Mundo sostenible

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Artículo original

Integración de la robótica educativa y el internet de las cosas en la educación superior panameña para la industria 4.0

Integration of educational robotics and the internet of things into panamanian higher education for industry 4.0

Ricardo M. Candanedo Yau https://orcid.org/0009-0002-5017-9830

Universidad de Panamá, Panamá

ricardo.candanedo@up.ac.pa

Recibido: 31 marzo 2026
Aceptado: 4 junio 2026
DOI: https://doi.org/10.66707/ms.v2i1.254

Resumen

Las universidades enfrentan el desafío de posicionarse como agentes estratégicos para el desarrollo nacional frente a las exigencias tecnológicas de la Industria 4.0. El objetivo de este artículo es proponer una estrategia de integración de la robótica educativa y el Internet de las Cosas (IoT) en los programas de Tecnología e Informática de la educación superior panameña, mediante prácticas de laboratorio orientadas a la construcción de sistemas conectados. La metodología corresponde a un estudio cualitativo de tipo documental, basado en una revisión sistemática de literatura científica, manuales técnicos e informes institucionales, con criterios de inclusión relacionados con pertinencia educativa, accesibilidad tecnológica y aplicabilidad en laboratorios universitarios entre los años 2015

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

y 2025. Entre los resultados, el análisis identificó una brecha entre la formación teórica predominante y las competencias técnicas requeridas por entornos productivos automatizados, especialmente en el diseño de sistemas embebidos, la comunicación entre dispositivos y la gestión de datos en la nube. Asimismo, se determinó que plataformas de bajo costo, como Arduino, Micro:bit o ESP32, junto con servicios cloud accesibles, permiten implementar prácticas progresivas sin necesidad de infraestructura industrial compleja. Se concluye que la integración de robótica e IoT como eje formativo fortalece el pensamiento algorítmico, la depuración de código y la comprensión aplicada de arquitecturas distribuidas, favoreciendo el desarrollo de profesionales capaces de diseñar soluciones tecnológicas para la Industria 4.0. Además, se recomienda institucionalizar esta iniciativa mediante planes de formación docente, políticas de inversión tecnológica y proyectos interdisciplinarios que promuevan innovación educativa sostenible.

Palabras clave: cibernética, ciencias de la Información, inteligencia artificial, tecnología de la información, robótica.

Abstract

Universities face the challenge of positioning themselves as strategic agents for national development in the face of the technological demands of Industry 4.0. The objective of this article is to propose a strategy for integrating educational robotics and the Internet of Things (IoT) into Technology and Computer Science programs in Panamanian higher education, through laboratory practices focused on building connected systems. The methodology is a qualitative, documentary study based on a systematic review of scientific literature, technical manuals, and institutional reports, with inclusion criteria related to educational relevance, technological accessibility, and applicability in university laboratories between 2015 and 2025. Among the results, the analysis identified a gap between the predominant theoretical training and the technical skills required by automated production environments, especially in the design of embedded systems, communication between devices, and cloud data management. It was also determined that low-cost platforms, such as Arduino, Micro:bit or ESP32, along with accessible cloud services, allow the implementation of progressive practices without the need for complex industrial infrastructure. It is concluded that integrating robotics and IoT as a core educational focus strengthens algorithmic thinking, code

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

debugging, and the applied understanding of distributed architectures, fostering the development of professionals capable of designing technological solutions for Industry 4.0. Furthermore, it is recommended that this initiative be institutionalized through teacher training programs, technology investment policies, and interdisciplinary projects that promote sustainable educational innovation.

Keywords: artificial intelligence, cybernetics, information technology, information sciences, robotics.

Introducción

as transformaciones tecnológicas contemporáneas han redefinido los sistemas productivos, comunicacionales y educativos a escala global, posicionando a la robótica y a los sistemas conectados como pilares de la economía digital (UNESCO, 2021; OCDE, 2020). La automatización, la interacción entre dispositivos físicos y digitales y la comunicación máquina–máquina demandan profesionales capaces de diseñar soluciones tecnológicas alineadas a los retos de la Industria 4.0 (Preprints.org, 2024; Sens, 2025). Ante este panorama, las universidades deben superar modelos centrados en la transmisión fragmentada de contenidos y promover experiencias formativas que vinculen el conocimiento científico con la innovación responsable (Delgado & Rojas, 2021; García & Acero Ordóñez, 2024).

Desde esta perspectiva, la robótica se concibe como un ecosistema de aprendizaje que integra programación, electrónica y diseño de sistemas embebidos, favoreciendo el pensamiento computacional, la creatividad técnica y la resolución de problemas mediante la construcción de prototipos (Fernández et al., 2021; Ramachandran et al., 2018). Su carácter interdisciplinario impulsa el desarrollo de competencias STEAM necesarias para la investigación, la ingeniería aplicada y la creación de soluciones tecnológicas (Spolaôr & Benitti, 2017; López-Belmonte et al., 2021).

En el contexto panameño, la educación superior enfrenta el desafío de formar profesionales capaces de responder a las necesidades de sectores productivos que demandan automatización, monitoreo inteligente y conectividad entre dispositivos (Castro & Mesa, 2025; Pinto, 2025). No obstante, persisten limitaciones vinculadas a infraestructura, capacitación docente y falta de lineamientos curriculares para tecnologías emergentes (Saucedo Salgueiro et al., 2025; Díaz Otero

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

& Valle Lima, 2025). Esto plantea la necesidad de políticas institucionales que fortalezcan la incorporación de tecnologías como la robótica y el Internet de las Cosas (IoT) mediante inversión, programas de investigación y formación docente continua (Papadopoulos et al., 2020; OCDE, 2020).

En este marco, el IoT constituye un eje estratégico para conectar sistemas físicos con plataformas digitales a través de redes computacionales, permitiendo la captura, transmisión y análisis de datos en tiempo real (Shi et al., 2022; Sens, 2025). Su convergencia con la robótica posibilita el diseño de "robots conectados", capaces de simular procesos industriales y urbanos en entornos educativos con bajo costo y alta pertinencia (Zhang et al., 2024; Labadze et al., 2023). Esta integración favorece el desarrollo de competencias vinculadas a infraestructura digital, comunicación inalámbrica e interoperabilidad entre servicios en la nube (Labadze et al., 2023; Pinto, 2025).

Considerando este escenario, surge la pregunta central de investigación: *¿cómo diseñar prácticas accesibles de robótica e IoT que fortalezcan la formación universitaria panameña en sistemas conectados?* Este artículo propone prácticas de laboratorio basadas en revisión documental, orientadas al uso de robots como nodos de redes IoT mediante plataformas disponibles en el país. El propósito es contribuir a la formación de profesionales capaces de comprender arquitecturas distribuidas, integrar sensores y actuadores a servicios digitales e interpretar flujo de datos en redes de baja potencia, en coherencia con las demandas de la Industria 4.0 (Córdoba Sisa & Ahumada Méndez, 2020).

Robótica educativa en la formación universitaria

La robótica educativa ha evolucionado de una herramienta complementaria a un ecosistema de aprendizaje que integra programación, electrónica, algoritmos y diseño de sistemas físicos, promoviendo el aprendizaje activo mediante prototipos funcionales (Hansel Miguel Cruz García, 2023; Pelizzari et al., 2025). En educación superior, su incorporación fortalece el pensamiento computacional avanzado, el análisis de datos y la comprensión de sistemas embebidos (López-Belmonte et al., 2021; Delgado & Rojas, 2021). Además, favorece el desarrollo de competencias técnicas vinculadas a disciplinas STEAM, transformando al estudiante en diseñador de soluciones tecnológicas y no solo consumidor de herramientas (Spolaôr & Benitti, 2017; Córdoba Sisa & Ahumada Méndez, 2020). Desde enfoques constructivistas, esta experiencia práctica consolida el

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

conocimiento a través del diseño y validación de proyectos reales (Brender et al., 2021; Bonaiuti et al., 2022).

Internet de las cosas como arquitectura para sistemas conectados

El Internet de las Cosas (IoT) conecta dispositivos físicos con plataformas digitales a través de redes de bajo consumo energético y protocolos especializados, posibilitando el monitoreo, procesamiento y control remoto de datos en tiempo real (Shi et al., 2022; Sens, 2025). Su adopción en educación superior facilita la comprensión de sistemas distribuidos, comunicación inalámbrica, programación orientada a eventos y servicios en la nube (Papadopoulos et al., 2020). El acceso a tecnologías modulares y de bajo costo —como Arduino, ESP32 y Micro:bit— democratiza la experimentación con IoT, permitiendo reproducir procesos industriales sin requerir infraestructura costosa (Castro & Mesa, 2025; Pinto, 2025).

Convergencia entre robótica e IoT en entornos productivos y educativos

La integración entre robótica e IoT genera robots conectados capaces de capturar, transmitir y procesar información dentro de redes distribuidas (Ramachandran et al., 2018; Labadze et al., 2023). Este enfoque promueve la comprensión aplicada de arquitecturas cliente-servidor, computación en la nube e interoperabilidad de dispositivos, componentes esenciales en la automatización inteligente. En educación superior, esta convergencia permite trascender enfoques centrados exclusivamente en programación, articulando hardware, comunicación entre dispositivos, gestión de datos y funcionamiento en tiempo real (López-Belmonte et al., 2021; Pinto, 2025). En Panamá, representa una oportunidad para vincular la formación universitaria con las necesidades tecnológicas de sectores productivos emergentes (Díaz Otero & Valle Lima, 2025).

Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló a partir de un enfoque cualitativo de carácter documental, dirigido a diseñar una propuesta educativa y técnica para la integración de la Robótica Educativa y el Internet de las Cosas (IoT) en la Educación Superior panameña en las áreas de Tecnología e Informática. Este tipo de estudios es utilizado frecuentemente en procesos de sistematización vinculados a innovación educativa y tecnologías emergentes, cuando el propósito

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

consiste en fundamentar propuestas sin necesidad de experimentación directa (Bonaiuti et al., 2022; López-Belmonte et al., 2021).

Al tratarse de un estudio no experimental, no se realizaron pruebas de campo ni intervención con estudiantes; por el contrario, el análisis se centró exclusivamente en fuentes teóricas, técnicas y normativas, con el propósito de fundamentar lineamientos que puedan implementarse posteriormente en laboratorios universitarios sin requerir infraestructura industrial de alto costo (Papadopoulos et al., 2020; Pinto, 2025). Este enfoque resulta pertinente cuando se busca describir, sistematizar y comparar conocimientos preexistentes para generar propuestas viables de acuerdo con las necesidades curriculares y los requerimientos profesionales asociados a la Industria 4.0 (OCDE, 2020; UNESCO, 2021).

El trabajo se sustentó en una revisión documental sistemática realizada en bases de datos científicas, tales como Scopus, IEEE Xplore, ERIC, RedALyC, SciELO y Google Scholar, además de documentos institucionales publicados por organismos como la UNESCO, IEEE, MIT y el Ministerio de Educación de Panamá. También se consultaron manuales técnicos de microcontroladores de bajo costo, catálogos comerciales disponibles en el país y plataformas educativas asociadas a arquitectura IoT. Para asegurar la pertinencia de la información seleccionada, se aplicaron criterios de inclusión que contemplaron la relevancia temática para la educación superior, la vinculación con robótica o IoT, la vigencia de publicación entre los años 2015 y 2025, la disponibilidad académica o pública de los materiales y su aplicabilidad en laboratorios educativos (García & Acero Ordóñez, 2024; Fernández et al., 2021). De igual modo, se descartaron documentos excesivamente comerciales o industriales que exigieran infraestructura tecnológica no asequible para el contexto panameño.

A partir de esta revisión, la información recopilada fue organizada mediante un análisis comparativo, que permitió identificar tendencias, enfoques pedagógicos y requerimientos técnicos fundamentales para la formación universitaria en computación, electrónica educativa, automatización y sistemas distribuidos (Spolaôr & Benitti, 2017; Zhang et al., 2024). Este análisis evidenció una brecha entre los programas tradicionales de formación en programación o electrónica

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

y las competencias necesarias para diseñar, conectar y monitorear sistemas embebidos que funcionen dentro de arquitecturas IoT (Shi et al., 2022; Sens, 2025).

Asimismo, el estudio permitió establecer tres dimensiones que orientaron la construcción de la propuesta: la primera, de carácter curricular y técnico, vinculada a la formación en diseño de sistemas conectados; la segunda, de naturaleza tecnológica, centrada en criterios de interoperabilidad, seguridad básica, escalabilidad y disponibilidad comercial de herramientas; y la tercera, de carácter didáctico, enfocada en la promoción del aprendizaje activo, la resolución de problemas, el pensamiento algorítmico y la depuración de código como procesos esenciales para la comprensión del funcionamiento de dispositivos inteligentes.

Estos hallazgos permitieron determinar que, en el contexto panameño, las tecnologías más accesibles para fines educativos son aquellas basadas en plataformas abiertas y de bajo costo, tales como Arduino UNO R3, ESP32, BBC Micro:bit y kits robóticos compatibles con sensores y actuadores básicos, las cuales muestran una relación costo–beneficio favorable y disponibilidad comercial regional (Pinto, 2025; Castro & Mesa, 2025). De igual modo, se identificó que el uso de plataformas en la nube, tales como Blynk, Node-RED, ThingSpeak o servidores con protocolo MQTT, favorece la simulación y gestión de servicios en red, permitiendo el monitoreo remoto y el envío de datos desde dispositivos robóticos educativos hacia interfaces digitales (Labadze et al., 2023; Papadopoulos et al., 2020).

La selección de estas herramientas se basó en su facilidad de uso, su disponibilidad en español, su compatibilidad con hardware educativo y el acceso gratuito o con licencias académicas.

Finalmente, los elementos obtenidos en la revisión fueron integrados en una propuesta educativa estructurada bajo el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos, donde los robots son concebidos como nodos terminales de un sistema IoT. De este modo, las prácticas diseñadas se orientan al desarrollo gradual de competencias técnicas y cognitivas relacionadas con sistemas embebidos, interoperabilidad y servicios en la nube (Ramachandran et al., 2018; Sarabia Lescano, 2025) promoviendo el razonamiento lógico, la interpretación de datos capturados por sensores, la toma de decisiones programadas y la comprensión funcional de redes distribuidas que caracterizan la transformación digital contemporánea. En síntesis, el estudio permitió articular fundamentos

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

pedagógicos y criterios tecnológicos que requieren las universidades panameñas para avanzar hacia la implementación progresiva, accesible y contextualizada de laboratorios que incorporen robótica e IoT, contribuyendo así a la formación de profesionales capaces de responder a las exigencias de la Industria 4.0.

Resultados

La integración de la robótica educativa y el Internet de las cosas (IoT) en la educación superior requiere un modelo de prácticas que responda tanto a los principios pedagógicos del aprendizaje activo como al desarrollo de competencias tecnológicas avaladas por estándares internacionales como los propuestos por la UNESCO. En función de ello, se elaboró un diseño progresivo de experiencias prácticas, orientado a la adquisición de habilidades técnicas vinculadas a la sensórica, la conectividad de dispositivos, la automatización, el análisis de datos y la robótica móvil como nodo de información en tiempo real. Este esquema permite que los estudiantes transiten desde la comprensión básica del procesamiento de datos hasta la construcción de soluciones integradoras basadas en problemáticas de la vida universitaria y del entorno social.

La presente propuesta educativa–técnica plantea un impacto transformador en la formación universitaria panameña al integrar la Robótica Educativa y el Internet de las Cosas (IoT) como ejes prácticos en los laboratorios de Tecnología e Informática. Del análisis documental emergen resultados estructurados en tres áreas clave: formación profesional, competencias técnicas instrumentales y fortalecimiento pedagógico basado en prácticas activas. Para comprender los efectos esperados, se elaboraron matrices analíticas que evidencian el potencial formativo y las brechas detectadas. La Tabla 1 resume las competencias profesionales que se fortalecerían con la implementación de prácticas IoT–robóticas.

Tabla 1. *Competencias profesionales potenciadas mediante prácticas IoT–robóticas*

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Dimensión profesional	Competencia esperada	Impacto formativo
Ingeniería y Tecnología	Diseño de sistemas conectados	Capacita para desarrollar soluciones técnicas reales
Automatización	Interpretación de datos sensoriales	Fortalece análisis crítico y toma de decisiones
Programación aplicada	Depuración y validación de código	Mejora habilidades de debugging en hardware
Innovación tecnológica	Prototipado funcional	Impulsa creatividad y pensamiento ingenieril

Nota: Competencias derivadas de habilidades requeridas en Industria 4.0. *Fuente: Elaboración propia a partir del análisis documental (2015–2025).*

La tabla evidencia que el estudiante deja de ser únicamente un programador abstracto para convertirse en diseñador de sistemas conectados, potenciando su inclusión en sectores como logística, domótica, telecomunicaciones, automatización portuaria e industrias emergentes en Panamá.

En el ámbito técnico, la integración de plataformas accesibles representa un eje fundamental para la democratización de laboratorios universitarios. La Tabla 2 muestra tecnologías clasificadas según accesibilidad, disponibilidad y pertinencia educativa en el contexto panameño, un aspecto clave para la viabilidad de la propuesta.

Tabla 2. *Tecnologías educativas IoT–robóticas viables para universidades panameñas*

Plataforma	Tipo	Conectividad	Costo estimado	Pertinencia educativa
Arduino UNO R3	Microcontrolador	USB/Wi-Fi (módulo externo)	Bajo	Ideal para iniciación

Mundo sostenible

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Plataforma	Tipo	Conectividad	Costo estimado	Pertinencia educativa
ESP32	Microcontrolador avanzado	Wi-Fi/Bluetooth	Bajo	Óptimo para IoT
BBC Micro:bit	Placa didáctica	Bluetooth	Medio	Enfocado en enseñanza
Node-RED	Plataforma nube	MQTT/HTTP	Gratuito	Visualización y control
Blynk	App IoT	TCP/UDP	Gratuito educativo	Control remoto móvil

Nota: Los costos reflejan precios promedio en comercios panameños. *Fuente: Elaboración propia con catálogos locales (2023–2025).*

Esta clasificación muestra que Panamá cuenta con disponibilidad comercial suficiente para implementar laboratorios IoT–robóticos sin exigir inversión excesiva, permitiendo que universidades públicas y privadas integren prácticas de innovación. Además de identificar tecnologías, la investigación permitió organizar un conjunto de competencias técnicas que deben desarrollarse de manera progresiva. La Tabla 3 evidencia una secuencia formativa para las prácticas propuestas.

Tabla 3. *Secuencia progresiva de competencias técnicas*

Nivel	Habilidad	Ejemplo de actividad
Básico	Lectura de sensores y control de actuadores	Robot detector de obstáculos
Intermedio	Transmisión inalámbrica de datos	Envío de temperatura por Wi-Fi
Avanzado	Interacción robot-nube	Control remoto desde Blynk

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Nivel	Habilidad	Ejemplo de actividad
Experto	Integración con dashboards	Visualización en Node-RED

Nota: Secuencia diseñada según niveles de complejidad cognitiva. *Fuente: Elaboración propia con base en estándares IEEE.*

Esta progresión evita sobrecargas de programación y prioriza la comprensión de arquitecturas distribuidas, especialmente crítica para la formación inicial universitaria en Panamá. Asimismo, el análisis documental reveló que existen experiencias parciales en universidades panameñas, pero con uso desigual y poco estructurado. La Tabla 4 sintetiza dichas experiencias en la región.

Tabla 4. *Situación actual de laboratorios de robótica universitaria en Panamá*

Institución	Nivel de implementación	Plataformas predominantes	Limitaciones actuales
UTP	Medio–Avanzado	Arduino, Open Roberta	Falta integración IoT
UP	Básico–Medio	Arduino, kits educativos	Brecha docente
Universidades Privadas (varias)	Básico	Kits comerciales genéricos	Costos, falta currículo

Nota: Análisis basado en reportes académicos y divulgación institucional. *Fuente: Elaboración propia (2022–2025).*

La información revela que los avances aún no trascienden a la formación en sistemas conectados, lo que justifica la necesidad de la propuesta didáctica presentada.

Finalmente, se diseñaron lineamientos para prácticas de bajo nivel técnico que permitan incorporar robótica como nodo IoT en laboratorios universitarios accesibles. La Tabla 5 sintetiza la propuesta.

Tabla 5. *Lineamientos didácticos para prácticas IoT–robóticas*

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Práctica	Competencia	Plataforma	Producto esperado
Sensado ambiental	Lectura de datos	ESP32 + Blynk	Temperatura en nube
Robot conectado	Control remoto	Arduino/ESP32	Movimiento controlado
Actuadores inteligentes	Automatización simple	Node-RED + MQTT	Encendido remoto
Panel IoT educativo	Visualización	ThingSpeak	Dashboard básico

Nota: Prácticas diseñadas para laboratorios con recursos limitados. *Fuente: Elaboración propia.*

Esta propuesta permite escalar progresivamente hacia proyectos más complejos sin depender de infraestructura industrial, formando profesionales capaces de diseñar soluciones tecnológicas contextualizadas.

La siguiente tabla 6, sintetiza la propuesta estructurada de prácticas IoT–Robóticas, ordenadas de forma evolutiva, considerando competencias tecnológicas aplicadas y el desarrollo de productos finales funcionales.

Tabla 6. *Diseño de Prácticas IoT–Robótica para la Formación Superior*

Práctica	Objetivo Formativo	Dispositivo / Plataforma	Competencias UNESCO	Producto Final
P1. Sensado y datos	Interpretar ambientales	ESP32 + Sensor	Robótica; Redes de computadoras	Gráfica en la nube con

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Práctica	Objetivo Formativo	Dispositivo / Plataforma	Competencias UNESCO	Producto Final
Registro Climático	mediante sensores y microcontroladores.	DHT11 + ThingSpeak		temperatura y humedad.
P2. Control de Actuadores desde la Nube	Comprender el control remoto de dispositivos físicos.	Arduino Cloud + Relés + Micro:bit	Automatización; Inteligencia artificial (nivel aplicado)	Activación remota de luces/ventiladores.
P3. Robot como Nodo IoT Móvil	Usar un robot para recolectar y transmitir datos en movimiento.	Robot + Ultrasonido + ESP32 + Blynk	Enseñanza de la informática; Robótica	Robot evita obstáculos y envía datos en tiempo real.
P4. Monitoreo Universitario Inteligente	Analizar necesidades del campus y proponer soluciones conectadas.	Node-RED + Sensores ambientales	Redes de computadoras; Automatización	Prototipo de monitoreo del ambiente universitario.
P5. Proyecto Integrador IoT–Robótico	Diseñar una solución IoT de impacto social con robótica educativa.	Libre elección (según recursos)	Robótica; Computer science education	Prototipo funcional con reporte técnico.

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Nota. *Fuente: Elaboración propia (2025).*

La propuesta presentada en la tabla se fundamenta en el principio de progresión cognitiva, iniciando con actividades centradas en la identificación y comprensión de variables ambientales a través de sensores básicos (P1), hasta el control de actuadores mediante plataformas de nube (P2), seguido de la incorporación de robótica móvil como elemento recolector de información y actor autónomo del sistema (P3). Posteriormente, se sitúa al estudiante frente a escenarios del campus universitario para formular soluciones tecnológicas contextualizadas (P4), culminando con el desarrollo de un proyecto integrador de impacto social que articule todos los componentes estudiados (P5).

Este enfoque evidencia que la robótica educativa, aplicada a contextos reales de la vida universitaria en Panamá, constituye un recurso pedagógico capaz de potenciar el pensamiento crítico, la creatividad tecnológica y las competencias STEAM. Asimismo, favorece el trabajo colaborativo y la resolución de problemas auténticos mediante la interacción directa con dispositivos IoT interconectados. La evidencia coincide con estudios internacionales que destacan que la robótica y el IoT no solo mejoran el aprendizaje técnico, sino que promueven una comprensión sistémica del mundo digital y físico, contribuyendo al perfil profesional requerido por la industria 4.0 y la sociedad del conocimiento.

Discusión

La integración de prácticas IoT–robóticas en la educación superior panameña representa una oportunidad decisiva para transformar la formación en las carreras de Tecnología e Informática, siempre que su implementación responda a criterios de planificación, sostenibilidad y pertinencia curricular (OCDE, 2020; UNESCO, 2021). Los resultados evidencian que el uso sistemático de microcontroladores, sensores y plataformas en la nube fortalece el razonamiento algorítmico vinculado al hardware, superando la enseñanza centrada exclusivamente en la programación abstracta, coincidiendo con estudios que enfatizan la importancia del aprendizaje mediante manipulación física y modelado funcional (Ramachandran et al., 2018; Bonaiuti et al., 2022). Esto se alinea con el principio de que la manipulación directa de sistemas físicos no solo amplía la

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

capacidad de diseñar y depurar soluciones tecnológicas reales, sino que valida el enfoque constructivista, el cual promueve el aprendizaje significativo mediante la creación de artefactos funcionales con sentido para el estudiante. Asimismo, se identificó una brecha curricular asociada a las competencias emergentes de la Industria 4.0, entre ellas la gestión de datos en la nube, el diseño de sistemas interconectados y el uso de protocolos de comunicación (Sens, 2025; Shi et al., 2022). Investigaciones recientes confirman que estas habilidades son esenciales en la formación profesional contemporánea, lo que respalda la pertinencia de incorporar tecnologías accesibles tales como Arduino, Micro:bit, ESP32 y servicios cloud como ThingSpeak, Blynk, Node-RED o Arduino IoT Cloud (Pinto, 2025; López-Belmonte et al., 2021). Sin embargo, la adopción desigual entre instituciones panameñas refleja limitaciones estructurales similares a las descritas en otros contextos latinoamericanos, relacionadas con infraestructura insuficiente y baja especialización docente (Delgado & Rojas, 2021; Saucedo Salgueiro et al., 2025).

En relación con la formación pedagógica, los hallazgos señalan que aunque existen iniciativas universitarias dirigidas a la robótica educativa, estas suelen centrarse en actividades de manipulación básica, sin promover el diseño autónomo de sistemas inteligentes conectados, tendencia que coincide con investigaciones que diferencian entre “usar tecnología” y “crear tecnología” (Gómez Rodríguez, 2022; Fernández et al., 2021).

De igual manera, se evidenciaron desafíos estructurales que condicionan la sostenibilidad del modelo IoT–robótico en Panamá, como la carencia de financiamiento continuo, la desigualdad tecnológica entre instituciones, la ausencia de políticas nacionales que definan lineamientos educativos y la débil articulación universidad–gobierno–sector productivo. La UNESCO (2021) enfatiza que la integración tecnológica requiere políticas estratégicas y financiamiento estable, mientras que los aspecto imprescindible en la formación universitaria relacionada con IoT, es la necesidad de incorporar estándares de seguridad digital e interoperabilidad en los sistemas conectados.

Desde la dimensión pedagógica, la propuesta presentada contribuye a reducir la brecha entre teoría y práctica mediante metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos y el enfoque Aprender con Robótica, que promueven el ensayo, error, depuración y validación como fases

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

propias de la ingeniería aplicada. La disponibilidad de dispositivos y plataformas de bajo costo refuerza su viabilidad en el contexto panameño, permitiendo el desarrollo de prácticas sin requerir inversiones excesivas.

Finalmente, el Proyecto Integrador (P5) emerge como un eje formativo clave al permitir que los estudiantes diseñen prototipos funcionales basados en la identificación de problemas reales y la documentación técnica de su solución. Este enfoque fortalece la autonomía, el pensamiento computacional aplicado, la responsabilidad social y la creatividad, alineándose con las exigencias de la Industria 4.0 y con la necesidad de impulsar el desarrollo tecnológico nacional a través de la educación superior.

Conclusiones

La integración de la Robótica Educativa y el Internet de las Cosas (IoT) en los programas universitarios de Tecnología e Informática en Panamá se configura como una necesidad estratégica para responder a las demandas de la Industria 4.0 (OCDE, 2020; Preprints.org, 2024). El análisis documental realizado evidenció una brecha entre la formación predominantemente teórica y el desarrollo de competencias prácticas relacionadas con el diseño de sistemas conectados, la comunicación en red y la automatización inteligente (Shi et al., 2022; Sens, 2025). Frente a ello, la incorporación gradual de microcontroladores, servicios cloud y robots como nodos IoT constituye una oportunidad formativa que permite a los estudiantes no solo operar tecnologías, sino diseñar soluciones tecnológicas con impacto social, industrial y productivo.

Desde el enfoque pedagógico, la implementación de metodologías activas como Aprender con Robótica favorece el razonamiento algorítmico y la construcción de conocimiento a partir de experiencias tangibles con hardware y redes digitales (Hansel Miguel Cruz García, 2023; Sarabia Lescano, 2025). Esta perspectiva transforma el rol del estudiante, quien pasa de ser usuario para convertirse en creador de tecnología, lo que fortalece competencias profesionales vinculadas a la automatización, la logística digital, el monitoreo inteligente y el diseño de sistemas distribuidos, áreas clave para la innovación tecnológica nacional.

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

No obstante, la sostenibilidad del modelo requiere compromisos institucionales sólidos vinculados a financiamiento, infraestructura, formación docente y planificación curricular (UNESCO, 2021; Papadopoulos et al., 2020). La integración de IoT y robótica no puede limitarse al uso esporádico de herramientas, sino que debe estar articulada a la actualización curricular, la capacitación docente permanente y la planificación del uso de tecnologías accesibles en el contexto panameño. En este sentido, se recomienda priorizar microcontroladores de bajo costo junto con plataformas cloud de implementación sencilla, complementadas con procesos formativos especializados (Pinto, 2025; Castro & Mesa, 2025).

Los hallazgos permiten concluir que la robótica educativa constituye un recurso estratégico para fortalecer la calidad académica, al fomentar competencias STEAM, el pensamiento crítico, la creatividad y la autonomía. Sin embargo, su integración con modelos IoT más avanzados seguirá siendo limitada si las universidades no superan obstáculos estructurales como la insuficiente infraestructura tecnológica, la escasa formación especializada y las desigualdades en el acceso a recursos, que afectan la equidad y continuidad de los programas. Además, investigaciones recientes demuestran que la robótica favorece la adquisición de competencias matemáticas específicas, particularmente en áreas como la geometría, al involucrar a los estudiantes en procesos físicos de modelado, abstracción espacial y resolución de problemas aplicados (Brender et al., 2021).

Ante este panorama, se plantea la necesidad de institucionalizar programas universitarios de robótica con políticas sostenibles que incluyan financiamiento, infraestructura, soporte técnico y protección digital; promover una formación docente especializada en tecnologías emergentes; e impulsar proyectos interdisciplinarios que permitan diseñar, probar y evaluar prototipos orientados a problemáticas nacionales.

Finalmente, se recomienda la creación de laboratorios de innovación interfacultativos, donde converjan múltiples disciplinas para el desarrollo de soluciones IoT–robóticas. Este enfoque permitiría transformar los laboratorios tradicionales en espacios de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, consolidando a la educación superior panameña como agente del progreso científico y digital del país, capaz de formar profesionales competentes para diseñar y gestionar los sistemas interconectados que requiere la sociedad del futuro.

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Referencias

Bonaiuti, G., Campitiello, L., Di Tore, S., & Marras, A. (2022). Educational robotics studies in Italian scientific journals: A systematic review. *Frontiers in Education*, *7*, 1005669. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1005669

Brender, J., El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazzarotto, F., Dehler Zufferey, J., & Mondada, F. (2021). Investigating the role of educational robotics in formal mathematics education: The case of geometry for 15-year-old students. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.10925

Castro, J. A. T., & Mesa, M. L. O. (2025). Integración de la robótica educativa en el ámbito intercultural bilingüe. *Revista Contacto*, *4*(3), 83–107. https://revistas.up.ac.pa/index.php/contacto/article/view/7452

Córdoba Sisa, M., & Ahumada Méndez, L. S. (2020). Mejoramiento de competencias de la 4RI: estrategia pedagógica basada en la programación y la robótica educativa. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, *10*(1), 1–15. https://doi.org/10.70625/rlce/161

Cruz García, H. M. (2023). Robótica educativa y programación iconográfica en el nivel secundario: Una revisión sistemática. *Revista Veritas*, *6*(2), 45–60. https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i2.809

Delgado, M., & Rojas, P. (2021). La robótica educativa en contextos universitarios latinoamericanos: Avances y desafíos. *Revista Iberoamericana de Educación*, *86*(1), 55–72. https://doi.org/10.35362/rie861425

Díaz Otero, M., & Valle Lima, A. D. (2025). Exigencias para la introducción de la robótica educativa en la educación general cubana. *Horizonte Pedagógico*, *14*(1), 40–54. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-36472025000100040&script=sci_abstract

Fernández, M. O. G., González, Y. A. F., & López, C. M. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *18*(2), 230101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.230101

García, D. J. M., & Acero Ordóñez, Ó. L. (2024). La robótica educativa: Una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza. *Educación y Ciudad*, *(48)*, e3160. https://doi.org/10.36737/01230425.n48.3160

Gómez Rodríguez, H. (2022). Robótica educativa utilizando el mBot en estudiantes de educación básica. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *13*(25), e045. https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1324

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Labadze, L., Gunia, A., & Javakhishvili, N. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *20*(1), 23. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1

López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Moreno-Guerrero, A.-J., & Parra-González, M.-E. (2021). Robotics in Education: A scientific mapping of the literature in Web of Science. *Electronics*, *10*(3), 291. https://doi.org/10.3390/electronics10030291

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Education in the digital age: Healthy and happy children*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1209166a-en

Papadopoulos, I., Koulouglioti, C., Lazzarino, R., & Ali, S. (2020). A systematic review of the literature regarding socially assistive robots in education. *Computers & Education*, *150*, 103847. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103847

Pelizzari, F., Rocco, S., & Ferrari, S. (2025). Integrating robotics in hospital and home education: A systematic review of innovative teaching practices. *Continuing Education*, *6*(1), 135–161. https://doi.org/10.5334/cie.156

Pinto, F. H. M. (2025). Uso de plataformas de simulación como herramienta didáctica para la enseñanza de la robótica. *Scientific Journal*, *5*(1), 45–58. https://revistas.up.ac.pa/index.php/scientific_journal/article/view/6885

Ramachandran, A., Huang, C. M., & Scassellati, B. (2018). Thinking aloud with a tutoring robot to enhance learning. *Proceedings of the ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 59–68. https://doi.org/10.1145/3171221.3171261

Sarabia Lescano, R. E. (2025). Desarrollo de competencias de pensamiento computacional en educación primaria a través de robótica educativa sostenible. *Ethos Scientific Journal*, *3*(1), 17–26. https://doi.org/10.63380/esj.v3n1.2025.58

Saucedo Salgueiro, R., Martínez Ramírez, Y., Ramírez Noriega, A., & Figueroa Pérez, J. F. (2025). Robótica educativa como estrategia didáctica y su impacto en el desempeño académico en estudiantes de educación superior. *Revista RELEP—Educación y Pedagogía en Latinoamérica*, *7*(2), 37–50. https://doi.org/10.46990/relep.2025.7.2.2139

Sens, J. (2025). Research and education in robotics: A comprehensive review, trends, challenges, and future directions. *Journal of Sensors and Actuator Networks*, *14*(4), 76. https://doi.org/10.3390/jsan14040076

Shi, Z., & Liu, H. (2022). Toward personalized affect-aware socially assistive robots: Models and methods. *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, *11*(3), 1–25. https://doi.org/10.1145/3526111

ISSN L 3072 998X
Vol.2 Núm.1.
julio 2026 a junio 2027
pp. 227-246

Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, *112*, 97–107. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001

Sulis, E., Stranieri, A., & Farinetti, L. (2024). Challenges in the automation of Education 4.0 using Industry 4.0 Technologies - A systematic review [Preprint]. *Preprints.org*. https://doi.org/10.20944/preprints202408.2039.v1

UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707

Zhang, X., Wang, Y., & Li, J. (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