

LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL: ENFOQUES DINÁMICOS Y SOSTENIBLES

THE INTEGRATION OF ICT IN ENVIRONMENTAL EDUCATION: DYNAMIC AND SUSTAINABLE APPROACHES

Lizzeth Mileidy Vargas Bernal¹

Yamid Asdrubal Ortiz Bolaños²

Jesús Emilio Pinto Lopera³

Resumen

La educación ambiental es uno de los aspectos más influyentes a tratar hoy en día desde el contexto formativo, donde se pretende generar conciencia en los estudiantes a través de diferentes estrategias, como proyectos, campañas y debates. A su vez, estas estrategias muestran cambios positivos, mientras se lleven a cabo o se genere una nota académica, pero al pasar el tiempo se percibe un desinterés general en la implementación de los conceptos. De este modo, este trabajo se llevó a cabo bajo un estudio cuantitativo de tipo bibliométrico entre los años 2009 y 2024 empleando herramientas como Scopus, VOSviewer y Bibliometrix, con énfasis en la incidencia de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación ambiental, buscando estrategias donde se presenta la información a los estudiantes de una forma más dinámica, generando experiencias de aprendizaje más significativas y duraderas. De esta forma, obteniendo un total de 585 documentos, el estudio resalta que la integración de las TIC y la gamificación en la educación ambiental constituye una estrategia innovadora y necesaria, que permite abordar los desafíos globales de sostenibilidad, promoviendo prácticas educativas dinámicas y conciencia ambiental. De esta manera, los videojuegos educativos pueden provocar un cambio actitudinal permanente aprovechando el creciente acceso a las TIC y la urgencia de educar a las nuevas generaciones para enfrentar los desafíos ambientales actuales y futuros.

Palabras clave: Didáctica, Tecnologías de la Información y Comunicación, Residuos Sólidos, Educación Ambiental, Conciencia, Gamificación.

Abstract

Environmental education is one of the most influential aspects to be addressed today from the formative context, where it is intended to generate awareness in students through different strategies, such as projects, campaigns and debates. In turn, these strategies show positive changes, as long as they are carried out or an academic note is generated, but as time goes by, a general disinterest in the implementation of the concepts is perceived. Thus, this work was carried out

Recepción: 30 de mayo de 2025 / Evaluación: 10 de Junio de 2025 / Aprobado: 30 de julio de 2025

¹ Contadora Pública, Licenciada en Pedagogía Infantil, Especialista en Gerencia Tributaria, Magister en Educación, Doctoranda en Educación y Cultura Ambiental, Docente de la Secretaría de Educación Municipal de Florencia, Caquetá. Email: lizz.vargas@udla.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0639-8673>

² Ingeniero de Sistemas, Especialista en Formulación y Evaluación de proyectos, Magister en Educación, Doctorando en Educación y Cultura Ambiental, Docente de la Secretaría de Educación Municipal de Florencia, Caquetá. Email: ya.ortiz@udla.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7124-358X>

³ Ingeniero físico, Magíster en Sistemas Mecatrónicos, Doctor en Mecatrónica, Docente de la Universidad de la Amazonía, Florencia – Caquetá. Email: jes.pinto@udla.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4441-0469>

under a quantitative bibliometric study between 2009 and 2024 using tools such as Scopus, VOSviewer and Bibliometrix, with emphasis on the incidence of Information and Communication Technologies (ICT) in environmental education, looking for strategies where information is presented to students in a more dynamic way, generating more meaningful and lasting learning experiences. In this way, obtaining a total of 585 documents, the study highlights that the integration of ICT and gamification in environmental education constitutes an innovative and necessary strategy, which allows addressing the global challenges of sustainability, promoting dynamic educational practices and environmental awareness. In this way, educational video games can provoke a permanent attitudinal change, taking advantage of the growing access to ICTs and the urgency of educating new generations to face current and future environmental challenges.

Keywords: Didactics, Information and Communication Technologies, Solid Waste, Environmental Education, Awareness, Gamification.

Introducción

Actualmente, la conciencia ambiental es un aspecto que toma cada día más importancia desde las aulas, en todos los ámbitos de la educación, eso de la mano con una integración eficiente de herramientas digitales para la potenciación de la enseñanza, para generar un pensamiento crítico y de resolución de problemas (López y Sandoval, 2024). Aspectos como el cambio climático, la deforestación, la contaminación de las aguas, y la generación de residuos sólidos, entre otros, se deben empezar a tratar desde la educación ambiental, contribuyendo al sostenimiento de los ecosistemas y con ello a la vida en el planeta (Lamanauskas & Makarskaitė, 2023; Álvarez y Rincón, 2020). En el caso de los residuos sólidos generados en una institución educativa, como papel, plástico, vidrio y metales, estos presentan problemáticas que afectan tanto el entorno ambiental inmediato, como el desarrollo de una cultura ambiental entre los estudiantes a largo plazo.

Una de las problemáticas más significativas es el impacto ambiental causado por la falta de separación adecuada de los residuos, lo que puede derivar en una gestión ineficiente de los mismos. Esto, a su vez, contribuye de forma general a la saturación de vertederos y a la contaminación de suelos y cuerpos de agua debido a la descomposición de materiales no biodegradables, generando problemas de salud pública y la degradación de los ecosistemas (Dey, 2020). Otro aspecto importante es la pérdida de recursos reciclables debido a la dificultad de recuperación y reutilización al ser mezclados con residuos orgánicos o peligrosos, desaprovechando materiales que podrían tener una segunda vida útil, sumado a posibles focos de malos olores y de infección, afectando la salubridad del entorno educativo (Lenis & Llanos, 2023).

En la actualidad al encontrarse en un entorno de nativos digitales (personas nacidas después del año 2001), es indispensable que la educación ambiental tenga una actualización de acuerdo con el contexto (Salgado, 2023). En términos generales, en los entornos escolares hoy en día se pueden encontrar estrategias que buscan fomentar la conciencia en los estudiantes mediante diferentes formas, como proyectos, campañas y debates. Estas iniciativas suelen generar resultados positivos a corto plazo, sobre todo si están vinculadas a una calificación académica. Sin embargo, con el tiempo, se observa una disminución en el interés por aplicar los conceptos aprendidos (Surlin & Alí, 2020). Por lo tanto, se entiende que para promover una educación enfocada en el manejo adecuado de residuos sólidos como una herramienta clave que estimule acciones orientadas a mejorar las problemáticas relacionadas, es fundamental adoptar un enfoque preventivo, estableciendo metodologías innovadoras, que permitan la transformación del aprendizaje en una

experiencia interactiva y motivadora, involucrando elementos de juego como puntos, desafíos, niveles y recompensas, aumentando el interés y la participación de los estudiantes en temas ambientales.

En este sentido, la gamificación podría tener el potencial de convertir estos temas, que a menudo parecen distantes para los estudiantes, en asuntos atractivos, promoviendo una evolución en los comportamientos hacia prácticas ambientales sostenibles. Por ejemplo, combinar los contenidos curriculares con videojuegos educativos podría desencadenar no solo la adquisición de conocimientos, sino también el abordaje de conexiones emocionales relacionadas con la protección del medio ambiente, lo que puede motivar a los estudiantes para que adopten prácticas sostenibles, tanto en las instituciones educativas, como en la vida cotidiana (Ojeda & Castro, 2023). Como indican González y D'silva (2024), la educación ambiental asegura que la sociedad aprenda a interpretar y analizar las respuestas de la naturaleza y que el entorno natural tenga una capacidad regenerativa limitada.

De esta forma, el objetivo de este trabajo es analizar la evolución, distribución temática y patrones de colaboración internacional en la producción científica sobre educación ambiental mediada por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), consolidada como herramientas fundamentales en procesos de enseñanza–aprendizaje, por su interactividad, promoción de enfoques más flexibles y personalizados (García et al., 2018), con énfasis en enfoques gamificados, a través de un estudio bibliométrico de publicaciones indexadas en Scopus entre 2009 y 2024.

Para esto, se plantea un estudio de tipo bibliométrico a partir de herramientas como VOSviewer, Bibliometrix y una base de datos generada a partir de búsqueda de información en Scopus, a través de 16 años, con artículos publicados entre 2009 y 2024.

Metodología

La investigación se llevó a cabo bajo un estudio cuantitativo de tipo bibliométrico, teniendo en cuenta una exhaustiva búsqueda de documentos publicados en la base de datos Scopus, enfocado en dos variables: primera, educación ambiental, con énfasis en el manejo de residuos sólidos; segunda, Tecnologías de la Información y la Comunicación, con énfasis en gamificación. Aquí, los metadatos exportados de Scopus a través de archivos en formato CSV y RIS son parametrizados empleando VOSviewer y Bibliometrix. El primero, para analizar las redes de coautoría y acoplamiento bibliográfico, y el segundo, en RStudio, para la representación gráfica de los datos cuantitativos (Li et al., 2023).

En este caso, el estudio bibliométrico se empleó para recoger, procesar y analizar datos, buscando determinar la solidez de la relación entre variables determinadas preliminarmente, como indica Cadena et al. (2017), representada en la cosificación de los resultados. El alcance temporal que abarcó fue de 15 años, con artículos publicados entre 2009 y 2024, y bajo información recolectada utilizando la base de datos Scopus debido a la magnitud, rigurosidad de selección y diversidad de su banco de datos (Kumar et al., 2020). La búsqueda inicial arrojó 2281 elementos, a los cuales se les aplicó un filtro (Tabla 1), obteniendo como resultado final un total de 583 artículos, los cuales fueron seleccionados mediante una fórmula booleana empleada en búsqueda (Tabla 2).

Tabla 1. Criterios de selección para seleccionar publicaciones.

Rango	2009 a 2024
Idioma	Inglés
Tipo de Documento	Artículos
Área (10)	<i>Social Sciences, Computer Science, Environmental Science, Engineering.</i>
Palabras Clave	<i>Information technology, waste management, recycling, sustainable development, environmental education, Information and Communication Technologies, Sustainability.</i>

Fuente: Elaboración propia (2025)

Tabla 2. Fórmula booleana para el proceso de recolección de datos.

Variables	Tesaurus	Términos en inglés
("Environmental education"	Educación ambiental.	<i>Environmental education.</i>
OR "Education for sustainable development"	Educación para el desarrollo sostenible.	<i>Education for sustainable development.</i>
OR "Environmental information" OR	Información ambiental.	<i>Environmental information.</i>
"Environmental awareness"	Conciencia ambiental.	<i>Environmental awareness.</i>
OR "Green education" OR	Educación verde.	<i>Green education.</i>
"Resource Conservation" OR	Conservación de recursos.	<i>Resource Conservation.</i>
OR "Waste management"	Gestión de residuos.	<i>Waste management.</i>
OR "Waste processing" OR	Procesamiento de residuos.	<i>Waste processing.</i>
"Waste disposal" OR "Solid waste treatment" OR	Eliminación de residuos.	<i>Waste disposal.</i>
"Recycling") AND	Tratamiento de residuos sólidos.	<i>Solid waste treatment.</i>
("Information and communication technologies" OR	Reciclaje.	<i>Recycling.</i>
"Multimedia teaching" OR	Tecnologías de la información y las comunicaciones.	<i>Information and communication technologies.</i>
"Programmed teaching" OR	Enseñanza multimedia.	<i>Multimedia teaching.</i>
"Educational computing" OR	Enseñanza programada.	<i>Programmed teaching.</i>
"Teaching material" OR	Informática educativa.	<i>Educational computing.</i>
"Educational computer program" OR "information technology" OR	Material didáctico.	<i>Teaching material.</i>
"Educational innovation"	Programa informático educativo.	<i>Educational computer program.</i>
OR "Education technology"	Tecnologías de la información.	<i>Information technology.</i>
OR "Learning technologies"	Innovación educativa.	<i>Educational innovation.</i>
OR "EdTech" OR	Tecnología educativa.	<i>Education technology.</i>
"Technology applied to education" OR "Digital educational tools" OR	Tecnologías de aprendizaje.	<i>Learning technologies.</i>
"Pedagogical technology"	Tecnología aplicada a la educación.	<i>EdTech.</i>
OR "Technological resources for teaching" OR	Herramientas educativas digitales.	<i>Technology applied to education.</i>
	Tecnología pedagógica.	<i>Digital educational tools.</i>
	Recursos tecnológicos para la docencia.	<i>Pedagogical technology.</i>
	Sistemas educativos digitales.	<i>Technological resources for teaching.</i>

"Digital systems" OR "Educational video games" OR "Computer uses in education" OR "Educational equipment" OR "Educational software" OR "Learning packages" OR "Multimedia instruction" OR "Programmed instruction" OR "gamification".	Videojuegos educativos. Usos de la informática en la educación. Equipo educativo. Software educativo. Paquetes de aprendizaje. Instrucción multimedia. Instrucción programada. Gamificación.	<i>Digital educational systems.</i> <i>Educational video games.</i> <i>Computer uses in education.</i> <i>Educational equipment.</i> <i>Educational software.</i> <i>Learning packages.</i> <i>Multimedia instruction.</i> <i>Programmed instruction.</i> <i>Gamification.</i>
---	---	--

Fuente: Elaboración propia (2025)

Acorde a la Tabla 2, para generar la búsqueda en la base de datos Scopus se optó por escoger dos categorías generales que estuvieran inmersas en el Tesauro de la UNESCO. Esto, conforme a Porter (2019), con el fin de generar una elección oportuna de palabras clave que permitieran generalizar información acertada en la búsqueda. Por tal motivo se eligieron las variables “Educación Ambiental” y “Tecnologías de la Información y la comunicación” debido a que las dos se relacionan en Tesauros de la UNESCO y pueden contener diversos sinónimos que engloben el tema a investigar como es el caso de la “gamificación” que, aunque no se encuentre dentro de las palabras claves del Tesauros, si tienen un enfoque amplio y relacional como sinónimo de las TIC.

Resultados y Discusión

Derivado del estudio, se presenta diversos indicadores bibliométricos (Tabla 3), abarcando una tendencia de 16 años de publicaciones, de 2009 a 2024, recopiladas en 585 documentos de 317 revistas, con una tasa de crecimiento anual de 9.96%, lo que indica un crecimiento sostenido en la cantidad de publicaciones a lo largo del tiempo. El estudio presenta un total de 1870 autores que contribuyeron a la producción científica, de los cuales 85 son de autoría única, es decir, publicaron trabajos sin coautores, los demás hicieron investigaciones colaborativas con un promedio de 3.48 coautores por documento.

Tabla 3. Información general de la base de datos obtenida.

Intervalo de tiempo	2009:2024
Fuentes	317
Documentos	585
Tasa de crecimiento anual	9.96%
Autores	1870
Autoría única	85
Coautoría internacional	21.88%
Coautores por documento	3.48
Palabras clave del autor	2069
Referencias	28078
Edad promedio del documento	5.63
Citas promedio por documento	25.47

Fuente: Elaboración propia (2025)

La Tabla 3 también indica que un 21.88% de los documentos involucran colaboración internacional, lo que refleja un alto nivel de cooperación entre investigadores de diferentes países, entre los cuales se identifican 2069 palabras clave, reflejando la diversidad temática de los estudios. Asimismo, presenta un total de 28078 referencias bibliográficas, lo que señala el apoyo de los trabajos con una vigencia promedio de 6 años, indicando que la mayoría de las publicaciones son relativamente recientes. Finalmente, se puede ver que cada documento ha sido citado en promedio 25.47 veces, indicando el alto impacto de los trabajos relacionados en este conjunto de datos.

Producción científica general

La producción científica anual, la cual se mide en función del número de artículos publicados por año, en este caso, entre 2009 y 2024, evidencian un crecimiento sostenido a lo largo del periodo, con un notable incremento a partir del año 2017 hasta el 2022 con 69 artículos publicados, el número más alto del periodo (Tabla 5). Este crecimiento refleja el interés de nuevos investigadores por explorar estas áreas de estudio, aprovechando los precedentes establecidos, los cuales proporcionan una base sólida para la continuidad y el desarrollo de futuras investigaciones. Empero, a partir del año 2023 se empieza notar una leve caída de la producción científica que puede interpretarse por posibles factores como cambios en las políticas de publicación que hacen que el sometiendo de artículos sea cada vez más riguroso y limitado con la finalidad de publicar trabajos de mayor impacto en lugar de altos volúmenes de publicaciones. Otro factor podría ser el cambio de rumbo de temáticas a investigar al inclinarse por otro tipo de investigaciones que no involucren las TIC y la educación ambiental, entre otros aspectos que podrían implicar la caída de publicaciones (Cabrera & Saraiva, 2022).

Tabla 5. Producción científica emergente por año.

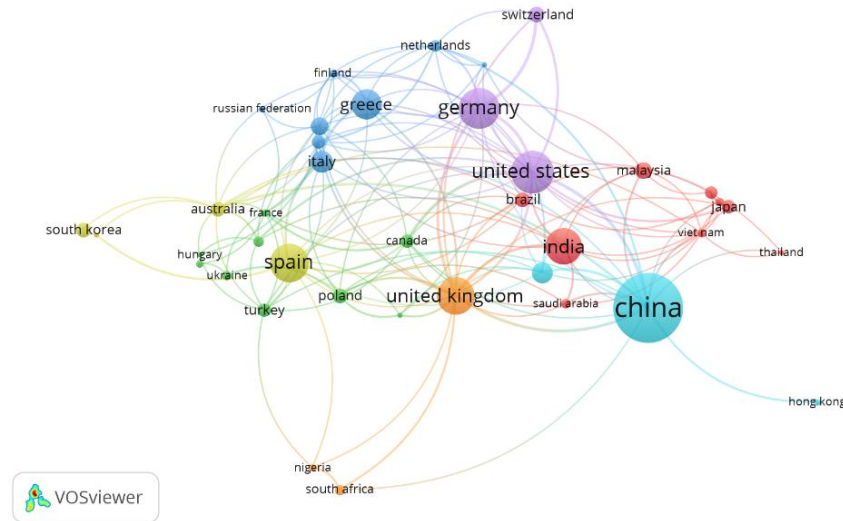
Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Número de artículos	28	33	37	55	57	69	62	54

Fuente: Elaboración propia (2025)

Colaboración internacional

De igual manera, se indica la colaboración entre países según las publicaciones científicas (Figura 1). En este caso, utilizando dos operadores booleanos: educación ambiental y tecnología educativa. Aquí, China lidera la red, destacándose, no solo por su alta producción científica, sino también por su alcance global, consolidándose como un actor central en la colaboración internacional en el campo de estudio. Estados Unidos se posiciona como el segundo nodo más relevante, pero seguido fuertemente por países como Alemania, Reino Unido, España e India, con un papel destacado en la interacción con otros países desarrollados, lo que refleja un elevado número de publicaciones colaborativas. Estos resultados evidencian el interés general de implementar estrategias apoyadas en las TIC, con énfasis en gamificación, para la generación de conciencia ambiental a nivel global.

Figura 1. Red de Coautoría por países.



Fuente: Elaboración propia usando VOSviewer y la base de datos Scopus (2025)

No obstante, la Figura 1 también evidencia la falta de colaboración significativa entre países latinoamericanos con otros países, lo que resalta la necesidad de que los investigadores de la región se integren activamente en estos procesos, incorporando enfoques, perspectivas y metodologías desde un contexto de país en desarrollo. Como indica Parodi (2013), esto enriquecería la calidad y el alcance de las investigaciones en el área, ofreciendo una visión diversa, fortaleciendo los estudios internacionales. En el caso de Colombia, el mapa de colaboración evidenció únicamente una coincidencia desde España y otra desde Suiza, ninguna desde el propio país, denotando la necesidad de implementar colaboraciones en investigaciones participativas, que enmarquen temas de educación ambiental, tecnología educativa y tratamiento de desechos, más aún, teniendo en cuenta el impacto de la región Amazónica en cuestiones del medio ambiente en el mundo.

Desde el punto de vista individual, el análisis por país revela que los continentes europeo, asiático y americano concentran la mayor parte de la producción científica. En particular, se muestra que China lidera el proceso con 305 publicaciones, seguida por India, España, Alemania y Estados Unidos (Tabla 4). En contraste, Colombia registra solo 7 publicaciones en los campos de educación ambiental y tecnología educativa. La falta de publicaciones en esta área crítica supone un desafío, especialmente considerando la necesidad de sostenibilidad en un contexto donde los problemas ambientales son cada vez más complejos y globales (Montero, 2022).

Tabla 4. Frecuencia de producción científica en países líderes vs Colombia.

País	China	India	España	Alemania	Estados Unidos	Colombia
Publicaciones	305	141	130	118	112	7

Fuente: Elaboración propia (2025)

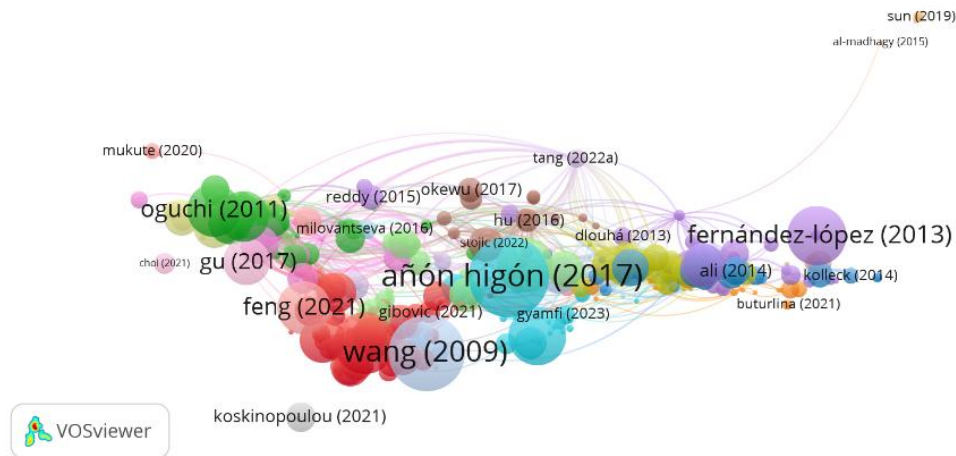
Asimismo, estos resultados sugieren para Colombia una posible prevaencia de metodologías tradicionales, en donde las TIC no son una alternativa ni un campo de manejo para mejorar las prácticas educativas en el contexto de la educación ambiental. Para ello, se hace necesario abordar líneas de investigación encaminadas hacia áreas emergentes como la gamificación. Inicialmente

se podría dar un cambio en las prácticas de aprendizaje a través de la interactividad, motivación estudiantil y participación, promoviendo una forma de aprendizaje activo, donde los estudiantes interactúan con el contenido de manera lúdica, mejorando su comprensión y retención, y permitiendo que se involucren de mejor forma en la temática ambiental, facilitando su compromiso con las acciones diarias, como la separación adecuada de los residuos (Abrami, 2022).

Autores y fuentes influyentes

Con respecto a las áreas de investigación influyentes e interconectadas, se proporciona un punto de partida para explorar la correlación entre las variables analizadas (Figura 2). Como indican Nogueira y Oliveira (2023), la proximidad entre los documentos académicos se establece considerando las referencias compartidas entre ellos, lo que sugiere vínculos temáticos significativos. Los trabajos de Wang et al. (2009) y Añón et al. (2017) son influyentes dentro del campo de estudio, presentando un alto grado de acoplamiento con otros documentos e indicando una gran cantidad de referencias compartidas, lo que los hace propicios a tener en consideración para indagar en el área de investigación (Tabla 6).

Figura 2. Acoplamiento bibliográfico por documentos.



Fuente: Elaboración propia usando VOSviewer y la base de datos Scopus (2025)

Tabla 6. Relación entre los estudios y la educación ambiental.

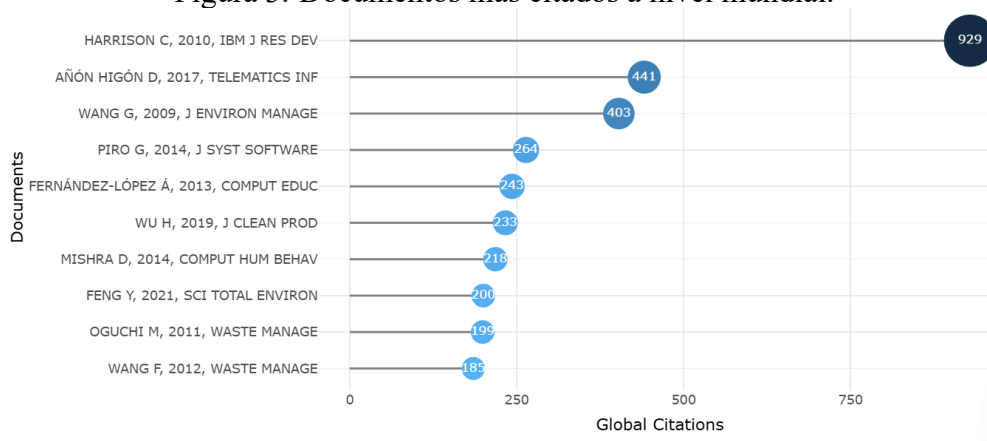
Estudio	Enfoque Principal	Aplicación en Educación Ambiental
Harrison et al. (2010)	Ciudades inteligentes, promoción de transporte público.	Enseñar planificación urbana sostenible, uso de TIC para reducir emisiones.
Añón Higón et al. (2017)	Impactos positivos y negativos de TIC en el medio ambiente.	Fomentar pensamiento crítico sobre la huella ecológica de la tecnología.
Wang et al. (2009)	Metodología para gestión de residuos en ciudades en desarrollo.	Proyectos prácticos de gestión de desechos, enfoque en contextos específicos.

Fuente: Elaboración propia (2025)

Sin embargo, aunque Añón y Wang presente fuertes niveles de acoplamiento, quien lidera la red de los documentos más citados (Figura 3) es Harrison et al. (2010) con 929 citas al abordar el empleo de las TIC para enfrentar desafíos de urbanización mediante la creación de ciudades inteligentes, proponiendo automatizar procesos urbanos con bases de datos y fomentar el uso del transporte público sobre el privado, implementando incentivos como descuentos y exoneraciones fiscales para conductores que adopten estas prácticas. De ahí si se desprende como segundo documento más relevante el creado por Añón et al. (2017) denominado “ICT and environmental sustainability: A global perspective” con 441 citas, que estudia los impactos positivos y negativos que el uso de las TIC tiene en el medio ambiente. Como tercer documento relevante, se posiciona el de Wang et al. (2009) con 403 citas, que propone una metodología que facilita la toma de decisiones para la gestión de residuos sólidos en ciudades en desarrollo.

Un aspecto inesperado es cómo estos estudios, al ser de diferentes años (2009, 2010, 2017), muestran la evolución del pensamiento en sostenibilidad, lo que puede ser un punto de enseñanza sobre cómo la ciencia avanza. Por ejemplo, Harrison et al. (2010) establece bases para ciudades inteligentes, mientras que Añón et al. (2017) amplía la perspectiva global, y Wang et al. (2009) se centra en aplicaciones específicas. Esto puede usarse para enseñar sobre la interdependencia de la investigación y su relevancia temporal. Pero, la aplicación de estos estudios en educación puede variar según el contexto. En países desarrollados, el enfoque podría ser más técnico (por ejemplo, análisis de datos en ciudades inteligentes), mientras que, en países en desarrollo, la gestión de residuos podría ser más relevante debido a desafíos locales. Esto requiere que los educadores adapten los contenidos, considerando recursos disponibles y necesidades específicas.

Figura 3. Documentos más citados a nivel mundial.



Fuente: Elaboración propia usando Bibliometrix y la base de datos Scopus (2025)

Por otra parte, se analiza las fuentes más relevantes destacándose por el número de documentos publicados en cada fuente (Figura 4). Las revistas científicas de gran impacto establecen lineamientos claros y precisos en el momento de recopilar diversos documentos que son contundentes para el análisis de datos (Gevorgyan, 2021). Es por ello que la revista Sustainability (Switzerland) es la fuente más relevante en todos los conjuntos de datos y parámetros de búsqueda con unas publicaciones de 72 documentos en el área de estudio de educación ambiental, innovación educativa y tratamiento de residuos, fijándose como una revista clave en los temas abordados en estos estudios por su interdisciplinariedad, alto impacto y la disseminación de investigaciones claves en sostenibilidad, educación, y tecnología.

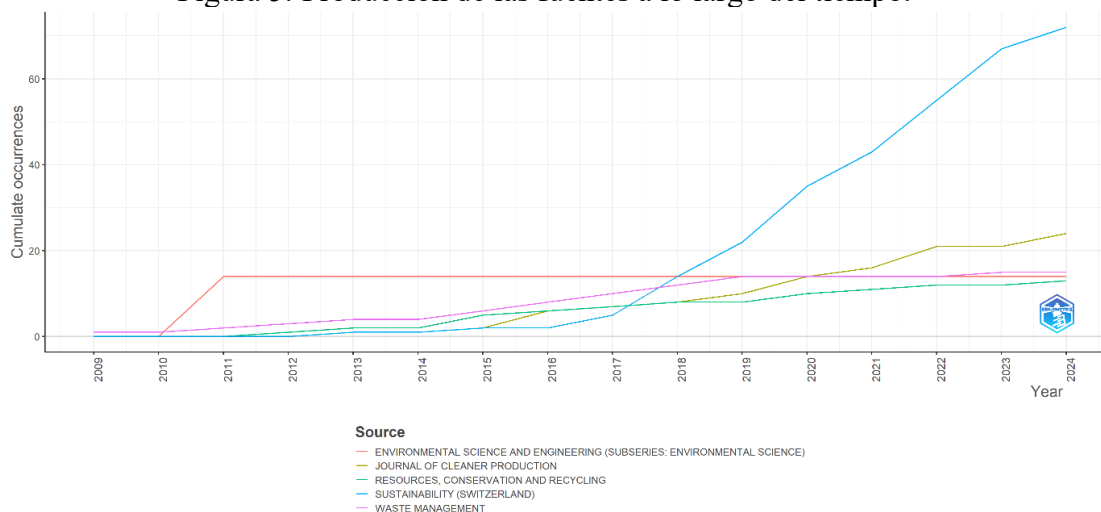
Figura 4. Fuentes más relevantes.



Fuente: Elaboración propia usando Bibliometrix y la base de datos Scopus (2025)

Cotejando lo expuesto en las fuentes más relevantes, se evidencia el por qué esta revista es una de las más prolíficas en el campo de la investigación si se habla de tecnologías de la información y la comunicación engranadas con la educación ambiental, dado a su producción acumulativa de publicaciones (representada por la línea azul), mostrando un crecimiento exponencial a partir del año 2017 y alcanzando su mayor volumen de publicaciones acumuladas en 2024 (Figura 5). Este comportamiento sugiere que la revista se ha consolidado como un referente clave en su campo, con una notable expansión en su producción en los últimos años. Contrario sucede con la revista Environmental Science and Engineering (línea roja), la cual presenta un crecimiento hasta 2011, pero su producción se ha mantenido estable tendiente a disminuir su producción desde entonces, lo que sugiere que esta fuente no ha mostrado un desarrollo significativo en los últimos años y podría no ser una opción viable para someter investigaciones en la actualidad.

Figura 5. Producción de las fuentes a lo largo del tiempo.



Fuente: Elaboración propia usando Bibliometrix y la base de datos Scopus (2025)

Tendencias temáticas

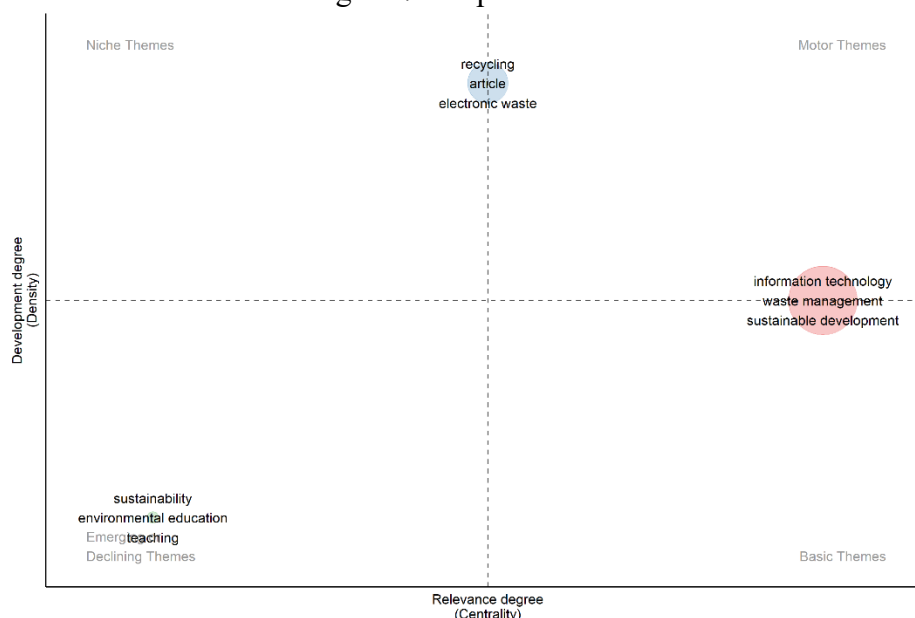
Con relación a la nube de palabras, indicada en inglés como Wordcloud, y generada en Bibliometrix, esta exhibe palabras claves correspondientes a los operadores booleanos empleados

desarrollen una conciencia ambiental sostenible, lo que añadiría relevancia a estos campos y ampliaría su alcance en el contexto educativo.

Respecto a los *Temas básicos*, conceptos como “information technology”, “waste management” y “sustainable development” se posicionan como temas fundamentales, ampliamente conectados con otras áreas de estudio. Aunque estos tópicos aún no están completamente desarrollados, su impacto transversal resalta la importancia de explorar nuevas aplicaciones. De esta forma, la combinación de TIC y gamificación ofrece una vía innovadora para enseñar a los estudiantes sobre la gestión de residuos y fomentar hábitos de reciclaje desde edades tempranas. Este enfoque puede fortalecer la conexión entre tecnología y educación ambiental, incrementando la efectividad de las intervenciones educativas.

Por su parte, para los *Temas de nicho* en las áreas de investigación especializadas dentro del campo, los términos “electronic waste”, “electronic equipment” y “wastes” son identificados, tanto relevantes, como bien desarrollados, constituyendo ejes clave en la investigación actual. Asimismo, la gestión de residuos electrónicos se convierte en un desafío crítico, y su integración en programas educativos gamificados puede ser estratégica. A través de juegos interactivos, los estudiantes podrían aprender sobre la correcta gestión de residuos electrónicos, comprendiendo su impacto ambiental y social. Esto alinearía las iniciativas educativas con los desafíos contemporáneos de sostenibilidad, al tiempo que se prepararía a los alumnos para enfrentar problemas ambientales complejos desde un enfoque práctico y tecnológico.

Figura 7. Mapa temático.

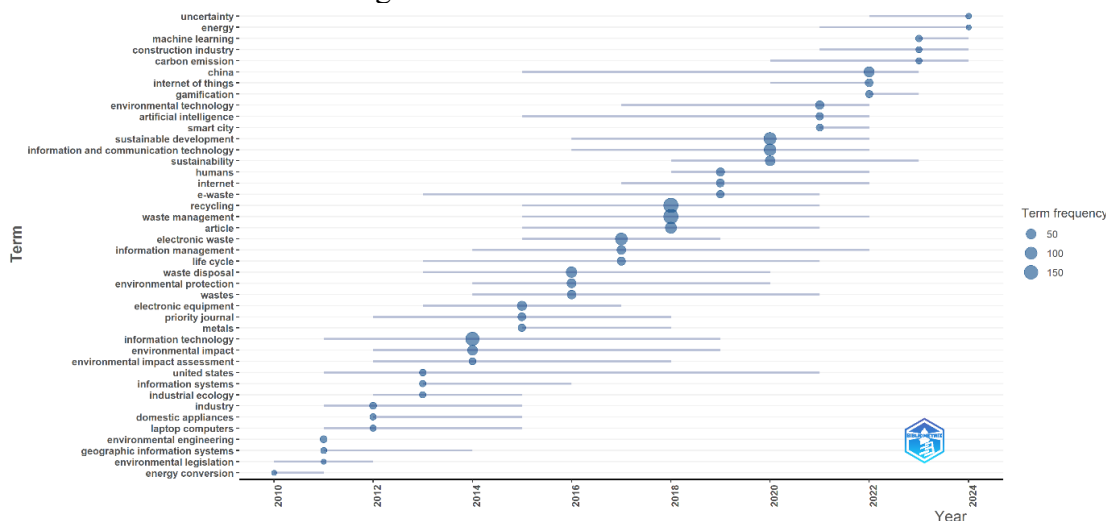


Fuente: Elaboración propia usando Bibliometrix y la base de datos Scopus (2025)

Finalmente, el aumento en la frecuencia de temas puntuales en artículos y publicaciones desde el año 2010 hasta 2024 (Figura 8), destaca actualmente un auge significativo con un aumento sostenido especialmente en la actualidad en áreas como, “machine learning” (aprendizaje automático), artificial intelligence (inteligencia artificial), “gamification (gamificación) e internet of things (internet de las cosas). Estos temas ganan cada vez más relevancia, alineando las TIC con términos ambientales como “sustainability” (sostenibilidad), “sustainable development”

(desarrollo sostenible), y “waste management” (gestión de residuos), reflejando su relevancia como pilares del campo.

Figura 8. Temas de la actualidad.



Fuente: Elaboración propia usando Bibliometrix y la base de datos Scopus (2025)

Este crecimiento sugiere que las investigaciones actuales están priorizando la transformación digital y la sostenibilidad, con una clara tendencia hacia tópicos relacionados con la inteligencia artificial, tecnologías emergentes y el desarrollo sostenible.

Aplicaciones educativas y reflexiones críticas

A pesar del avance hacia enfoques más tecnológicos, conceptos tradicionales como la gestión de residuos y la educación ambiental siguen siendo relevantes. Sin embargo, su integración con las TIC y la gamificación podría ampliar su alcance y efectividad, especialmente en niveles educativos tempranos.

Los hallazgos del documento, que destacan la importancia de las TIC y la gamificación en la educación ambiental para fomentar conciencia y prácticas sostenibles, pueden vincularse con teorías pedagógicas, autores relevantes y contextos educativos específicos de la siguiente manera:

Teorías pedagógicas

- **Teoría del aprendizaje experiencial (Kolb, 1984):** Se enfatiza la gamificación y el uso de videojuegos educativos como estrategias para generar aprendizajes significativos y duraderos. La teoría de Kolb, postula que el aprendizaje efectivo ocurre a través de la experiencia concreta, la reflexión, la conceptualización y la experimentación activa (Espinár & Vigueras, 2020). Aquí, la gamificación, al involucrar a los estudiantes en dinámicas interactivas (como desafíos y recompensas), permite una experiencia práctica que fomenta la reflexión sobre problemas ambientales, como la gestión de residuos sólidos, y la aplicación de soluciones en contextos reales.
- **Constructivismo (Piaget, Vygotsky):** El enfoque de las TIC en la educación ambiental, promueve un aprendizaje activo donde los estudiantes construyen conocimiento a través de la interacción con herramientas digitales. Vygotsky, con su énfasis en la mediación cultural y las

herramientas, apoya el uso de TIC como instrumentos que facilitan la construcción de significados sobre sostenibilidad (Wibowo et al., 2025), en donde los videojuegos educativos, por ejemplo, actúan como mediadores que conectan a los estudiantes con conceptos ambientales de manera lúdica.

- **Teoría de la gamificación (Deterding et al., 2011):** La gamificación, identificada como una estrategia clave, se alinea con esta teoría, que propone el uso de elementos de juego en contextos no lúdicos para aumentar la motivación y el compromiso (Villamar & Sánchez, 2024). La gamificación puede transformar temas ambientales complejos en experiencias atractivas, promoviendo cambios actitudinales permanentes, lo cual se conecta con los principios de diseño motivacional de Deterding.

Autores clave

- **Harrison et al. (2010):** Su trabajo sobre ciudades inteligentes y el uso de TIC para la sostenibilidad urbana (con 929 citas) ofrece un marco para enseñar planificación sostenible en contextos educativos. En el aula, se puede usar su enfoque para discutir cómo las TIC optimizan procesos urbanos, como el transporte público, y su relación con la educación ambiental.
- **Añón Higón et al. (2017):** Este estudio, con 441 citas, analiza los impactos positivos y negativos de las TIC en el medio ambiente. En contextos educativos, permite fomentar el pensamiento crítico sobre la huella ecológica de la tecnología, integrando debates sobre el equilibrio entre innovación tecnológica y sostenibilidad.
- **Wang et al. (2009):** Su metodología para la gestión de residuos sólidos en ciudades en desarrollo (403 citas) es relevante para proyectos educativos prácticos, especialmente en contextos de países en desarrollo como Colombia, donde la gestión de residuos es un desafío crítico. Este enfoque puede aplicarse en actividades que enseñen a los estudiantes sobre reciclaje y manejo de desechos.
- **Lamanauskas y Makarskaitė (2023):** Destacan la importancia de la educación ambiental en primaria para abordar temas como el cambio climático y los residuos sólidos. Sus ideas refuerzan la necesidad de integrar TIC para hacer estos temas accesibles y relevantes para los estudiantes jóvenes.

Contextos educativos

Se resalta la importancia de la gamificación en estudiantes de educación básica, quienes son nativos digitales (Salgado, 2023). En este contexto, las TIC permiten adaptar los contenidos ambientales a su realidad tecnológica, usando videojuegos y plataformas interactivas para enseñar sobre reciclaje y sostenibilidad. Por ejemplo, un juego que simule la separación de residuos puede reforzar hábitos sostenibles. Igualmente, los hallazgos muestran una baja producción científica en Colombia (solo 7 publicaciones), lo que refleja la prevalencia de metodologías tradicionales. Esto sugiere que las TIC y la gamificación pueden ser herramientas transformadoras en contextos donde los recursos educativos son limitados, promoviendo un aprendizaje más dinámico y accesible. Por ejemplo, en áreas rurales, como las mencionadas por González y D'silva (2024), las TIC pueden

superar barreras de acceso a recursos educativos mediante aplicaciones móviles o plataformas en línea. En entornos urbanos, donde los problemas de residuos sólidos son más visibles, las TIC pueden apoyar proyectos escolares que aborden la contaminación local.

Adicionalmente, incorporar dinámicas de gamificación permite involucrar activamente a los estudiantes en la resolución de problemáticas ambientales, como el manejo adecuado de residuos, fortaleciendo su participación y compromiso hacia un aprendizaje más sostenible. Este enfoque no solo asegura la pertinencia educativa en un entorno cada vez más digital, sino que también contribuye a preparar a los alumnos para enfrentar los desafíos ambientales globales mediante la adopción de tecnologías innovadoras.

De igual manera, utilizar metodologías activas como el uso del videojuego sugiere una innovación pedagógica, en virtud de que introduce enfoques dinámicos basados en el "learning by doing" (aprender haciendo), metodología a través de la cual el estudiante aprende con la experiencia directa (Palanca et al., 2021). Esto implicaría una adaptación de las prácticas docentes hacia enfoques más interactivos y basados en las TIC, conllevando a un currículo ajustado, teniendo en cuenta la transversalidad que puede tener el videojuego dentro de las asignaturas como ciencias naturales o educación ambiental.

Conclusiones

A través del análisis bibliométrico realizado, este estudio demostró que la integración de las TIC y la gamificación en la educación ambiental no solo es viable, sino que constituye una oportunidad estratégica para optimizar las prácticas de gestión de residuos y generar conciencia ambiental en estudiantes de educación básica. El análisis evidenció un crecimiento constante en la producción científica relacionada con educación ambiental y tecnología educativa. Este incremento refleja el interés global en estas áreas, destacando la consolidación de publicaciones recientes, confirmando la relevancia del tema en el ámbito académico, liderado principalmente por las grandes potencias como China y Estados Unidos.

Por otro lado, el estudio mostró la limitada producción científica de Colombia en el área de estudio, registrando una participación mínima, con solo 7 publicaciones, lo que pone de manifiesto la necesidad de fomentar investigaciones colaborativas y fortalecer las capacidades locales en educación ambiental y TIC. En el caso de Colombia, la baja producción científica en estas áreas refleja el predominio de metodologías tradicionales, lo que subraya la necesidad de incorporar enfoques como la gamificación y el aprendizaje experiencial para mejorar las prácticas educativas, promover la conciencia ambiental y avanzar hacia el desarrollo sostenible.

Finalmente, las áreas emergentes como la gamificación y el aprendizaje interactivo están cobrando cada vez más relevancia en el mundo, destacándose como soluciones innovadoras para fomentar la educación ambiental, especialmente en niveles de educación básica. La integración de tecnologías avanzadas y dinámicas gamificadas ofrece una oportunidad para alinear la educación ambiental con los retos globales, siendo crucial impulsar investigaciones interdisciplinarias que conecten TIC, educación ambiental y gestión de residuos. Asimismo, se entiende que, desde la educación ambiental y la gamificación apoyada en las TIC, se pueden desarrollar competencias digitales, donde los estudiantes mejoran su dominio en el uso de tecnologías emergentes. Esto fortalece su capacidad para utilizar medios digitales con fines educativos y ambientales y a su vez conlleva a desarrollar habilidades de pensamiento crítico para la resolución de problemas como la gestión de residuos.

Referencias bibliográficas

- Abrami, P. C. (2022). *Sustainability and Scalability of Digital Tools for Learning: ABRACADABRA in Kenya Durabilité et évolutivité des outils numériques d'apprentissage : ABRACADABRA au Kenya* (Vol. 48, Issue 1).
- Álvarez Calixto, E. J. & Rincón Carreño, K. S. (2020). El impacto ambiental de la gestión de las constructoras. *Formación Estratégica*, 1(01), 82–92. Recuperado a partir de <https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/14>
- Añón, D., Gholami, R., & Shirazi, F. (2017). ICT and environmental sustainability: A global perspective. *Telematics and Informatics*, 34(4), 85–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.01.001>
- Cabrera, M., & Saraiva, I. (2022). Principales problemáticas de las publicaciones científicas: un análisis en perspectiva latinoamericana. *E-Ciencias de La Información*. <https://doi.org/10.15517/eci.v12i1.46145>
- Cadena, P., Rendón, R., Aguilar, J., Salinas, E., Del rosario de la Cruz, F., & Sangerman, D. (2017). Estudio cualitativo vs cuantitativo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- Dey, S. (2020). Solid Waste Management. *Concise Handbook of Waste Treatment Technologies*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:10656601>
- Espinar, E., & Vigueras, J. (2020). El aprendizaje experiencial y su impacto en la educación actual. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39. <https://orcid.org/0000-0002-7542-695X>
- García, M., Reyes, J., & Godínez, G. (2018). Las Tic en la educación superior, innovaciones y retos / The ICT in higher education, innovations and challenges. *RICSH Revista Iberoamericana de Las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 6(12), 299–316. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v6i12.135>
- Gevorgyan, A. (2021). Scientific journals as a standard of scienceability. *Wisdom*, 19(3), 30–34. <https://doi.org/10.24234/WISDOM.V19I3.509>
- González, L. J., & D'silva, F. J. (2024). Educación Ambiental en Instituciones Educativas Rurales de San Andrés, Santander: una perspectiva integral de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 10222–10248. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10334
- Harrington, M. (2023). Nubes de palabras como recurso innovador para el desarrollo de competencias digitales en estudiantes de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. *Educación Superior*, 36, 171–181. <https://doi.org/10.56918/es.2023.i36.pp171-181>
- Harrison, C., Eckman, B., Hamilton, R., Hartswick, P., Kalagnanam, J., Paraszczak, J. R., & Williams, P. (2010). Foundations for Smarter Cities. *IBM J. Res. Dev.*, 54, 1–16. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:2770501>
- Kumar, V., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2020). *The Journal Coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A Comparative Analysis*. <https://www.mitpressjournals.org/toc/qss/1/1>
- Lamanauskas, V., & Makarskaitė, R. (2023). Environmental Education In Primary School: Meaning, Themes and Vision. *Science and Technology Education: New Developments and Innovations*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:259192010>
- Lenis, C., & Llanos, N. (2023). *Lecciones aprendidas en la gestión de residuos sólidos urbanos Vertedero “Las Mayas”, Caracas – Venezuela*. 1–9. <https://doi.org/10.26507/paper.3101>

- Li, Z., Maimaiti, Z., Fu, J., Chen, J. Y., & Xu, C. (2023). Global research landscape on artificial intelligence in arthroplasty: A bibliometric analysis. *Digital Health*, 9. <https://doi.org/10.1177/20552076231184048>
- López Armenta, A., & Sandoval Ceja, M. (2024). El uso de herramientas digitales para mejorar la práctica docente en educación primaria. *Enfoque Disciplinario*, 9(2), 1-15. <https://doi.org/10.70165/enfdis.v9i2.289>
- Montero, G. A. (2022). El progreso de la investigación, base de la economía de Colombia. In *Revista U.D.C.A Actualidad and Divulgacion Cientifica* (Vol. 25, Issue 1). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n1.2022.2295>
- Nogueira, E. C. T., & Oliveira, E. F. T. de. (2023). aplicação de acoplamento bibliográfico de autores aos estudos métricos da informação no Brasil. *Em Questão*, 29, 126406. <https://doi.org/10.19132/1808-5245.29.126406>
- Ojeda, G., & Castro, J. (2023). Los PRAE y la educación comunitaria. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*.
- Palanca, J., Jordán, J., & Julián, V. (2021). *Using Learning By Doing Methodology For Teaching Multi-Agent Systems*.
- Parodi, G. E. (2013). La Política de Investigación, Ciencia y Tecnología y la Investigación Educativa en Colombia. In *Revista de investigación en administración e ingeniería* (Vol. 1). <http://service.udes.edu.co/revistas/index.php/aibi>
- Porter, J. H. (2019). Evaluating a thesaurus for discovery of ecological data. *Ecological Informatics*, 51, 151–156. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2019.03.002>
- Salgado, G. (2023). Nativos digitales. *Revista Científica de Estudios Sociales*.
- Surlin, S., & Ali, M. (2020). The Effect of Environmental Education Learning on Students at University. In *Int. J. Environ. Eng. Educ* (Vol. 2, Issue 3). www.ijeeedu.com
- Villamar, A., & Sánchez, R. (2024). Explorando las bases pedagógicas de la gamificación como enfoque metodológico en la enseñanza superior. *Educación*, 33(65), 166–188. <https://doi.org/10.18800/educacion.202402.E001>
- Wang, G., Qin, L., Li, G., & Chen, L. (2009). Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2414–2421. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.008>
- Wibowo, S., Wangid, M. N., & Firdaus, F. M. (2025). The relevance of Vygotsky's constructivism learning theory with the differentiated learning primary schools. *Journal of Education and Learning*, 19(1), 431–440. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21197>
- Yang, Z., Zhou, S., Zu, J., & Inman, D. (2018). High-Performance Piezoelectric Energy Harvesters and Their Applications. In *Joule* (Vol. 2, Issue 4, pp. 642–697). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.03.011>