

## **Uso pedagógico de huertos escolares digitalizados con apoyo de inteligencia artificial para el aprendizaje significativo de los ecosistemas en educación básica**

Pedagogical use of digital school gardens and artificial intelligence tools for meaningful learning of ecosystems in basic education

Ana Elizabeth Moncayo Peña<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0009-0004-0069-1371>

Thalía Gabriela Padilla Rosario<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0006-6784-7769>

[thalia.padilla@unl.edu.ec](mailto:thalia.padilla@unl.edu.ec)

Raquel Alexandra Ordoñez Ordoñez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0001-2228-7300>

[raquel.ordonez@unl.edu.ec](mailto:raquel.ordonez@unl.edu.ec)

Juan Diego Romero Fernández<sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0002-6936-9626>

[juan.d.romero.f@unl.edu.ec](mailto:juan.d.romero.f@unl.edu.ec)

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

\*Autor para la correspondencia. [aemoncayop@unl.edu.ec](mailto:aemoncayop@unl.edu.ec)

### **RESUMEN**

La educación para la sostenibilidad en básica requiere enfoques innovadores que integren experiencias auténticas, tecnología y metodologías activas. Este estudio analizó el impacto de huertos escolares digitalizados con apoyo de inteligencia artificial en el aprendizaje significativo sobre ecosistemas y sostenibilidad en estudiantes de Educación General Básica Superior de instituciones fiscales de Loja, Ecuador. Se empleó un enfoque mixto, con diseño cuasi-experimental (pretest–postest) y dos grupos (experimental y comparación), con una muestra de 200 estudiantes. La intervención, de 12 semanas, incluyó indagación en huertos, análisis de datos ambientales y uso de IA para retroalimentación y autorregulación. Los resultados mostraron diferencias significativas a favor del grupo experimental, con altos niveles de alfabetización ambiental en dimensiones cognitiva, actitudinal y conductual.

Además, los estudiantes valoraron positivamente el uso de estas herramientas. Se concluye que esta integración pedagógica constituye un modelo eficaz e innovador para contextos educativos similares..

**Palabras clave:** huertos escolares digitales; inteligencia artificial en educación; aprendizaje significativo; educación para la sostenibilidad; educación básica.

### ***ABSTRACT***

Sustainability education in basic education requires innovative approaches that integrate authentic experiences, technology, and active methodologies. This study analyzed the impact of digitally enhanced school gardens supported by artificial intelligence on meaningful learning about ecosystems and sustainability among upper basic education students in public schools in Loja, Ecuador. A mixed-methods approach was employed, with a quasi-experimental pretest–posttest design involving experimental and comparison groups, with a sample of 200 students. The 12-week intervention included inquiry-based activities in digital school gardens, environmental data analysis, and the use of AI tools to support feedback and self-regulated learning. Results showed statistically significant differences in favor of the experimental group, with high levels of environmental literacy across cognitive, attitudinal, and behavioral dimensions. Students also reported positive perceptions of these tools. It is concluded that this pedagogical integration represents an effective and innovative model for similar educational contexts.

**Keywords:** digital school gardens; artificial intelligence in education; meaningful learning; sustainability education; basic education.

Recibido: 03/03/2026

Aceptado: 14/04/2026

## **INTRODUCCIÓN**

La educación para la sostenibilidad se ha consolidado como una prioridad en los sistemas educativos, especialmente en la educación básica, donde se configuran las bases cognitivas, actitudinales y éticas de la relación con el entorno. En contextos como la provincia de Loja,

caracterizados por alta biodiversidad y problemáticas socioambientales, se requiere superar enfoques tradicionales mediante propuestas pedagógicas innovadoras, contextualizadas y orientadas al aprendizaje significativo. Los huertos escolares se reconocen como entornos de aprendizaje activo que permiten la interacción directa con procesos ecológicos, favoreciendo el desarrollo de la alfabetización ambiental y la participación estudiantil en experiencias de indagación científica.

Sin embargo, la naturaleza multifacética de los desafíos ambientales contemporáneos significa que es vital complementar los enfoques tradicionales con tecnologías para capturar, analizar y modelar sistemáticamente diversos aspectos del entorno. En este sentido, la incorporación de herramientas digitales para recopilar y analizar datos en los jardines escolares no solo ayuda a la comprensión de los procesos ecológicos, sino que también fomenta el razonamiento científico (Tabuenca et al., 2023; Zeeshan, 2022). Tales mediadores tecnológicos asumen gran relevancia en el contexto de la educación pública, donde la innovación pedagógica tiene que ser no solo efectiva, sino también factible y contextualizada. El uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) en la educación ha aumentado en tiempos recientes. Estudios recientes destacan su uso en la personalización del aprendizaje y también en la retroalimentación formativa y la autorregulación, siempre que su uso se adhiera a los principios pedagógicos y éticos en relación con la privacidad del usuario y los datos (Zawacki-Richter et al., 2019; Wang et al., 2024). En el área de la educación para la sostenibilidad, la IA tiene el potencial de mejorar la comprensión de información compleja y fomentar la indagación científica y, por lo tanto, promover el aprendizaje significativo (Nedungadi et al., 2024).

La integración de la inteligencia artificial, la analítica del aprendizaje y las tecnologías digitales ha fortalecido los procesos de toma de decisiones pedagógicas basadas en datos, favoreciendo la personalización del aprendizaje y el desarrollo de habilidades cognitivas como la comprensión, el razonamiento y la construcción de significado (Bernal Parraga, 2026; Torres Illescas et al., 2024). En este contexto, la gestión estratégica de la información se consolida como un elemento clave para la innovación educativa, al permitir el diseño de prácticas pedagógicas más eficientes, contextualizadas y orientadas a resultados en entornos de aprendizaje mediados por tecnología (Bernal & Guarda, 2020).

Por último, la formación docente es crucial para la aplicación exitosa de estos cambios, ya que las habilidades pedagógicas y digitales de los docentes determinan el efecto real de la tecnología en la educación (Bernal Parraga, Alvarez Santos, & Mite Cisneros, 2025). Por lo tanto, la fusión de jardines escolares digitalizados con inteligencia artificial significa no solo un cambio de metodología, sino que también refuerza la función de los docentes como facilitadores del aprendizaje.

La provincia de Loja enfrenta problemáticas socioambientales relevantes que demandan enfoques educativos contextualizados. Sin embargo, existe un vacío en la investigación sobre la integración pedagógica de huertos escolares digitalizados y el uso de inteligencia artificial en educación básica. Esta limitación justifica la necesidad de desarrollar propuestas innovadoras orientadas al aprendizaje significativo en sostenibilidad (Gavilanes Capelo, 2021).

Por lo tanto, es necesario el presente estudio, el mismo que tiene como finalidad investigar el uso de huertos escolares digitalizados con Inteligencia Artificial y cómo esto impacta el aprendizaje de los ecosistemas y la educación para la sostenibilidad de los estudiantes de Educación General Básica de las escuelas fiscales de la provincia de Loja, así como también averiguar sobre las aportaciones que este estudio brinda a la región en cuanto a la investigación de innovación educativa en educación ambiental.

### **Marco teórico**

Los huertos escolares se reconocen como entornos de aprendizaje auténticos que permiten abordar problemáticas socioambientales desde experiencias reales, favoreciendo la indagación, la colaboración y la construcción de significado en torno a la sostenibilidad (Monferrer et al., 2022). Asimismo, contribuyen al desarrollo de valores relacionales con la naturaleza y a la participación activa de la comunidad educativa, fortaleciendo la conciencia ambiental y las habilidades científicas en distintos contextos educativos (Kelemen et al., 2025; Cañón-Vargas et al., 2025).

La digitalización del huerto escolar, mediante el uso de tecnologías como IoT, permite la recolección y análisis de datos ambientales, transformando estos espacios en entornos de aprendizaje que potencian el razonamiento científico y la conciencia ecológica. No obstante,

su efectividad depende de la integración curricular y del contexto institucional en el que se implementa (Tabuenca et al., 2023; Zeeshan, 2022).

La inteligencia artificial en educación ha facilitado procesos de personalización del aprendizaje, análisis educativo y retroalimentación formativa. Sin embargo, su valor pedagógico depende de la claridad de los objetivos educativos, la mediación docente y la consideración de principios éticos como la privacidad y el sesgo algorítmico (Holmes et al., 2022; Borenstein & Howard, 2021). En el ámbito de la sostenibilidad, la IA contribuye a la comprensión de información compleja y al desarrollo de procesos de indagación científica dentro de diseños instruccionales adecuados (Nedungadi et al., 2024).

## **METODOLOGÍA**

El estudio adoptó un enfoque mixto con predominio cuantitativo y diseño cuasi-experimental de tipo pretest–postest con grupo experimental y de comparación. Este diseño permitió evaluar los efectos de la intervención en el aprendizaje significativo, así como analizar percepciones docentes sobre su implementación pedagógica.

La investigación se desarrolló en instituciones fiscales de educación básica de la provincia de Loja, seleccionadas mediante muestreo intencional. La muestra estuvo conformada por 200 estudiantes (100 en grupo experimental y 100 en grupo de comparación) y 60 docentes de Ciencias Naturales, garantizando condiciones similares de escolaridad, currículo y contexto educativo. La intervención tuvo una duración de 12 semanas y se integró al currículo de Ciencias Naturales. Se estructuró en tres componentes: (1) implementación de huertos escolares digitalizados con registro de variables ambientales, (2) uso de herramientas de inteligencia artificial para retroalimentación y análisis de datos, y (3) aplicación de metodologías activas basadas en indagación, trabajo colaborativo y resolución de problemas contextualizados. La intervención integró el uso de inteligencia artificial como recurso de apoyo pedagógico para la retroalimentación, interpretación de datos y autorregulación del aprendizaje, sin sustituir la mediación docente.

La variable independiente fue el uso de huertos escolares digitalizados con apoyo de inteligencia artificial, mientras que la variable dependiente correspondió al aprendizaje significativo de ecosistemas y sostenibilidad, entendido como un constructo multidimensional que integra conocimiento, valores y comportamiento ambiental.

Se aplicó una prueba de conocimientos (25 ítems), una escala de alfabetización ambiental tipo Likert (30 ítems) y un cuestionario de percepción estudiantil (15 ítems). Los instrumentos presentaron adecuada consistencia interna ( $\alpha = 0.83$  y  $\alpha = 0.86$ ). Adicionalmente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a docentes para el análisis cualitativo. Finalmente, como parte del componente cualitativo, se llevaron a cabo 60 entrevistas semiestructuradas con docentes de Ciencias Naturales, para explorar la viabilidad pedagógica de la intervención, el impacto en el aprendizaje de los estudiantes y el uso de huertos escolares.

Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva e inferencial, incluyendo pruebas de normalidad, t de Student y cálculo del tamaño del efecto (d de Cohen). El componente cualitativo se abordó mediante análisis temático con codificación abierta y axial, complementado con triangulación de resultados. Durante la intervención, los estudiantes realizaron actividades de cultivo, registro y análisis de variables ambientales, complementadas con procesos de interpretación de datos, reflexión y uso de herramientas de inteligencia artificial para apoyar el aprendizaje. El estudio cumplió con principios éticos de confidencialidad, participación voluntaria y uso responsable de la información.

## **RESULTADOS**

La muestra estuvo compuesta por 200 estudiantes de la Educación Básica General de instituciones fiscales de diferentes distritos educativos de la provincia de Loja, Ecuador. Se establecieron dos grupos equivalentes a través de la asignación por cursos paralelos, de acuerdo con un diseño cuasi-experimental:

Grupo Experimental (GE):  $n = 100$

Grupo de Comparación (GC):  $n = 100$

Ambos grupos exhibieron condiciones regulares de escolarización, currículo y docente asignado, lo que permitió asegurar la comparabilidad inicial entre las cohortes.

Con el fin de evaluar el impacto de la intervención pedagógica, se aplicó una prueba de conocimientos sobre ecosistemas y sostenibilidad (escala 0–10) en modalidad pretest–postest. La Tabla 1 presenta de forma integrada los resultados descriptivos y las comparaciones inferenciales realizadas.

**Tabla 1.** Resultados descriptivos e inferenciales en aprendizaje de ecosistemas y sostenibilidad (0–10). Fuente: Creación propia.

<b>Grupo</b>	<b>Momento</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>t</b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
GE	Pretest	6.52	1.18	—	—	—
GE	Postest	8.41	0.95	-13.92	99	< .001
GC	Pretest	6.49	1.2	—	—	—
GC	Postest	6.83	1.16	-2.31	99	0.023
GE vs GC	Postest	—	—	10.11	198	< .001

**Tabla 2.** Tamaño del efecto de la intervención. Fuente: Creación propia.

<b>Comparación</b>	<b>d de Cohen</b>	<b>Interpretación</b>
GE (pre–post)	1.39	Efecto grande
GC (pre–post)	0.23	Efecto pequeño
GE vs GC (postest)	1.43	Efecto grande

Los resultados evidencian un efecto significativo y relevante de la intervención a favor del grupo experimental. Conjuntamente del aprendizaje conceptual, se valoró la alfabetización ambiental del grupo experimental en tres dimensiones: conocimiento ambiental, valores proambientales y disposición conductual, mediante una escala tipo Likert (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo). Los resultados del postest se resumen en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Alfabetización ambiental del grupo experimental (postest). Fuente: Creación propia

<b>Dimensión</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>
Conocimiento ambiental	4.18	0.55
Valores proambientales	4.36	0.49
Disposición conductual	4.07	0.62

Los puntajes obtenidos reflejan niveles altos de alfabetización ambiental, destacándose la dimensión de valores proambientales. Estos resultados sugieren que la intervención no solo incidió en la adquisición de conocimientos, sino también en componentes actitudinales y de intención conductual vinculados a la sostenibilidad. La percepción del estudiantado del grupo experimental respecto al uso del huerto escolar digital y de las herramientas de inteligencia artificial se evaluó mediante un cuestionario tipo Likert (1–5). Los resultados se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Percepción del estudiantado sobre el enfoque pedagógico (GE). Fuente: Creación propia

Ítem	Media	DE
El huerto escolar digital me ayudó a comprender mejor los ecosistemas	4.44	0.56
El uso de la tecnología hizo la clase más interesante	4.5	0.52
La inteligencia artificial me ayudó a interpretar datos y aprender	4.16	0.69

Las valoraciones obtenidas evidencian una percepción altamente positiva del enfoque implementado. Los estudiantes apreciaron particularmente la contribución del huerto escolar digital a la comprensión de los ecosistemas y el valor de la tecnología para estimular el interés y ayudar en la interpretación de la información ambiental. El análisis cualitativo evidenció tres aspectos principales: (1) mejora en la comprensión de conceptos ecológicos mediante el uso del huerto digital, (2) valoración positiva de la inteligencia artificial como apoyo al aprendizaje, y (3) limitaciones institucionales relacionadas con tiempo, conectividad y formación docente.

## DISCUSIÓN

Los resultados evidencian mejoras significativas en el aprendizaje de ecosistemas y sostenibilidad, atribuibles a la integración del huerto escolar digital, la inteligencia artificial y el análisis de datos en contextos reales. La mejora observada puede explicarse por la integración de experiencias reales, el uso del huerto escolar digital y el análisis sistemático

de datos con apoyo de inteligencia artificial, lo que favorece un aprendizaje significativo y contextualizado. Los huertos escolares fomentan la participación, el trabajo colaborativo y el aprendizaje contextualizado.

El valor pedagógico del huerto escolar digital radica en transformar la observación empírica en análisis basado en datos, favoreciendo el razonamiento científico y el pensamiento sistémico (Tabuenca et al., 2023). La digitalización del huerto permite abordar la sostenibilidad desde decisiones contextualizadas, favoreciendo su aplicación en entornos educativos públicos (Zeeshan, 2022).

El uso de la inteligencia artificial como andamiaje pedagógico para la comprensión de datos y ciclos de retroalimentación, es un uso pedagógico válido, ya que se alinea con la revisión sistemática que apoya la inteligencia artificial como herramienta que facilita la personalización y regula el aprendizaje, siempre y cuando la inteligencia artificial se aplique con un enfoque recomendable y una evaluación en proceso, o formativa, robusta (Wang et al., 2024). El uso de inteligencia artificial en educación requiere marcos éticos y políticas institucionales que regulen su implementación y mitiguen riesgos asociados (Xia et al., 2024). A esta distancia, este estudio sostiene la posibilidad y el impacto en el aprendizaje y, a su vez, demanda la elaboración de una política de carácter regulatorio en lo que se refiere a la utilización de la inteligencia artificial generativa en la educación básica pública.

Los altos niveles de alfabetización ambiental alcanzados por el grupo experimental, particularmente dentro de las dimensiones actitudinal y conductual, correspondieron a enfoques de educación para el desarrollo sostenible que ven el aprendizaje como un proceso holístico. Estudios longitudinales han documentado que la efectividad de la educación para la sostenibilidad se manifiesta principalmente en la consolidación de competencias en lugar de en resultados específicos a corto plazo (Olsson et al, 2022).

La competencia de acción para la sostenibilidad implica la capacidad de los estudiantes para participar, tomar decisiones informadas y actuar frente a problemáticas ambientales, fortalecida mediante experiencias educativas contextualizadas (Torsdottir et al., 2024). En el contexto ecuatoriano, se ha evidenciado la necesidad de integrar enfoques transversales de educación ambiental en el currículo (Gavilanes Capelo, 2021). En este sentido, este estudio proporciona un modelo pedagógico que es integrable al área de Ciencias Naturales en la

educación básica, con un potencial de escalado institucional. El impacto de los huertos escolares depende de su integración curricular, continuidad y compromiso docente, factores clave para su sostenibilidad pedagógica en contextos educativos. Se recomienda ampliar futuras investigaciones hacia el análisis de competencias para la sostenibilidad, pensamiento sistémico y articulación interdisciplinaria en distintos contextos educativos.

## CONCLUSIONES

Este estudio examinó los efectos del uso de huertos escolares digitales y herramientas de inteligencia artificial en el desarrollo de un aprendizaje significativo de ecosistemas y sostenibilidad en estudiantes de Educación Básica General Superior de escuelas públicas en la provincia de Loja, Ecuador. Los resultados nos permiten concluir que la intervención pedagógica realizada tuvo un impacto positivo, estadísticamente significativo y educativamente relevante, evidenciado por mejoras sustanciales en el logro académico, grandes tamaños de efecto y un alto nivel de literacidad ambiental en el grupo experimental. Desde una perspectiva pedagógica, el huerto escolar digital, integrado con herramientas de inteligencia artificial, se consolida como un entorno de aprendizaje significativo que articula experiencia, análisis de datos y reflexión crítica sobre la sostenibilidad. La experiencia directa nos da una visión clara, la grabación de datos nos proporciona información precisa y el análisis ambiental nos ayuda a comprender cómo funcionan los ecosistemas. Las herramientas de inteligencia artificial facilitan el proceso al analizar grandes cantidades de datos y ofrecer Conclusiones valiosas. Al integrar todos estos elementos, podemos desarrollar una comprensión más profunda de los ecosistemas y cómo podemos protegerlos de manera efectiva. La reflexión crítica sobre la sostenibilidad es fundamental para asegurar que nuestras acciones tengan un impacto positivo en el medio ambiente. La inteligencia artificial se configura como un recurso complementario que fortalece la retroalimentación, la interpretación de datos y la autorregulación del aprendizaje, sin sustituir la mediación docente. El estudio aporta evidencia empírica sobre la viabilidad de integrar huertos escolares digitalizados e inteligencia artificial en contextos de educación básica fiscal, proponiendo un modelo pedagógico replicable y contextualizado.

Entre las limitaciones se identifican el diseño cuasi-experimental, el periodo de intervención y las condiciones variables de conectividad. Igualmente, la evaluación se centró más en el

área de Ciencias Naturales, sin explorar aún impactos interdisciplinarios. Estas limitaciones no anulan los hallazgos, sino que definen los límites de los hallazgos y sugieren precaución sobre cómo interpretarlos. El marco desarrollado para este estudio generó una serie de iniciativas diferentes. En primer lugar, sería interesante realizar estudios longitudinales para evaluar el grado en que los participantes del estudio desarrollaron un constructo de aprendizaje significativo que resultó en la transferencia de práctica a actividades sostenibles, a mediano y largo plazo. Además, sería interesante ampliar el enfoque a otros proyectos interdisciplinarios que incorporen Matemáticas, Lengua y Estudios Sociales, utilizando el jardín escolar digital como un elemento integrador del currículo principal. Los futuros estudios también pueden desear describir y analizar el grado en que el modelo influyó en el desarrollo de las competencias de los estudiantes para la sostenibilidad, la participación comunitaria y el pensamiento sistémico. Otra línea relevante a considerar es el estudio de la formación docente en el uso pedagógico y ético de la inteligencia artificial en la educación básica, ya que él/ella es el mediador del aprendizaje. Finalmente, sería importante realizar este estudio en otras provincias de Ecuador y en contextos rurales específicos para fortalecer la generalización, comparabilidad y transferibilidad de los resultados a diferentes entornos educativos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal Parraga, A. P. . (2026). Learning Analytics and Responsible Artificial Intelligence for Data-Driven Pedagogical Decision-Making in Basic Education: A Systematic and Empirical Perspective. *LUZ*, 25, e1593. Recuperado a partir de <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1593>
- Bernal ParragaA., Alvarez SantosA., & Mite CisnerosM. (2025). Formación docente: enfoques pedagógicos innovadores para el fortalecimiento de competencias profesionales en el siglo XXI. *Varona*, (84). Recuperado a partir de <http://revistas.ucpejv.edu.cu/index.php/rVar/article/view/2981>
- Bernal, A., & Guarda, T. (2020). La gestión de la información es factor determinante para elaborar estrategias innovadoras en política educativa pública. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, (E27), 35-48. <https://core.ac.uk/download/pdf/487026121.pdf#page=35>

- Borenstein, J., & Howard, A. (2021). Emerging challenges in AI and the need for AI ethics education. *AI and Ethics*, 1, 61–65. <https://doi.org/10.1007/s43681-020-00002-7>
- Cañón-Vargas, A. M., (2025). School gardens as a research setting for early childhood children to strengthen their environmental awareness and scientific skills. *Discover Education*. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00785-z>
- Gavilanes Capelo, R. M. (2021). La Educación Ambiental como estrategia para enfrentar el cambio climático. *Alteridad*, 16(2), 286–300. <https://doi.org/10.17163/alt.v16n21.2021.10>
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., et al. (2022). Ethics of AI in Education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
- Kelemen, E., (2025). School gardens as commons: Fostering relational values for biodiversity through participatory environmental education. *International Journal of the Commons*, 19(1), 431–443. <https://doi.org/10.5334/ijc.1539>
- Kong, C., & Chen, J. (2024). School garden and instructional interventions foster children's interest in nature. *People and Nature*. <https://doi.org/10.1002/pan3.10597>
- Monferrer, L., Lorenzo-Valentín, G., & Santágueda-Villanueva, M. (2022). Mathematical and experimental science education from the school garden: A review of the literature and recommendations for practice. *Education Sciences*, 12(1), 47. <https://doi.org/10.3390/educsci12010047>
- Nedungadi, P., Tang, K.-Y., & Raman, R. (2024). The transformative power of generative artificial intelligence for achieving the sustainable development goal of quality education. *Sustainability*, 16(22), 9779. <https://doi.org/10.3390/su16229779>
- Olsson, D., Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Chang, T.-C. (2022). The effectiveness of education for sustainable development revisited—A longitudinal study. *Environmental Education Research*. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2033170>
- Pollin, S., & Retzlaff-Fürst, C. (2021). The School Garden: A Social and Emotional Place. *Frontiers in Psychology*, 12, 567720. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.567720>

- Rodríguez-Marín, F., Portillo-Guerrero, M. Á., & Puig-Gutiérrez, M. (2021). El huerto escolar como recurso para iniciar la alfabetización ambiental en educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2501. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i2.2501](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2501)
- Tabuena, B., Moreno-Sancho, J.-L., Arquero-Gallego, J., Greller, W., & Hernández-Leo, D. (2023). Generating an environmental awareness system for learning using IoT technology. *Internet of Things*, 22, 100756. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100756>
- Torres Illescas, V., Villacrés Prieto, P., Román Cabrera, J., Bernal Párraga, A. (2024). Charting the Path of Reading Development: A Study on the Importance and Effective Strategies for Reading in Early Ages Based on Technology. In: Gervasi, O., Murgante, B., Garau, C., Taniar, D., C. Rocha, A.M.A., Faginas Lago, M.N. (eds) *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2024 Workshops. ICCSA 2024. Lecture Notes in Computer Science*, vol 14820. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-65285-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-65285-1_2)
- Torsdottir, A. E., Olsson, D., & Sinnes, A. T. (2024). Developing action competence for sustainability – Do school experiences in influencing society matter? *Global Environmental Change*, 86, 102840. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102840>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252(Part A), 124167. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124167>
- Xia, Q., Weng, X., Ouyang, F., Lin, T. J., & Chiu, T. K. F. (2024). A scoping review on how generative artificial intelligence transforms assessment in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, 40. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00468-z>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zeeshan, K., (2022). Internet of Things for sustainable smart education: An overview. *Sustainability*, 14(7), 4293. <https://doi.org/10.3390/su14074293>

**Declaración de conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses de carácter financiero, personal o académico que puedan haber influido en los resultados o interpretaciones presentadas en este estudio.