



15 years ESJ
Special edition

Innovación tecnológica y sustentabilidad: Una revisión sistemática de la literatura desde una perspectiva de bibliometría

Mtro. Cesar Aguado Cortes

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico

Dr. Judas Noé Moctezuma Medina

Universidad Intercontinental (UIC), Mexico

Dr. Joaquín Orduña-Trujillo

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n38p160](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n38p160)

Submitted: 06 August 2024
Accepted: 20 September 2024
Published: 08 February 2025

Copyright 2025 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Cortes C.A., Moctezuma Medina J.N. & Orduña-Trujillo J. (2025). *Innovación tecnológica y sustentabilidad: Una revisión sistemática de la literatura desde una perspectiva de bibliometría*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (38), 160.

<https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n38p160>

Resumen

El artículo científico realiza una revisión sistemática de la literatura sobre innovación tecnológica y sustentabilidad utilizando un enfoque bibliométrico. A través del análisis de 2863 artículos científicos extraídos de la base de datos Web of Science, se examinan las tendencias, enfoques metodológicos, áreas temáticas, autores más influyentes y vacíos en la literatura. Los resultados revelan un crecimiento exponencial en la producción científica en los últimos años, con un enfoque creciente en la integración de la innovación tecnológica para promover la sustentabilidad. Las palabras clave más frecuentes en estos estudios incluyen innovación, sustentabilidad, tecnología y gestión. El análisis bibliométrico permitió identificar tres áreas temáticas principales: la innovación, el marco conceptual y las dinámicas de transición. Estos resultados sugieren la importancia de políticas y estrategias que promuevan la innovación sostenible, subrayando la necesidad de una investigación continua en este campo para apoyar el desarrollo de soluciones tecnológicas que integren aspectos sociales y ambientales. Además, se destaca

la complejidad en la cuantificación del valor social y ambiental de estas innovaciones, el cual se manifiesta con el tiempo, lo que añade un desafío adicional para la investigación y la implementación de políticas efectivas.

Palabras clave: Innovación tecnológica, sustentabilidad y bibliometría

Technological innovation and sustainability: A systematic review of the literature from a bibliometrics perspective

Mtro. Cesar Aguado Cortes

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico

Dr. Judas Noé Moctezuma Medina

Universidad Intercontinental (UIC), Mexico

Dr. Joaquín Orduña-Trujillo

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico

Abstract

The scientific article performs a systematic review of the literature on technological innovation and sustainability using a bibliometric approach. Through the analysis of 2863 scientific articles extracted from the Web of Science database, the trends, methodological approaches, thematic areas, most influential authors, and gaps in the literature are examined. The results reveal an exponential growth in scientific production in recent years, with an increasing focus on the integration of technological innovation to promote sustainability. The most frequent keywords in these studies include innovation, sustainability, technology, and management. The bibliometric analysis allowed us to identify three main thematic areas: innovation, conceptual framework, and transition dynamics. These results suggest the importance of policies and strategies that promote sustainable innovation, underlining the need for continued research in this field to support the development of technological solutions that integrate social and environmental aspects. In addition, the complexity in quantifying the social and environmental value of these innovations is highlighted, which manifests itself over time, adding an additional challenge to research and the implementation of effective policies.

Keywords: Technological innovation, sustainability, and bibliometrics

Introducción

El tema de la sustentabilidad se ha convertido en un tema central, además, en la agenda global, especialmente desde la publicación del informe

de las Naciones Unidas "Nuestro futuro común" en 1987, que definió el desarrollo sustentable como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Naciones Unidas, 1987). En este contexto, otro concepto importante es la innovación tecnológica ha surgido como un motor clave para promover la sustentabilidad, particularmente a través de la Innovación Orientada a la Sustentabilidad (IOS), que no solo genera retornos económicos, sino que también añade valor social y ambiental (Klewitz y Hansen, 2014).

La IOS, también conocida como *Sustainability Oriented Innovation* (SOI, por sus siglas en inglés), se enfoca en la creación de productos, procesos, servicios y modelos de negocio que integran eficiencias materiales y energéticas, al tiempo que abordan aspectos sociales (Kemp & Pearson, 2007). Este tipo de innovación contribuye significativamente a la sustentabilidad en las esferas de la producción, el mercado y el consumo (Schaltegger y Wagner, 2011). No obstante, el valor social y ambiental de estas innovaciones suele ser dinámico y difícil de cuantificar, manifestándose a menudo sólo con el tiempo (Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., y Overy, P., 2016; Kemp, R., y Pearson, P., 2007).

El estudio de la innovación tecnológica y la sustentabilidad ha generado un creciente cuerpo de literatura que abarca diversas disciplinas y enfoques. En este contexto, las primeras fases de la innovación son cruciales para definir las propiedades de producción, los productos y servicios, así como sus impactos ambientales Lang-Koetz, C., Beucker, S., y Heubach, D., 2008). Sin embargo, estas fases iniciales presentan desafíos únicos, ya que la composición de los materiales y los procesos físicos necesarios para la producción y la logística suelen ser desconocidos. Esta incertidumbre dificulta la aplicación de métodos como la Evaluación del Ciclo de Vida (ISO 14040, 2006), que requieren información detallada y específica para ser efectivos. A pesar de estas dificultades, abordar estos desafíos es esencial para avanzar en la implementación de Innovaciones Orientadas a la Sustentabilidad (IOS) que verdaderamente contribuyan a un desarrollo sostenible integral.

Ante este panorama, en este artículo se propone realizar una revisión sistemática de la literatura sobre innovación tecnológica y sustentabilidad desde una perspectiva bibliométrica. El objetivo es mapear el desarrollo de este campo de estudio, identificar las principales tendencias, y autores, los enfoques metodológicos predominantes, las áreas temáticas más investigadas y los vacíos existentes en la literatura. Al proporcionar un análisis comprensivo y estructurado de las publicaciones científicas, este estudio pretende ofrecer una base sólida para futuras investigaciones y contribuir al avance del conocimiento en la intersección de la innovación tecnológica y la sustentabilidad.

Antecedentes

La innovación tecnológica puede ser vista como un motor de crecimiento económico y un factor clave para mejorar la competitividad de las empresas. Además, la adopción de tecnologías innovadoras puede conducir a una mayor eficiencia en el uso de los recursos y la reducción de costos (Freeman y Soete, 1997). La investigación en esta área ha mostrado cómo las innovaciones tecnológicas pueden desempeñar un papel crucial en la transición hacia una economía más sustentable (Porter y Van der Linde, 1995).

Y, por otro lado, el concepto de sustentabilidad ha evolucionado desde una visión centrada en el medio ambiente hacia una perspectiva más amplia que incluye dimensiones económicas y sociales. La sustentabilidad busca integrar estas dimensiones de manera que las actividades humanas sean ambientalmente benignas, socialmente equitativas y económicamente viables (Elkington, 1997). La literatura sugiere que la implementación de prácticas sustentables puede no solo minimizar los impactos negativos en el medio ambiente, sino también generar beneficios económicos y sociales (Hart y Milstein, 2003).

La relación entre la innovación tecnológica y la sustentabilidad ha sido objeto de un creciente interés académico en las últimas décadas. La innovación tecnológica se refiere al desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías que mejoran los procesos productivos, los productos o los servicios. Por otro lado, la sustentabilidad se enfoca en satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Brundtland, 1987). Esta revisión sistemática de la literatura utiliza una perspectiva de bibliometría para explorar cómo estos conceptos están interrelacionados.

La integración de la innovación tecnológica y la sustentabilidad es esencial para abordar los desafíos globales actuales y futuros. Las políticas y estrategias que fomentan la innovación tecnológica en el contexto de la sustentabilidad pueden contribuir significativamente al desarrollo sostenible. Sin embargo, es fundamental considerar los posibles riesgos y asegurarse de que las tecnologías innovadoras se implementen de manera responsable y equitativa. Según Kuhlman y Farrington (2010), la innovación y la sostenibilidad son componentes clave para enfrentar los problemas globales y asegurar un futuro en el que el desarrollo económico y el bienestar ambiental estén equilibrados.

Metodología

La innovación tecnológica y la sustentabilidad son conceptos interrelacionados que han ganado considerable atención en la investigación académica. Como señala Schot y Steinmueller (2018), la innovación tecnológica es un motor clave para la transición hacia la sustentabilidad, ya

que permite el desarrollo de soluciones que pueden reducir el impacto ambiental y promover un crecimiento económico más inclusivo.

La presente revisión sistemática de la literatura utiliza la metodología de bibliometría para analizar 2,863 artículos científicos extraídos de la base de datos *Web of Science*, con el objetivo de comprender mejor cómo estos conceptos se integran y se influyen mutuamente.

Para construir una base de datos robusta, se seleccionaron 2,863 artículos científicos de la base de datos *Web of Science*, abarcando una amplia gama de revistas académicas, libros y artículos científicos de todo el mundo relacionados con la innovación tecnológica y la sustentabilidad. La metodología de bibliometría se aplicó para analizar la frecuencia de publicaciones a lo largo del tiempo, identificar las palabras clave de alta frecuencia, las citas, las instituciones y las redes de colaboración entre instituciones y autores.

La bibliometría es una metodología que permite analizar de manera estadística y cuantitativa los resultados de bases de datos científicas para mapear una red de conocimiento. Este análisis no solo incluye estadísticas descriptivas y tendencias, sino también redes de palabras clave, citas, autores e instituciones, y su conectividad. A través de la bibliometría, se puede obtener información valiosa sobre la estructura del conocimiento, el patrón de citación, la red de autores y el impacto de las obras (Aguado y Castaño, 2020).

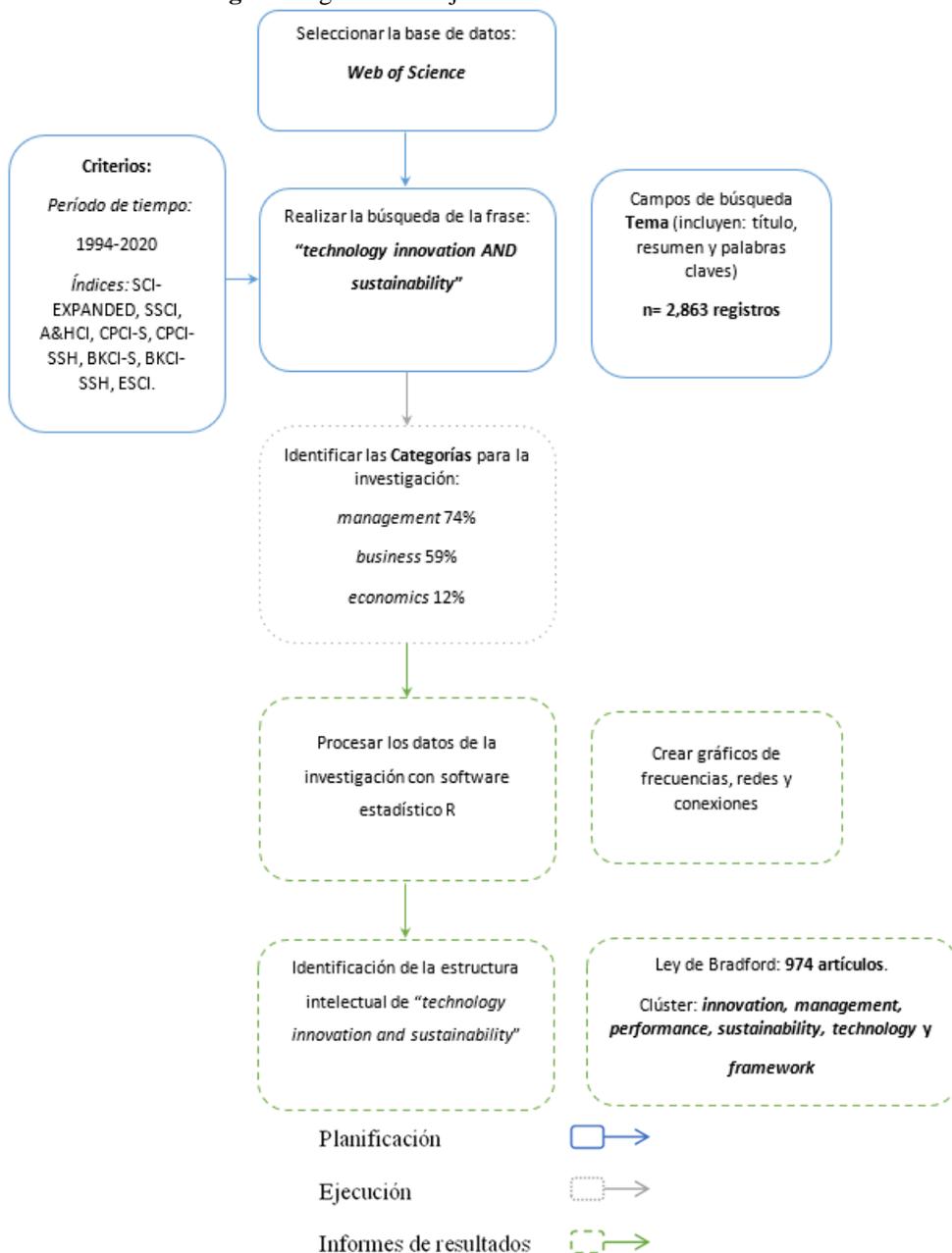
Para llevar a cabo este análisis, se utilizó el software R (Aria y Cuccurullo, 2017), un programa estadístico de código abierto con gran versatilidad para manejar grandes volúmenes de datos. La metodología seguida para el análisis bibliométrico se basó en tres etapas principales: a) planificación, b) ejecución y c) informes de resultados, según la metodología de Fuentes y García (2020) como se muestra en la Fig. 1.

Para construir una base de datos robusta, se seleccionaron 2,863 artículos científicos de la base de datos *Web of Science*, abarcando una amplia gama de revistas académicas, libros y artículos científicos de todo el mundo relacionados con la innovación tecnológica y la sustentabilidad. Los criterios de selección fueron los siguientes: se eligió la Colección Principal de *Web of Science*, y se buscó por “Tema” la frase “innovación tecnológica” y “sustentabilidad”. Esta búsqueda se refinó por las categorías de *Web of Science* en Economía, Administración y Negocios, y cubrió el período de tiempo 1994-2020. Los índices utilizados fueron SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, y ESCI.

Y con base en la metodología de la bibliometría se identificó la estructura que representa el núcleo central (*core*) de la investigación y que permitió crear redes, tomando en cuenta los artículos con más impacto, más relevancia y más trascendentes denominada Ley de Bradford, que nos proporcionó: 974 artículos, para mostrar las palabras con más ocurrencias y su

conexión entre ellas. La Ley de Bradford, utilizada en bibliometría, como las fuentes más relevantes y trascendentes en nuestro tema en cuestión (Alvarado, 2016).

Fig. 1. Diagrama de flujo del análisis de bibliometría



El análisis bibliométrico de los 2,863 artículos científicos permitió graficar la frecuencia de publicaciones a lo largo del tiempo y mapear las

principales palabras clave relacionadas con la innovación tecnológica y la sustentabilidad. Además, se identificaron las instituciones y autores más influyentes, así como las redes de colaboración entre ellos. Este enfoque facilitó la identificación de tendencias y la descripción de las publicaciones científicas, proporcionando una visión integral de la estructura del conocimiento en este campo (Liang y Liu, 2018) como se presenta a continuación.

Resultados

Para resumir los resultados de manera general en el análisis de bibliometría de la base de datos científica que analizamos del tema innovación tecnológica y sustentabilidad, mostramos la información principal para la estructura intelectual bibliográfica para mostrar los principales indicadores sobre la producción científica, principales artículos por número de citas, autores más productivos, países más productivos, citas totales por país, fuentes más relevantes y palabras clave más relevantes, por mencionar algunas. Con esta metodología se permitió obtener resultados cuantitativos de los artículos científicos relacionados al comportamiento económico con enfoque descriptivo, con ello podemos analizar por año de publicación y el porcentaje que representa del total de la muestra como a continuación se describe en la Tabla 1.

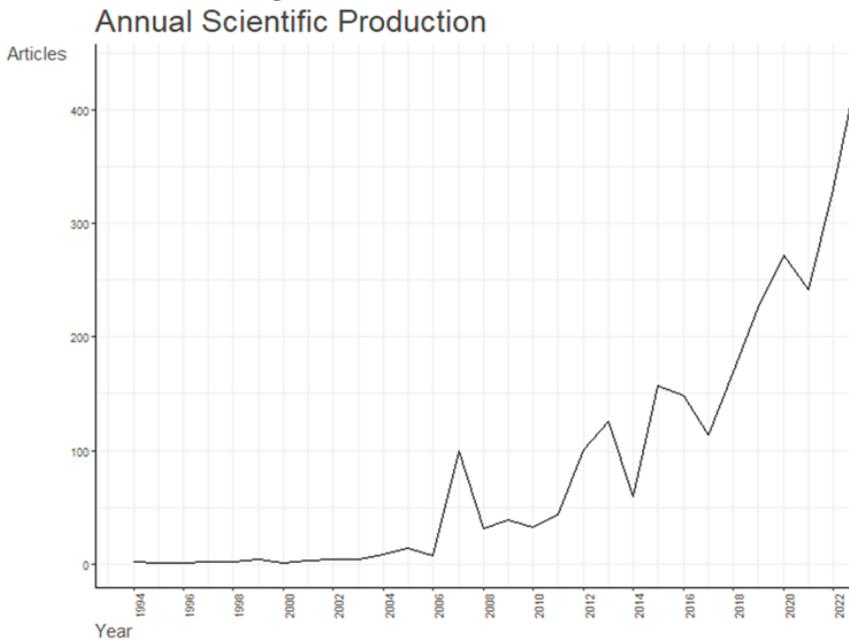
Tabla 1. Tipos de documentos de la base de datos

Descripción	Resultados
Periodo	1994:2020
Fuentes (revistas, libros, etc.)	595
Documentos	3,057
Tasa de crecimiento anual %	16.29
Edad promedio del documento	5.78
Citas promedio por documento	22.13
Referencias	122,177
Palabras clave Plus (ID)	2,872
Palabras clave del autor (DE)	7,293
Autores	
Autores	6498

La Fig. 3 presenta la producción científica anual de artículos relacionados con innovación tecnológica y sustentabilidad desde el año 1994 hasta el año 2024. Desde el punto de vista de la bibliometría, durante la primera década, la producción científica en este campo fue relativamente baja, con una cantidad constante y moderada de publicaciones anuales. Esto puede indicar un interés inicial en el tema, pero sin un crecimiento significativo en la investigación (Hall, 2001; Díaz-García, C., González-Moreno, Á., & Sáez-

Martínez, F. J., 2015). A partir de 2005, se observa un aumento notable en la cantidad de publicaciones. Este período muestra un crecimiento gradual con algunos picos en los años 2006 y 2014 (Wagner, M., Van Phu, N., Azomahou, T., & Wehrmeyer, W., 2011). Este incremento puede estar relacionado con la creciente conciencia global sobre la importancia de la sustentabilidad y la necesidad de innovaciones tecnológicas para abordarla (Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S., 2014; Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J., 2017).

Fig. 3. Producción científica anual



Desde 2016, hay un crecimiento exponencial en la producción de artículos científicos. El año 2022 destaca con el número más alto de publicaciones, superando las 400 (Aparicio, J., Villavicencio, C., Peña-Vinces, J., & de la Hoz, G., 2022). Este crecimiento puede reflejar un enfoque más fuerte y sostenido en la investigación de la innovación tecnológica aplicada a la sustentabilidad, posiblemente impulsado por políticas globales, acuerdos internacionales y un mayor financiamiento en proyectos de investigación (De Sousa Jabbour, A. B. L., de Oliveira, J. H. C., & Jabbour, C. J. C., 2018; Gaziulusoy, A. I., & Brezet, H., 2016).

La Fig. 4 presenta las fuentes más relevantes en términos del número de documentos publicados sobre el tema de innovación tecnológica y sustentabilidad. Desde el punto de vista científico, este análisis permite identificar las revistas y fuentes académicas que han contribuido

significativamente a la producción científica en este campo (Gaziulusoy & Brezet, 2015). A continuación, se describen las observaciones relevantes:

Technological Forecasting and Social Change: con 233 documentos, es la fuente más prolífica, destacándose como la principal revista en términos de cantidad de publicaciones sobre innovación tecnológica y sustentabilidad.

Business Strategy and the Environment: ocupa el segundo lugar con 111 documentos, indicando su importancia en la intersección entre estrategia empresarial y sustentabilidad ambiental.

Complex Systems Concurrent Engineering: con 90 documentos, esta fuente también es relevante, probablemente enfocada en la ingeniería de sistemas complejos y la colaboración tecnológica.

Research Policy: publicando 89 documentos, esta revista es crucial para entender las políticas de investigación relacionadas con innovación y sustentabilidad.

Technology Analysis & Strategic Management: también con 89 documentos, esta fuente se centra en el análisis de la tecnología y la gestión estratégica.

Entrepreneurship and Sustainability Issues: con 68 documentos, esta revista aborda temas relacionados con el emprendimiento y los problemas de sustentabilidad.

Innovation Vision 2020: con 67 documentos, se enfoca en la visión de la innovación desde el desarrollo regional.

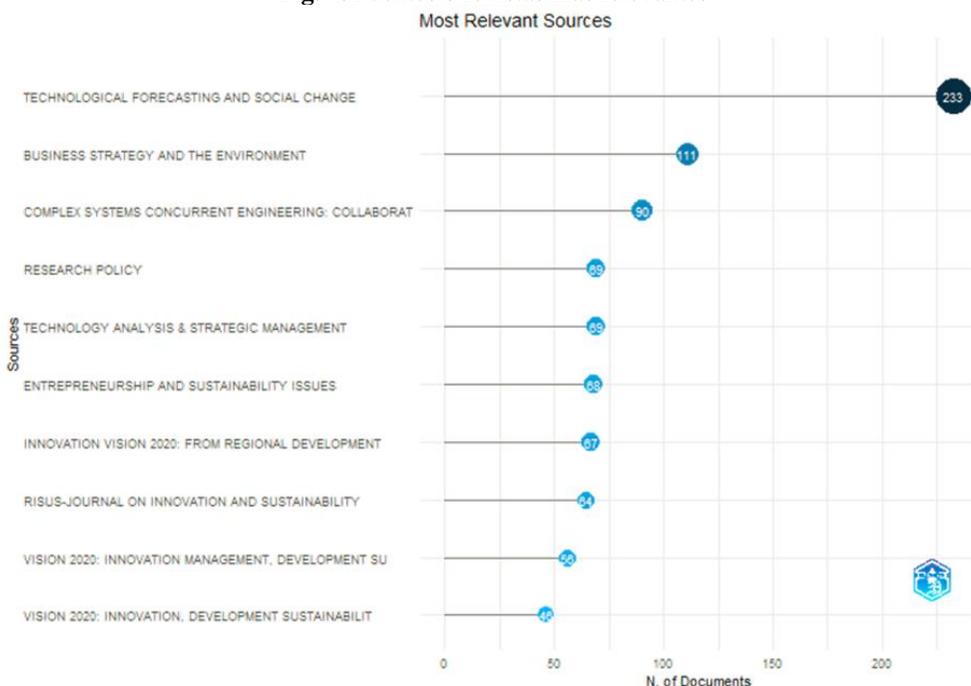
RISUS-Journal on Innovation and Sustainability: con 64 documentos, es una fuente clave en la discusión sobre innovación y sustentabilidad.

Vision 2020 - Innovation Management, Development Su: con 56 documentos, aborda la gestión de la innovación y el desarrollo.

Vision 2020 - Innovation, Development Sustainability: con 49 documentos, también se centra en la innovación y el desarrollo sostenible.

Las fuentes o revistas mencionadas son esenciales para el campo de la innovación tecnológica y la sustentabilidad, contribuyendo con un alto volumen de publicaciones. Esto refleja su influencia y relevancia en la discusión académica y científica.

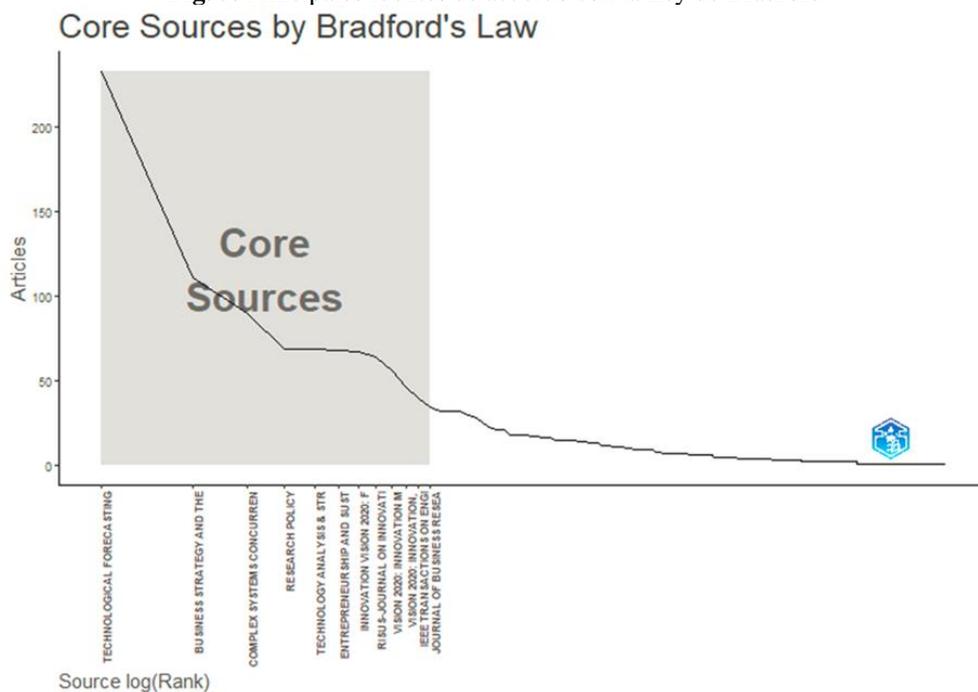
Fig. 4. Fuentes o revistas más relevantes



La Fig. 5 muestra las fuentes principales de publicaciones científicas sobre innovación tecnológica y sustentabilidad, ordenadas según la Ley de Bradford. Esta ley es una regla empírica que describe la dispersión de artículos en revistas científicas. Según esta ley, un pequeño número de revistas contienen una gran cantidad de artículos relevantes, mientras que la mayoría de las revistas contienen sólo unos pocos artículos. Las revistas identificadas como *Core Sources* son aquellas que publican la mayoría de los artículos relevantes en el campo de la innovación tecnológica y sustentabilidad.

Por lo tanto, la aplicación de la Ley de Bradford en esta gráfica resalta la concentración de la producción científica en un pequeño número de revistas fundamentales para el estudio de la innovación tecnológica y la sustentabilidad. Esto facilita la identificación de las fuentes más influyentes y proporciona una guía útil para investigadores y académicos interesados en este campo.

Fig. 5. Principales fuentes de acuerdo con la Ley de Bradford



La Fig. 6 muestra los términos más frecuentes en la literatura sobre innovación tecnológica y sustentabilidad, representando cómo estos términos han surgido y evolucionado en popularidad desde el año 2009 hasta el 2023. Los términos y la frecuencia indican mediante el tamaño de los nodos, donde un círculo más grande significa una mayor frecuencia de aparición del término en los artículos analizados.

Las palabras *dynamic capabilities*, *supply chain*, *mediating role*, y *sustainability* han mostrado un crecimiento significativo, especialmente en años recientes, lo que sugiere que son áreas de enfoque clave en la investigación sobre innovación tecnológica y sustentabilidad. Así como *impact*, *adoption*, *innovation*, y *management* tienen alta frecuencia, reflejando su relevancia continua y centralidad en las discusiones académicas (Hoppmann, J., Peters, M., Schneider, M., & Hoffmann, V. H., 2014).

Existe una concentración notable de términos clave entre 2015 y 2023, sugiriendo un aumento en la diversidad y profundidad de la investigación en este campo durante este periodo. Además, los términos *technology*, *systems*, *knowledge*, y *performance* son destacados, indicando un enfoque en la comprensión y mejora de los sistemas tecnológicos y el conocimiento relacionado con la innovación (Barney, 2018). Por último, los términos clave *policy*, *transitions*, e *innovation systems* reflejan la importancia

de las políticas y los sistemas de innovación en la transición hacia prácticas sostenibles (Geels, 2019).

Fig. 6. Tendencia anual por tópicos



Para entender mejor la estructura de la Fig. 7 sobre innovación tecnológica y sustentabilidad, se realizó un análisis de clústeres de las palabras clave más frecuentes. Este análisis nos permitió identificar grupos de términos que frecuentemente aparecen juntos, sugiriendo subtemas o enfoques específicos dentro del campo general de estudio. Para ellos se identificaron tres clústeres: innovación, marco conceptual y dinámicas de transición, lo que revela tres áreas temáticas principales en la literatura sobre innovación tecnológica y sustentabilidad. Estos clústeres destacan la importancia de la innovación en la gestión y el desempeño (Crossan & Apaydin, 2010), la necesidad de marcos conceptuales robustos para guiar las políticas y las transiciones (Geels, 2019), y el estudio de las dinámicas complejas que facilitan las transiciones hacia la sustentabilidad. Estas áreas temáticas proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y pueden ayudar a guiar a los investigadores en la identificación de subtemas y enfoques específicos dentro del campo de la innovación tecnológica y la sustentabilidad.

Fig. 7. Clústeres de innovación tecnológica y sustentabilidad

Occurrences	Words	Cluster	Cluster_Label
175	innovation	1	innovation
132	sustainability	1	innovation
121	technology	1	innovation
119	management	1	innovation
118	performance	1	innovation
84	impact	1	innovation
50	perspective	1	innovation
82	framework	2	framework
68	systems	2	framework
44	policy	2	framework
44	transitions	2	framework
58	dynamics	3	dynamics
52	sustainability transitions	3	dynamics
50	multilevel perspective	3	dynamics

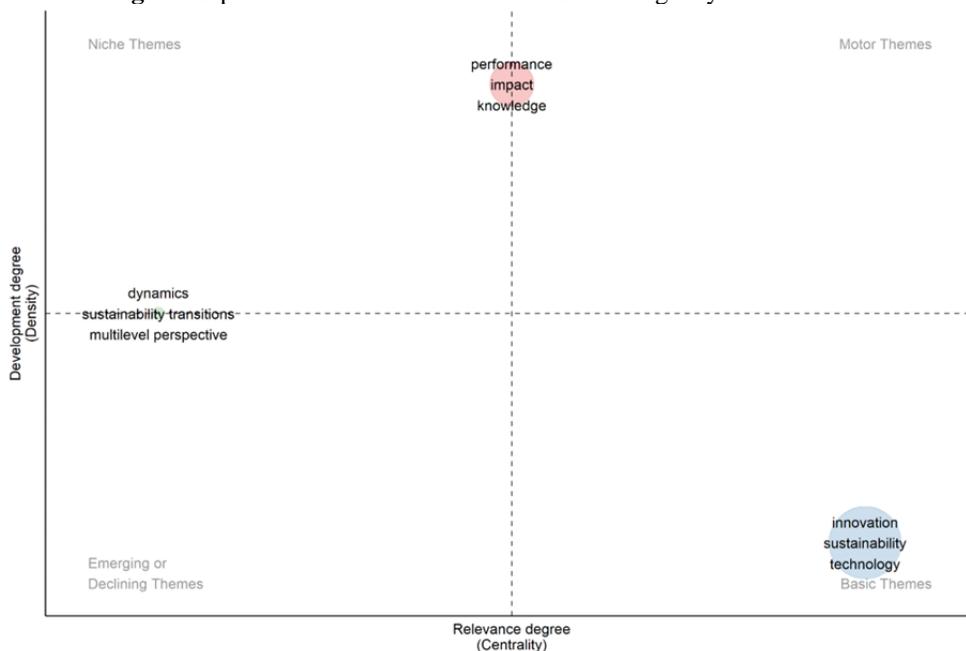
La Fig. 8 presenta un diagrama estratégico que organiza las palabras clave en un espacio bidimensional basado en dos dimensiones: centralidad (eje X) y densidad (eje Y). Este tipo de diagrama es útil para identificar y clasificar temas dentro de un campo de investigación específico (Cobo et al., 2011).

A partir de la Fig. 8, podemos observar las conexiones de las palabras clave y además se identifican los clústeres con un color específico, donde se observan 3, donde la centralidad de los términos nos permite construir un diagrama estratégico como el presentado, que es un espacio bidimensional construido al trazar temas de acuerdo con sus valores de centralidad y densidad. Podemos encontrar cuatro tipos de temas según el cuadrante en el que están ubicados (Cobo et al., 2011):

- Temas Motores (cuadrante superior derecho): Bien desarrollados y cruciales para estructurar el campo de investigación, con fuerte centralidad y alta densidad. Ejemplo: *performance, impact, knowledge*.
- Temas de Nicho (cuadrante superior izquierdo): Bien desarrollados internamente, pero de importancia marginal para el campo debido a sus conexiones externas limitadas. Ejemplo: *dynamics, sustainability transitions, multilevel perspective*.
- Temas Emergentes (cuadrante inferior izquierdo): Poco desarrollados y marginales, representando principalmente temas emergentes o faltantes. Este cuadrante no muestra temas específicos en la figura.
- Temas Básicos (cuadrante inferior derecho): Fundamentales para el campo, pero no completamente desarrollados. Ejemplo: *innovation, sustainability, technology*.

Este análisis nos permite identificar áreas bien establecidas, temas especializados, áreas emergentes y conceptos fundamentales que requieren mayor desarrollo en el campo de la innovación tecnológica y la sustentabilidad.

Fig. 8. Mapa de los clústeres de innovación tecnológica y sustentabilidad

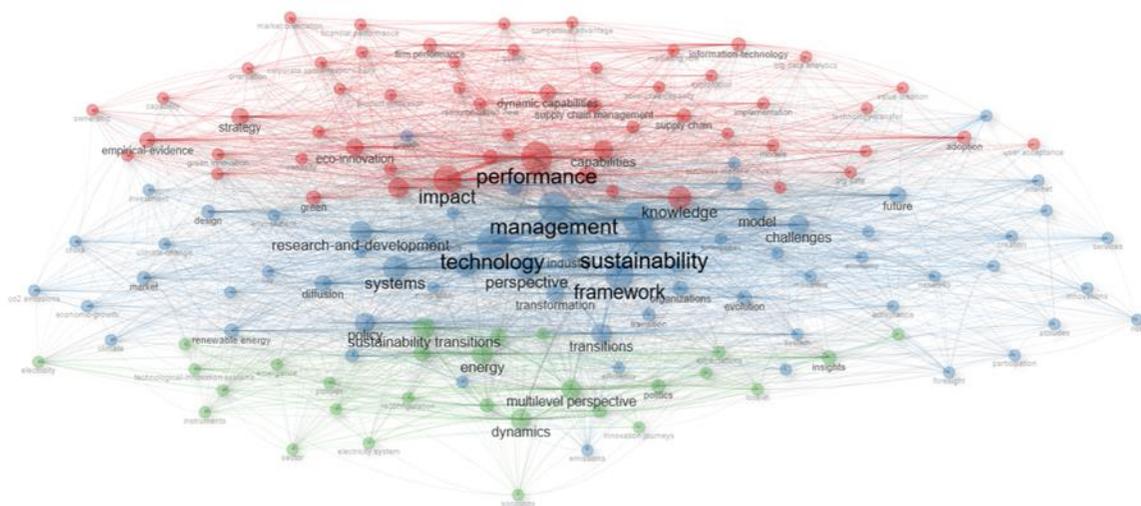


La Fig. 9, la red de palabras clave de innovación tecnológica y sustentabilidad, como se muestra es un complejo interconectado de la importancia de la innovación tecnológica y la sustentabilidad que presenta todas las palabras clave encontradas en el análisis bibliométrico, sin embargo, en la Fig. 8 se presenta un resumen de esta red de las principales palabras clave utilizadas en los estudios analizados. En esta red, se identifican conexiones clave y clústeres específicos, los cuales se representan con diferentes colores. Este análisis permite identificar áreas bien establecidas, temas especializados, áreas emergentes y conceptos fundamentales que requieren mayor desarrollo en el campo de la innovación tecnológica y la sustentabilidad.

Esta representación visual se puede interpretar utilizando el mapa de los clústeres de innovación tecnológica y sustentabilidad. Este tipo de visualización es una herramienta común en los estudios bibliométricos para entender la estructura y las relaciones dentro de un campo de investigación (Aria & Cuccurullo, 2017). Para ello, cada nodo en la red representa una palabra clave utilizada en los artículos científicos analizados y el tamaño de cada nodo indica la frecuencia con la que aparece la palabra clave en la literatura. Las palabras claves como *sustainability*, *technology*, *performance* y

management son términos centrales en este campo de estudio (Markard, J., Raven, R., & Truffer, B., 2012). Y por su cuenta, las líneas que conectan los nodos representan co-ocurrencias de palabras clave en los mismos artículos. Un enlace más grueso indica una relación más fuerte o frecuente entre las dos palabras clave conectadas. Y los diferentes colores de los nodos (rojo, azul y verde) representan diferentes clústeres temáticos dentro del campo. Estos clústeres son grupos de palabras clave que tienden a aparecer juntas y están relacionadas temáticamente.

Fig. 9. Red de palabras clave de innovación tecnológica y sustentabilidad



La red de palabras clave de innovación tecnológica y sustentabilidad proporciona una visión integral de cómo se interrelacionan los temas dentro de este campo de investigación. A través de este análisis, se pueden identificar tendencias, áreas de enfoque principal y posibles vacíos en la literatura. Este tipo de visualización es esencial para comprender la estructura y evolución de la investigación en innovación tecnológica y sustentabilidad, y sirve como una herramienta valiosa para guiar futuras investigaciones y políticas en este campo.

Autores con mayor impacto.

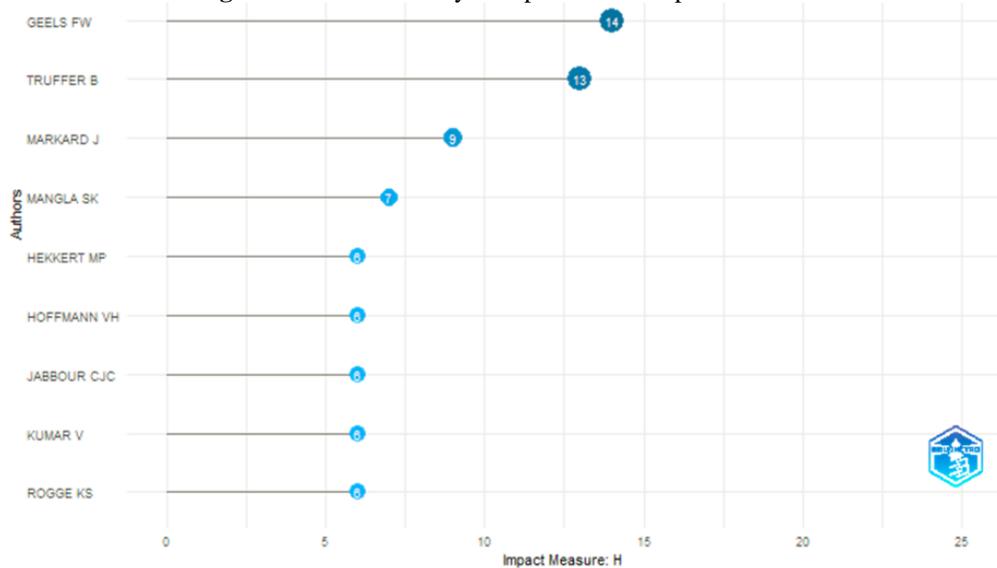
Para mostrar la relevancia de los autores, se ha empleado el Índice h , el cual muestra la cantidad de publicaciones (h) que han recibido al menos esas mismas citaciones (h). En palabras de Barabasi y Wang (2021, p.18)

El índice de un científico es h si h de sus artículos tienen al menos h citas y cada uno de los artículos restantes tiene menos de h citas. Por ejemplo, si un científico tiene un índice h de 20 ($h = 20$), significa que tiene 20 artículos con 20 o más citas, y el resto de sus artículos tienen

menos de 20 citas. Para medir h, clasificamos el valor de las publicaciones individuales basadas en sus citas, partiendo de las más citadas a las menos citadas.

De tal suerte encontramos aquí los trabajos de Geels FW como los de mayor impacto h, ya que cuenta con 14 artículos científicos que han resultado citados en al menos 14 oportunidades (Geels, 2010). Le sigue Truffer B, con 13, y en tercer lugar Markard J con 9 (Truffer & Coenen, 2012; Markard, J., Raven, R., & Truffer, B., 2012).

Fig. 10. Autores con mayor impacto medido por Índice-h



Conclusiones

La metodología de bibliometría utilizada nos ha permitido identificar términos y áreas de investigación emergentes en el campo de la innovación tecnológica y la sustentabilidad. Estas áreas deben ser focalizadas por los investigadores para continuar desarrollando el conocimiento y la comprensión en estos temas clave.

La identificación de términos clave subraya la importancia de las políticas públicas y las estrategias de innovación en la promoción de la sustentabilidad. Los responsables de la formulación de políticas pueden utilizar estos hallazgos para diseñar políticas que fomenten la innovación sustentable y faciliten las transiciones hacia prácticas más orientadas hacia ella.

Las empresas pueden utilizar estas recomendaciones para orientar sus esfuerzos de innovación y adoptar tecnologías que promuevan la eficiencia y la sustentabilidad. Aunque se ha utilizado la base de datos *Web of Science*, la

más importante en el ámbito científico, la inclusión de otras bases de datos académicas podría ofrecer una visión más completa y diversa del campo de estudio para futuras investigaciones. Los estudios futuros podrían enfocarse en explorar las diferencias regionales en la investigación y aplicación de la innovación tecnológica y la sustentabilidad. Esto permitiría identificar y abordar las necesidades y desafíos específicos de diferentes regiones y contextos.

Derivado de este análisis bibliométrico se subraya la importancia de la innovación tecnológica y la sustentabilidad como áreas de investigación interconectadas y en crecimiento. Las implicaciones para la investigación y la práctica sugieren enfoques estratégicos para avanzar en estos campos, mientras que las limitaciones identificadas abren oportunidades para mejorar y expandir futuras investigaciones. La combinación de análisis bibliométricos con enfoques cualitativos y contextuales promete una comprensión más holística y aplicable de la innovación y la sustentabilidad en diversos escenarios.

Conflicto de intereses: Los autores no declararon ningún conflicto de intereses.

Disponibilidad de los datos: Todos los datos están incluidos en el contenido del artículo.

Declaración de financiación: Los autores no obtuvieron financiación para esta investigación.

References:

1. Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. (2016). Sustainability-oriented innovation: A systematic review. *International Journal of Management Reviews*, 18(2), 180-205. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12068>
2. Aguado-Cortés, C., & Castaño, V. M. (2020). Translational knowledge map of COVID-19. *arXiv preprint arXiv:2003.10434*.
3. Alvarado, R. U. (2016). El crecimiento de la literatura sobre la ley de Bradford. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 30(68), 51-72.
4. Aparicio, J., Villavicencio, C., Peña-Vinces, J., & de la Hoz, G. (2022). Sustainable development and innovation: Systematic review of the last 25 years. *Sustainability*, 14(13), 7890. <https://doi.org/10.3390/su14137890>

5. Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). *Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975.
6. Barney, J. B. (2018). *Resource-based theory: Creating and sustaining competitive advantage*. Oxford University Press.
7. Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., & Evans, S. (2014). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42-56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.039>
8. Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.
9. Cagno, E., & Trianni, A. (2014). Evaluating the barriers to specific industrial energy efficiency measures: an exploratory study in small and medium-sized enterprises. *Journal of cleaner Production*, 82, 70-83.
10. Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. *Journal of informetrics*, 5(1), 146-166.
11. Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. *Journal of Informetrics*, 5(1), 146-166. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.10.002>
12. Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154-1191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>
13. De Sousa Jabbour, A. B. L., de Oliveira, J. H. C., & Jabbour, C. J. C. (2018). Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: An integrative framework and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 546-554. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.010>
14. Díaz-García, C., González-Moreno, Á., & Sáez-Martínez, F. J. (2015). Eco-innovation: Insights from a literature review. *Innovation*, 17(1), 6-23. <https://doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060>
15. Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone.
16. Shah, R. (2013). What a fine mess! Moving beyond simple puzzle-solving for sustainable development. *The Triple Bottom Line*, 89-98.

17. Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. MIT Press.
18. Fuentes, J. L., García, M., & Ruiz, A. (2020). *Metodología para el análisis bibliométrico en la investigación académica*. *Journal of Documentation*, 76(2), 321-345.
19. Gaziulusoy, A. I., & Brezet, H. (2015). Design for system innovations and transitions: A conceptual framework integrating insights from sustainability science and theories of system innovations and transitions. *Journal of Cleaner Production*, 108, 558-568. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.066>
20. Geels, F. W. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39(4), 495-510. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.022>
21. Geels, F. W. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: A review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 39, 187-201. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>
22. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
23. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
24. Hall, J. K. (2001). Environmental supply chain dynamics. *Journal of Cleaner Production*, 9(2), 119-133. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00038-3)
25. Hart, S. L., & Milstein, M. B. (2003). *Creating Sustainable Value*. *Academy of Management Executive*, 17(2), 56-69.
26. Hoppmann, J., Peters, M., Schneider, M., & Hoffmann, V. H. (2014). The two faces of market support: How deployment policies affect technological exploration and exploitation in the solar photovoltaic industry. *Research Policy*, 43(3), 524-541. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.12.002>
27. ISO. (2006). ISO 14040: 2006. Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework. International Organization for Standardization. Geneva.
28. Kemp, R., & Pearson, P. (2007). Final report MEI project about measuring eco-innovation. *UM Merit, Maastricht*, 10(2), 1-120.

29. Klewitz, J., & Hansen, E. G. (2014). Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review. *Journal of cleaner production*, 65, 57-75.
30. Lang-Koetz, C., Beucker, S., & Heubach, D. (2008). Estimating environmental impact in the early stages of the product innovation process. *Environmental Management Accounting for Cleaner Production*, 49-64.
31. Liang, L., & Liu, M. (2018). *Understanding the structure of knowledge in innovation and sustainability: A bibliometric analysis*. *Scientometrics*, 115(3), 1445-1465.
32. Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. *Research Policy*, 41(6), 955-967. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.02.013>
33. McElroy, M. W., & Van Engelen, J. M. (2012). *Corporate sustainability management: The art and science of managing non-financial performance*. Routledge.
34. Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). *Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
35. Schaltegger, S., & Wagner, M. (2011). Sustainable entrepreneurship and sustainability innovation: categories and interactions. *Business strategy and the environment*, 20(4), 222-237.
36. Truffer, B., & Coenen, L. (2012). Environmental innovation and sustainability transitions in regional studies. *Regional Studies*, 46(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.646164>
37. WCED, S. W. S. (1987). World commission on environment and development. Our common future, 17(1), 1-91.
38. Wagner, M., Van Phu, N., Azomahou, T., & Wehrmeyer, W. (2011). The relationship between the environmental and economic performance of firms: An empirical analysis of the European paper industry. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.1002/csr.178>
39. Wang, W., & Barabasi, A. (2021). *The science of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
40. Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
41. Kuhlman, T., & Farrington, J. (2010). What is sustainability? *Sustainability*, 2(11), 3436-3448.
42. Schot, J., & Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. *Research Policy*, 47(9), 1554-1567.