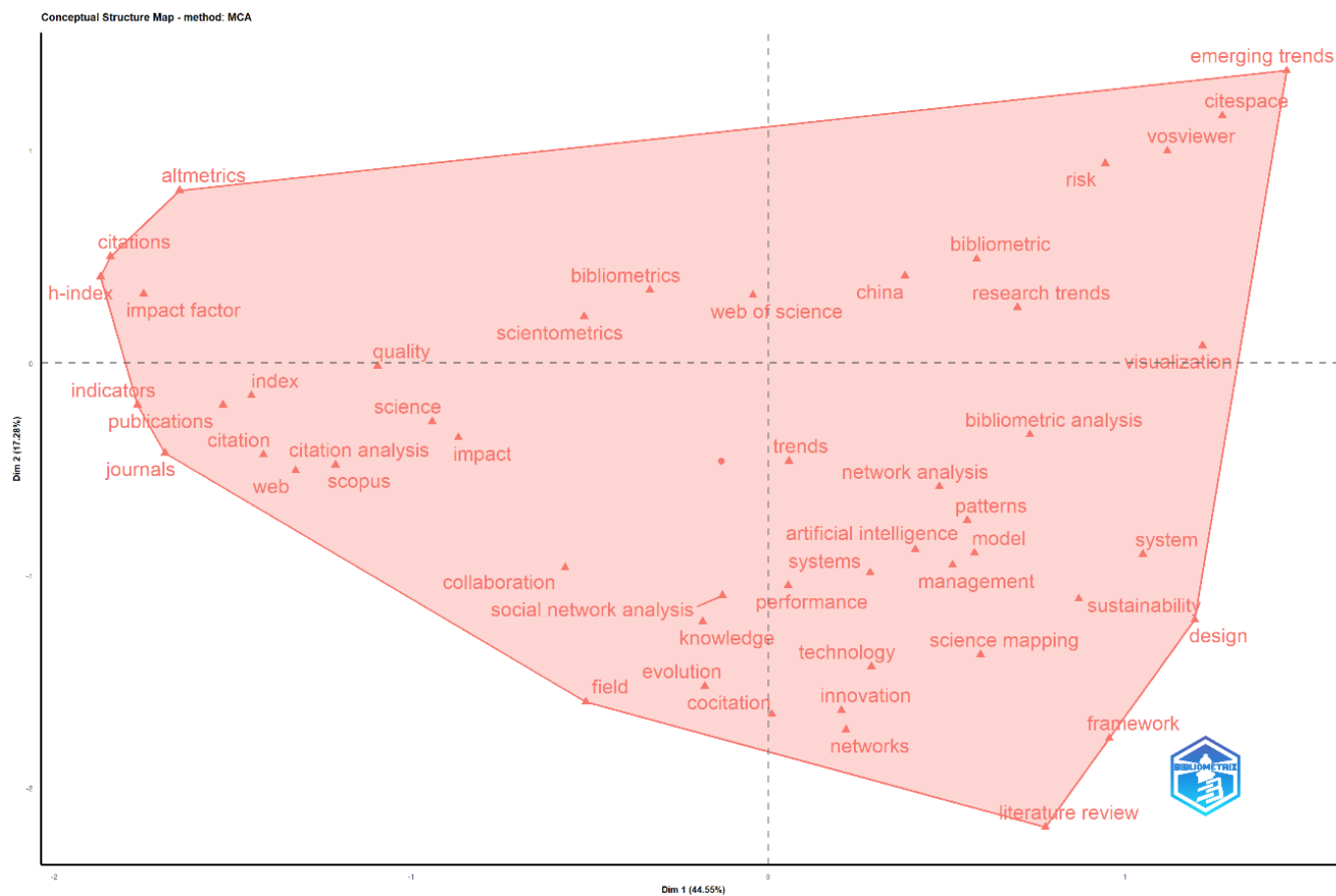
Figura 25

Red de coocurrencias de términos clave

Con el fin de corroborar estas tendencias en la estructura conceptual del campo de estudio, se realizó un análisis de correspondencias múltiples (*Multiple Correspondences Analysis*, MCA), el cual se emplea para analizar la relación entre dos o más variables categóricas (Gilula et al., 2001), y de este modo establecer patrones y tendencias temáticas/conceptuales de publicación (Aria & Cuccurullo, 2017) (ver Figura 26). Se encontraron dos dimensiones que evidenciaron cuatro cuadrantes temáticos. La primera dimensión explicó el 44,55 % de la varianza y la segunda, el 17,62 %. Los cuadrantes muestran las estructuras temáticas que conforman los clústeres. El primero está orientado a una dimensión conceptual y teórica que sirve de articulador metodológico en bibliometría y cienciometría (citaciones, índice h, factor de impacto, altimetrías, bibliometría y cienciometría). El segundo, a la aplicación de herramientas y procedimientos de análisis y visualización científica (CiteSpace, VOSviewer, visualización, tendencias emergentes, patrones). El tercero está orientado a aplicaciones emergentes en cienciometría (colaboración, análisis de redes, innovación, rendimiento, sostenibilidad, revisión de la literatura, gestión, inteligencia artificial, mapeo científico), y el cuarto está orientado a la aplicación de métricas e indicadores de impacto y las estructuras sociales (análisis de citaciones, análisis de redes sociales, cocitaciones, colaboración).

Figura 26

Análisis factorial de correspondencia múltiple de la estructura conceptual



gación

Capítulo 12

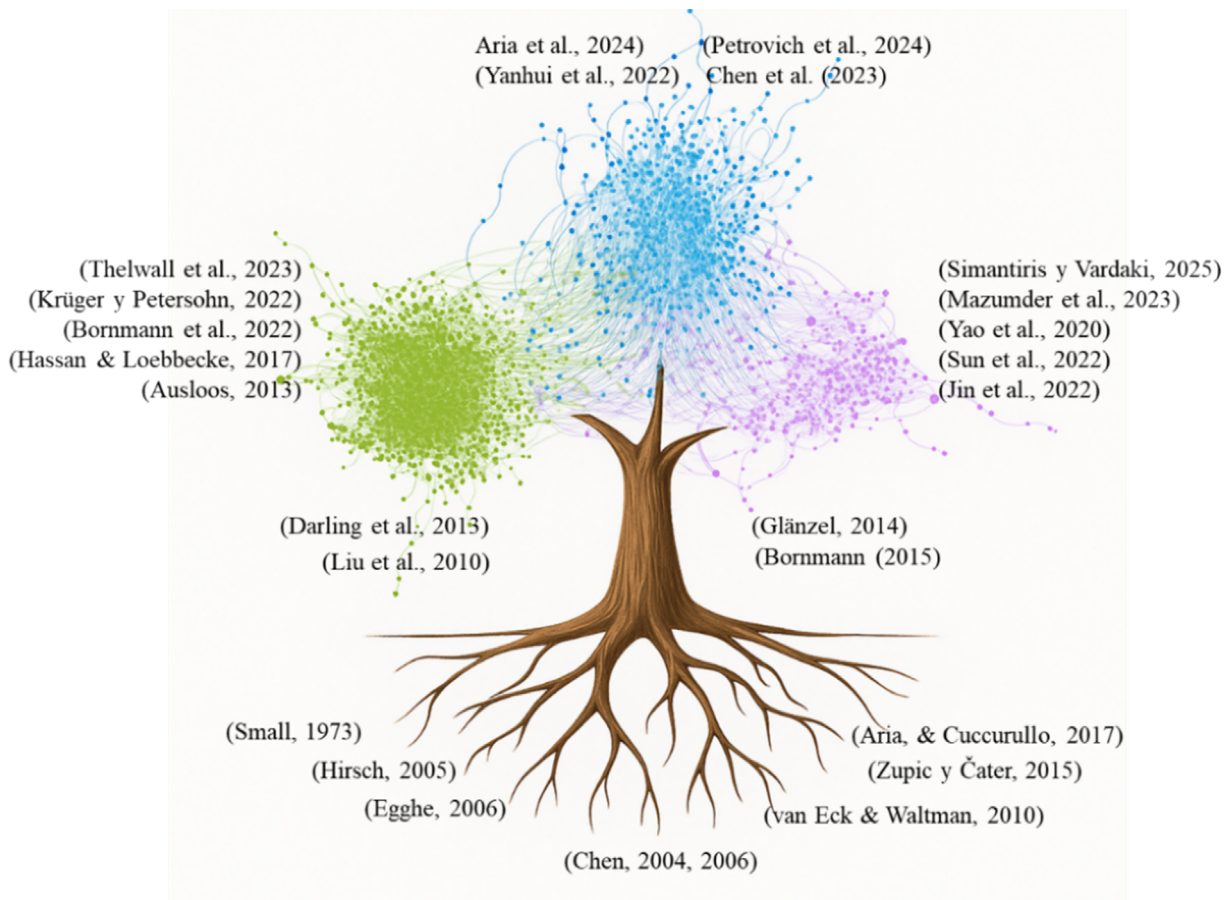
Investi

Evolución y tendencias de investigación en cienciometría y bibliometría

En esta sección se presentará un breve reporte de una revisión sobre la evolución y tendencias de investigación sobre bibliometría y cienciometría. El objetivo es brindar una perspectiva general de un reporte en la sección de resultados, sin la presunción de exhaustividad en los reportes. A continuación, se muestra la representación gráfica del árbol de la ciencia, considerando los tres clústeres principales de la red de citaciones (Figura 27).

Figura 27

Árbol de la ciencia sobre bibliometría y cienciometría



Estudios clásicos (raíz)

Al analizar el campo de estudio, se priorizaron registros con un alto indicador *indegree* y un *outdegree* de cero para identificar los estudios clásicos. Los estudios de este clúster se orientan en dos líneas de trabajo. La primera línea se centró en fundamentar los diferentes métodos, procedimientos y técnicas que pueden emplearse para el análisis bibliométrico (Small, 1973; Zupic & Čater, 2015), así como en desarrollar métricas para cuantificar la producción e impacto de los investigadores, especialmente el índice h (Hirsch, 2005) y el índice g (Egghe, 2006). La segunda línea se centró en el desarrollo de programas y procedimientos en cienciometría y bibliometría. Se destacan publicaciones sobre el desarrollo y presentación de programas abiertos para la visualización de redes y patrones de producción científica y análisis de mapeo científico de grandes volúmenes de información, entre los que sobresalen CiteSpace II (Chen, 2004, 2006), VOSviewer (van Eck & Waltman, 2010) y bibliometrix (Aria, & Cuccurullo, 2017).

Estudios estructurales (tronco)

Los estudios estructurales suelen fundamentarse en los clásicos y, partir de allí, ampliar su campo. Los artículos de esta sección se enfocaron en desarrollar metodologías y métricas adicionales para medición en cienciometría. Uno de los avances fue la delimitación temática y procedimientos de mapeo científico mediante métodos híbridos. La delimitación temática ha sido un desafío cuando se trata de áreas de estudio interdisciplinarias, y al hacerlo, permite realizar análisis rigurosos. Por ejemplo, los análisis basados en una única fuente de datos pueden resultar insuficientes, dado que podrían omitir estudios relevantes.

Para superar estas limitaciones, los métodos híbridos combinan datos textuales y de citación, lo que ofrece una solución más robusta para el mapeo científico. Al respecto, Glänzel (2015) y Liu et al. (2010) mostraron que la integración de las citas y los datos textuales (*text mining*) permiten realizar mapeos científicos estructurales más precisos y representaciones más detalladas de las estructuras de producción científica. Glänzel (2015), por su lado, analizó la relación entre la recuperación de información y el análisis cienciométrico, y presentó estrategias para mejorar la precisión y la exhaustividad en la recuperación de documentos relevantes para un tema o campo específico.

Otro avance fue la incorporación de las *altmetrics* como una alternativa en la medición del impacto de los investigadores. Como se mencionó en el capítulo 5, las métricas tradicionales son basadas en el recuento de citas en documentos académicos, y las *altmetrics* se basan en datos de redes sociales, como menciones en Twitter o gestores de referencias (Mendeley, CiteULike), y son útiles para medir el impacto de la investigación en contextos fuera del ámbito académico (Darling et al., 2013). Para entender la relación entre estos dos tipos de métricas, Bornmann (2015) realizó un metaanálisis sobre la relación entre varias altmétricas y el recuento tradicional de citas, y los resultados mostraron correlaciones pequeñas con Twitter ($r = 0,003$) y blogs ($r = 0,12$), y moderadas a altas con gestores como CiteULike ($r = 0,23$) y Mendeley ($r = 0,51$). Estas diferencias en la magnitud de las correlaciones indican que cada red social mide distintos aspectos del impacto de un investigador.

Tendencias actuales de investigación (ramas)

Rama 1. Desarrollos metodológicos para la medición de la ciencia e implicaciones para la investigación en bibliometría

Los estudios de este clúster se han enfocado en analizar críticamente la bibliometría evaluativa, sus limitaciones para la medición y en generar nuevas perspectivas metodológicas. Como se ha mencionado, la bibliometría se ha entendido tradicionalmente como la disciplina orientada a la medición de la ciencia, y para ello han desarrollado indicadores cuantitativos para medir la productividad y el impacto de las publicaciones, tal como se puso de manifiesto en los estudios clásicos.

Sin embargo, también ha surgido la preocupación por los posibles sesgos sistemáticos que pueden tener algunas métricas tradicionales en la evaluación bibliométrica de instituciones, investigadores y campos de investigación interdisciplinarios (Ausloos, 2013; Thelwall et al., 2023). Por ejemplo, el uso del índice h para medir el impacto de las publicaciones individuales no tiene en cuenta el papel del investigador como colaborador y articulador en redes científicas, lo que centra la medición en el investigador y no en la estructura relacional académica que hace posible la producción individual, especialmente en disciplinas en las que se privilegia la producción colaborativa. Para superar esta limitación, Ausloos (2013) propuso ajustar un índice para evaluar el

núcleo de coautores de un investigador, y para medir la intensidad de colaboración dentro de ese núcleo. De este modo, los indicadores bibliométricos pueden utilizar parámetros adicionales para conocer cómo los investigadores trabajan y colaboran entre ellos.

Otros autores han desarrollado marcos conceptuales para entender y guiar el uso de indicadores bibliométricos en la práctica (Bornmann et al., 2022; Hassan & Loebbecke, 2017). Por un lado, se ha propuesto que la cienciometría se fundamenta en el supuesto de que la ciencia se estructura dentro de programas de investigación, por lo que su implementación debe centrarse en el análisis heurístico sobre cómo los investigadores toman decisiones efectivas en entornos de incertidumbre y con información limitada (Bornmann et al., 2022).

Esta perspectiva se entrelaza con la propuesta teórica de Hassan y Loebbecke (2017), quienes argumentan que en la cienciometría existe una orientación desproporcionada hacia el uso de los sistemas de información para analizar los rankings de autores, revistas e instituciones desde una lógica de conteo, sin una base analítica que permita entender el comportamiento de la ciencia, es decir, cómo se crea, transfiere y legitima el conocimiento dentro de un campo.

En este sentido, para responder a la pregunta de por qué los académicos citan, Hassan y Loebbecke (2017) proponen cuatro perspectivas explicativas: funcionalista (las citas cumplen funciones prácticas, como herramienta de búsqueda o de verificación), normativa (las citas responden a normas disciplinarias, como reconocer la deuda intelectual o marcar la historia del campo), interpretativa (las citas son actos interpretativos que construyen significado social, como conferir prestigio o definir redes sociales) y simbólica (las citas actúan como símbolos de ideas y conceptos, cuyo significado evoluciona a través de la interacción entre autores).

Estas perspectivas coinciden en que bases de datos como Scopus y Web of Science, software analítico como SciVal e InCites, entre otros, y sistemas de información de investigación no son neutrales, sino plataformas digitales que moldean las prácticas evaluativas en la ciencia y condicionan lo que se mide y cómo se interpreta dentro de una comunidad académica (Krüger & Petersohn, 2022). Incluso pueden introducir sesgos de género, disciplinares e institucionales en la evaluación de las contribuciones científicas (Thelwall et al., 2023).

Rama 2. Avances metodológicos en la investigación bibliométrica

Esta perspectiva está conformada por estudios recientes dedicados al desarrollo de procedimientos y técnicas analíticas más sofisticadas, contextuales y con un mayor potencial para mapear las estructuras científicas. Estos avances se deben, entre otros factores, a las críticas dirigidas a las métricas tradicionales de la cienciometría evaluativa.

Como se mencionó en la sección teórica de este libro, el análisis cuantitativo de la producción científica es la base de la bibliometría para mapear la estructura y la evolución del conocimiento en un campo de estudio o disciplina científica. Sin embargo, la complejidad de los fenómenos científicos ha dado lugar a un aumento exponencial de información y a una tendencia cada vez mayor al trabajo interdisciplinario y colaborativo, por lo que las métricas tradicionales son limitadas y pueden conducir a resultados erróneos. En este sentido, los estudios de esta perspectiva han reconocido la necesidad de métodos más robustos para evaluar la investigación y sus implicaciones para la adopción de decisiones estratégicas.

Al respecto, Petrovich et al. (2024) señalan que los métodos bibliométricos se han centrado en el análisis de las citas y proponen un método alternativo centrado en el uso de las “menciones” como unidad de análisis alternativa a la “cita”, y de este modo mapear los vínculos entre los investigadores y los documentos académicos. Una cita es un vínculo entre dos documentos, por lo general, entre artículos científicos, mientras que una mención es un vínculo entre un documento y una persona, establecido mediante la aparición de un nombre propio en el texto. Un método centrado en las menciones permite superar las barreras temporales y aplicarse a periodos anteriores a la estandarización de las citas. Petrovich et al. (2024) proponen que el procedimiento para crear un índice de menciones consiste en identificar nombres propios en los documentos, extraerlos mediante técnicas de procesamiento de lenguaje natural y desambiguar las menciones en publicaciones académicas para atribuir correctamente cada mención a un individuo específico, resolviendo casos de homonimia y sinonimia para construir un índice confiable.

Otro enfoque actual es el análisis de acoplamiento bibliográfico de todos los autores de una publicación (Yanhui et al., 2022). Las métricas tradicionales se centran en el análisis del impacto del primer autor de un artículo. Sin embargo, la perspectiva de Yanhui et al. (2022) redefine la unidad de análisis

de las métricas y establece un ajuste metodológico al considerar a todos los autores en los análisis bibliométricos. Esta perspectiva es más consistente con la realidad social de las comunidades académicas que trabajan colaborativamente. Así, el análisis de acoplamiento bibliográfico de todos los autores refleja de manera más completa el grado de cooperación en la producción académica y los potenciales grupos de colaboración. Este método funciona de la siguiente manera: si el investigador A (por ejemplo, un investigador sénior) publica con el investigador B (un postdoctor), y B publica con el investigador C (un especialista estadístico), el enfoque de acoplamiento bibliográfico establece un vínculo indirecto y significativo entre A y C, y revela una comunidad de colaboración que los análisis centrados en el primer autor ignorarían por completo (Yanhui et al., 2022).

Otro procedimiento novedoso para el análisis cienciométrico es el mapeo científico comparativo, propuesto por Aria et al. (2024). Este consiste en analizar las estructuras conceptuales de diferentes unidades de análisis en una representación conjunta a partir de los metadatos, con el fin de producir mapas conceptuales diferenciados para distintos actores, instituciones, organismos estatales y grupos de investigación. Esta visualización facilita la comparación detallada del posicionamiento temático entre diferentes actores y supera la visión monolítica del análisis de palabras clave tradicional (Aria et al., 2024).

Finalmente, otra propuesta que aparece en esta perspectiva es la de Chen et al. (2023), que consiste en integrar las técnicas de minería de texto con el mapeo científico para realizar análisis bibliométricos. Los autores presentan cinco técnicas de minería de texto: extracción de información, agrupación de texto/documento, modelado de temas, resumen de texto y análisis del tono emocional. Estas técnicas pueden emplearse y combinarse con el mapeo científico para mejorar los análisis bibliométricos.

Rama 3. Aplicaciones de la cienciometría a la investigación sobre microplásticos

Esta perspectiva de estudio es diferente a las anteriores, ya que no se centra en las bases de la bibliometría y la cienciometría, sino en su aplicación al análisis de la producción científica sobre problemas globales, como el estudio de los microplásticos. En las últimas décadas, el interés por los microplásticos

ha aumentado considerablemente como consecuencia de los cambios ambientales y los comportamientos de consumo. El resultado es un notable aumento del volumen de literatura sobre el tema. Para abordar esta proliferación, han surgido revisiones sistemáticas que emplean métodos cuantitativos para mapear las estructuras del conocimiento, las tendencias emergentes y las brechas críticas en la investigación de los microplásticos.

Al respecto, Yao et al. (2020) señalaron que la investigación sobre microplásticos se ha centrado en entornos marinos y en que existe menos literatura sobre entornos de agua dulce. Por tanto, los autores analizaron los registros de Web of Science (WoS) y emplearon el software Citespace II para estudiar los patrones geográficos y temáticos de la contaminación por microplásticos en agua dulce. Los resultados mostraron que la producción científica se concentra en países desarrollados como Estados Unidos y Alemania, a pesar de que son los países en desarrollo los que enfrentan la contaminación plástica más severa. Además, la investigación se centra en ríos y lagos, dejando de lado otras fuentes de agua dulce importantes, como las aguas subterráneas y los embalses.

De acuerdo con estos resultados, Simantiris y Vardaki (2025) señalaron que las playas costeras son un nicho de gran importancia ecológica, pero que la literatura sobre el tema está fragmentada, lo que mostró la necesidad de realizar un mapeo científico. Los autores emplearon los registros de Google Scholar, Scopus y Web of Science, y el software VOSviewer para el análisis bibliométrico. Mostraron que los países más activos en la producción científica son China e India en Asia, Brasil en América Latina y España e Italia en Europa. Además, mostraron las estructuras de colaboración y las redes de conocimiento sobre este campo de estudio.

Otros estudios similares han realizado análisis bibliométricos y revisiones sistemáticas de la producción científica sobre los microplásticos como portadores o “vectores” de otros contaminantes peligrosos, como metales pesados y genes resistentes a los antibióticos (ARG) (Mazumder et al., 2023), los riesgos para la salud asociados a la contaminación por microplásticos en el suelo (Sun et al., 2022) y los cambios en las técnicas y estándares de detección de microplásticos (Jin et al., 2022).

Estos cinco estudios cienciométricos identificaron patrones recurrentes que ofrecen una perspectiva actual del campo de investigación de los microplásticos. Independientemente de los enfoques específicos, estos estudios tienen aspectos en común sobre la estructura de la producción científica en relación con los microplásticos, destacándose la dominancia geográfica en la producción científica de China, Europa (especialmente Alemania) y Estados Unidos. A pesar de que el problema de los microplásticos es global, la concentración geográfica de la producción científica muestra discrepancias en la capacidad científica de las naciones. Otro aspecto común son las revistas más influyentes en este campo de estudio, entre las que destacan *Environmental Science & Technology*, *Marine Pollution Bulletin* y *Science of the Total Environment* (Jin et al., 2022; Mazumder et al., 2023; Simantiris & Vardaki, 2025).

Finalmente, los cinco estudios muestran un consenso en la elección de las herramientas para el análisis bibliométrico. El uso recurrente de programas como CiteSpace (Yao et al., 2020; Sun et al., 2022; Jin et al., 2022) y VOSviewer (Simantiris & Vardaki, 2025; Mazumder et al., 2023) los consolida como el estándar para el mapeo visual y el análisis de redes en la cienciometría de la investigación sobre microplásticos.

gación

Referencias

Investi

- Aguinis, H., Pierce, C. A., Bosco, F. A., Dalton, D. R., & Dalton, C. M. (2011). Debunking myths and urban legends about meta-analysis [Desmontando mitos y leyendas urbanas sobre el metaanálisis]. *Organizational Research Methods*, 14(2), 306–331. <https://doi.org/10.1177/1094428110375720>
- Ahmed, A. R., Zhang, X., & Yu, S. (2019). Students' journal paper citing and choice of publisher: The mediating roles of impact factor and H-index as bibliometric measures [Las citas de artículos de revistas científicas y la elección de la editorial por parte de los estudiantes: el papel mediador del factor de impacto y el índice H como medidas bibliométricas]. *Open Access Library Journal*, 06(8), e5696. <https://doi.org/10.4236/oalib.1105696>
- Aitchison, L., Corradi, N., & Latham, P. E. (2016). Zipf's law arises naturally when there are underlying, unobserved variables [La ley de Zipf surge de forma natural cuando existen variables subyacentes no observadas]. *PLoS Computational Biology*, 12(12), e1005110. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005110>
- Alzahrani, M. S. J., Youssef, H. M., & Alghamdi, N. A. (2023). Quantifying research publication efficiency: A comparative analysis of the HY-index and the h-index [Cuantificación de la eficiencia en la publicación de investigaciones: un análisis comparativo del índice HY y el índice h]. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 10(11), 28–34. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2023.11.004>
- Araújo Ruiz, J. A., & Arencibia, J. R. (2002). Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos. *ACIMED*, 10(4), 5–6.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis [Una herramienta de R para el análisis integral de mapas científicos]. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Aria, M., Cuccurullo, C., D'Aniello, L., Misuraca, M., & Spano, M. (2024). Comparative science mapping: a novel conceptual structure analysis with metadata [Cartografía científica comparativa: un nuevo análisis de estructuras conceptuales con metadatos]. *Scientometrics*, 129, 7055–7081. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-05161-6>

- Ausloos, M. (2013). A scientometrics law about co-authors and their ranking: the co-author core [Una ley de cienciometría sobre los coautores y su clasificación: el núcleo de coautores]. *Scientometrics*, 95(3), 895–909. <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0936-x>
- Bailón-Moreno, R., Jurado-Alameda, E., Ruiz-Baños, R., & Courtial, J. P. (2005). Bibliometric laws: Empirical flaws of fit [Leyes bibliométricas: deficiencias empíricas en el ajuste]. *Scientometrics*, 63(2), 209–229. <http://dx.doi.org/10.1007/s11192-005-0211-5>
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks [Gephi: un programa de código abierto para explorar y manipular redes]. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, 3(1), 361–362. <https://doi.org/10.1609/icwsm.v3i1.13937>
- Basu, A., & Dutta, B. (2024). *An Analytical Study of Alternative Method for Solving Lotka's Law with Simpson's 1/3 Rule* [Estudio analítico de un método alternativo para resolver la ley de Lotka mediante la regla de Simpson 1/3]. *Journal of Scientometric Research*, 13(2), 466–474. <https://doi.org/10.5530/jscires.13.2.37>
- Beltrán Galvis, O. A. (2006). Factor de impacto. *Revista Colombiana de Gastroenterología*, 21(1), 57–61.
- Blondel, V., Guillaume, J. P., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks [Despliegue rápido de comunidades en redes de gran tamaño]. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 10, 1000. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Błoński, K. (2023). Analysis of citations and co-citations of the term ‘word of mouth’ based on publications in the field of social sciences [Análisis de las citas y cocitas del término “boca a boca” a partir de publicaciones en el ámbito de las ciencias sociales]. *Marketing Instytucji Naukowych i Badawczych*, 48(2), 111–133. <https://doi.org/10.2478/minib-2023-0012>

- Bol, J. A., Sheffel, A., Zia, N., & Meghani, A. (2023). How to address the geographical bias in academic publishing [Cómo abordar el sesgo geográfico en las publicaciones académicas]. *BMJ Global Health*, 8(12), e013111. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2023-013111>
- Bornmann, L. (2015). Alternative metrics in scientometrics: a meta-analysis of research into three altmetrics [Métricas alternativas en cienciometría: un metaanálisis de la investigación sobre tres altmétricas]. *Scientometrics*, 103(3), 1123–1144. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1565-y>
- Bornmann, L. (2017). Measuring impact in research evaluations: a thorough discussion of methods for, effects of and problems with impact measurements [La medición del impacto en las evaluaciones de la investigación: un análisis exhaustivo de los métodos, los efectos y los problemas relacionados con la medición del impacto]. *Higher Education*, 73(5), 775–787. <https://doi.org/10.1007/s10734-016-9995-x>
- Bornmann, L., Mutz, R., Hug, S. E., & Daniel, H.-D. (2011). A multilevel meta-analysis of studies reporting correlations between the h index and 37 different h index variants [Un metaanálisis multinivel de estudios que describen correlaciones entre el índice h y 37 variantes diferentes del índice h]. *Journal of Informetrics*, 5(3), 346–359. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.01.006>
- Bornmann, L., & Leydesdorff, L. (2014). Scientometrics in a changing research landscape: bibliometrics has become an integral part of research quality evaluation and has been changing the practice of research [La cienciometría en un panorama de investigación en constante evolución: la bibliometría se ha convertido en una parte integral de la evaluación de la calidad de la investigación y ha ido transformando la práctica de la investigación]. *EMBO reports*, 15(12), 1228–1232. <https://doi.org/10.15252/embr.201439608>
- Bornmann, L., & Haunschild, R. (2017). Does evaluative scientometrics lose its main focus on scientific quality by the new orientation towards societal impact? [¿Pierde la cienciometría evaluativa su enfoque principal en la calidad científica debido a la nueva orientación hacia el impacto social?] *Scientometrics*, 110(2), 937–943. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2200-2>

- Bornmann, L., Ganser, C., & Tekles, A. (2022). Simulation of the h index use at university departments within the bibliometrics-based heuristics framework: Can the indicator be used to compare individual researchers? [Simulación del uso del índice h en los departamentos universitarios dentro del marco de las heurísticas basadas en la bibliometría: ¿Puede utilizarse este indicador para comparar a investigadores individuales?] *Journal of Informetrics*, 16(1), 101237. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101237>
- Boyack, K. W., & Klavans, R. (2010). Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: Which citation approach represents the research front most accurately? [Análisis de cocitas, acoplamiento bibliográfico y citas directas: ¿qué enfoque de las citas refleja con mayor precisión la vanguardia de la investigación?] *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12), 2389–2404. <https://doi.org/10.1002/asi.21419>
- Bradford, S. C. (1985[1934]). Sources of information on specific subjects [Fuentes de información sobre temas específicos]. *Journal of Information Science*, 10, 173– 180. <https://doi.org/10.1177/016555158501000407>
- Brembs, B., Button, K., & Munafò, M. (2013). Deep impact: unintended consequences of journal rank. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 291. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00291>
- Cantú-Ortiz, F. J. (2018). Data analytics and scientometrics: The emergence of research analytics [Análisis de datos y ciencia métrica: el auge del análisis de la investigación]. In F. J. Cantú-Ortiz (Ed.), *Research Analytics: Boosting University Productivity and Competitiveness through Scientometrics* (pp. 1– 11). CRC Press.
- Cassettari, R.-R.-B., Pinto, A.-L., Rodrigues, R.-S., & Santos, L.-S. (2015). Comparação da Lei de Zipf em conteúdos textuais e discursos orais [Comparación de la ley de Zipf en contenidos textuales y discursos orales]. *El profesional de la información*, 24(2), 157. <https://doi.org/10.3145/epi.2015.mar.09>

- Castanha, R. C. G., & Grácio, M. C. C. (2014). Bibliometrics contribution to the metatheoretical and domain analysis studies [La contribución de la bibliometría a los estudios metateóricos y de análisis de dominios]. *Knowledge Organization*, 41(2), 171–174. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2014-2-171>
- Castillo-González, W., López Sánchez, A. A., & González-Argote, J. (2024). Bibliometrics in health sciences. A methodological proposal [Bibliometría en las ciencias de la salud. Una propuesta metodológica]. *Data and Metadata*, 3. <https://doi.org/10.56294/dm2024.410>
- Chacín-Bonilla, L. (2012). Índice h: nuevo indicador bibliométrico de la actividad académica. *Investigación Clínica*, 53(3), 219–22.
- Chellappandi, P., & Vijayakumar, C. S. (2018). Bibliometrics, Scientometrics, Webometrics/ Cybermetrics, Informetrics and Altmetrics—An Emerging Field in Library and Information Science Research [Bibliometría, cientometría, webometría/cibermetría, informetría y altmetría: un campo emergente en la investigación en biblioteconomía y documentación]. *International Journal of Education*, 7(1), 5–8. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.2529398>
- Chen, C. (2004). Searching for intellectual turning points: progressive knowledge domain visualization [En busca de puntos de inflexión intelectuales: visualización progresiva de los ámbitos del conocimiento]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101 Suppl 1(suppl_1), 5303–5310. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307513100>
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [CiteSpace II: Detección y visualización de tendencias emergentes y patrones transitorios en la literatura científica]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 57(3), 359–377. <https://doi.org/10.1002/asi.20317>
- Chen, C. (2017). Science mapping: A systematic review of the literature [Mapeo científico: una revisión sistemática de la literatura]. *Journal of Data and Information Science (Warsaw, Poland)*, 2(2), 1–40. <https://doi.org/10.1515/jdis-2017-0006>

- Chen, C., Ibekwe-SanJuan, F., & Hou, J. (2010). The structure and dynamics of cocitation clusters: A multiple-perspective cocitation análisis [La estructura y la dinámica de los grupos de cocitación: un análisis de cocitación desde múltiples perspectivas]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(7), 1386–1409. <https://doi.org/10.1002/asi.21309>
- Chen, H., Tsang, Y. P., & Wu, C. H. (2023). When text mining meets science mapping in the bibliometric analysis: A review and future opportunities [Cuando la minería de textos se une a la cartografía científica en el análisis bibliométrico: una revisión y las oportunidades futuras]. *International Journal of Engineering Business Management*, 15. <https://doi.org/10.1177/18479790231222349>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools [Herramientas de software para la cartografía científica: revisión, análisis y estudio comparativo entre herramientas]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382–1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2012). SciMAT: A new science mapping analysis software tool [SciMAT: una nueva herramienta de software para el análisis de mapas científicos]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(8), 1609–1630. <https://doi.org/10.1002/asi.22688>
- Cooper, I. D. (2015). Bibliometrics basics [Conceptos básicos de bibliometría]. *Journal of the Medical Library Association*, 103(4), 217–218. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.103.4.013>
- Correa Duque, M. C., & Gómez Tabares, A. S. (2024). Evolución de la investigación de las Intervenciones Asistidas con Animales: Un estudio cuantitativo. *Universitas Psychologica*, 23, 1–18. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy23.eiia>
- Darling, E., Shiffman, D., Côté, I., & Drew, J. (2013). The role of Twitter in the life cycle of a scientific publication [El papel de Twitter en el ciclo de vida de una publicación científica]. *Ideas in Ecology and Evolution*, 6. <https://doi.org/10.4033/iee.2013.6.6.f>

- De Cassai, A., Mustaj, S., Dost, B., & Munari, M. (2024). Limitations of H-index as a measure of academic influence and the importance of innovation in research: Lessons for the anesthesiology community [Limitaciones del índice H como indicador de la influencia académica y la importancia de la innovación en la investigación: lecciones para la comunidad de anestesiología]. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 18(1), 1–2. https://doi.org/10.4103/sja.sja_662_23
- De Filippo, D., & Levin, L. (2018). Detección y análisis de “clústers bibliográficos” en las publicaciones de Iberoamérica sobre ciencia, tecnología y sociedad (1970-2013). *Investigación Bibliotecológica Archivonomía Bibliotecología e Información*, (nesp1), 123–148. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2017.nesp1.57888>
- Ding, Y., Yan, E., Frazho, A., & Caverlee, J. (2009). PageRank for ranking authors in co-citation networks [PageRank para clasificar a los autores en redes de cocitación]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(11), 2229–2243. <https://doi.org/10.1002/asi.21171>
- Dinis-Oliveira, R. J. (2019). The H-index in life and health sciences: Advantages, drawbacks and challenging opportunities [El índice H en las ciencias de la vida y de la salud: ventajas, inconvenientes y oportunidades desafiantes]. *Current Drug Research Reviews*, 11(2), 82–84. <https://doi.org/10.2174/258997751102191111141801>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines [Cómo realizar un análisis bibliométrico: visión general y directrices]. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Duque, P., & Díaz, S. (2024). Adoção tecnológica no setor empresarial: origem, evolução e tendências de pesquisa [Adopción tecnológica en el sector empresarial: origen, evolución y tendencias de investigación]. *Universidad & Empresa*, 26(46), 1–35. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.13129>
- Duque, P., & Cervantes-Cervantes, L.-S. (2019). Responsabilidad Social Universitaria: una revisión sistemática y análisis bibliométrico. *Estudios Gerenciales*, 451–464. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3389>

- Duque, P., Meza, O. E., Giraldo, D., & Barreto, K. (2021). Economía Social y Economía Solidaria: un análisis bibliométrico y revisión de literatura. *REVESCO Revista de Estudios Cooperativos*, 138, e75566. <https://doi.org/10.5209/reve.75566>
- Egghe, L. (2006). Theory and practice of the g-index [Teoría y práctica del índice g]. *Scientometrics*, 69(1), 131–152. <https://doi.org/10.1007/s11192-006-0144-7>
- Encalada-Díaz, M. I. (2018). La ciencia que nunca se ha citado. *Acta ortopédica mexicana*, 32(1), 1.
- Fedorowicz, J. (1982). The theoretical foundation of Zipf's law and its application to the bibliographic database environment [Los fundamentos teóricos de la ley de Zipf y su aplicación al ámbito de las bases de datos bibliográficas]. *Journal of the American Society for Information Science. American Society for Information Science*, 33(5), 285–293. <https://doi.org/10.1002/asi.4630330507>
- Friedman, A. (2015). *The Power of Lotka's Law Through the Eyes of R* [El poder de la ley de Lotka visto a través de R]. *Romanian Statistical Review*, 2, 69–86. https://www.revistadestatistica.ro/wp-content/uploads/2015/04/RRS2_2015_A07.pdf
- García-Villar, C., & García-Santos, J. M. (2021). Bibliometric indicators to evaluate scientific activity [Indicadores bibliométricos para evaluar la actividad científica]. *Radiología*, 63(3), 228–235.
- Garfield, E. (2006). The history and meaning of the journal impact factor [La historia y el significado del factor de impacto de una revista]. *Journal of American Medical Association*, 295, 90–93. <https://doi.org/10.1001/jama.295.1.90>
- Garfield, E. (2007). The evolution of the *Science Citation Index* [La evolución del Science Citation Index]. *International Microbiology*, 10, 65–90. <https://doi.org/10.2436/20.1501.01.10>

- Guerra, L. (2024). Citation metrics and strategic mutations of scientific research: narratives and evidence [Métricas de citas y transformaciones estratégicas de la investigación científica: relatos y datos]. *JLIS.It*, 15(1), 144–158. <https://doi.org/10.36253/jlis.it-538>
- Guerrero-Sierra, H., Duque, P., & Niño, C. (2024). Analysis of world-wide research on clientelism: Origins, evolution, and trends [Análisis de la investigación mundial sobre el clientelismo: orígenes, evolución y tendencias]. *Social Science Information*, 63(3), 319–353. <https://doi.org/10.1177/05390184241268381>
- Gilstrap, D. L., Whitver, S. M., Scalfani, V. F., & Bray, N. J. (2023). Citation metrics and Boyer's model of scholarship: How do bibliometrics and altmetrics respond to research impact? [Las métricas de citas y el modelo de Boyer sobre la actividad académica: ¿Cómo reflejan la bibliometría y la altmetría el impacto de la investigación?] *Innovative Higher Education*, 48(4), 679–698. <https://doi.org/10.1007/s10755-023-09648-7>
- Gilula, Z., Haberman, S. J., & van der Heijden, P. G. M. (2001). Multivariate analysis: Discrete variables (correspondence models) [Análisis multivariante: variables discretas (modelos de correspondencia)]. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (pp. 10218–10221). Elsevier.
- Gingras, Y. (2016). *Bibliometrics and Research Evaluation: Uses and Abuses* [Bibliometría y evaluación de la investigación: usos y abusos]. MIT Press.
- Glänzel, W. (2015). Bibliometrics-aided retrieval: where information retrieval meets scientometrics [Búsqueda asistida por bibliometría: donde la recuperación de información se une a la cienciometría]. *Scientometrics*, 102(3), 2215–2222. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1480-7>
- Goldenberg, D. (2017). Scientometrics and its positive consequences [La cienciometría y sus consecuencias positivas]. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, 32(4), 471–471. <https://doi.org/10.5935/2177-1235.2017rbcp0077>
- Gómez Tabares, A. S. (2023). Perspectivas de estudio sobre el comportamiento suicida en niños y adolescentes: una revisión sistemática de la literatura utilizando la teoría de grafos. *Psicología desde el Caribe*, 38(03), 408–451. <https://doi.org/10.14482/psdc.38.3.362.28>

- Gómez-Tabares, A., & Landínez-Martínez, D. (2024). Teoría de la mente y funcionamiento ejecutivo en niños: mapeo científico y revisión de la literatura mediante el análisis de redes de citaciones. *Psicología desde el Caribe*, 40(3), 63–99.
- Gómez Tabares, A. S., Montoya-Arenas, D. A., & Pineda-Salazar, D. A. (2024). Functional Connectivity of Moral Cognition and Traits of Psychopathy in Youth: An Analysis of the Scientific Literature [Conectividad funcional de la cognición moral y los rasgos de psicopatía en los jóvenes: un análisis de la literatura científica]. *International Journal of Psychological Research*, 17(1), 97–111. <https://doi.org/10.21500/20112084.7075>
- Gómez Tabares, A. S. (2025). Líneas de investigación en desconexión moral y su impacto en el comportamiento social. *Dilemas*, 18(2), e60966. <https://doi.org/10.4322/dilemas.v18.n2.60966>
- Grisales-Aguirre, A. M. (2024). *Técnicas de procesamiento de lenguaje natural aplicadas a la extracción de datos en información científica no estructurada* [Tesis de doctorado, Universidad de Caldas]. Repositorio institucional. <https://repositorio.ucaldas.edu.co/entities/publication/ebcd-23ff-7942-421e-a369-eaecb4a1ef57/full>
- Gorbea Portal, S. (2016). Una nueva perspectiva teórica de la bibliometría basada en su dimensión histórica y sus referentes temporales. *Investigación Bibliotecológica: Archivonomía, Bibliotecología e Información*, 70, 11–16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.10.001>
- Gouveia, F. C. (2013). Altmetria: métricas de produção científica para além das citações [Altmetría: métricas de producción científica más allá de las citas]. *Liinc em revista*, 9(1). <https://doi.org/10.18617/liinc.v9i1.569>
- Granovsky, Y. V. (2001). Is It Possible to Measure Science? V. V. Nalimov's Research in Scientometrics [¿Es posible medir la ciencia? La investigación de V. V. Nalimov en cienciometría]. *Scientometrics*, 52(2), 127–150. <https://doi.org/10.1023/a:1017991017982>
- Hassan, N. R., & Loebbecke, C. (2017). Engaging scientometrics in information systems [La aplicación de la cienciometría en los sistemas de información]. *Journal of Information Technology*, 32(1), 85–109. <https://doi.org/10.1057/jit.2015.29>

- Hallinger, P., & Kovačević, J. (2019). A bibliometric review of research on educational administration: Science mapping the literature, 1960 to 2018 [Una revisión bibliométrica de la investigación sobre administración educativa: análisis de la literatura científica, 1960-2018]. *Review of Educational Research*, 89(3), 335–369. <https://doi.org/10.3102/0034654319830380>
- Hallinger, P., & Kovačević, J. (2023). Applying bibliometric review methods in education: rationale, definitions, analytical techniques, and illustrations [Aplicación de métodos de análisis bibliométrico en el ámbito educativo: fundamentos, definiciones, técnicas analíticas y ejemplos]. In *International Encyclopedia of Education (Fourth Edition)* (pp. 546–556). Elsevier.
- Hjørland, B., & Nicolaisen, J. (2005). Bradford's law of scattering: Ambiguities in the concept of "subject" [La ley de dispersión de Bradford: ambigüedades en el concepto de "sujeto"]. En *Lecture Notes in Computer Science* (pp. 96–106). Springer Berlin Heidelberg.
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46), 16569–16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
- Hood, W. W., & Wilson, C. S. (2001). The Literature of Bibliometrics, Scientometrics, and Informetrics [La bibliografía sobre bibliometría, cientometría e informetría]. *Scientometrics*, 52(2), 291–314. <https://doi.org/10.1023/a:1017919924342>
- Hjørland, B. (2013). Citation analysis: A social and dynamic approach to knowledge organization [Análisis de citas: un enfoque social y dinámico de la organización del conocimiento]. *Information Processing & Management*, 49(6), 1313–1325. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2013.07.001>
- Ibáñez, A. (2015). *Machine learning in scientometrics* (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid). <https://tesis.biblioteca.upm.es/tesis/7826>.
- Jain, A., Khor, K. S., Beard, D., Smith, T. O., & Hing, C. B. (2021). Do journals raise their impact factor or SCImago ranking by self-citing in editorials? A bibliometric analysis of trauma and orthopaedic journals [¿Aumentan las revistas su factor de impacto o su clasificación en SCImago mediante auto-

- citas en los editoriales? Un análisis bibliométrico de las revistas de traumatología y ortopedia]. *ANZ Journal of Surgery*, 91(5), 975–979. <https://doi.org/10.1111/ans.16546>
- Jaro-Winkler, M. A. (1989). Advances in Record-Linkage Methodology as Applied to Matching the 1985 Census of Tampa, Florida [Avances en la metodología de vinculación de registros aplicada a la comparación de datos del censo de 1985 de Tampa (Florida)]. *Journal of the American Statistical Association*, 84(406), 414–420. <https://doi.org/10.2307/2289924>
- Jin, B., Liang, L., Rousseau, R., & Egghe, L. (2007). The R- and AR-indices: Complementing the h-index [Los índices R y AR: un complemento al índice h]. *Kexue Tongbao [Chinese Science Bulletin]*, 52(6), 855–863. <https://doi.org/10.1007/s11434-007-0145-9>
- Jin, M., Liu, J., Yu, J., Zhou, Q., Wu, W., Fu, L., Yin, C., Fernandez, C., & Kari-mi-Maleh, H. (2022). Current development and future challenges in microplastic detection techniques: A bibliometrics-based analysis and review [Evolución actual y retos futuros en las técnicas de detección de microplásticos: un análisis y una revisión basados en la bibliometría]. *Science Progress*, 105(4). <https://doi.org/10.1177/00368504221132151>
- Khokhlov, A. N. (2020). How scientometrics became the most important science for researchers of all specialties [Cómo la ciencia métrica se convirtió en la ciencia más importante para los investigadores de todas las especialidades]. *Moscow University Biological Sciences Bulletin*, 75(4), 159–163. <https://doi.org/10.3103/s0096392520040057>
- Kleminski, R., Kazienko, P., & Kajdanowicz, T. (2022). Analysis of direct citation, co-citation and bibliographic coupling in scientific topic identification [Análisis de las citas directas, las cocitas y el acoplamiento bibliográfico en la identificación de temas científicos]. *Journal of Information Science*, 48(3), 349–373. <https://doi.org/10.1177/0165551520962775>
- Kokol, P., Blažun Vošner, H., & Završnik, J. (2021). Application of bibliometrics in medicine: a historical bibliometrics analysis [Aplicación de la bibliometría en medicina: un análisis bibliométrico histórico]. *Health Information and Libraries Journal*, 38(2), 125–138. <https://doi.org/10.1111/hir.12295>

- Köseoglu, M. A., Sehitogluc, Y., & Parnell, J. A. (2015). A bibliometric analysis of scholarly work in leading tourism and hospitality journals: The case of Turkey [Análisis bibliométrico de los trabajos académicos publicados en las principales revistas especializadas en turismo y hostelería: el caso de Turquía]. *Anatolia – An International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 26(3), 359–371. <https://doi.org/10.1080/13032917.2014.963631>
- Koltun, V., & Hafner, D. (2021). The h-index is no longer an effective correlate of scientific reputation. *PloS One*, 16(6), e0253397. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253397>
- Krüger, A. K., & Petersohn, S. (2022). ‘I want to be able to do what I know the tools will allow us to do’: Practicing evaluative bibliometrics through digital infrastructure [“Quiero poder hacer lo que sé que las herramientas nos permitirán hacer”: la práctica de la bibliometría evaluativa a través de la infraestructura digital]. *Research Evaluation*, 31(4), 475–485. <https://doi.org/10.1093/reseval/rvac009>
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions* [La estructura de las revoluciones científicas]. University of Chicago Press.
- Landínez-Martínez, D. A., Arias-Valencia, J. F., & Gómez-Tabares, A. S. (2022). Executive Dysfunction in Adolescents with Obesity: A Systematic Review [Disfunción ejecutiva en adolescentes con obesidad: una revisión sistemática]. *Psykhē*, 31(2). <https://doi.org/10.7764/psykhe.2020.21727>
- Lazarides, M. K., Lazaridou, I.-Z., & Papanas, N. (2023). Bibliometric analysis: Bridging informatics with science [Análisis bibliométrico: tendiendo puentes entre la informática y la ciencia]. *The International Journal of Lower Extremity Wounds*, 15347346231153538. <https://doi.org/10.1177/15347346231153538>
- Leung, X. Y., Sun, J., & Bai, B. (2017). Bibliometrics of social media research: A co-citation and co-word analysis [Bibliometría de la investigación sobre redes sociales: un análisis de cocitas y co-palabras]. *International Journal of Hospitality Management*, 66, 35–45. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2017.06.012>

- Leydesdorff, L., Wouters, P., & Bornmann, L. (2016). Professional and citizen bibliometrics: complementarities and ambivalences in the development and use of indicators-a state-of-the-art report [Bibliometría profesional y ciudadana: complementariedades y ambivalencias en el desarrollo y el uso de indicadores: un informe sobre el estado actual de la cuestión]. *Scientometrics*, 109(3), 2129–2150. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2150-8>
- Liu, X., Glänzel, W., & De Moor, B. (2012). Optimal and hierarchical clustering of large-scale hybrid networks for scientific mapping [Agrupación óptima y jerárquica de redes híbridas a gran escala para la cartografía científica]. *Scientometrics*, 91(2), 473–493. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0600-x>
- Lowry, P., Romans, D., & Curtis, A. (2004). Global journal prestige and supporting disciplines: A scientometric study of information systems journals [Prestigio global de las revistas y disciplinas relacionadas: un estudio cientométrico de las revistas sobre sistemas de información]. *Journal of the Association for Information Systems*, 5(2), 29–77. <https://doi.org/10.17705/1jais.00045>
- Machado, C., de Souza, M. T. S., Parisotto dos S., I. R., & Palmisano, A. (2016). As Leis da Bibliometria em Diferentes Bases de Dados Científicos [Las leyes de la bibliometría en diferentes bases de datos científicas]. *Revista de Ciências da Administração*, 111–123. <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2016v18n44p111>
- MacRoberts, M. H., & MacRoberts, B. R. (2018). The mismeasure of science: Citation analysis [La medición errónea de la ciencia: análisis de citas]. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 69(3), 474–482. <https://doi.org/10.1002/asi.23970>
- MacRoberts, M. H., & MacRoberts, B. R. (2010). Problems of citation analysis: A study of uncited and seldom-cited influences [Problemas del análisis de citas: un estudio sobre las influencias no citadas y poco citadas]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/asi.21228>
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & Delgado López-Cózar, E. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories [Google Scholar, Web of

- Science y Scopus: una comparación sistemática de las citas en 252 categorías temáticas]. *Journal of Informetrics*, 12(4), 1160–1177. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>
- Martínez, M. A., Cobo, M. J., Herrera, M., & Herrera-Viedma, E. (2015). Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping [Análisis de la evolución científica del trabajo social mediante el mapeo científico]. *Research on Social Work Practice*, 25(2), 257–277. <https://doi.org/10.1177/1049731514522101>
- Mazumder, P., Dash, S., Kumar, M., Silori, R., Tiwari, A., Khwairakpam, M., & Kalamdhad, A. S. (2023). Association of microplastics with heavy metals and antibiotic resistance bacteria/genes in natural ecosystems—A perspective through science mapping approach [Relación entre los microplásticos y los metales pesados y las bacterias o genes resistentes a los antibióticos en los ecosistemas naturales: una perspectiva basada en el enfoque del mapeo científico]. *Groundwater for Sustainable Development*, 22, 100962. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2023.100962>
- McKiernan, E. C., Schimanski, L. A., Muñoz Nieves, C., Matthias, L., Niles, M. T., & Alperin, J. P. (2019). Use of the Journal Impact Factor in academic review, promotion, and tenure evaluations [El uso del factor de impacto de las revistas en las evaluaciones académicas, los ascensos y las evaluaciones para la titularidad]. *eLife*, 8, e47338. <https://doi.org/10.7554/eLife.47338>
- Mech, E., Ahmed, M. M., Tamale, E., Holek, M., Li, G., & Thabane, L. (2020). Evaluating Journal Impact Factor: a systematic survey of the pros and cons, and overview of alternative measures [Evaluación del factor de impacto de las revistas: un análisis sistemático de las ventajas y los inconvenientes, y una visión general de las medidas alternativas]. *The Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases*, 26, e20190082. <https://doi.org/10.1590/1678-9199-JVATITD-2019-0082>
- Mejía, C., Wu, M., Zhang, Y., & Kajikawa, Y. (2021). Exploring topics in bibliometric research through citation networks and semantic analysis [Análisis de temas relacionados con la investigación bibliométrica mediante redes de citas y análisis semántico]. *Frontiers in research metrics and analytics*, 6. <https://doi.org/10.3389/frma.2021.742311>

- Miguel, S., Moya-Anegón, F., & Herrero-Solana, V. (2007). El análisis de co-citas como método de investigación en Bibliotecología y Ciencia de la Información. *Investigación bibliotecológica*, 21(43), 139–155.
- Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2015). A review of theory and practice in scientometrics [Una revisión de la teoría y la práctica en ciencia de la información]. *European Journal of Operational Research*, 246(1), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.04.002>
- Mondal, H., Deepak, K. K., Gupta, M., & Kumar, R. (2023). The h-Index: Understanding its predictors, significance, and criticism [El índice h: análisis de sus factores determinantes, su importancia y las críticas que suscita]. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 12(11), 2531–2537. https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1613_23
- Moral-Muñoz, J. A., Herrera-Viedma, E., Santisteban-Espejo, A., & Cobo, M. J. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *Profesional de la información*, 29(1). <https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03>
- Montazeri, A., Mohammadi, S., M. Hesari, P., Ghaemi, M., Riazi, H., & Sheikhi-Mobarakeh, Z. (2023). Preliminary guideline for reporting bibliometric reviews of the biomedical literature (BIBLIO): a minimum requirements [Guía preliminar para la presentación de revisiones bibliométricas de la literatura biomédica (BIBLIO): requisitos mínimos]. *Systematic Reviews*, 12(1), 239. <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02410-2>
- Mukherjee, D., Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2022). Guidelines for advancing theory and practice through bibliometric research [Directrices para el avance de la teoría y la práctica mediante la investigación bibliométrica]. *Journal of Business Research*, 148, 101–115. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.04.042>
- Nath, A., & Jana, S. (2021). A scientometric review of global altmetrics research [Una revisión ciencia de la información de la investigación mundial sobre altmetría]. *Science & Technology Libraries*, 40(3), 325–340. <https://doi.org/10.1080/0194262x.2021.1918607>

- Newman, M. E. J. (2006). Modularity and community structure in networks [Modularidad y estructura de la comunidad en las redes]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(23), 8577–8582. <https://doi.org/10.1073/pnas.0601602103>
- Newman, M. E. J. (2018). Network [Red]. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198805090.001.0001>
- Nicholls, P. T. (1988). Price's square root law: Empirical validity and relation to Lotka's law [La ley de la raíz cuadrada de Price: validez empírica y relación con la ley de Lotka]. *Information Processing & Management*, 24(4), 469–477. [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(88\)90049-0](https://doi.org/10.1016/0306-4573(88)90049-0)
- Nicholls, P. T. (1986). Empirical validation of Lotka's law [Validación empírica de la ley de Lotka]. *Information Processing & Management*, 22(5), 417–419. [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(86\)90076-2](https://doi.org/10.1016/0306-4573(86)90076-2)
- Niles, M. T., Schimanski, L. A., McKiernan, E. C., & Alperin, J. P. (2020). Why we publish where we do: Faculty publishing values and their relationship to review, promotion and tenure expectations [Por qué publicamos donde lo hacemos: los valores editoriales del profesorado y su relación con las expectativas en materia de revisión, promoción y permanencia]. *PloS One*, 15(3), e0228914. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228914>
- Ninkov, A., Frank, J. R., & Maggio, L. A. (2022). Bibliometrics: Methods for studying academic publishing [Bibliometría: métodos para el estudio de la publicación académica]. *Perspectives on Medical Education*, 11(3), 173–176. <https://doi.org/10.1007/s40037-021-00695-4>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews [La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la presentación de revisiones sistemáticas]. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 372, 71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Palmatier, R. W., Houston, M. B., & Hulland, J. (2018). Review articles: purpose, process, and structure [Artículos de revisión: finalidad, proceso y estructura]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 46(1), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0563-4>
- Passas, I. (2024). Bibliometric analysis: The main steps [Análisis bibliométrico: los pasos principales]. *Encyclopedia*, 4(2), 1014–1025. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia4020065>
- Petrovich, E., Verhaegh, S., Bös, G., Cristalli, C., Dewulf, F., van Gemert, T., & IJdens, N. (2024). Bibliometrics beyond citations: introducing mention extraction and analysis [La bibliometría más allá de las citas: introducción a la extracción y el análisis de menciones]. *Scientometrics*, 129(9), 5731–5768. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-05116-x>
- Piantadosi, S. T. (2014). Zipf's word frequency law in natural language: A critical review and future directions [La ley de Zipf sobre la frecuencia de las palabras en el lenguaje natural: una revisión crítica y perspectivas de futuro]. *Psychonomic Bulletin & Review*, 21(5), 1112–1130. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0585-6>
- Plevris, V. (2025). From integrity to inflation: Ethical and unethical citation practices in academic publishing [De la integridad a la inflación: prácticas de citación éticas y no éticas en la publicación académica]. *Journal of Academic Ethics*, 23(4), 1847–1877. <https://doi.org/10.1007/s10805-025-09631-1>
- Pranckutė, R. (2021). Web of Science (WoS) and Scopus: The titans of bibliographic information in today's academic world [Web of Science (WoS) y Scopus: los gigantes de la información bibliográfica en el mundo académico actual]. *Publications*, 9(1), 12. <https://doi.org/10.3390/publications9010012>
- Price, D. J. (1963). *Little Science, Big Science* [Ciencia a pequeña escala, ciencia a gran escala]. Columbia University Press

- Price, D. J. (1965). Networks of scientific papers: The pattern of bibliographic references indicates the nature of the scientific research front [Redes de artículos científicos: el patrón de las referencias bibliográficas revela la naturaleza del panorama de la investigación científica]. *Science (New York, N.Y.)*, 149(3683), 510–515. <https://doi.org/10.1126/science.149.3683.510>
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics [Bibliografía estadística o bibliometría]. *Journal of Documentation*, 25, 348–349.
- Rivera, R. G., Orellana Fantoni, C., Gálvez, E., Jimenez-Pazmino, P., Vaca Ruiz, C. K. & Fitz Herbert, A. (2024). Using scientometrics to mapping Latin American research networks in emerging fields: the field networking index [El uso de la cienciometría para cartografiar las redes de investigación latinoamericanas en campos emergentes: el índice de redes de campo]. *Scientometrics*, 129(4), 2309–2335. <https://doi.org/10.1007/s11192-024-04970-z>
- Robledo-Giraldo, S. (2024). El papel vital de la cienciometría en la investigación moderna. *Clío América*, 18(35), 1–3. <https://doi.org/10.21676/23897848.6020>
- Robledo, S., Osorio, G., & Lopez, C. (2014). Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos. *Revista Vínculos*, 11(2), 6–16. <https://doi.org/10.14483/2322939X.9664>
- Robledo, S., Zuluaga, M., Valencia-Hernandez, L.-A., Arbelaez-Echeverri, O. A.-E., Duque, P., & Alzate-Cardona, J.-D. (2022). Tree of Science with Scopus: A Shiny application [El árbol de la ciencia con Scopus: una aplicación Shiny]. *Issues in Science and Technology Librarianship*, 100. <https://doi.org/10.29173/istl2698>
- Robledo-Giraldo, S., Figueroa-Camargo, J. G., Zuluaga-Rojas, M. V., Vélez-Escobar, S. B., & Duque-Hurtado, P. L. (2023). Mapping, evolution, and application trends in co-citation analysis: a scientometric approach [Tendencias en la cartografía, la evolución y las aplicaciones del análisis de cocitas: un enfoque cienciométrico]. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 13(1), 201–214. <https://doi.org/10.19053/20278306.v13.n1.2023.16070>

- Robledo, S., Valencia, L., Zuluaga, M., Echeverri, O. A., & Valencia, J. W. A. (2024). Tosr: Create the Tree of Science from WoS and Scopus [Tosr: Crear el Árbol de la Ciencia a partir de WoS y Scopus]. *Journal of Scientometric Research*, 13(2), 459–465. <https://doi.org/10.5530/jscires.13.2.36>
- Roemer, R. C. & Borchardt, R. (2015). *Meaningful Metrics: A 21st- Century Librarian's Guide to Bibliometrics, Altmetrics, and Research Impact* [Métricas significativas: guía para el bibliotecario del siglo XXI sobre bibliometría, altmetría e impacto de la investigación]. Association of College and Research Libraries.
- Roldan-Valadez, E., Salazar-Ruiz, S. Y., Ibarra-Contreras, R., & Rios, C. (2019). Current concepts on bibliometrics: a brief review about impact factor, Eigenfactor score, CiteScore, SCImago Journal Rank, Source-Normalised Impact per Paper, H-index, and alternative metrics [Conceptos actuales sobre bibliometría: una breve revisión sobre el factor de impacto, la puntuación Eigenfactor, el CiteScore, el SCImago Journal Rank, el impacto normalizado por fuente por artículo, el índice H y las métricas alternativas]. *Irish Journal of Medical Science*, 188(3), 939–951. <https://doi.org/10.1007/s11845-018-1936-5>
- Rousseau, R., Egghe, L., & Guns, R. (2018). *Becoming Metric-Wise: A Bibliometric Guide for Researchers* [Introducción a la bibliometría: una guía bibliométrica para investigadores]. Chandos Publishing.
- Seeber, M., Cattaneo, M., Meoli, M., & Malighetti, P. (2019). Self-citations as strategic response to the use of metrics for career decisions [Las autocitas como respuesta estratégica al uso de indicadores para tomar decisiones profesionales]. *Research Policy*, 48(2), 478–491. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.12.004>
- Sember, M., Utrobčić, A., & Petrak, J. (2010). Croatian Medical Journal citation score in Web of Science, Scopus, and Google Scholar [Índice de citas de la Revista Médica Croata en Web of Science, Scopus y Google Scholar]. *Croatian medical journal*, 51(2), 99–103. <https://doi.org/10.3325/cmj.2010.51.99>

- Sengupta, I. N. (1992). Bibliometrics, Informetrics, Scientometrics and Librametrics: An Overview [Bibliometría, informetría, cienciometría y librametría: una visión general]. *Libri*, 42(2). <https://doi.org/10.1515/libr.1992.42.2.75>
- Sidiropoulos, A., Katsaros, D., & Manolopoulos, Y. (2007). Generalized Hirsch h-index for disclosing latent facts in citation networks [Índice h generalizado de Hirsch para revelar datos ocultos en las redes de citas]. *Scientometrics*, 72(2), 253–280. <https://doi.org/10.1007/s11192-007-1722-z>
- Siler, K., & Larivière, V. (2022). Who games metrics and rankings? Institutional niches and journal impact factor inflation [¿Quién manipula las métricas y las clasificaciones? Los nichos institucionales y la inflación del factor de impacto de las revistas]. *Research Policy*, 51(10), 104608. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104608>
- Simantiris, N., & Vardaki, M. Z. (2025). A systematic review and scientometrics analysis on microplastic pollution on coastal beaches around the globe [Una revisión sistemática y un análisis cienciométrico sobre la contaminación por microplásticos en las playas costeras de todo el mundo]. *Continental Shelf Research*, 286, 105424. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2025.105424>
- Singh, P., Singh, V. K., & Piryani, R. (2023). Scholarly article retrieval from Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis of retrieval quality [Búsqueda de artículos académicos en Web of Science, Scopus y Dimensions: un análisis comparativo de la calidad de la búsqueda]. *Journal of Information Science*, 52(2). <https://doi.org/10.1177/01655515231191351>
- Small, H. (1973). Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents [La cocitación en la literatura científica: una nueva medida de la relación entre dos documentos]. *Journal of the American Society for Information Science. American Society for Information Science*, 24(4), 265–269. <https://doi.org/10.1002/asi.4630240406>
- Small, H. (2003). Paradigms, citations, and maps of science: A personal history [Paradigmas, citas y mapas de la ciencia: una historia personal]. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54, 394–399. <https://doi.org/10.1002/asi.10225>

- Sooryamoorthy, R. (2021). *Scientometrics for the humanities and social sciences* [Cientometría para las humanidades y las ciencias sociales]. Routledge.
- Suclupe-Navarro, P., Limaymanta, C. H., Holmes Ramírez, N., & Guillén, H. (2021). Producción científica sobre ansiedad bibliotecaria: un análisis bibliométrico y cienciométrico desde Scopus. *Revista Española de Documentación Científica*, 44(2), e291. <https://doi.org/10.3989/redc.2021.2.1753>
- Sugimoto, C. R., & Larivière, V. (2018). *Measuring Research: What Everyone Needs to Know* [La evaluación de la investigación: lo que todo el mundo debe saber]. Oxford University Press.
- Sun, Y., Yang, C., Liang, H., Zhang, S., Zhang, R., Dong, Y., Tanveer, S. K., & Hai, J. (2022). Health risk analysis of microplastics in soil in the 21st century: A scientometrics review [Análisis de los riesgos para la salud derivados de los microplásticos en el suelo en el siglo XXI: una revisión cienciométrica]. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 976237. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.976237>
- Thelwall, M., Kousha, K., Stuart, E., Makita, M., Abdoli, M., Wilson, P., & Levitt, J. (2023). Do bibliometrics introduce gender, institutional or interdisciplinary biases into research evaluations? [¿Introduce la bibliometría sesgos de género, institucionales o interdisciplinarios en las evaluaciones de la investigación?] *Research Policy*, 52(8), 104829. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104829>
- Thompson, D. F., & Walker, C. K. (2015). A descriptive and historical review of bibliometrics with applications to medical sciences [Una revisión descriptiva e histórica de la bibliometría con aplicaciones a las ciencias médicas]. *Pharmacotherapy*, 35(6), 551–559. <https://doi.org/10.1002/phar.1586>
- Urbizagastegui, R. (1996). Una revisión crítica de la Ley de Bradford. *Investigación Bibliotecológica*, 10(20), 16–26. <https://rev-ib.unam.mx/index.php/ib/article/view/3835/3388>
- Urbizagastegui, R. (1999). La Ley de Lotka y la literatura de bibliometría. *Investigación Bibliotecológica*, 13(27), 125–141.

- Urbizagastegui, R. (2008). A produtividade dos autores sobre a Lei de Lotka [La productividad de los autores sobre la ley de Lotka]. *Ciência Da Informação*, 37(2), 87–102. <https://doi.org/10.1590/s0100-19652008000200007>
- Urbizagastegui, R. (2009). Crescimento da literatura e dos autores sobre a Lei de Lotka [Aumento de la bibliografía y del número de autores sobre la ley de Lotka]. *Ciência Da Informação*, 38(3), 111–129. <https://doi.org/10.1590/s0100-19652009000300008>
- Valencia-Hernández, D. S., Robledo, S., Pinilla, R., Duque-Méndez, N. D., & Olivar-Tost, G. (2020). SAP algorithm for citation analysis: An improvement to tree of Science [Algoritmo de SAP para el análisis de citas: una mejora del “Árbol de la Ciencia”]. *Ingeniería e Investigación*, 40(1), 45–49. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v40n1.77718>
- Valencia, S., Zuluaga, M., Florian Pérez, M. C., Montoya-Quintero, K. F., Candamil-Cortés, M. S., & Robledo, S. (2025). Human gut microbiome: A connecting organ between nutrition, metabolism, and health [La microbiota intestinal humana: un órgano que conecta la nutrición, el metabolismo y la salud]. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(9). <https://doi.org/10.3390/ijms26094112>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping [Reseña de software: VOSviewer, un programa informático para el mapeo bibliométrico]. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks [Visualización de redes bibliométricas]. In *Measuring Scholarly Impact* (pp. 285–320). Springer International Publishing.
- Van Oorschot, J., Hofman, E., & Halman, J. (2015). A bibliometric review of the innovation adoption literature [Una revisión bibliométrica de la literatura sobre la adopción de innovaciones]. *Academy of Management Proceedings*, 2015(1), 16847. <https://doi.org/10.5465/ambpp.2015.16847abstract>
- Vega-Almeida, R., Fernández-Molina, J., & Moya-Anegón, F. (2011). El enfoque bibliométrico para la identificación de paradigmas en dominios de conocimiento. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 22(3). <https://acimed.sld.cu/index.php/acimed/article/view/144/139>

- Verma, S., & Gustafsson, A. (2020). Investigating the emerging COVID-19 research trends in the field of business and management: A bibliometric analysis approach [Análisis de las tendencias emergentes en la investigación sobre la COVID-19 en el ámbito de los negocios y la gestión: un enfoque bibliométrico]. *Journal of Business Research*, 118, 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.06.057>
- Wilhite, A. W., & Fong, E. A. (2012). Scientific publications. Coercive citation in academic publishing [Publicaciones científicas. Las citas obligatorias en el ámbito de la publicación académica]. *Science (New York, N.Y.)*, 335(6068), 542–543. <https://doi.org/10.1126/science.1212540>
- Wilsdon, J., Allen, L., Belfiore, E., Campbell, P., Curry, S., Hill, S., Jones, R., Kain, R., Kerridge, S., Thelwall, M., Tinkler, J., Viney, I., Wouters, P., Hill, J., & Johnson, B. (2015). The metric tide: Report of the independent review of the role of metrics in research assessment and management. Higher Education Funding Council for England.
- Yanhui, S., Lijuan, W., & Shiji, C. (2022). An exploratory study of the all-author bibliographic coupling analysis: Taking scientometrics for example [Estudio exploratorio del análisis de acoplamiento bibliográfico entre todos los autores: el caso de la cienciometría]. *Journal of Information Science*, 48(6), 767–782. <https://doi.org/10.1177/0165551520981293>
- Yang, S., Yuan, Q., & Dong, J. (2020). Are Scientometrics, Informetrics, and Bibliometrics Different? [¿Son diferentes la cienciometría, la informetría y la bibliometría?] *Data Science and Informetrics*, 1(1), 1–23. https://www.scirp.org/html/3-2950004_103597.htm
- Yang, S., Yuan, Q., & Yu, Y. (2018). *Are Scientometrics, Informetrics, and Bibliometrics different?* [¿Son diferentes la cienciometría, la informetría y la bibliometría?] <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22435.50726>
- Yao, L., Hui, L., Yang, Z., Chen, X., & Xiao, A. (2020). Freshwater microplastics pollution: Detecting and visualizing emerging trends based on Citespace II [Contaminación por microplásticos en aguas dulces: detección y visualización de tendencias emergentes con Citespace II]. *Chemosphere*, 245, 125627. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125627>

- Zhang, L., Rousseau, R., & Sivertsen, G. (2017). Science deserves to be judged by its contents, not by its wrapping: Revisiting Seglen's work on journal impact and research evaluation [La ciencia merece ser juzgada por su contenido, no por su envoltorio: una revisión de la obra de Seglen sobre el impacto de las revistas y la evaluación de la investigación]. *PloS One*, 12(3), e0174205. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174205>
- Zipf, G. K. (1949). *Human Behavior and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology* [El comportamiento humano y el principio del mínimo esfuerzo: una introducción a la ecología humana]. Addison-Wesley Press.
- Zuluaga, M., Robledo, S., Osorio Zuluaga, G. A., Yathe, L., Gonzalez, D., & Taborda, G. (2016). Metabolómica y Pesticidas: Revisión sistemática de literatura usando teoría de grafos para el análisis de referencias. *Nova*, 14(25), 121. <https://doi.org/10.22490/24629448.1735>
- Zuluaga, M., Robledo, S., Arbelaez-Echeverri, O., Osorio-Zuluaga, G. A., & Duque-Méndez, N. (2022). Tree of Science-ToS: A web-based tool for scientific literature recommendation. Search less, research more! [Tree of Science (ToS): una herramienta web para recomendar bibliografía científica. ¡Busca menos, investiga más!] *Issues in science and technology librarianship*, 100. <https://doi.org/10.29173/istl2696>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization [Métodos bibliométricos en gestión y organización]. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

gación

Acerca del
autor

Investi

Anyerson Stiths Gómez Tabares

Psicólogo, especialista en Adicciones, magíster y Ph. D. en Filosofía, Ph. D. en Psicología. Docente investigador de la Universidad Católica Luis Amigó (Medellín, Colombia). Miembro de los grupos de investigación *Estudios de Fenómenos Psicosociales* (A1) y *Neurociencias Básicas y Aplicadas* (A1).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7389-3178>

Correo electrónico: anyersp.n.gomezta@amigo.edu.co

Este texto se perfila como una herramienta esencial para estudiantes de posgrado, docentes e investigadores en un entorno global dominado por el crecimiento de la literatura científica.

El libro propone un marco integrado y reproducible diseñado para transformar volúmenes masivos de datos bibliográficos en conocimiento científico que permite esbozar el estado actual de conocimiento y las tendencias de la investigación.

El contenido se articula a lo largo de tres bloques fundamentales. La primera parte profundiza en los fundamentos teóricos y explora las leyes empíricas clásicas de la disciplina (Price, Lotka, Bradford y Zipf). Asimismo, examina con sentido crítico métricas como el índice h y el factor de impacto, sopesando sus alcances y límites, e introduce las métricas alternativas (altmetrics) como respuesta a los sesgos del modelo tradicional. La segunda parte aborda la metodología del análisis bibliométrico desde una perspectiva relacional y evaluativa, así como lo diferencia de las revisiones sistemáticas tradicionales, al tiempo que detalla la utilidad del mapeo científico y el análisis de redes para identificar tendencias de investigación de forma organizada. Por último, la tercera parte despliega una guía práctica y operativa a través de un procedimiento aplicado paso a paso y completamente reproducible sobre la producción científica en bibliometría.

Este texto está escrito con un lenguaje claro, accesible e ilustrado, cuenta con tablas y figuras que dinamizan y ejemplifican el paso a paso y funge como listas de verificación y criterios de evaluación responsable, de manera que actúa como mapa o brújula para diseñar sus propias revisiones bibliométricas.