



Aplicación de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes para la optimización de recursos sostenibles en entornos educativos

Application of Recursive Algorithms in Emerging Technologies for the Optimization of Sustainable Resources in Educational Environments

AUTORES

Dylan Paul Facuy Toledo

Universidad Salesiana

dfacuy@est.ups.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-5896-4517>

Como citar: Facuy Toledo, D. P. (2025). Aplicación de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes para la optimización de recursos sostenibles en entornos educativos. <i>Revista Internacional De Investigación Y Desarrollo Global</i> , 4(3), 145–158.	Fecha de recepción:2025-06-18 Fecha de aceptación: 2025-07-18 Fecha de publicación:2025-08-18
--	---



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo analizar la aplicación de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes para optimizar recursos sostenibles en entornos educativos de la provincia del Guayas, Ecuador. Se empleó un diseño mixto, descriptivo y exploratorio durante el período enero-junio de 2025, con una muestra estratificada intencional compuesta por 150 participantes para cuestionarios y 30 expertos para entrevistas semiestructuradas y grupos focales. Se utilizaron cuestionarios estructurados para recopilar datos cuantitativos, entrevistas y grupos focales para datos cualitativos, complementados con análisis documental. El análisis estadístico y temático se realizó mediante software especializado. Los resultados evidenciaron una percepción mayoritariamente favorable hacia el uso de algoritmos recursivos, destacando la mejora en la personalización del aprendizaje y la optimización de recursos materiales y energéticos, aunque se identificaron barreras relacionadas con la capacitación y la resistencia al cambio. Las instituciones que implementaron estas tecnologías evidenciaron reducciones significativas en tiempos ociosos y consumo energético, así como un mayor compromiso docente y estudiantil. Se concluye que la integración de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes representa una estrategia eficaz para promover la sostenibilidad educativa, pero requiere políticas institucionales y formación continua para su adopción exitosa. Este estudio aporta evidencia valiosa para la formulación de estrategias que favorezcan la innovación educativa con responsabilidad ambiental y social en contextos similares.

Palabras clave: algoritmos recursivos, tecnologías emergentes, sostenibilidad educativa, optimización de recursos, educación personalizada

Abstract

This research aimed to analyze the application of recursive algorithms in emerging technologies to optimize sustainable resources in educational settings in the Guayas province, Ecuador. A mixed, descriptive, and exploratory design was employed during January-June 2025, with an intentional stratified sample consisting of 150 participants for surveys and 30 experts for semi-structured interviews and focus groups. Structured questionnaires collected quantitative data, while interviews and focus groups gathered qualitative data, complemented by documentary analysis. Statistical and thematic analyses were conducted using specialized software. Results showed a predominantly favorable perception of recursive algorithms, highlighting improvements in learning personalization and optimization of material and energy resources, although barriers related to training and resistance to change were identified. Institutions implementing these technologies recorded significant reductions in idle times and energy consumption, along with increased teacher and student engagement. It is concluded that integrating recursive algorithms in emerging technologies is an effective strategy to promote educational sustainability but requires institutional policies and continuous training for successful adoption. This study provides valuable evidence for formulating strategies that foster educational innovation with environmental and social responsibility in similar contexts.

Keywords: recursive algorithms, emerging technologies, educational sustainability, resource optimization, personalized education

Introducción

En la era contemporánea, la educación se enfrenta a retos sin precedentes derivados de la rápida evolución tecnológica y la creciente conciencia sobre la necesidad de sostenibilidad ambiental, social y económica. La integración de tecnologías emergentes en entornos educativos ha irrumpido como una estrategia clave para transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje, promoviendo ambientes más interactivos, personalizados y eficientes. En este contexto, los algoritmos recursivos, reconocidos por su capacidad de resolver problemas complejos mediante la descomposición en subproblemas similares, emergen como herramientas fundamentales para optimizar recursos y mejorar la funcionalidad de las tecnologías aplicadas a la educación.

Los algoritmos recursivos, ampliamente utilizados en ciencias de la computación, permiten dividir tareas complejas en procesos más simples que se ejecutan de forma repetitiva y organizada, posibilitando una mayor eficiencia en el procesamiento de datos y en la toma de decisiones automatizadas. Su aplicación en tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, plataformas adaptativas y sistemas de tutoría inteligente, potencia la capacidad de estas herramientas para ofrecer soluciones educativas personalizadas, flexibles y sostenibles. Estos algoritmos facilitan la gestión eficiente de recursos tecnológicos, humanos y materiales, contribuyendo a la reducción del consumo energético y la minimización de residuos dentro de las instituciones educativas.

La sostenibilidad en la educación trasciende la mera conservación ambiental; implica diseñar modelos que aseguren un equilibrio entre calidad educativa, inclusión social y viabilidad económica. La optimización del uso de recursos, respaldada en tecnologías avanzadas que incorporan algoritmos recursivos, posibilita que las instituciones educativas desarrollen prácticas responsables y eficaces, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la UNESCO. Por ejemplo, la gestión inteligente de infraestructuras, el uso racional de materiales digitales y la personalización del aprendizaje contribuyen a fomentar una cultura educativa sustentable y resiliente.

Además, el análisis y procesamiento de grandes volúmenes de datos educativos mediante algoritmos recursivos ofrece información valiosa para mejorar la experiencia de aprendizaje y la administración escolar. Estos algoritmos permiten segmentar y analizar patrones de comportamiento estudiantil, facilitando la identificación temprana de dificultades, la adaptación dinámica de contenidos y la planificación estratégica para el aprovechamiento óptimo de recursos. Así, se promueve una educación más inclusiva y equitativa, que responde a las diversas necesidades de los estudiantes y optimiza la inversión institucional.

La implementación efectiva de estas tecnologías requiere, sin embargo, superar desafíos como la brecha digital, la resistencia al cambio, la formación continua del personal docente y la garantía ética del manejo de datos. La adopción exitosa depende de un enfoque interdisciplinario que combine avances tecnológicos con estrategias pedagógicas y políticas públicas inclusivas, encaminadas a garantizar la equidad y sostenibilidad de la educación.

Finalmente, el estudio y aplicación de algoritmos recursivos en el ámbito educativo no solo tiene un impacto tecnológico, sino también pedagógico, al potenciar habilidades cognitivas avanzadas en estudiantes, en especial en áreas STEM. La programación y el pensamiento algorítmico desarrollan competencias como la lógica, el análisis crítico y la resolución creativa de problemas, fundamentales para formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos globales y contribuir a un futuro sostenible.

Este artículo analiza de manera integral cómo la aplicación de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes puede optimizar el uso de recursos sostenibles en entornos educativos, aportando un marco conceptual y práctico que contribuye a la innovación educativa con responsabilidad social y ambiental, en consonancia con las demandas del siglo XXI.

Material y métodos

Este estudio se llevó a cabo en la provincia del Guayas, Ecuador, durante el período comprendido entre enero y junio de 2025. La investigación sigue un diseño mixto con enfoque descriptivo y exploratorio, que combina métodos cuantitativos y cualitativos

para ofrecer una comprensión integral sobre la aplicación de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes orientadas a la optimización de recursos sostenibles en entornos educativos.

Diseño de la investigación

- **Tipo:** Mixto (cuantitativo y cualitativo).
- **Enfoque:** Descriptivo y exploratorio.
- **Objetivo:** Analizar percepciones, prácticas y efectos derivados del uso de algoritmos recursivos en tecnologías educativas sostenibles.

Población y muestra

La población estuvo integrada por:

- Docentes, desarrolladores de software educativo, estudiantes universitarios y directivos de instituciones educativas en Guayas que utilizan o desarrollan herramientas tecnológicas aplicadas a la educación.

La muestra se seleccionó mediante muestreo estratificado intencional para garantizar la representación de diferentes actores educativos y niveles jerárquicos. El tamaño muestral fue de:

- **150 participantes** para la aplicación de cuestionarios estructurados.
- **30 expertos** para entrevistas semiestructuradas y grupos focales.

Tabla 1

Instrumentos y técnicas de recolección

Instrumento	Descripción	Número de participantes
Cuestionarios estructurados	Recolección de datos cuantitativos sobre percepciones y experiencias.	150
Entrevistas semiestructuradas	Profundización en perspectivas, desafíos y buenas prácticas.	20

Grupos focales	Discusión guiada para validar 10 resultados y opiniones colectivas.
Análisis documental	Revisión de casos, proyectos y N/A políticas relacionados con el tema.

Procedimiento

1. **Diseño y validación:** Se diseñaron los instrumentos con base en literatura especializada y se validaron a través de expertos locales en educación, tecnología y sostenibilidad.
2. **Aplicación:** Los cuestionarios se aplicaron de forma presencial y digital durante el primer semestre de 2025.
3. **Recolección cualitativa:** Las entrevistas y grupos focales se realizaron en modalidad presencial en instituciones educativas y por videoconferencia, grabadas y transcritas para análisis posterior.
4. **Análisis estadístico:** Los datos cuantitativos fueron analizados con el software SPSS, aplicando análisis descriptivos y correlacionales.
5. **Análisis cualitativo:** Utilización de NVivo para codificación temática y análisis de contenido.
6. **Triangulación:** Fusión de resultados cuantitativos y cualitativos para aumentar la validez y confiabilidad.

Consideraciones éticas

Se garantizó el anonimato, confidencialidad y consentimiento informado de todos los participantes. La investigación recibió aprobación del comité ético de la institución responsable, respetando normativa nacional e internacional sobre investigación educativa y manejo de datos sensibles.

Este diseño metodológico robusto permite detectar el impacto real y potencial de los algoritmos recursivos en tecnologías emergentes para promover una gestión

sostenible de recursos en la educación, proporcionando bases sólidas para la formulación de estrategias y políticas educativas en Guayas y contextos similares.

Resultados

La investigación realizada en la provincia del Guayas durante el primer semestre de 2025 reveló datos relevantes sobre la aplicación de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes para la optimización de recursos sostenibles en entornos educativos, a partir de información cuantitativa y cualitativa recopilada en diversos actores y contextos.

Resultados Cuantitativos

Se recopilaron datos de 150 participantes entre docentes, desarrolladores de software educativo y estudiantes universitarios por medio de cuestionarios estructurados. Los indicadores reflejan percepciones mayoritariamente positivas sobre el uso y beneficios de los algoritmos recursivos integrados en tecnologías educativas.

Tabla 2.

Grado de acuerdo sobre la aplicación de algoritmos recursivos en educación

Afirmación	Muy de acuerdo (%)	De acuerdo (%)	Neutral (%)	En desacuerdo (%)	Muy en desacuerdo (%)
Los algoritmos recursivos facilitan la personalización del aprendizaje	40	45	10	3	2
La optimización de recursos reduce costos y desperdicios	50	35	8	5	2

La integración 60 30 5 3 2

tecnológica mejora

la calidad educativa

Nota: Datos obtenidos a partir de cuestionarios aplicados a 150 participantes.

Resultados Cualitativos

A partir de 20 entrevistas semiestructuradas y 10 grupos focales realizados con expertos, docentes y desarrolladores, se identificaron las siguientes categorías temáticas predominantes:

Tabla 3.

Categorías emergentes de análisis cualitativo

Categoría	Frecuencia de menciones	Descripción breve
Capacitación y competencias	26	Necesidad de formación continua en algoritmos recursivos y tecnologías aplicadas
Sostenibilidad y eficiencia	30	Optimización eficaz de recursos materiales y energía, favoreciendo la sostenibilidad
Adaptabilidad y personalización	28	Ajuste dinámico de los sistemas a necesidades individuales de los estudiantes
Retos y barreras	34	Resistencia al cambio, limitaciones tecnológicas y falta de políticas adecuadas

Nota: La frecuencia refleja el número de veces que los temas fueron mencionados en entrevistas y grupos focales.

Casos de implementación



CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Análisis documental y visitas a instituciones educativas demostraron que aquellas que adoptaron tecnologías con algoritmos recursivos lograron beneficios concretos en la gestión y uso de recursos:

Tabla 4.

Resultados cuantificables en instituciones con adopción de algoritmos recursivos

Indicador	Mejora observada
Reducción de tiempos ociosos en laboratorios	20% menos
Disminución del consumo energético	Reducción significativa
Incremento en compromiso docente y estudiantil	Mayor satisfacción reportada

Nota: Datos obtenidos a partir de reportes institucionales y observaciones de campo.

Estos resultados evidencian que los algoritmos recursivos, integrados en tecnologías emergentes, mejoran la eficiencia en el uso de recursos sostenibles en entornos educativos del Guayas. Sin embargo, la capacitación docente y las políticas institucionales se mantienen como factores críticos para garantizar la óptima implementación y apropiación de estas herramientas.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian la relevancia y el potencial de los algoritmos recursivos aplicados en tecnologías emergentes para mejorar la optimización de recursos en entornos educativos, coincidiendo con hallazgos de investigaciones recientes en la temática.

Tal como señalan Bedoya Carvajal et al. (2024), la integración de recursos educativos digitales sostenibles, apoyados en tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, contribuye a una educación más accesible y eficiente, siempre y cuando se desarrollen políticas institucionales que promuevan su apropiación. Nuestra investigación confirma esta necesidad de formación continua y elaboración de marcos estratégicos, factores que también fueron destacados como barreras principales por los participantes. La adaptación tecnológica promovida por algoritmos recursivos permite que plataformas educativas ofrezcan

experiencias personalizadas, un elemento reconocido por Silva et al. (2025) como clave para el compromiso y éxito estudiantil en modelos pedagógicos innovadores.

En el ámbito del desarrollo sostenible, la investigación respalda los planteamientos de Naranjo-Mora (2024), quien afirma que las estrategias matemáticas, que incluyen el pensamiento computacional y los algoritmos, son esenciales para la formación del pensamiento crítico y la innovación orientada a la sostenibilidad ambiental y social. La capacidad de los algoritmos recursivos para optimizar el uso de recursos físicos y digitales, como demostramos en las instituciones de Guayas, se alinea con estos propósitos, logrando reducción en tiempos ociosos y consumo energético, aspectos centrales para la sostenibilidad educativa.

Además, nuestros hallazgos coinciden con los de Vizcaíno et al. (2023) respecto a que la incorporación efectiva de tecnologías debe superar las barreras de resistencia y desigualdad tecnológica. La formación docente y el respaldo institucional se presentan como factores indispensables para consolidar una educación sostenible y tecnológica, evitando así que el acceso diferencial a estas innovaciones amplíe brechas educativas y sociales.

Asimismo, la investigación se suma a la literatura que destaca el impacto positivo del pensamiento computacional en la resolución de problemas complejos vinculados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), tal como se observa en los estudios realizados por López y colaboradores (2025). La aplicación práctica de algoritmos recursivos en plataformas educativas permite desarrollar habilidades cognitivas superiores que preparan a los estudiantes para desafíos globales, alineándose con los principios de una educación de calidad y sostenible promulgada por la UNESCO (2020).

Por último, la evidencia recogida en este estudio reafirma que la sostenibilidad en educación no solo depende del acceso a tecnologías emergentes, sino también de la integración pedagógica y estratégica de estas herramientas, para lo cual los algoritmos recursivos constituyen una base computacional fundamental. Es necesario seguir avanzando en modelos que combinen innovación tecnológica, inclusión social y responsabilidad ambiental para garantizar un impacto positivo duradero en la educación.

En conclusión, este estudio amplía el conocimiento sobre cómo los algoritmos recursivos, integrados en tecnologías emergentes, pueden potenciar la optimización de recursos y sostenibilidad en entornos educativos, aportando valiosos insumos para la formulación de políticas, formación docente y diseño pedagógico en contextos similares al de la provincia del Guayas.

Conclusiones

La aplicación de algoritmos recursivos en tecnologías emergentes demuestra ser una estrategia efectiva para optimizar el uso de recursos en entornos educativos, facilitando prácticas más sostenibles que contribuyen a la reducción del consumo energético y la maximización de la eficiencia institucional en la provincia del Guayas.

La percepción positiva de docentes, desarrolladores y estudiantes respecto a los beneficios de estas tecnologías evidencia su potencial para mejorar la personalización del aprendizaje y la calidad educativa, aunque se subraya la necesidad urgente de programas de capacitación continua que permitan superar las barreras relacionadas con la falta de formación y la resistencia al cambio.

Para consolidar la incorporación exitosa de algoritmos recursivos y tecnologías emergentes en la educación, es imprescindible implementar políticas institucionales integrales que promuevan la inclusión tecnológica, el desarrollo de competencias pedagógicas y técnicas, y un enfoque orientado a la sostenibilidad ambiental y social, asegurando así un impacto positivo y duradero en los sistemas educativos.

Referencias bibliográficas

- Bedoya Carvajal, M., Sánchez López, R., & Gómez Torres, L. (2024). Integración de recursos educativos digitales sostenibles apoyados en inteligencia artificial. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 134-150.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). MIT Press.
- Flores-Vivar, J. A., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Tecnologías emergentes y su impacto en la transformación de la educación. *Revista Electrónica de Innovación Educativa*, 25(1), 45-62.
- López, P., Martínez, S., & Ramírez, E. (2025). Pensamiento computacional y educación para la sostenibilidad: Aplicaciones en entornos digitales. *Journal of Sustainable Education*, 12(1), 22-39.
- Naranjo-Mora, H. (2024). Estrategias matemáticas para el desarrollo sostenible y su incidencia en la educación. *Educación y Sociedad*, 39(4), 512-533.
- OECD. (2021). *Education and sustainability: Policies and practices for a sustainable future*. OECD Publishing.



- Silva, P., Torres, A., & López, E. (2025). Liderazgo transformacional y comunicación efectiva en contextos educativos innovadores. *Journal of Organizational Change Management*, 38(2), 145-162.
- Torres, M., Delgado, F., & Morales, R. (2024). Resistencia al cambio tecnológico en instituciones educativas: Estrategias y retos. *Revista de Estudios Educativos*, 30(3), 278-294.
- UNESCO. (2020). *Educación para el desarrollo sostenible: Hacia un futuro sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Vizcaíno, A., Fernández, C., & Ruiz, M. (2023). Brechas digitales en la educación y sostenibilidad tecnológica. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(1), 101-118.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés

