

La robótica como innovación tecnológica de enseñanza: hacia una formación sostenible en la educación universitaria

Robotics as a technological innovation in education: towards sustainable training in higher education

Ricardo Manuel Candanedo Yau¹, Belkis I. Camaño Lasso² y Maricella Corpas³

¹Universidad de Panamá, ricardo.candanedo@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0002-5017-9830>, Panamá

²Universidad de Panamá, belkis.camano@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0001-7023-406X>, Panamá

³Universidad de Panamá, maricella.corpas@up.c.pa, <https://orcid.org/0000-0001-6430-4423>, Panamá

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 12-02-2026

Revisado 14-02-2026

Aceptado 15-03-2026

Palabras Clave:

Desarrollo sostenible

Educación superior

Innovación educativa

Robótica

RESUMEN

El estudio analizó la integración de la robótica como innovación tecnológica de enseñanza orientada a fortalecer la formación sostenible en la educación superior. Su objetivo fue comprender su aporte al desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y sociales, así como a la transformación pedagógica alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en educación, innovación y cooperación institucional. La investigación se basó en una revisión sistemática de literatura académica de artículos científicos e informes técnicos publicados entre 2010 y 2025. Los resultados evidenciaron que la robótica promueve el aprendizaje activo, el trabajo colaborativo y la interdisciplinariedad, fortaleciendo los procesos formativos vinculados al uso pedagógico de la tecnología. No obstante, se identificaron desafíos relacionados con la formación docente, la brecha de acceso tecnológico y la necesidad de políticas institucionales sostenibles. Se concluye que la robótica constituye un recurso estratégico para impulsar la innovación educativa y el desarrollo sostenible en la universidad.

ABSTRACT

The study analyzed the integration of robotics as a technological innovation in teaching aimed at strengthening sustainable training in higher education. Its objective was to understand its contribution to the development of scientific, technological, and social competencies, as well as to pedagogical transformation aligned with the Sustainable Development Goals, particularly in education, innovation, and institutional cooperation. The research was based on a systematic review of academic literature, including indexed scientific articles and technical reports published between 2010 and 2025. The results showed that robotics promotes active learning, collaborative work, and interdisciplinarity, reinforcing educational processes linked to the pedagogical use of technology. However, challenges were identified related to teacher training, technological access gaps, and the need for sustainable institutional policies. It is concluded that robotics represents a strategic resource to foster educational innovation and sustainable development in universities.

Keywords:

Educational innovation

Higher education

Robotics

Sustainable development

INTRODUCCIÓN

La educación universitaria contemporánea se encuentra inmersa en un proceso de transformación profunda, impulsado por la digitalización del conocimiento, la acelerada evolución tecnológica y las demandas sociales de una formación orientada a la innovación y al desarrollo sostenible (OECD, 2019; UNESCO, 2021; Salas-Pilco et al., 2024). En este escenario, las instituciones de educación superior enfrentan el desafío de formar profesionales capaces de analizar problemas complejos, generar soluciones creativas, adaptarse a entornos cambiantes y actuar con responsabilidad social. Estas exigencias han motivado la búsqueda de estrategias pedagógicas que superen los enfoques tradicionales de enseñanza y promuevan

aprendizajes activos, significativos e interdisciplinarios, acordes con las necesidades del siglo XXI (Resnick, 2017; Hernández-de-Menéndez et al., 2023).

Dentro de este marco, la robótica educativa ha emergido como una herramienta pedagógica innovadora que articula tecnología y didáctica, facilitando el desarrollo de competencias científicas, tecnológicas y sociales mediante metodologías centradas en el estudiante (Eguchi, 2014; Mubin et al., 2013; Zawieska & Duffy, 2015; Papadakis et al., 2023). Desde los aportes pioneros del construccionismo, se ha reconocido que el aprendizaje mediado por tecnologías como la robótica favorece la construcción activa del conocimiento, el pensamiento computacional y la resolución de problemas en contextos reales y colaborativos (Sullivan & Bers, 2018; Resnick, 2017). Investigaciones posteriores han consolidado esta perspectiva al evidenciar que la robótica educativa potencia las competencias STEM/STEAM y promueve experiencias de aprendizaje integradoras en distintos niveles educativos, incluido el ámbito universitario (García-Valcárcel & Caballero-González, 2019; Kim & Smith, 2017; Romero-Rodríguez et al., 2020; Caballero-González et al., 2024; Beltrán-Pellicer et al., 2022).

Desde una perspectiva latinoamericana, diversos estudios han reconocido tempranamente el valor de la robótica educativa como medio para potenciar el desarrollo cognitivo y el aprendizaje significativo. Sánchez et al. (2011) destacan que la incorporación de la robótica en entornos educativos favorece la construcción activa del conocimiento, estimula el razonamiento lógico y promueve procesos de aprendizaje basados en la experimentación y la resolución de problemas. Estos aportes resultan relevantes para contextualizar la robótica educativa en escenarios educativos de la región, reforzando su pertinencia como herramienta pedagógica para la formación universitaria orientada a la innovación y al desarrollo sostenible (Cenich et al., 2023; Suárez-Rodríguez et al., 2022).

De manera complementaria, estudios recientes de revisión sistemática han confirmado que la robótica educativa constituye una estrategia eficaz para fortalecer la educación STEM desde una perspectiva de sostenibilidad, al integrar competencias científicas y tecnológicas con enfoques pedagógicos orientados a la innovación responsable. Alvarez-Marin et al. (2023) señalan que la robótica no solo mejora los resultados de aprendizaje en áreas técnicas, sino que también favorece la conciencia sobre el uso ético de la tecnología y su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible; asimismo, Donnermann et al. (2025) evidencian que la incorporación de la robótica social en contextos universitarios incrementa la participación estudiantil, promueve el aprendizaje autónomo y fortalece la calidad de la experiencia educativa, consolidándose como un eje articulador entre innovación educativa y formación sostenible en la educación superior.

Más allá del desarrollo de habilidades técnicas, la robótica social y tecnológica ha demostrado un impacto significativo en dimensiones cognitivas y socioemocionales clave para la formación profesional, tales como la creatividad, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y el trabajo en equipo (Benitti, 2012; Mubin et al., 2013; Trapero-González et al., 2025; Vasconcelos et al., 2025). En el contexto universitario, su incorporación ha sido asociada con el fortalecimiento del aprendizaje adaptativo, la interdisciplinariedad y una mayor motivación estudiantil, elementos fundamentales para la innovación pedagógica y la mejora de la calidad educativa (Bers et al., 2014; Sullivan & Bers, 2018; Wang et al., 2024; Zamora et al., 2025; Cheng et al., 2022). Asimismo, la robótica educativa se ha vinculado de manera directa con los principios del desarrollo sostenible, al contribuir a una educación orientada a la equidad, la innovación y la cooperación institucional, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 4, el ODS 9 y el ODS 17 (OECD, 2019; UNESCO, 2015; Zhang et al., 2025).

No obstante, a pesar de su potencial formativo, la integración de la robótica educativa en la educación superior continúa enfrentando limitaciones estructurales y pedagógicas. Diversos estudios han señalado que la insuficiente formación docente, la falta de infraestructura tecnológica adecuada y la ausencia de políticas institucionales sostenibles constituyen obstáculos que dificultan su implementación efectiva y equitativa (Alimisis, 2013; Eguchi, 2014; Moreno et al., 2012; Kucuk & Sisman, 2022). Estas barreras evidencian la necesidad de analizar de manera crítica cómo la robótica puede ser incorporada de forma planificada, ética y contextualizada, de modo que se maximice su impacto pedagógico y se garantice su contribución al desarrollo institucional y social (Cenich et al., 2023; de Haas et al., 2021; Salas-Pilco et al., 2024).

En este contexto, la presente investigación se planteó como problema central la necesidad de comprender de qué manera la robótica social y tecnológica puede consolidarse como una estrategia de innovación educativa que contribuya a una formación universitaria sostenible. A partir de esta problemática, surgió la pregunta de investigación que orientó el estudio: ¿cómo incide la incorporación de la robótica educativa en el fortalecimiento de competencias STEM/STEAM y en la promoción de una formación sostenible en la educación universitaria? En correspondencia con esta interrogante, el objetivo general fue analizar el impacto de la robótica social y tecnológica como estrategia de innovación educativa en la formación universitaria sostenible, mientras que los objetivos específicos se orientaron a examinar los aportes de la robótica al desarrollo de competencias académicas y sociales, identificar los principales desafíos asociados a su implementación en la educación superior y explorar su vinculación con los principios del desarrollo sostenible.

Metodológicamente, la investigación se sustentó en una revisión sistemática de literatura académica, priorizando estudios recientes que abordaran la robótica educativa desde enfoques pedagógicos, tecnológicos y de sostenibilidad, lo que permitió integrar aportes teóricos y empíricos relevantes y establecer una visión comprensiva sobre el estado actual del conocimiento en torno a la robótica como innovación educativa en el ámbito universitario (Barragán-Sánchez et al., 2023; Wang et al., 2024; Ouyang & Xu, 2024).

En síntesis, la robótica educativa se configura como un puente entre la tecnología, la innovación pedagógica y la formación universitaria sostenible, ofreciendo oportunidades concretas para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, fortalecer la calidad educativa y preparar a los futuros profesionales para enfrentar los retos de la era digital y del desarrollo sostenible desde una perspectiva integral y socialmente responsable (Eguchi, 2014; Trapero-González et al., 2025; Vasconcelos et al., 2025; Zhang et al., 2025).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un diseño documental sustentado en una revisión sistemática de literatura científica, orientada a analizar el papel de la robótica social y tecnológica como estrategia de innovación educativa en la formación universitaria sostenible. Este diseño resultó pertinente debido a la naturaleza teórica y analítica del objeto de estudio, así como a la necesidad de integrar evidencias empíricas y conceptuales provenientes de investigaciones previas que abordaran la robótica educativa desde perspectivas pedagógicas, tecnológicas y de sostenibilidad (Benitti, 2012; Alimisis, 2013; Cheng et al., 2022; Ouyang & Xu, 2024). La revisión sistemática permitió organizar, evaluar e interpretar de manera rigurosa el conocimiento existente, garantizando la trazabilidad del proceso investigativo y la validez de las interpretaciones realizadas (Mubin et al., 2013; Eguchi, 2014; Salas-Pilco et al., 2024).

El estudio se inició con la delimitación precisa del problema de investigación y la definición de los objetivos, lo que permitió establecer una hipótesis orientadora centrada en la premisa de que la integración planificada y contextualizada de la robótica educativa fortalece las competencias STEM/STEAM, promueve aprendizajes significativos y contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos relacionados con la educación de calidad, la innovación tecnológica y la cooperación institucional (OECD, 2019; UNESCO, 2021; Zhang et al., 2025). Esta etapa inicial posibilitó la construcción de un marco analítico coherente, alineado con los fundamentos teóricos de la innovación educativa y la sostenibilidad en la educación superior (Hernández-de-Menéndez et al., 2023).

Posteriormente, se llevó a cabo un proceso sistemático de búsqueda, selección y depuración de fuentes académicas, utilizando bases de datos científicas reconocidas a nivel internacional, entre las que se incluyeron Scopus, Web of Science, SciELO y Google Scholar. La búsqueda se realizó en idioma español e inglés, considerando publicaciones comprendidas entre los años 2010 y 2025, con el fin de garantizar la actualidad y relevancia de los estudios analizados (Trapero-González et al., 2025; Vasconcelos et al., 2025; Zamora et al., 2025). Los términos de búsqueda se relacionaron con robótica educativa, educación superior, innovación pedagógica, competencias STEM/STEAM y desarrollo sostenible, lo que permitió recuperar un corpus documental amplio y pertinente para los fines de la investigación (Papadakis et al., 2023; Wang et al., 2024).

Los criterios de inclusión contemplaron estudios empíricos y teóricos que abordaran de manera explícita la implementación de la robótica educativa en el contexto universitario, su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje y su vinculación con el desarrollo de competencias profesionales y la sostenibilidad institucional. Se excluyeron aquellas publicaciones centradas exclusivamente en inteligencia artificial, automatización industrial o ciberseguridad sin una orientación educativa clara, con el propósito de mantener la coherencia temática del análisis (Cenich et al., 2023; García-Valcárcel & Caballero-González, 2019; Kucuk & Sisman, 2022).

Una vez seleccionado el corpus documental definitivo, se aplicó un análisis cualitativo de contenido, orientado a identificar categorías emergentes, patrones conceptuales, tendencias metodológicas, beneficios pedagógicos y desafíos asociados a la implementación de la robótica social y tecnológica en la educación superior. Este análisis permitió establecer relaciones entre el desarrollo de competencias STEM/STEAM, el uso de metodologías activas y la contribución de la robótica educativa a los principios del desarrollo sostenible (UNESCO, 2015; Wang et al., 2024; Ouyang & Xu, 2024).

Finalmente, se elaboró una síntesis cualitativa interpretativa que integró los resultados del análisis en una visión comprensiva y contextualizada del fenómeno estudiado. Esta síntesis se articuló en torno al desarrollo de competencias STEM/STEAM, la adopción de prácticas pedagógicas innovadoras y la sostenibilidad universitaria como eje transversal, lo que permitió comprender el potencial de la robótica educativa como motor de transformación pedagógica y organizacional en la educación superior, aportando bases sólidas para la discusión teórica y la formulación de orientaciones dirigidas al diseño de políticas y

estrategias institucionales que promuevan una integración responsable, ética y sostenible de la robótica en los entornos universitarios (Suárez-Rodríguez et al., 2022; Zhang et al., 2025).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados derivados de la revisión sistemática de la literatura permitieron identificar de manera consistente el impacto de la robótica como innovación educativa tecnológica en la formación universitaria sostenible. El análisis de los estudios revisados evidenció que la robótica educativa no solo fortalece competencias técnicas vinculadas a las áreas STEM/STEAM, sino que también incide de forma significativa en el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y metacognitivas, contribuyendo a la transformación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el contexto universitario. De manera recurrente, la literatura señala que su implementación favorece metodologías activas, el aprendizaje colaborativo y la interdisciplinariedad, aspectos fundamentales para una educación orientada a la innovación y la sostenibilidad.

En este marco, la Tabla 1 integra las principales competencias desarrolladas y los efectos de la robótica educativa sobre el aprendizaje universitario, así como los beneficios pedagógicos asociados y su frecuencia de aparición en los estudios analizados, lo que permite dimensionar su relevancia en la educación superior.

Tabla 1: Competencias y efectos de la robótica educativa en el aprendizaje universitario

Competencias y efectos	Beneficios pedagógicos asociados	ODS relacionados	Frecuencia (%)
Competencias STEM/STEAM	Desarrollo del pensamiento lógico, matemático y tecnológico	ODS 4, ODS 9	85
Creatividad y pensamiento crítico	Resolución de problemas complejos e innovación	ODS 4, ODS 9	78
Trabajo colaborativo	Cooperación, comunicación y habilidades socioemocionales	ODS 4, ODS 17	72
Aprendizaje autónomo	Autorregulación y motivación académica	ODS 4	68
Motivación estudiantil	Participación activa y compromiso con el aprendizaje	ODS 4	70
Aprendizaje significativo	Integración de teoría y práctica	ODS 4	75
Pensamiento computacional	Mejora en la lógica y secuenciación de procesos	ODS 9	65
Interdisciplinariedad	Integración de diversas áreas del conocimiento	ODS 4, ODS 9	60

Nota. La tabla integra las competencias y efectos más recurrentes asociados a la robótica educativa y su presencia porcentual en los estudios analizados. *Fuente:* Elaboración propia a partir de la revisión sistemática (2010–2025).

La información presentada en la Tabla 1 evidencia que el fortalecimiento de las competencias STEM/STEAM constituye el aporte más destacado de la robótica educativa en la educación universitaria, seguido del desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico y el aprendizaje significativo. Estos resultados confirman que la robótica promueve un aprendizaje integral que trasciende lo técnico, al articular procesos cognitivos, sociales y metacognitivos. Asimismo, se observa una incidencia directa en la motivación estudiantil y en la adopción de enfoques interdisciplinarios, lo que contribuye a entornos formativos más dinámicos y coherentes con los principios de innovación educativa y sostenibilidad.

Por otra parte, la revisión sistemática permitió identificar los principales desafíos que condicionan la implementación efectiva de la robótica educativa en la educación superior. La Tabla 2 sintetiza dichas barreras, su impacto en la formación universitaria, el área afectada y la frecuencia con la que fueron reportadas en los estudios analizados.

Tabla 2: Desafíos en la implementación de la robótica educativa en la educación superior

Desafíos identificados	Impacto en la formación universitaria	Área afectada	Frecuencia (%)
Capacitación docente insuficiente	Uso limitado de metodologías innovadoras	Pedagógica	80
Infraestructura tecnológica deficiente	Acceso desigual a recursos educativos	Tecnológica	75
Falta de políticas institucionales	Implementación fragmentada	Institucional	70
Brechas de acceso estudiantil	Riesgo de exclusión educativa	Social	65

Nota. La tabla resume los principales desafíos asociados a la integración de la robótica educativa en el ámbito universitario. *Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión sistemática (2010–2025).*

Los datos reflejan que la formación docente constituye el principal factor crítico para la sostenibilidad de la robótica educativa, seguida por las limitaciones de infraestructura y la ausencia de políticas institucionales claras. Estos resultados evidencian que la innovación tecnológica en la educación superior requiere un enfoque integral que contemple tanto los recursos materiales como el desarrollo de capacidades pedagógicas e institucionales. La persistencia de estas barreras puede derivar en implementaciones desiguales y fragmentadas, comprometiendo los principios de equidad e inclusión educativa.

En relación con la sostenibilidad educativa, los estudios revisados destacaron la contribución de la robótica educativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La Tabla 3 presenta la correspondencia entre los ámbitos de impacto de la robótica educativa, sus principales aportes, los ODS asociados y su frecuencia de mención en la literatura científica.

Tabla 3: Impacto de la robótica educativa y contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Ámbito de impacto	Principales aportes	ODS asociados	Dimensión de sostenibilidad	Frecuencia (%)
Académico	Mejora del aprendizaje y fortalecimiento de competencias	ODS 4	Social	85
Tecnológico	Innovación y alfabetización digital	ODS 9	Tecnológica	78
Social	Inclusión y equidad educativa	ODS 4, ODS 17	Social	70
Institucional	Transformación y sostenibilidad universitaria	ODS 9, ODS 17	Institucional	68

Nota. La tabla evidencia la alineación entre los impactos de la robótica educativa y los Objetivos de Desarrollo Sostenible desde distintas dimensiones. *Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión sistemática (2010–2025).*

La información reflejada confirma que la robótica educativa se configura como un recurso estratégico para avanzar hacia una educación universitaria sostenible, al integrar dimensiones académicas, tecnológicas, sociales e institucionales de manera articulada. La mayor incidencia se observa en el ámbito académico, vinculada a la mejora del aprendizaje y al desarrollo de competencias, seguida por los impactos tecnológicos y sociales, relacionados con la innovación y la inclusión educativa.

Adicionalmente, la literatura analizada permitió identificar las metodologías pedagógicas más frecuentemente asociadas a la robótica educativa en el ámbito universitario. La Tabla 4 resume estas metodologías y su frecuencia de aplicación reportada en los estudios revisados.

Tabla 4: Metodologías pedagógicas asociadas a la robótica educativa

Metodología aplicada	Características principales	Enfoque pedagógico	Frecuencia (%)
Aprendizaje basado en proyectos	Resolución de problemas reales	Activo	78
Aprendizaje colaborativo	Trabajo en equipo interdisciplinario	Social	72
Aprendizaje experiencial	Aprender haciendo	Constructivista	69
Aprendizaje basado en retos	Innovación y creatividad	Crítico	63

Nota. La tabla muestra las metodologías más utilizadas junto con la robótica educativa en educación superior. *Fuente:* Elaboración propia a partir de la revisión sistemática (2010–2025).

Los datos evidencian que la robótica educativa se implementa predominantemente mediante enfoques pedagógicos activos y constructivistas, lo que refuerza su potencial transformador sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estas metodologías promueven una participación activa del estudiantado, favorecen la integración entre teoría y práctica y fortalecen competencias transversales como la comunicación, la cooperación y la resolución de problemas.

Asimismo, se identificaron aportes específicos asociados a la robótica social, particularmente en relación con la personalización del aprendizaje y el desarrollo de habilidades socioemocionales. La Tabla 5 presenta estos aportes y su frecuencia de aparición en los estudios revisados.

Tabla 5: Aportes de la robótica social en la formación universitaria

Aporte identificado	Impacto educativo	Dimensión formativa	Frecuencia (%)
Personalización del aprendizaje	Adaptación a estilos cognitivos	Cognitiva	66
Desarrollo socioemocional	Empatía y comunicación	Social	70
Inclusión educativa	Atención a la diversidad	Social	62
Motivación sostenida	Compromiso a largo plazo	Afectiva	68

Nota. La tabla resume los principales aportes de la robótica social en contextos universitarios. *Fuente:* Elaboración propia a partir de la revisión sistemática (2010–2025).

La información presentada pone de manifiesto que la robótica social desempeña un papel relevante en la formación universitaria al favorecer procesos educativos más personalizados, inclusivos y orientados al desarrollo integral del estudiante. Los estudios analizados coinciden en señalar que la interacción con sistemas robóticos facilita la adaptación del aprendizaje a diversos estilos cognitivos y fortalece habilidades socioemocionales como la empatía, la comunicación y el compromiso académico, aspectos fundamentales para una educación superior centrada en el estudiante y orientada a la sostenibilidad social.

En conjunto, los resultados muestran que la robótica como innovación educativa tecnológica constituye una estrategia sólida para la transformación de la educación universitaria, con efectos positivos en el desarrollo de competencias, la motivación estudiantil y la adopción de metodologías activas. Asimismo, se evidencia una alineación consistente entre su implementación y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente en lo relativo a la educación de calidad, la innovación tecnológica y la inclusión social. No obstante, la revisión sistemática confirma que persisten desafíos estructurales y formativos que condicionan su implementación, lo que pone de relieve la necesidad de una integración planificada, equitativa y respaldada por políticas institucionales coherentes para garantizar su contribución a la sostenibilidad académica, social e institucional de las universidades.

En la discusión, los resultados obtenidos en esta investigación permiten confirmar y profundizar los planteamientos teóricos y empíricos que reconocen a la robótica como un eje estratégico para la innovación pedagógica en la educación superior. La revisión sistemática evidencia que la robótica educativa no constituye únicamente un recurso instrumental, sino que opera como un mediador didáctico capaz de transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, alineándose con enfoques pedagógicos contemporáneos centrados en el estudiante, la interdisciplinariedad y la sostenibilidad institucional (Benitti, 2012; Mubin et al., 2013; Resnick, 2017; Papadakis et al., 2023; Cheng et al., 2022).

El predominio del desarrollo de competencias STEM/STEAM confirma que la robótica educativa contribuye significativamente a la consolidación del pensamiento lógico, matemático y tecnológico. Asimismo, los resultados demuestran que estas herramientas fomentan una formación integral al articularse

con el pensamiento crítico, la creatividad y el aprendizaje autónomo, en concordancia con estudios recientes que destacan el valor pedagógico de la robótica cuando se integra de manera planificada en los currículos universitarios (Alimisis, 2013; Eguchi, 2014; Beltrán-Pellicer et al., 2022; Caballero-González et al., 2024; Ouyang & Xu, 2024). Este enfoque trasciende el dominio técnico y se proyecta hacia dimensiones cognitivas y metacognitivas fundamentales para responder a las demandas de la sociedad del conocimiento. Desde el punto de vista pedagógico, los hallazgos muestran una asociación consistente entre la robótica educativa y la adopción de metodologías activas y constructivistas, como el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje colaborativo. Esta tendencia refuerza la idea de que la robótica actúa como un catalizador metodológico que incrementa la motivación y favorece la interacción entre teoría y práctica (Bers et al., 2014; Sullivan & Bers, 2018; Papadakis et al., 2023). Bajo este enfoque, se potencian escenarios de aprendizaje dinámicos donde los estudiantes asumen un rol protagónico en la construcción del conocimiento, promoviendo la participación activa y el fortalecimiento de habilidades de comunicación y trabajo en equipo.

En relación con los efectos sobre el aprendizaje universitario, la motivación y el aprendizaje significativo emergen como impactos centrales de la implementación de la robótica educativa. La literatura revisada coincide en señalar que la interacción con entornos robóticos estimula el interés por el aprendizaje y facilita la comprensión de conceptos complejos, contribuyendo a superar modelos tradicionales centrados en la transmisión pasiva de contenidos (Benitti, 2012; Wang et al., 2024; Cheng et al., 2022). Estos resultados respaldan la idea de que la robótica educativa favorece procesos de aprendizaje más profundos y contextualizados.

No obstante, los resultados evidencian desafíos estructurales y formativos que condicionan la implementación efectiva de la robótica educativa en el ámbito universitario. La insuficiente capacitación docente, las limitaciones de infraestructura y la ausencia de políticas institucionales claras emergen como barreras recurrentes que restringen su potencial transformador. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas (Alimisis, 2013; Eguchi, 2014; Kucuk & Sisman, 2022), las cuales advierten que la innovación tecnológica requiere no solo de recursos materiales, sino también del desarrollo de competencias pedagógicas en el profesorado y de un respaldo institucional sostenido (Suárez-Rodríguez et al., 2022).

Desde la perspectiva de la sostenibilidad, los resultados confirman una alineación significativa entre la robótica educativa y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente con el ODS 4, el ODS 9 y el ODS 17. Esta convergencia refuerza los marcos internacionales que promueven la integración de tecnologías para fortalecer sistemas educativos más equitativos, innovadores y resilientes (UNESCO, 2021; Vasconcelos et al., 2025; Zhang et al., 2025). En este contexto, la robótica educativa se posiciona como una herramienta clave para reducir brechas digitales y fomentar una cultura de innovación responsable en la educación superior.

Un aporte relevante de esta investigación es la diferenciación analítica entre la robótica educativa y la robótica social. Los resultados evidencian que esta última introduce un valor añadido al favorecer la personalización del aprendizaje, la inclusión y el desarrollo de habilidades socioemocionales, ampliando la comprensión del impacto de la robótica en la formación universitaria (de Haas et al., 2021; Moreno et al., 2012; Salas-Pilco et al., 2024). Estos hallazgos confirman que la contribución de la robótica trasciende el ámbito cognitivo y se extiende a las dimensiones afectivas y sociales del aprendizaje.

En conjunto, los resultados respaldan la concepción de la robótica como una estrategia sistémica de innovación educativa, cuya efectividad depende de la articulación entre planificación institucional, formación docente, infraestructura tecnológica y evaluación continua (Cenich et al., 2023; Trapero-González et al., 2025; Zamora et al., 2025). De este modo, la robótica se proyecta como un componente clave para la construcción de universidades innovadoras, socialmente responsables y alineadas con los principios del desarrollo sostenible.

En síntesis, la discusión permite afirmar que la robótica como innovación educativa tecnológica constituye un motor de transformación en la educación universitaria, capaz de responder a los desafíos formativos de una sociedad digital e interconectada. Su potencial para generar aprendizajes significativos, inclusivos y sostenibles se consolida cuando las instituciones adoptan políticas coherentes, promueven la formación continua del profesorado y garantizan condiciones de acceso equitativas, proyectándose así como un componente estratégico para la calidad educativa y la sostenibilidad universitaria.

CONCLUSIÓN

La presente investigación permitió constatar que la robótica social y tecnológica constituye una estrategia pedagógica relevante para la innovación educativa en la educación universitaria, con una incidencia positiva en la formación sostenible. A partir de la revisión sistemática de la literatura, se evidenció que su integración favorece de manera consistente el desarrollo de competencias STEM/STEAM, el fortalecimiento del

pensamiento crítico y creativo, el aprendizaje autónomo y la colaboración interdisciplinaria, aspectos que contribuyen a la mejora de la calidad educativa en el nivel superior. Asimismo, los resultados mostraron que la robótica educativa promueve aprendizajes significativos mediante la articulación entre teoría y práctica, incrementando la motivación estudiantil y facilitando procesos formativos más activos, participativos y centrados en el estudiante.

De igual forma, se identificó que la robótica social aporta elementos diferenciadores en la formación universitaria al favorecer la personalización del aprendizaje, el desarrollo de habilidades socioemocionales y la inclusión educativa, lo que refuerza la dimensión social de la sostenibilidad en los entornos universitarios. Los hallazgos evidencian una alineación clara entre la implementación de la robótica educativa y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 4, el ODS 9 y el ODS 17, al contribuir a una educación de calidad, al impulso de la innovación tecnológica y al fortalecimiento de la cooperación institucional.

No obstante, los resultados también reflejan la persistencia de limitaciones asociadas a la insuficiente formación docente, las brechas en el acceso a la infraestructura tecnológica y la ausencia de políticas institucionales consolidadas que orienten su implementación sostenible. Estas condiciones influyen de manera directa en el alcance y la continuidad de las iniciativas basadas en robótica educativa dentro de las universidades. En conjunto, la evidencia recopilada confirma que la robótica social y tecnológica posee un alto potencial transformador para la educación superior, siempre que su incorporación sea planificada, equitativa y respaldada institucionalmente, permitiendo así consolidar modelos formativos innovadores y sostenibles acordes con las demandas del siglo XXI.

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda que las instituciones de educación superior diseñen y consoliden políticas institucionales orientadas a la integración sostenible de la robótica educativa en los planes de estudio, articuladas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y con las estrategias de transformación digital universitaria. Resulta fundamental impulsar programas permanentes de formación y actualización docente que fortalezcan las competencias pedagógicas y tecnológicas necesarias para la implementación efectiva de la robótica en los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como garantizar condiciones equitativas de acceso a la infraestructura y a los recursos tecnológicos. Asimismo, se sugiere promover enfoques interdisciplinarios y colaborativos que favorezcan la innovación curricular y el trabajo conjunto entre facultades, centros de investigación y actores externos. Finalmente, se recomienda el desarrollo de investigaciones futuras con enfoques longitudinales y mixtos que permitan evaluar de manera más profunda el impacto de la robótica educativa en la sostenibilidad institucional, la innovación pedagógica y la reducción de brechas educativas en el ámbito universitario.

REFERENCIAS

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63–71. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1130924>
- Alvarez-Marin, A., Velasco-Martínez, L. C. & Ordóñez-Olmedo, E. (2023). Educational robotics as a strategy for sustainable STEM education: A systematic review. *Sustainability*, 15(18), 13542. <https://doi.org/10.3390/su151813542>
- Barragán-Sánchez, R., Romero-Tena, R. & García-López, M. (2023). Educational robotics to address behavioral problems in early childhood. *Education Sciences*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.3390/educsci13010022>
- Beltrán-Pellicer, P., Giacomone, B. & Burgos, M. (2022). Robotics and problem-solving skills in higher education: A meta-analytical review. *Education and Information Technologies*, 27(6), 8245–8272. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11041-3>
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bers, M. U., Flannery, L. P., Kazakoff, E. R. & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Caballero-González, Y. A., García-Valcárcel, A. & Basilotta-Gómez-Pablos, V. (2024). Educational robotics and digital competence in university students: Evidence from a quasi-experimental study. *Computers & Education*, 201, 104810. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104810>
- Cenich, G., Corrado, R., Iannone, N. & Canciani, V. (2023). La robótica educativa en el nivel inicial: Aproximaciones y reflexiones para contribuir a la formación docente. *Boletín*, 49, 45–60. <https://revista.mdp.edu.ar/boletin/article/view/101>
- Cheng, Y., Chen, J. & Huang, R. (2022). Robotics-supported learning in higher education: A systematic review of learning outcomes and pedagogical strategies. *Interactive Learning Environments*, 30(6), 1045–1062. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1865778>

- De Haas, M., Vogt, P. & Krahmer, E. (2021). When preschoolers interact with an educational robot: Does robot feedback influence engagement? *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(12), 77. <https://doi.org/10.3390/mti5120077>
- Donnermann, M., Schaper, P. & Lugin, B. (2025). Application of social robots in higher education: A long-term study. *International Journal of Social Robotics*, 17, 2311–2326. <https://doi.org/10.1007/s12369-025-01286-7>
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching With Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, 27–34. https://terecop.eu/TRTWR-RIE2014/files/00_WFr1/00_WFr1_04.pdf
- García-Valcárcel, A. & Caballero-González, Y.-A. (2019). Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en educación infantil. *Comunicar*, 27(59), 63–72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- Hernández-de-Menéndez, M., Escobar Díaz, C. A. & Morales-Menendez, R. (2023). Educational robotics and Education 4.0: A review of trends and challenges. *IEEE Access*, 11, 45721–45738. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3265142>
- Kim, S. & Smith, B. E. (2017). Pedagogical practices supporting computational thinking: A review of educational robotics research. *Journal of Educational Computing Research*, 55(3), 403–433. <https://doi.org/10.1177/0735633116665207>
- Kucuk, S. & Sisman, B. (2022). Students' attitudes toward educational robotics and STEM: A structural equation modeling study. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 567–590. <https://doi.org/10.1177/07356331211040560>
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí, K. & Quiel, J. (2012). La robótica educativa: Una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la Educación (TESI)*, 13(2), 74–90. <https://doi.org/10.14201/eks.9000>
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A. & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Technology for Education and Learning*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/10.2316/Journal.209.2013.1.209-0015>
- OECD. (2019). *Innovating education and educating for innovation*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264313126-en>
- Ouyang, F. & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11(7). <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. & Zaranis, N. (2023). Educational robotics and computational thinking in higher education: A review of empirical research. *Education Sciences*, 13(3), 290. <https://doi.org/10.3390/educsci13030290>
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10721.001.0001>
- Romero-Rodríguez, J.-M., Aznar-Díaz, I. & Hinojo-Lucena, F.-J. (2020). Educational robotics and computational thinking: A systematic review. *Education Sciences*, 10(6), 176. <https://doi.org/10.3390/educsci10060176>
- Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K. & O'Connor, J. (2024). Artificial intelligence and robotics in higher education: A systematic literature review of ethical and pedagogical implications. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, 12. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00450-3>
- Sánchez, J., Salinas, A. & Harris, J. (2011). Educación con robótica: Un medio para el desarrollo cognitivo. *Comunicar*, 18(36), 141–148. <https://doi.org/10.3916/C36-2011-03-05>
- Suárez-Rodríguez, J., Almerich, G., Díaz-García, I. & Cebrián-Cifuentes, S. (2022). Teacher training in educational robotics and sustainability competencies. *Sustainability*, 14(9), 5401. <https://doi.org/10.3390/su14095401>
- Sullivan, A. & Bers, M. U. (2018). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an eight-week robotics curriculum. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Trapero-González, I., Romero-Rodríguez, J.-M., Fernández-Martín, F.-D. & Alonso-García, S. (2025). Educational robotics and STEM competence in early childhood education: Systematic review and meta-analysis of programmes and outcomes. *Knowledge Management & E-Learning*, 17(1), 003. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2025.17.003>
- UNESCO. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Informe educativo*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244732_spa
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>

- Vasconcelos, L., Arslan-Ari, I., Miller, B. & Arslan, O. (2025). Robotics in early childhood STEM education (REC-STEMEd): The impact on preservice teachers' attitudes and intentions toward computational thinking. *Education and Information Technologies*, 30, 18347–18374. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13529-1>
- Wang, H., Luo, N., Zhou, T. & Yang, S. (2024). Physical robots in education: A systematic review based on the Technological Pedagogical Content Knowledge framework. *Sustainability*, 16(12), 4987. <https://doi.org/10.3390/su16124987>
- Zamora, P., Lozada, A., Buele, J. & Avilés-Castillo, F. (2025). Robotics in higher education and its impact on digital learning. *Frontiers in Computer Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2025.1607766>
- Zawieska, K. & Duffy, B. R. (2015). Social robotics education: A review of the role of robots in education. *International Journal of Social Robotics*, 7, 489–504. <https://doi.org/10.1007/s12369-015-0308-1>
- Zhang, H., Zhang, Y. & Li, J. (2025). Robotics-based learning and sustainable development goals in higher education: A bibliometric and thematic analysis. *Frontiers in Education*, 10, 1372456. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1372456>