

4. Integración transdisciplinaria para la gestión sostenible de residuos: una revisión*



HÉCTOR GUADALUPE RAMÍREZ-ESCAMILLA**

MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ***

SERGIO EMMANUEL RAMÍREZ-ESCAMILLA****

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.251.04>

Resumen

Se realizó una investigación exploratoria con el objetivo de identificar en la literatura estudios que aborden la “transdisciplina” y la “gestión de residuos”. El análisis se realizó utilizando la base de datos SCOPUS durante el período 2013-2024 y el criterio de búsqueda “waste management” AND “transdisciplinary research” arrojando un total de 21 documentos. Estos documentos fueron examinados para identificar las características de la investigación transdisciplinaria en el ámbito de la gestión de residuos, resaltando la presencia de tres áreas impulsoras: Ecología, Economía Ambiental e Ingeniería Ambiental, con énfasis en la relación con el aspecto económico. La nube de palabras clave reveló la centralidad del manejo de residuos, cambio climático y desarrollo sostenible en estas investigaciones, reflejando su relevancia y la interconexión de problemas en estos ámbitos. Destaca la importancia

* Capítulo derivado del proyecto de investigación del Instituto Politécnico Nacional SIP: 20240927.

** Estudiante de Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD), del Instituto Politécnico Nacional, México. Correspondencia: hramireze1500@alumno.ipn.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9440-4644>

*** Doctora en Política Pública. Profesora-investigadora en el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIIEMAD), del Instituto Politécnico Nacional, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3094-5411>

**** Maestro en Ciencias Fisicomatemáticas por la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del Instituto Politécnico Nacional. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2062-1621>

de un enfoque interdisciplinario para abordar desafíos complejos con implicaciones locales y globales en la sostenibilidad ambiental y la mitigación del cambio climático. El papel de la transdisciplina en el manejo de residuos se centra en integrar conocimientos y enfoques de diversas disciplinas para abordar integralmente aspectos como la gestión del agua, el cambio climático, la salud humana y la equidad ambiental. Con este estudio se destacó, la relevancia que tiene la colaboración entre ingenieros ambientales, economistas, sociólogos y ecologistas para diseñar sistemas eficientes, evaluar costos y beneficios, comprender actitudes comunitarias y evaluar impactos ambientales.

Palabras clave: *transdisciplina, gestión de residuos, ecología, economía ambiental, ingeniería ambiental.*

1. Introducción

La gestión de residuos representa uno de los desafíos más apremiantes en los últimos años, con implicaciones que abarcan desde la salud pública hasta el medio ambiente y la economía (Chammas et al., 2020). Atender esta problemática va más allá de solo establecer lineamientos, seguir modelos de aplicación internacional, que por un lado no son adoptables a todas las condiciones y situaciones de cada país sino que también requieren de fuertes inversiones y avances tecnológicos.

Atender la situación de la gestión de los residuos debe involucrar acciones tan sencillas y colaborativas que pueden ser replicadas en cualquier parte del mundo. En este contexto, el enfoque transdisciplinario emerge como una herramienta fundamental para abordar esta compleja problemática de manera integral y efectiva. Estudios previos han demostrado la aplicación de la investigación transdisciplinaria para resolver problemas ambientales, sociales y económicos. El éxito de la investigación transdisciplinaria (IT) se da a partir de lograr la conjunción de distintas disciplinas y participantes académicos sumados con aquellos que no lo son, para de esta forma lograr una integración de conocimientos y orientaciones lo que aumenta la probabilidad de logro de una investigación (Goven et al., 2015; Jahn et al., 2012).

La IT y la gestión de los residuos no es ajena, ya se ha abordado en investigaciones como las de Van Hoof et al., (2024); Pathak et al., (2023); Goven et al., (2015) en donde demuestran que es funcional por tres aspectos en particular:

1. Se tiene una caracterización del problema por elementos normativos
2. La complejidad del problema requiere abordarlos desde las experiencias
3. Abordar los problemas no solo depende de la parte científica y sus propuestas si no de la aceptación social que aumente la factibilidad de volverse exitoso.

Es el último punto uno de los de mayor peso dentro de la IT ya que se trabaja con la problemática desde la integración de la parte no académica y la integración de sus conocimientos que son claves para la resolución de la gestión de residuos, sin embargo, el reto dentro de esta parte es mantener la participación dentro de una solución y garantizar en términos de beneficios una inclusión adecuada y un reparto justo (Elzinga, 2008).

En este artículo, exploramos el potencial de la transdisciplina para mejorar la gestión de residuos, a través de un análisis bibliométrico desde la identificación de soluciones innovadoras hasta su implementación práctica. A continuación, se presentan la definición de algunos de los términos aplicados en este estudio.

2. Análisis bibliométrico (AB)

El análisis bibliométrico en el contexto de la transdisciplina y la gestión de residuos permite explorar la estructura conceptual e intelectual de este campo multidisciplinario, identificando las relaciones sociales y estructurales entre sus diferentes componentes. Al analizar la producción científica desde los autores, palabras clave, documentos, fuente, países, entre otros, relaciona el enfoque de la transdisciplina y la gestión de residuos, para comprender la evolución de este campo, además de identificar áreas emergentes y tendencias actuales. Este enfoque nos proporciona una visión pa-

norámica de las investigaciones realizadas en esta área, desde modelos de negocio sostenibles hasta prácticas de cadena de suministro y políticas de innovación.

Ejemplos de trabajos bibliométricos en este campo incluyen estudios sobre la sostenibilidad en la gestión de residuos (Gumusburun Ayalp & Anaç, 2024, Elgarahy et al., 2023, Sohail et al., 2023, Prabakusuma et al., 2023, Panes et al., 2022, Ranjbari et al., 2022), análisis del ciclo de vida de los materiales (Guo & Jin, 2024, Santoyo-Castelazo et al., 2023, Furness et al., 2021), así como mapeo de tendencias en políticas de innovación en el contexto de la transdisciplina (Obreja et al., 2024, Gould et al., 2023, Pozzo et al., 2022) y enfoques específicos en educación ambiental (Legendre et al., 2024, Purba et al., 2024, Yemele et al., 2024).

3. Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

El Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM) es una técnica avanzada de análisis multivariado que permite explorar y entender las relaciones complejas entre variables e individuos en un conjunto de datos. Esta técnica es especialmente útil en contextos donde se analiza la correspondencia entre documentos a través de las palabras, ya que escala a través de múltiples dimensiones del conocimiento, facilitando la interpretación de las relaciones entre las diferentes categorías de variables (Minervi et al., 2022). El ACM se materializa en un Mapa de Estructura Conceptual, el cual proporciona una representación visual intuitiva de las relaciones entre las variables en un solo mapa.

4. Acoplamiento bibliográfico (AB)

El Acoplamiento Bibliográfico (AB) es una técnica de análisis bibliométrico que se centra en identificar las conexiones y relaciones entre documentos científicos a través de la co-citación de referencias bibliográficas. En el AB, se examinan las citas bibliográficas compartidas entre diferentes documentos para revelar patrones de asociación y afinidad temática entre

ellos. Este enfoque permite mapear la estructura conceptual de un campo de investigación, identificar las obras más influyentes o relevantes, así como detectar áreas emergentes o tendencias en la literatura científica (Martinho, 2023).

5. Mapas temáticos (MT)

Estos mapas se basan en el análisis de palabras clave con la premisa de que la aparición de estas palabras permite categorizar las investigaciones en dos dimensiones, la primera por centralidad y la segunda densidad. El mapa temático resultante surge de la relación entre las dos dimensiones anteriores, creando cuatro cuadrantes, los cuales se interpretan de la siguiente manera (Minervi et al., 2022):

1. Tema motor: que son aquellos temas centrales y de alto impacto en la comunidad científica.
2. Temas básicos: que representan los temas fundamentales, pero con un impacto moderado.
3. Temas emergentes: que son temas que están comenzando a destacar o que están perdiendo relevancia en la investigación científica.
4. Temas especializados o de nicho: que son áreas de investigación altamente especializadas y de impacto limitado en la comunidad científica.

6. Metodología

Para el análisis de la correlación entre el tema de transdisciplina y el manejo de residuos, se empleará, la metodología planteada por Minervi et al. (2022) en su estudio “Presença da economia circular em pesquisa transdisciplinar” el cual lo desglosa en 5 fases desde el diseño del estudio de revisión sistemática bibliométrica hasta la interpretación de los resultados, utilizando el software Bibliometrix.

1. Diseño del estudio: Se diseño una investigación bibliométrica exploratoria, utilizando Número de palabras (NP), Nube de palabras (NB) y Análisis de correspondencia MÚLTIPLE (ACM).
2. Recopilación de datos.
3. Investigación a partir de Acoplamiento bibliográfico (AB) y (ACM).
4. Visualización de datos: uso de Mapas temáticos (MT) para AB y mapa conceptual (MC) para Análisis de correspondencia múltiple (ACM).
5. Interpretación: discusión y comparación de artículos recuperados y agrupaciones encontradas.

Como primer paso, se delimitó los criterios de la búsqueda que se presentan en la tabla 1 empleando la base de datos SCOPUS, además de buscar únicamente los estudios que comprendan una temporalidad de 2013 a 2024, con el objetivo de recupera la información reciente y conocer los avances que involucren la adopción la investigación transdisciplinaria y el manejo de los residuos.

Tabla 1. Criterios de búsqueda

Base de datos	Periodo	Criterios de búsqueda	Total de documentos
SCOPUS	2013-2024	TITLE-ABS-KEY ("waste management" AND "transdisciplinary research")	21

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, los documentos fueron leídos con el objetivo de identificar características de la investigación transdisciplinaria en el ámbito de la gestión de residuos, lo que generó la Tabla 2, con un resumen de los diferentes temas tratados en los artículos, disponible a continuación:

Tabla 2. Resumen de los diferentes temas tratados en los artículos

Autores	Objetivo	Áreas
(Palmeiro-Silva et al., 2023)	Identificar los principales vacíos en la literatura científica existente sobre los impactos, la exposición y las vulnerabilidades del cambio climático en la salud de la población.	Ciencias políticas Economía ambiental Ecología Promoción de la salud
(Wantim et al., 2023)	Evaluación de las diferentes estrategias del ayuntamiento frente a la gestión de residuos urbanos y las inundaciones; evaluación de la percepción pública sobre las prácticas de eliminación de residuos y examen del nexo entre la eliminación de residuos y las inundaciones.	Ecología Ingeniería Civil Gestión de desastres Ciencias políticas Economía ambiental

<i>Autores</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Áreas</i>
(Bird et al., 2022)	Los problemas perversos son inherentes a los sistemas de alimentos, energía y agua (FEWS) debido a la complejidad y la interconexión de estos sistemas, y abordar estos desafíos requiere la participación de las diversas partes interesadas	Evaluación ambiental Economía agrícola Desarrollo sostenible
(Stöfen-O'Brien et al., 2022)	Aborda las deficiencias entorno al desecho de plásticos, desde una perspectiva transdisciplinaria, basándose en la ciencia, la ingeniería y el derecho	Ciencias ambientales Políticas Gestión de residuos
(Sutherland et al., 2021)	El enfoque de investigación transdisciplinario adoptado permitió la participación de múltiples partes interesadas con diferentes sistemas de conocimiento en la formulación, prueba y evaluación del sistema de tratamiento de agua in situ.	Química del agua Metodologías de investigación participativa Ingeniería hidráulica
(Porta, 2021)	La cantidad de materiales plásticos producidos ha ido más allá de la capacidad de gestionarlos	Toxicología ambiental Ingeniería ambiental Economía circular
(Bortolotti, 2021)	Examina el servicio de recogida de basura en Bruselas, su objetivo es arrojar luz sobre el problema de la basura en Curreghem y las propuestas que surgen en la búsqueda de una solución.	Ciencias ambientales Ingeniería ambiental Diseño sostenible Sociología comunitaria
(Ebi et al., 2020)	Abordar las brechas de conocimiento transversales para una mayor comprensión y gestión de los riesgos (agua, la higiene, el saneamiento y la gestión de residuos)	Ingeniería Ambiental Ecología Climatología Economía Ingeniería Energética Economía Ambiental
(Kytzia et al., 2020)	Nuevos modelos de negocio centrados en servicios adicionales en gestión de residuos y logística	Ciencias económicas Política ambiental Ecología
(Randhawa et al., 2020)	La conversión de residuos en energía (WTE) centralizada como una solución singular a la crisis de residuos sólidos de Delhi	Ciencias económicas Ciencia ambiental Ingeniería ambiental
(Chammas et al., 2020)	Estudio de caso de una investigación transdisciplinaria basada en una evaluación ex post de los contextos ambientales y socioconductuales de la gestión de residuos sólidos en las comunidades periurbanas libanesas	Evaluación ambiental Desarrollo sostenible Gestión de residuos
(Ndebele-Murisa et al., 2020)	Aprendizaje es esencial para que las ciudades sean resilientes a los desafíos actuales y futuros.	Ciencias de la Tierra Ciencias Ambientales Economía Ambiental Ingeniería Ambiental
(Hutner et al., 2018)	Cuantificar la prevención de residuos y su impacto ambiental y, en última instancia, motivar la implementación eficiente de conceptos de prevención de residuos mediante una comunicación de los resultados específica para el grupo objetivo	Ingeniería Industrial Economía del desarrollo Economía Ambiental
(Oyinlola et al., 2018)	Resultados de un proyecto de investigación transdisciplinario centrado en el desarrollo de recursos y capacidad para la construcción de viviendas asequibles en una comunidad de bajos ingresos en Nigeria (idoneidad del uso de materiales reciclados)	Epistemología Metodología de la investigación Economía del Desarrollo
(Velenturf et al., 2018)	Perspectiva positiva para cambiar la economía y la sociedad del Reino Unido a través de prácticas de gestión de residuos y recursos que maximicen el valor de los materiales haciéndolos circular en la economía durante el mayor tiempo posible.	Ecología Industrial Sociología Ambiental Economía Ambiental

<i>Autores</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Áreas</i>
(Crosby et al., 2018)	Laboratorio Viviente Transdisciplinario (TDLL) para involucrar a estudiantes de diseño en el contexto de investigación transdisciplinario de la gestión de residuos de alimentos en el campus	Agronomía Ciencia de los Alimentos Ingeniería Ambiental Economía Circular
(Hutner et al., 2017)	Explorar los factores clave que influyen en la participación en actividades de prevención de residuos. Investigamos el status quo, los potenciales y las barreras para la prevención de residuos dentro de las autoridades locales en Alemania e identificamos medidas para la prevención de residuos	Agronomía Ciencia de los alimentos Ingeniería ambiental Ciencias ambientales
(Rodić & Wilson, 2017)	Identifica una combinación de instrumentos complementarios necesarios para ampliar la recogida a todos y controlar la eliminación	Ingeniería ambiental Economía del desarrollo Educación ambiental
(Goven et al., 2015)	Investigación transdisciplinaria (TR) generan varios desafíos interrelacionados que son en gran medida internos al proceso de TR: propiedad del proyecto, participación, integración y reflexividad	Metodología de la investigación Economía del desarrollo Sociología Ambiental
(Topic y Biedermann, 2015)	Es aplicar el modelo Integrated Solid Waste Management (ISWM), que se basa en el enfoque del ciclo de vida y sigue la metodología del marco analítico, a la región de investigación.	Economía del desarrollo Ingeniería ambiental Ciencia ambiental Educación ambiental

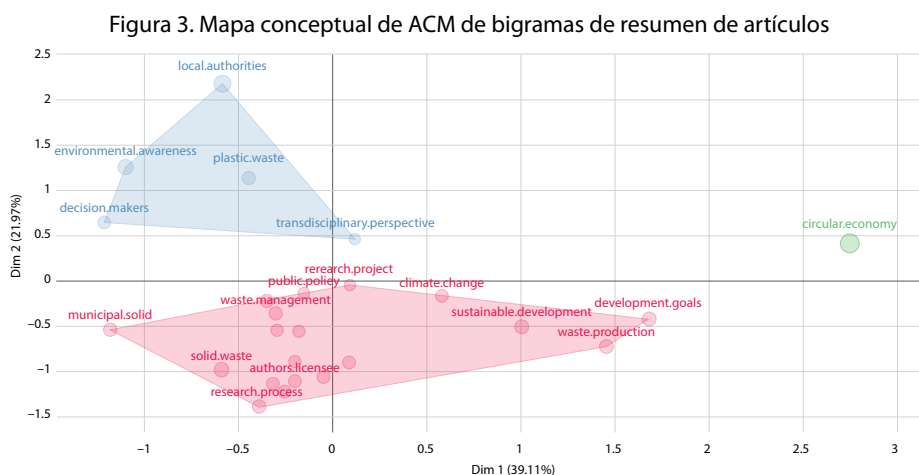
Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2 se destaca la presencia de tres áreas que impulsan la investigación en el ámbito de la transdisciplina y la gestión de residuos: Ecología, Economía ambiental, Ingeniería ambiental y la relación con el aspecto económico.

7. Resultados y discusión

En la nube de palabras clave (NP) de los artículos seleccionados, figura 1, aparece como principal el manejo de residuos, seguido de cambio climático y desarrollo sostenible. La repetición frecuente de estas tres palabras clave en investigaciones sobre transdisciplina y gestión de residuos refleja su relevancia temática y la interconexión de problemas en estos ámbitos. Revisando las investigaciones recuperadas, estas palabras son fundamentales en la gestión ambiental y reflejan la necesidad de abordar tanto aspectos técnicos (manejo de residuos) como socioambientales (desarrollo sustentable y cambio climático). Además, destacan la importancia de un enfoque interdisciplinario para abordar desafíos complejos que tienen implicaciones locales y globales en la sostenibilidad ambiental y la mitigación del cambio climático.

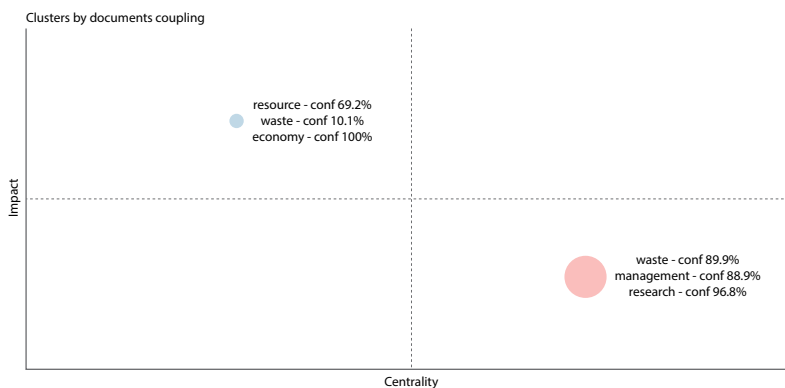
La Figura 3 considera los bigramas de los resúmenes que se encuentran en un agrupamiento resaltado (color rojo). En la dimensión 1, con un 39.11% de representación, destacan las palabras “desarrollo de metas” y “economía circular”. La dimensión 2 representa el 21.97%, es decir, las palabras menos representativas. Sin embargo, ilumina palabras como “autoridades locales”, “advertencia ambiental” y “tomadores de decisiones”. En la región central del MC en la Figura 3, aparecen palabras como “desarrollo sostenible”, “manejo de residuos”, “cambio climático”, etc., siendo el bigrama “política pública” el concepto más centralizado entre las dos dimensiones.



Fuente: elaboración propia.

La Figura 3 se centra en dos grupos. La agrupación azul asocia “autoridades locales”, “tomadores de decisiones” y “advertencia ambiental” con los bigramas más representativos de la dimensión 1, “perspectiva transdisciplinaria”. La inferencia que extraemos es que el agrupamiento en azul asocia cuestiones sobre la transdisciplina para la toma de decisiones en advertencias ambientales, mientras que el agrupamiento en rojo, a su vez, asocia cuestiones sociales, ambientales y de sostenibilidad, con proyectos de investigación asociados al manejo de residuos y la sustentabilidad.

Figura 4. Mapa temático de AB por bigramas dos resúmenes



Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4, en el cuadrante superior izquierdo, agrupados en color azul, se encuentran temas especializados o de nicho, representados por temas como recursos, residuos, economía. En el cuadrante inferior derecho, agrupados en rojo, se encuentran los denominados temas básicos, en los que aparecen los bigramas residuos, gestión o manejo e investigación.

La transdisciplina en el manejo de residuos aborda de manera integral la interacción entre varios factores clave, como el manejo del agua, el cambio climático, la salud humana y la vulnerabilidad de ciertas poblaciones. Integrando conocimientos y enfoques de disciplinas como la ingeniería ambiental, la salud pública, la climatología y la sociología, se desarrollan estrategias que minimizan la contaminación del agua por residuos, gestionan los impactos del cambio climático en los sistemas de gestión de residuos, evalúan y mitigan los riesgos para la salud asociados con la gestión inadecuada de los residuos, y promueven la equidad ambiental al involucrar a comunidades vulnerables en la toma de decisiones sobre la gestión de residuos.

El papel de la transdisciplina entorno al manejo de residuos es involucrar las disciplinas como los ingenieros ambientales en el diseño de sistemas de recolección y tratamiento eficientes, economistas para evaluar los costos y beneficios de diferentes estrategias de gestión de residuos, sociólogos para entender las actitudes y comportamientos de la comunidad hacia la gestión de residuos, y ecologistas para evaluar los impactos ambientales de diferentes prácticas de manejo de residuos.

8. Consideraciones finales

El análisis bibliométrico y la construcción de mapas temáticos nos han proporcionado una visión detallada y estructurada de la investigación científica en el ámbito de la transdisciplina y la gestión de residuos. La nube de palabras clave revela la importancia central del manejo de residuos, el cambio climático y el desarrollo sostenible en este campo, destacando la interconexión de problemas y la necesidad de abordar tanto aspectos técnicos como socioambientales. Además, los mapas conceptuales nos muestran la relevancia de temas como la sostenibilidad, el cambio ambiental y el enfoque interdisciplinario en las investigaciones analizadas, así como la diversidad de enfoques y dimensiones latentes del conocimiento conceptual. En conjunto, estos hallazgos nos permiten comprender mejor las tendencias, los temas emergentes y la estructura general de la investigación en este campo, proporcionando perspectivas valiosas para futuros estudios y acciones en la gestión ambiental y la sostenibilidad.

La interconexión entre aspectos técnicos, socioambientales y económicos demanda un enfoque holístico que trascienda las fronteras disciplinarias tradicionales. La integración de diversas disciplinas y la colaboración entre diferentes actores, desde científicos hasta tomadores de decisiones y la sociedad civil, se vuelven fundamentales para desarrollar soluciones efectivas y sostenibles. Además, es crucial reconocer la importancia del cambio climático y el desarrollo sostenible en el contexto de la gestión de residuos, así como adoptar prácticas innovadoras que promuevan la reducción, reutilización y reciclaje de los materiales, en línea con los principios de economía circular.

9. Referencias

- Bird, K. I. T., Nichols, V. A., Garay, E. S., Nowatzke, M., Essary, C., Post, K. K., Deviney, A. V., Welles, J. S., Alao, M. O., Dorbu, F. E., Classen, J. J., Koziel, J. A., y Cortus, E. L. (2022). Means, motive, and opportunity. *Elementa*, 10(1). <https://doi.org/10.1525/elementa.2021.00066>

- Bortolotti, A. (2021). Afval van de stad: nood aan een hervorming van het Brusselse afvalbeheer. *Brussels studies*. <https://doi.org/10.4000/brussels.5719>
- Chammas, G., Kayed, S., Al Shami, A., Kays, W., Citton, M., Kalot, M., Al Marj, E., Fakhr, M., Yehya, N. A., Talhouk, S. N., Al-Hindi, M., Zein-El-Dine, S., Tamim, H., Lakkis, I., Abou Najm, M., y Saliba, N. A. (2020). Transdisciplinary interventions for environmental sustainability. *Waste Management*, 107, 159–171. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.043>
- Crosby, A., Fam, D., y Mellick Lopes, A. (2018). Transdisciplinarity and the ‘living lab model’: Food waste management as a site for collaborative learning. En *Transdisciplinary Theory, Practice and Education* (pp. 117–131). Springer International Publishing.
- Ebi, K. L., Harris, F., Sioen, G. B., Wannous, C., Anyamba, A., Bi, P., Boeckmann, M., Bowen, K., Cissé, G., Dasgupta, P., Dida, G. O., Gasparatos, A., Gatzweiler, F., Javadi, F., Kanbara, S., Kone, B., Maycock, B., Morse, A., Murakami, T., ... Capon, A. (2020). Transdisciplinary research priorities for human and planetary health in the context of the 2030 agenda for sustainable development. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 88-90. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238890>
- Elgarahy, A. M., Eloffy, M. G., Alengebawy, A., El-Sherif, D. M., Gaballah, M. S., Elwakeel, K. Z., y El-Qelish, M. (2023). Sustainable management of food waste; pre-treatment strategies, techno-economic assessment, bibliometric analysis, and potential utilizations: A systematic review. *Environmental Research*, 225(115558). <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115558>
- Elzinga, A. (2008). Participation. In: Hadorn, G.H., et al. Handbook of Transdisciplinary Research. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6699-3_22
- Furness, M., Bello-Mendoza, R., Dassonvalle, J., y Chamy-Maggi, R. (2021). Building the ‘Bio-factory’: A bibliometric analysis of circular economies and Life Cycle Sustainability Assessment in wastewater treatment. *Journal of Cleaner Production*, 323(129127), 129127. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129127>
- Gould, H., Kelleher, L., y O’Neill, E. (2023). Trends and policy in bioeconomy literature: A bibliometric review. *EFB Bioeconomy Journal*, 3(100047). <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2023.100047>
- Goven, J., Langer, E. R. (Iisa), Baker, V., Ataria, J., y Leckie, A. (2015). A transdisciplinary approach to local waste management in New Zealand: Addressing interrelated challenges through indigenous partnership. *Futures*, 73, 22-36. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.07.011>
- Goven, J., Langer, E. R. (Iisa), Baker, V., Ataria, J., y Leckie, A. (2015). A transdisciplinary approach to local waste management in New Zealand: Addressing interrelated challenges through indigenous partnership. *Futures*, 73, 22-36. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.07.011>
- Gumusburun Ayalp, G., y Anaç, M. (2024). A comprehensive analysis of the barriers to effective construction and demolition waste management: A bibliometric ap-

- proach. *Cleaner Waste Systems*, 8(100141). <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100141>
- Guo, G., y Jin, F. (2024). The cellulose hydrolysis into glucose with carbon-based solid acid catalyst via machine learning, life cycle assessment and bibliometric analysis. *Fuel*, 362(130891). <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2024.130891>
- Hutner, P., Helbig, C., Stindt, D., Thorenz, A., y Tuma, A. (2018). Transdisciplinary development of a life cycle-based approach to measure and communicate waste prevention effects in local authorities. *Journal of Industrial Ecology*, 22(5), 1050–1065. <https://doi.org/10.1111/jiec.12781>
- Hutner, P., Thorenz, A., y Tuma, A. (2017). Waste prevention in communities: A comprehensive survey analyzing status quo, potentials, barriers and measures. *Journal of Cleaner Production*, 141, 837–851. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.156>
- Jahn, T., Bergmann, M., y Keil, F. (2012). Transdisciplinarity: Between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics*, 79, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.017>
- Kytzia, S., Meglin, R., Kliem, D., Scheidegger, A., y Hügel, K. (2020). Co-Evolution of Business Strategies in material and construction industries and public policies. IOP conference series. *Earth and environmental science*, 588(4), 042–032. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/4/042032>
- Legendre, T. S., Ding, A., y Back, K.-J. (2024). A bibliometric analysis of the hospitality and tourism environmental, social, and governance (ESG) literature. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 58, 309–321. <https://doi.org/10.1016/j.jhtmt.2024.01.003>
- Martinho, V. J. P. D. (2023). Life-cycle cost analysis (LCCA): Comparing outputs for bibliographic coupling and citation links. *Heliyon*, 9(11), e21182. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21182>
- Minervi, N. A., Silva, S. F. da, Mazon Barreto, T. M., y Freitas, M. do C. D. (2022). Presença da economia circular em pesquisa transdisciplinar. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 18(53), 36. <https://doi.org/10.3895/rts.v18n53.15654>
- Ndebele-Murisa, M. R., Mubaya, C. P., Pretorius, L., Mamombe, R., lipinge, K., Nchito, W., Mfunje, J. K., Siame, G., y Mwalukanga, B. (2020). City to city learning and knowledge exchange for climate resilience in southern Africa. *PloS One*, 15(1), e0227915. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227915>
- Obreja, D. M., Rughiniș, R., y Rosner, D. (2024). Mapping the conceptual structure of innovation in artificial intelligence research: A bibliometric analysis and systematic literature review. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(1), 100–465. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100465>
- Oyinlola, M., Whitehead, T., Abuzeinab, A., Adefila, A., Akinola, Y., Anafi, F., Farukh, F., Jegede, O., Kandan, K., Kim, B., y Mosugu, E. (2018). Bottle house: A case study of transdisciplinary research for tackling global challenges. *Habitat International*, 79, 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2018.07.007>
- Palmeiro-Silva, Y. K., Lescano, A. G., Flores, E. C., Astorga E, Y., Rojas, L., Chavez, M. G., Mora-Rivera, W., y Hartinger, S. M. (2023). Identifying gaps on health impacts, expo-

- sures, and vulnerabilities to climate change on human health and wellbeing in South America: a scoping review. *Lancet Regional Health. Americas*, 26(100580), 100580. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100580>
- Panes, P., Macariola, M. A., Niervo, C., Maghanoy, A. G., Garcia, K. P., y Ignacio, J. J. (2022). A bibliometric approach for analyzing the potential role of waste-derived nanoparticles in the upstream oil and gas industry. *Cleaner Engineering and Technology*, 8(100468), 100468. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100468>
- Pathak, G. S., Hinge, M., y Otzen, D. E. (2023). Transdisciplinary pragmatic melioration for the plastic life cycle: Why the social, natural, and technical sciences should prioritize reducing harm. *The Science of the Total Environment*, 895(165154), 165154. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165154>
- Porta, R. (2021). Anthropocene, the plastic age and future perspectives. *FEBS Open Bio*, 11(4), 948–953. <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13122>
- Pozzo, D. N., Roa, I. G., Beleño, C. A. G., Orfale, H. J., Fajar do, B. Y. A., y Camargo, M. E. (2022). Mapping Innovation Systems in Latin America: a bibliometric review of current trends. *Procedia Computer Science*, 203, 496–501. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.069>
- Prabakusuma, A. S., Wardono, B., Fahlevi, M., Zulham, A., Djoko Sunarno, M. T., Syukur, M., Aljuaid, M., Saniuk, S., Apriliani, T., y Pramoda, R. (2023). A bibliometric approach to understanding the recent development of self-sufficient fish feed production utilizing agri-food wastes and by-products towards sustainable aquaculture. *Heliyon*, 9(7), e17573. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17573>
- Purba, L. D. A., Susanti, H., Admirasari, R., Praharyawan, S., Taufikurahman, y Iwamoto, K. (2024). Bibliometric insights into microalgae cultivation in wastewater: Trends and future prospects for biolipid production and environmental sustainability. *Journal of Environmental Management*, 352(120104), 120104. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120104>
- Randhawa, P., Marshall, F., Kushwaha, P. K., y Desai, P. (2020). Pathways for sustainable urban waste management and reduced environmental health risks in India: Winners, losers, and alternatives to waste to energy in Delhi. *Frontiers in sustainable cities*, 2. <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00014>
- Ranjbari, M., Shams Esfandabadi, Z., Quattraro, F., Vatanparast, H., Lam, S. S., Aghbashlo, M., y Tabatabaei, M. (2022). Biomass and organic waste potentials towards implementing circular bioeconomy platforms: A systematic bibliometric analysis. *Fuel*, 318(123585), 123585. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123585>
- Rodić, L., y Wilson, D. (2017). Resolving governance issues to achieve priority sustainable development goals related to solid waste management in developing countries. *Sustainability*, 9(3), 404. <https://doi.org/10.3390/su9030404>
- Santoyo-Castelazo, E., Santoyo, E., Zurita-García, L., Camacho Luengas, D. A., y Solano-Olivares, K. (2023). Life cycle assessment of bioethanol production from sugarcane bagasse using a gasification conversion Process: Bibliometric analysis, systematic literature review and a case study. *Applied Thermal Engineering*, 219(119-414). <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.119414>

- Sohail, S. S., Javed, Z., Nadeem, M., Anwer, F., Farhat, F., Hussain, A., Himeur, Y., y Madsen, D. Ø. (2023). Multi-criteria decision making-based waste management: A bibliometric analysis. *Heliyon*, 9(11), e21261. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21261>
- Stöfen-O'Brien, A., Naji, A., Brooks, A. L., Jambeck, J. R., y Khan, F. R. (2022). Marine plastic debris in the Arabian/Persian Gulf: Challenges, opportunities and recommendations from a transdisciplinary perspective. *Marine Policy*, 136(104909), 104-909. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104909>
- Sutherland, C., Reynaert, E., Sindall, R. C., Riechmann, M. E., Magwaza, F., Lienert, J., Buthelezi, S., Khumalo, D., Dhlamini, S., Morgenroth, E., y Udert, K. M. (2021). Innovation for improved hand hygiene: Field testing the Autarky handwashing station in collaboration with informal settlement residents in Durban, South Africa. *The Science of the Total Environment*, 796(149024), 149024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149024>
- Topic, M., y Biedermann, H. (2015). Planning of integrated/sustainable solid waste management (ISWM) - model of integrated solid waste management in Republika Srpska/B&H. *Serbian Journal of Management*, 10(2), 255-267. <https://doi.org/10.5937/sjm10-7360>
- Van Hoof, B., Solano, A., Riaño, J., Mendez, C., y Medaglia, A. L. (2024). Decision-making for circular economy implementation in agri-food systems: A transdisciplinary case study of cacao in Colombia. *Journal of Cleaner Production*, 434(140-307). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140307>
- Velenturf, A., y Purnell, P. (2017). Resource Recovery from waste: Restoring the balance between resource scarcity and waste overload. *Sustainability*, 9(9), 1603. <https://doi.org/10.3390/su9091603>
- Velenturf, A., Purnell, P., Tregent, M., Ferguson, J., y Holmes, A. (2018). Co-producing a vision and approach for the transition towards a circular economy: Perspectives from government partners. *Sustainability*, 10(5), 1401. <https://doi.org/10.3390/su10051401>
- Wantim, M. N., Zisuh, A. F., Tendong, N. S., Mbua, R. L., Findi, E. N., y Ayonghe, S. N. (2023). Strategies and perceptions towards flood control and waste management in Limbe city, Cameroon. *Jamba (Potchefstroom, South Africa)*, 15(1). <https://doi.org/10.4102/jamba.v15i1.1390>
- Yemele, O. M., Zhao, Z., Nkoh, J. N., Yemele, E., y Usman, M. (2024). A systematic review of polycyclic aromatic hydrocarbon pollution: A combined bibliometric and mechanistic analysis of research trend toward an environmentally friendly solution. *The Science of the Total Environment*, 926(171-577). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171577>