

Exploring the implementation of IoT in higher education: a systematic review





Yzquierdo-Espinoza Diego¹; Moreno-Ramos Joandri²; Ferrer-Trujillo José³; Cavada-Gutierrez Hugo⁴

^{1,2,3,4}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, u21221586@utp.edu.pe, u22219738@utp.edu.pe, c25388@utp.edu.pe, c30255@utp.edu.pe

Abstract– *The current study investigates the impact of the integration of the Internet of Things (IoT) on improving academic performance in higher education students during the years 2019- 2023. A systematic literature review is used to address the search problem and 26 relevant studies are identified. Methods include bibliometric data collection and qualitative compilation of results. Findings show a wide variety of tools and effects derived from the implementation of IoT in educational settings, including increased interaction between students and teachers, better resource management, and an enriched educational experience. It is the results of practical implications that are discussed, such as the need for increased support for technological infrastructure and training of teaching staff. Furthermore, the contribution of the study to understanding the emerging role of technology in higher education is highlighted. In conclusion, the importance of exploiting the opportunities offered by IoT to modernize teaching and learning in the university environment is underlined, while addressing challenges such as security and technological acceptance.*

Keywords-- *IoT, Higher education, Students, Technologies, Review.*

Exploración de la implementación del IoT en la educación superior: una revisión sistemática

Yzquierdo-Espinoza Diego¹; Moreno-Ramos Joandri²; Ferrer-Trujillo José³; Cavada-Gutierrez Hugo⁴
^{1,2,3,4}Universidad Tecnológica del Perú, Perú, u21221586@utp.edu.pe, u22219738@utp.edu.pe, c25388@utp.edu.pe,
c30255@utp.edu.pe

Resumen– El actual estudio investiga el impacto de la integración del Internet de las Cosas (IoT) en lo que sería la mejora del rendimiento en lo académico en alumnos de educación universitaria durante los años 2019-2023. Se utiliza una revisión sistematizada de literatura para abordar el problema de búsqueda y se identifican 26 estudios relevantes. Los métodos incluyen la recopilación de información bibliométrica y la compilación cualitativa de los resultados. Los hallazgos muestran una amplia variedad de herramientas y efectos derivados de la implementación de IoT en entornos educativos, incluida una mayor interacción entre estudiantes y profesores, una mejor gestión de los recursos y una experiencia educativa enriquecida. Son los resultados de las implicaciones prácticas lo que se discute, como la necesidad de un mayor apoyo a la infraestructura tecnológica y la formación del personal docente. Además, se destaca la contribución del estudio a la comprensión del papel emergente de la tecnología en la enseñanza superior. En conclusión, se subraya la importancia de explotar las ocasiones que ofrece la IoT para modernizar la enseñanza y así como el aprendizaje en el entorno universitario, al tiempo que se abordan retos como la seguridad y la aceptación tecnológica.

Palabras clave-- IoT, Educación superior, Estudiantes, Tecnologías, Revisión.

I. INTRODUCCIÓN

La evolución de la tecnología ha desempeñado un papel crucial en la transformación de los centros de educación superior hacia entornos inteligentes. Estos entornos se caracterizan por el uso del Internet de las Cosas (IoT), la digitalización en la nube y tecnologías emergentes como blockchain. Estas tecnologías han permitido crear infraestructuras más conectadas e interactivas, facilitando tanto la gestión administrativa como el conjunto de procedimientos de aprendizaje-enseñanza.

Diversos autores han destacado la importancia del IoT y el manejo de la inteligencia artificial (IA) en la capacitación universitaria [1] [2] [3]. Estas tecnologías permiten un manejo más preciso de los medios y servicios en los campus, desde la iluminación y climatización hasta la seguridad y gestión de espacios. La inteligencia artificial, por su parte, aporta herramientas de análisis de datos que pueden personalizar la experiencia educativa, adaptando los contenidos y tácticas de enseñanza a las necesidades específicas de los alumnos.

Es por ello, que en la actualidad nace la necesidad de infraestructuras informáticas robustas y de conectividad para la IoT, como punto fundamental para garantizar el funcionamiento óptimo de los campus inteligentes [4] [5]. Sin una infraestructura sólida, la implementación de estas tecnologías puede verse limitada, afectando la calidad de los servicios ofrecidos. Además, la conectividad constante y de alta velocidad es esencial para aguantar la gran cuantía de dispositivos entrelazados y el traslado de información en tiempo actual-real.

Por otro lado, la experiencia de usuario (UX) y el enfoque basado en retos en la formación profesional son aspectos críticos del IoT los cuales han sido discutidos por autores especializados en el campo académico [6] [7]. Estos enfoques buscan involucrar más activamente a los estudiantes, haciendo el aprendizaje más relevante y práctico. Un buen diseño de UX puede mejorar la relación de los alumnos con los soportes digitales, facilitando su uso y aumentando la satisfacción del usuario. El enfoque basado en retos, por su parte, promueve el desarrollo de habilidades críticas y creativas, preparando mejor a los estudiantes para enfrentar problemas reales.

Otro punto mencionado en la literatura disponible es el impacto del big data, la IoT y el e-learning en el contexto de las universidades inteligentes [8] [9]. En el caso de la big data, es una herramienta que concede examinar vastos volúmenes de información para identificar patrones y preferencias que pueden optimizar las decisiones académicas y administrativas. Mientras tanto, el IoT constituye una utilidad que simplifica la recolección de datos en tiempo presente. La conjugación de ambas herramientas tecnológicas genera la viabilidad de un proceso de e-learning ofreciendo flexibilidad y accesibilidad, y dejando a los universitarios alcanzar a recursos educativos desde el lugar necesario.

La convergencia de estas tecnologías es evidente en algunas investigaciones [10] [11], las cuales analizan el aprendizaje inteligente y proponen arquitecturas innovadoras basadas en blockchain para el sistema educativo. El blockchain, con su capacidad para ofrecer seguridad y transparencia, es particularmente valioso para el análisis de registros y la autenticación de documentación acreditadora, proporcionando una solución confiable frente a problemas de fraude y falsificación.

Además, se debe resaltar el rol decisivo de la tecnología IoT en la supervisión y análisis flexible del proceso de aprendizaje. Esto incluye desde el monitoreo del rendimiento de los estudiantes hasta la gestión de recursos educativos, permitiendo una adaptación dinámica a las necesidades cambiantes del entorno educativo [12] [13].

Ante dicha relevancia, las iniciativas de cambio digital adoptadas por las entidades de enseñanza avanzada para estar al tanto de las exigencias del mercado laboral son problemáticas de estudio que deben analizarse para lograr entornos de aprendizaje modernos y de vanguardia [14] [15]. Estas iniciativas incluyen la actualización de currículos para incluir competencias digitales, la creación de programas de formación de manera continua y la colaboración con la industria para garantizar para que los alumnos obtengan destrezas importantes.

Tomando en cuenta el panorama expuesto, el presente estudio intenta examinar la situación presente de la

implementación del IoT, y herramientas digitales asociadas, en los centros de educación superior. Se analizan las características esenciales de estos entornos, así como las arquitecturas y tecnologías de comunicaciones más recientes. Particularmente, se destaca el uso de blockchain con el fin de asegurar la protección y transparencia de los datos, un aspecto esencial con el fin de salvaguardar los datos sensibles y asegurar la confianza de los usuarios.

Por lo expresado, se precisa el siguiente problema de investigación: ¿Qué evidencia bibliográfica existe sobre la integración efectiva de tecnologías emergentes, en particular el Internet de las Cosas (IoT), en el entorno de la educación superior? Este problema de investigación invita a explorar no solo los beneficios de estas tecnologías, sino también los desafíos que presentan, como la resistencia al cambio, Las inquietudes sobre protección y confidencialidad, y las barreras para la adopción y acceso a estas tecnologías.

II. METODOLOGÍA

A. Tipo de estudio

Esta investigación se ha realizado empleando un método numérico con el fin de llevar a cabo una evaluación completa de la bibliografía relacionada con la herramienta PRISMA (Elementos de Información Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis). La herramienta PRISMA fue delineada en 2009 para proporcionar un marco que permitiera informar de manera transparente sobre el propósito, los métodos y los hallazgos de las revisiones sistemáticas [16, 17].

También, destacar que los análisis sistemáticos son un tipo específico de estudio en la rama médica en la que los estudios primarios originales son las unidades de análisis [18]. A causa de los progresos en la técnica y el vocabulario de estas evaluaciones, se emitió una revisión en 2020 [19]. Además, en

[20] se exploró el cumplimiento de las directrices de conducta y presentación de informes en revisiones rápidas, destacando la importancia de una notificación adecuada para mejorar la transparencia en este tipo de revisiones. Cabe resaltar que el estudio utilizó el "Método LIA" para organizar datos en revisiones sistemáticas usando Excel, y se detalló el uso de tablas dinámicas, formularios y código en Visual Basic en un diseño de investigación-acción con muestreo no probabilístico por conveniencia [21].

Asimismo, una revisión de alcance para mapear la investigación sobre la adopción y el impacto de la Declaración PRISMA y sus extensiones, [22] evidenció que la presentación de informes de muchos elementos aún es subóptima. Finalmente, se abordó la importancia de basar las revisiones sistemáticas en un protocolo detallado y bien descrito, destacando el papel de la guía PRISMA 2015 en este proceso [23].

Además, en [24] se resalta la relevancia sobre las evaluaciones metódicas con análisis combinados en la generación de la mejor evidencia científica sobre intervenciones sanitarias, subrayando la importancia de mejorar la integridad en

la presentación de informes mediante la guía PRISMA. De manera conjunta, estas investigaciones destacan la relevancia de una presentación transparente y completa de las revisiones sistemáticas y metaanálisis para garantizando su valor y utilidad para los usuarios.

B. Recopilación de datos

Las fuentes de información consultada fueron en la base de datos: Scopus. Respecto al inicio de la búsqueda se emplearon los campos de Artículo, Título, Resumen y Palabras Clave para la búsqueda de estrategias, y se implementaron términos clave en la exploración como: "IoT" OR "Internet of things" AND "Higher education".

C. Selección de estudios y criterios de elegibilidad

Luego, se implementaron diversos criterios tanto de inclusión, como de exclusión, así como, se ilustra en la Tabla I:

TABLA I
CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN SOBRE ESTUDIOS

Nº	Criterios aplicados en la revisión sistemática
CR1	Título o resumen con variables de interés.
CR2	Palabras clave relacionadas con las variables.
CR3	Fecha de publicación dentro del periodo establecido.
CR4	Documentos solo artículos originales.
CR5	Disponibilidad en idiomas admitidos y versión completa.
CR6	La investigación está disponible en su totalidad en formato de acceso abierto.

D. Flujoograma PRISMA

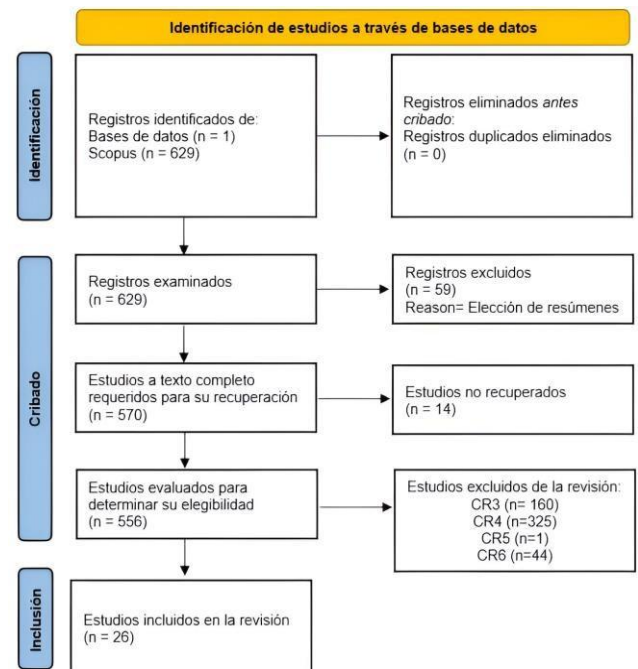


Fig. 1 Sistematización con respecto a los pasos de PRISMA

En este sentido, consulte la "Tabla II", la cual detalla la cadena de búsqueda avanzada utilizada en la base de dato revisada. Esto no solo permite evidenciar el trabajo realizado en el presente estudio, sino también replicar la búsqueda.

TABLA II CADENA DE BÚSQUEDA AVANZADA	
Base de dato	Cadena final
Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("IoT" OR "Internet of Things") AND TITLE-ABS-KEY ("Higher education")) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Portuguese")) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))

E. Proceso de extracción de datos

Tras establecer los criterios de inclusión y exclusión, se identificaron 26 estudios que cumplían con los parámetros para su análisis. Para reunir los datos correspondientes, se empleó una hoja de cálculo donde se registraron diversos elementos bibliométricos estandarizados de cada estudio, como el autor, el año de publicación y el idioma, entre otros aspectos significativos. Adicionalmente, se organizaron y tabularon los contenidos de los estudios utilizando tablas dinámicas, lo que facilitó la detección de las herramientas tecnológicas vinculadas al IoT en el sector de la capacitación universitaria. Del mismo modo, se realizaron evaluaciones de los hallazgos de los estudios para resaltar los impactos de la implementación del IoT en la educación superior.

III. RESULTADOS

A. Análisis bibliométrico

La Fig. 2 ilustra el análisis bibliométrico en función del año de publicación. Se observa un pico notable en las publicaciones relacionadas con la ejecución del IoT en la capacitación superior en el año 2022, esto se debe a las implementaciones tecnológicas que se tuvo pasar tras la pandemia, con un total de 10 publicaciones equivalente al 39%, en comparación con solo el 12% que son las 3 publicaciones en el año 2019.



Fig. 2 Análisis bibliométrico basado en el año de publicación.

La Fig. 3 presenta el análisis bibliométrico según el origen de cada investigación. Se destaca que las publicaciones relacionadas con la implementación del IoT en la educación superior tienen una mayor incidencia en China con el 26.9% en el gráfico se puede identificar como la zona más oscurecida. Asimismo, este es seguido por Rumania con un 15.4% y Tailandia con el 11.5% del total de los artículos incluidos.

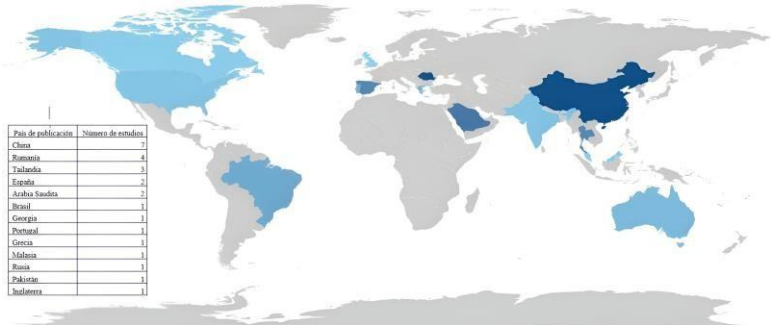


Fig. 3 Evaluación bibliométrica según la procedencia de los artículos revela patrones significativos.

La Fig. 4 presenta un gráfico de tres campos que permite interpretar la interrelación entre tres variables distintas. En la columna derecha se encuentran las "DE", que representan palabras clave, mientras que en la columna izquierda se ubican las "SO", correspondientes a las revistas. Este gráfico es muy útil para los investigadores, ya que les permite verificar la precisión de la relación entre cada indicador, observándose también la correspondencia con los autores "AU". En este caso, el autor que tiene más relevancia en la temática de la investigación es "wannapiroon p", la cual, en palabras claves que más utiliza es: internet of things, digital activity portfolio; en cambio, sus investigaciones están plasmadas en revistas como: International Journal of Advanced and Applied Sciences y International Journal of Emerging Technologies in Learning.

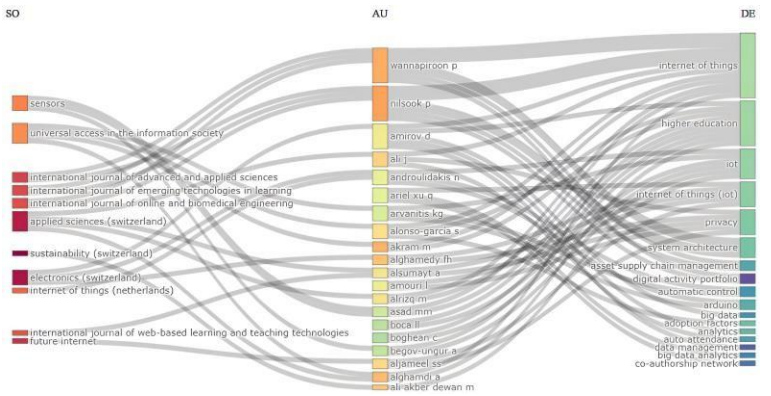


Fig. 4 Three field plot.

En la Fig. 5 se puede apreciar las revistas incluidas en la revisión. Las revistas Sustainability (Switzerland), IEEE Access, Applied Sciences (Switzerland), Frontiers in

Psychology, y Sensors son publicaciones destacadas que ofrecen alta visibilidad y accesibilidad a través del acceso abierto. Sustainability y Applied Sciences cubren una amplia gama de disciplinas y han demostrado un crecimiento en su factor de impacto, siendo reconocidas por la rapidez en la evaluación y publicación de artículos. IEEE Access es notable en el ámbito de la ingeniería y las ciencias de la computación, facilitando la publicación de investigaciones innovadoras. Frontiers in Psychology se destaca por su rigor en la revisión por pares y su alto impacto en el campo de la psicología, mientras que Sensors es una de las revistas más citadas en tecnología de sensores.



Fig. 5 Análisis bibliométrico basado en el recuento de publicaciones por revista académica.

La exploración bibliométrica, según la afiliación del autor principal, se presenta en Fig. 6. La Bucharest University of Economic Studies (ASE) es destacada en Rumanía, ubicándose como la mejor en economía y ciencias económicas, con una significativa presencia en ciencias ambientales y ciencias de la computación. La Technical University of Cluj-Napoca se distingue especialmente en ciencias de la computación, ocupando el tercer lugar en Rumanía y el 1046 a nivel mundial, destacando en áreas como inteligencia artificial y telecomunicaciones. La Universiti Teknologi Malaysia es una de las principales universidades de Malasia en tecnología y ciencias aplicadas, reconocida en Asia y más allá. La University of Granada, en España, es conocida internacionalmente por su investigación en ciencias de la computación y tecnologías de la información. Por último, la Teesside University del Reino Unido, aunque menos conocida globalmente, está ganando reputación en investigación tecnológica, especialmente en ingeniería y ciencias aplicadas.

Estas instituciones son valoradas por su producción académica y contribuciones a la investigación en áreas tecnológicas clave.

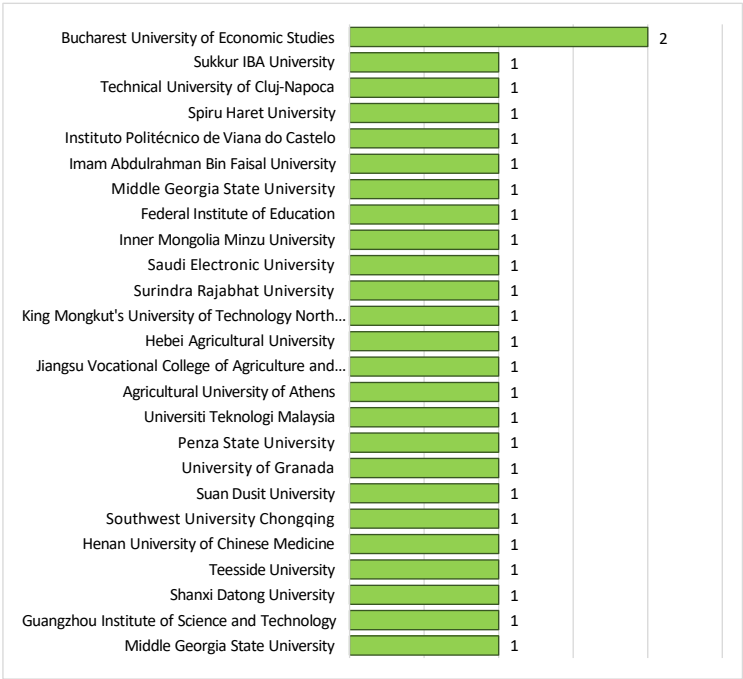


Fig. 6 El análisis bibliométrico según el recuento de estudios por afiliación del autor principal.

En esta sección, se examinan tres aspectos de la revisión sistemática siendo un gráfico de tres campos. Primero, se analizan las revistas que se han encontrado implicados en la investigación, luego se revisa en función de los años de publicación. De manera particular, se presenta la base de datos (línea) a lo largo de los años y en relación con las revistas. Por ejemplo, en 2023, la revista "International Journal of Network Management" publicó un artículo que está indexado en Scopus.

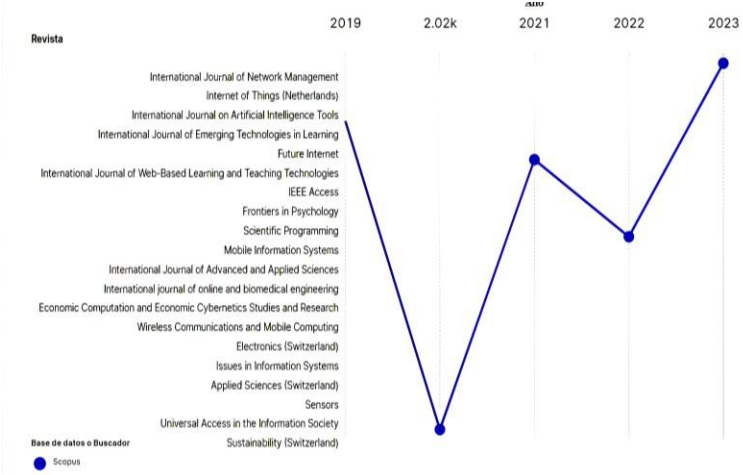


Fig. 7 Gráfico de la relación entre la base de dato y los años de publicación de las revistas.

[illegible]

B. Análisis de contenido

Por otro lado, otras herramientas menos comunes también se emplearon en algunas investigaciones. Por ejemplo, Petri nets se utilizó en un estudio para modelar sistemas de aprendizaje [28]. Asimismo, el uso de SEM (Structural Equation Modelling) fue evidenciado por [27] en su investigación sobre la efectividad del aprendizaje virtual. Además, se encontró que herramientas como ASCMS (Asset Supply Chain Management System), U-learning, SNA (Social Network Analysis), DT (Decision Tree), E-learning,

TABLA III
HERRAMIENTAS DESCUBIERTAS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL IoT EN
LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Al respecto, de la Tabla IV se observa hallazgos de investigaciones indagadas, mismos que, precisan la implementación de diversas mejoras tecnológicas en el contexto educativo universitario revelando una serie de efectos significativos. Por ejemplo, en [31] mejoraron la detección de errores en el sistema, lo que condujo a una mayor fiabilidad en las universidades. Además, en [32] facilitaron la interacción entre docentes y alumnos, mejorando la eficacia del proceso educativo. Asimismo, como es que promovieron la responsabilidad individual de los estudiantes en su aprendizaje, aumentando la autoestima y la participación activa [33]. En, [34] permitieron una comprensión más profunda de los principios agrícolas, fomentando la participación y comprensión de los estudiantes. Además, observar cómo se facilitó la conectividad y la interacción en el aula, estimulando la creatividad y el pensamiento crítico [35].

6

En concordancia con lo mencionado, la aplicación de la Internet de las Cosas (IoT) en el sector de la enseñanza universitaria ha sido objeto de estudio por varios investigadores, cuyos hallazgos contribuyen significativamente a nuestra comprensión del impacto y las implicaciones de esta tecnología. En línea con las investigaciones previamente mencionadas, se destaca el trabajo de [38], quienes resaltan cómo las soluciones de aprendizaje móvil facilitan el acceso a recursos educativos actualizados y mejoran la comunicación entre estudiantes.

Asimismo, en la investigación de, [39] han demostrado cómo la adopción efectiva de la IoT puede individualizar y mejorar la vivencia de formación, aumentando así la satisfacción y el rendimiento estudiantil. Por otro lado, se ha abordado la problemática de la retención estudiantil y han identificado estrategias clave para reducir las tasas de abandono en entornos educativos basados en tecnología [40].

En un contexto financiero, se subraya la importancia de una gestión financiera eficiente para maximizar el retorno de inversión en tecnologías educativas basadas en IoT [41]. Además, se han explorado los desafíos de seguridad de datos en entornos educativos conectados, enfatizando la urgencia de salvaguardar la intimidad y la integridad de la información estudiantil [42]. Por otro lado, se han investigado cómo la integración de IoT puede enriquecer la enseñanza de disciplinas específicas, como la música, mediante herramientas interactivas y personalizadas [43].

En una línea similar, también se ha observado cómo las plataformas de aprendizaje inteligentes pueden mejorar la experiencia en el aula, proporcionando un acceso fácil y eficiente a recursos educativos digitales [44]. Además, han explorado el potencial de IoT para elevar el nivel educativo en contextos en vías de desarrollo, al ofrecer acceso a recursos educativos en línea y apoyo docente remoto [45]. Por otro lado, también se precisa el uso de IoT para mejorar la recolección y observación de valores educativos, destacando su potencial para informar la toma de resoluciones fundamentadas en evidencia en instituciones educativas [46].

En otro aspecto, han determinado cómo las plataformas de aprendizaje virtual pueden estimular la creatividad y la innovación dentro del salón de clases, ofreciendo acceso a recursos educativos diversificados y colaborativos [47]. Asimismo, explorando cómo los métodos de exploración de datos pueden renovar la percepción del rendimiento estudiantil y la eficacia de las intervenciones educativas [48]. Finalmente, concretando como la integración de múltiples canales de enseñanza puede mejorar la accesibilidad y la eficacia del aprendizaje en entornos educativos conectados [49].

En ese sentido, estos estudios complementan nuestra comprensión de los resultados de la IoT en la enseñanza universitaria, enfatizando su potencial para transformar el desarrollo de formación e instrucción durante la integración de tecnologías innovadoras y tácticas pedagógicas efectivas. La combinación de estos descubrimientos ofrece un fundamento

robusto para posteriores investigaciones e incremento en este campo en insistente crecimiento. Por ejemplo, observar luz sobre las posibilidades de la IoT para la creación de entornos de aprendizaje personalizados y adaptables [50], lo que puede mejorar significativamente la vivencia educativa, tanto para alumnos como para profesores.

TABLA IV
HALLAZGOS APLICATIVOS Y DE CORRELACIÓN SOBRE LA
IMPLEMENTACIÓN DEL IoT EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Hallazgos	Nº estudios
Académico	13
Mejora en el rendimiento académico	5
Calidad de enseñanza	7
Adquisición de habilidades técnicas	1
Eficiencia	11
Adaptación y satisfacción	6
Gestión de información	4
Resolución de problemas	1
Correlación	1
Relación entre el IoT y el desempeño académico	1

La literatura analizada subraya el uso de arquitecturas avanzadas y tecnologías complementarias para lograr entornos educativos inteligentes. Las herramientas identificadas, además del IoT como principal, incluyen la integración de Big Data (BD) y el e-learning para optimizar decisiones académicas y administrativas, permitiendo la recolección de datos en tiempo real. Además, la tecnología blockchain es un elemento diferenciador crucial para ofrecer seguridad y transparencia en el análisis de registros y la autenticación de documentación acreditadora, combatiendo el fraude y la falsificación. Otras implementaciones concretas incluyen el uso de ASCMS (Asset Supply Chain Management System), SRM (Student Relationship Management), y el desarrollo de plataformas de aprendizaje inteligentes que mejoran la experiencia en el aula.

La viabilidad y eficacia de las soluciones basadas en IoT están respaldadas por la evidencia recopilada, que apunta a mejoras significativas en el rendimiento académico y la eficiencia operativa. Se ha demostrado que estas tecnologías facilitan una mayor interacción entre estudiantes y profesores, ofrecen personalización del aprendizaje al adaptar contenidos y tácticas a las necesidades específicas de los alumnos, y permiten una mejor gestión de los recursos. Por ejemplo, se han evidenciado mejoras específicas como la detección de errores en el sistema y la promoción de la responsabilidad individual del estudiante. La evidencia de estos efectos positivos se encuentra tabulada en los hallazgos aplicados y de correlación (Tabla IV).

IV. CONCLUSIÓN

Esta revisión sistemática ha explorado la connotación latente del Internet de las Cosas (IoT) en la productividad

universitaria de los alumnos de instrucción superior durante el período comprendido entre 2019 y 2023. Mediante la evaluación exhaustiva de una variedad extensa de estudios, se ha demostrado que la integración efectiva de tecnologías emergentes, como la IoT, en el entorno universitario puede ofrecer numerosos beneficios. Estos incluyen la personalización del aprendizaje, la mejora de la sencillez a los medios educacionales, la optimización de la gestión de infraestructuras y recursos, y el fomento de la cooperación entre alumnos y profesores. Los retos principales identificados giran en torno a la necesidad de infraestructuras informáticas robustas y de conectividad para garantizar el funcionamiento óptimo de los campus inteligentes. Además, las inquietudes sobre protección y confidencialidad de los datos sensibles son centrales. También existe el desafío de la aceptación tecnológica y la resistencia al cambio por parte de la comunidad universitaria, así como la necesidad de fomentar la inclusión digital para asegurar que todos los estudiantes se benefician. Asimismo, se ha observado que la adopción de la IoT puede abordar desafíos importantes vinculados con la protección de la información y la aceptación de la tecnología. Sin embargo, se ha identificado la necesidad de abordar las preocupaciones sobre la privacidad y la gestión de datos, así como de fomentar la inclusión digital para asegurar que todos los estudiantes obtengan ventajas por igual de estas innovaciones tecnológicas. Finalmente, este estudio ofrece una base firme para investigaciones y avances venideros en el ámbito de la tecnología educativa, destacando el potencial transformador de la IoT con el objetivo de mejorar la calidad de la experiencia académica y el desempeño académico de los estudiantes.

REFERENCIAS

- [1] R. Saadé, J. Zhang, X. Wang, H. Liu, and H. Guan, "Challenges and Opportunities in the Internet of Intelligence of Things in Higher Education—Towards Bridging Theory and Practice," *IoT*, vol. 4, no. 3, pp. 430–465, Sep. 2023, doi: 10.3390/IOT4030019.
- [2] B. Tabuenca, V. García-Alcántara, C. Gilarranz-Casado, and S. Barrado-Aguirre, "Fostering environmental awareness with smart IoT planters in campuses," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 8, Apr. 2020, doi: 10.3390/S20082227.
- [3] S. Natek and D. Lesjak, "INTERNET OF THINGS IN HIGHER EDUCATION," *Issues in Information Systems*, vol. 20, no. 1, pp. 75–84, 2020, doi: 10.48009/2_IIS_2020_75-84.
- [4] M. Mustafa, M. Isa, U. Rauf, M. Ismail, M. Shukran, M. Khairuddin, N. Wahab, and N. Safar, "Student Perception Study On Smart Campus: A Case Study On Higher Education Institution," *Malaysian Journal of Computer Science*, vol. 2021, no. Special Issue 1, pp. 1–20, 2021, doi: 10.22452/MJCS.SP2021NO1.1.
- [5] T. Fernández-Caramés and P. Fraga-Lamas, "Towards Next Generation Teaching, Learning, and Context-Aware Applications for Higher Education: A Review on Blockchain, IoT, Fog and Edge Computing Enabled Smart Campuses and Universities," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 21, p. 4479, Oct. 2019, doi: 10.3390/APP9214479.
- [6] Y. Gutiérrez-Martínez, R. Bustamante-Bello, S. Navarro-Tuch, A. López-Aguilar, A. Molina, and I. Longoria, "A challenge-based learning experience in industrial engineering in the framework of education 4.0," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 17, Sep. 2021, doi: 10.3390/SU13179867.
- [7] A. Mbombo and N. Cavus, "Smart University: A University In the Technological Age," *TEM Journal*, vol. 10, no. 1, pp. 13–17, Feb. 2021, doi: 10.18421/TEM101-02.
- [8] E. Soegoto, H. Soegoto, D. Soegoto, S. Soegoto, A. Rafidhi, H. Saputra, and D. Oktafiani, "A systematic Literature Review of Internet of Things for Higher Education: Architecture and Implementation," *Indonesian Journal of Science and Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 511–528, 2022, doi: 10.17509/IJOST.V7I3.51464.
- [9] P. Martins, S. Lopes, A. da Cruz, and A. Curado, "Towards a smart & sustainable campus: An application-oriented architecture to streamline digitization and strengthen sustainability in academia," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 6, Mar. 2021, doi: 10.3390/SU13063189.
- [10] X. Chen, D. Zou, H. Xie, and F. Wang, "Past, present, and future of smart learning: a topic-based bibliometric analysis," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 18, no. 1, pp. 1–29, Jan. 2021, doi: 10.1186/S41239-020-00239-6.
- [11] T. Alam and M. Benaida, "Blockchain and internet of things in higher education," *Universal Journal of Educational Research*, vol. 8, no. 5, pp. 2164–2174, May 2020, doi: 10.13189/UJER.2020.080556.
- [12] C. Chueapram, K. Kamata, T. Rueangphaisan, Y. Srisupawong, and N. Kamata, "Development of the Smart Transformer Detection Learning Kit Using IoT," *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 12, no. 11, pp. 1191–1197, Nov. 2022, doi: 10.18178/IJIE.2022.12.11.1738.
- [13] N. Cavus, S. Mrwebi, I. Ibrahim, T. Modupeola, and A. Reeves, "Internet of Things and Its Applications to Smart Campus: A Systematic Literature Review," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 16, no. 23, pp. 17–35, 2022, doi: 10.3991/IJIM.V16I23.36215.
- [14] R. Bucea-Manea-țoni, L. Vasile, R. Stănescu, and A. Moanță, "Artificial Intelligence Potential in Higher Education Institutions Enhanced Learning Environment in Romania and Serbia," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 10, May 2022, doi: 10.3390/SU14105842.
- [15] A. Fernández, B. Gómez, K. Binjaku, and E. Meçe, "Digital transformation initiatives in higher education institutions: A multivocal literature review," *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 28, no. 10, pp. 12351–12382, Mar. 2023, doi: 10.1007/S10639-022-11544-0/FIGURES/16.
- [16] G. Urrútia and X. Bonfill, "Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metanálisis," *Med Clin (Barc)*, vol. 135, no. 11, pp. 1–5, Sep. 2010, doi: 10.1016/J.RECESP.2021.06.016.
- [17] M. Pag, J. McKenzie, P. Bossuyt, I. Boutron, T. Hoffmann, and C. Mulrow, "A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas," *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, vol. 46, 2022, doi: 10.26633/RPSP.2022.112.
- [18] I. Ferreira, G. Urrútia, and P. Alonso-Coello, "Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación," *Rev Esp Cardiol*, vol. 64, no. 8, pp. 688–696, Aug. 2011, doi: 10.1016/J.RECESP.2011.03.029.
- [19] A. Ciapponi, "La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para reportar revisiones sistemáticas," *Evidencia - actualización en la práctica ambulatoria*, vol. 24, no. 3, pp. e002139–e002139, Aug. 2021, doi: 10.51987/EVIDENCIA.V24I4.6960.
- [20] S. Kelly, D. Moher, and T. Clifford, "Quality of conduct and reporting in rapid reviews: An exploration of compliance with PRISMA and AMSTAR guidelines," *Syst Rev*, vol. 5, no. 1, pp. 1–19, May 2016, doi: 10.1186/S13643-016-0258-9.
- [21] G. Miñan, J. Moreno, and X. Fernández, "LIA Method for the Application of Microsoft Excel in Data Tabulation in Systematic Reviews," *CEUR Workshop Proc*, vol. 3691, 2023, Accessed: Jun. 14, 2024. [Online]. Available: <https://ceur-ws.org/Vol-3691/paper3.pdf>
- [22] M. Page and D. Moher, "Evaluations of the uptake and impact of the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Statement and extensions: A scoping review," *Syst Rev*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, Dec. 2017, doi: 10.1186/S13643-017-0663-8.
- [23] D. Mohe, L. Shamseer, M. Clarke, D. Ghersi, and A. Liberati, "Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis

- protocols (PRISMA-P) 2015 statement,” *Syst Rev*, vol. 4, no. 1, pp. 148–160, 2016, doi: 10.1186/2046-4053-4-1.
- [24] B. Hutton, F. Catalá-López, and D. Moher, “La extensión de la declaración PRISMA para revisiones sistemáticas que incorporan metaanálisis en red: PRISMA-NMA,” *Med Clin (Barc)*, vol. 147, no. 6, pp. 262–266, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.MEDCLI.2016.02.025.
- [25] J. Wang and Z. Yu, “Smart Educational Learning Strategy with the Internet of Things in Higher Education System,” *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, vol. 31, no. 5, Aug. 2022, doi: 10.1142/S0218213021401011.
- [26] J. Ali, S. Madni, M. Jahangeer, and M. Danish, “IoT Adoption Model for E-Learning in Higher Education Institutes: A Case Study in Saudi Arabia,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 12, Jun. 2023, doi: 10.3390/SU15129748.
- [27] M. Asad, A. Naz, A. Shaikh, M. Alrizq, M. Akram, and A. Alghamdi, “Investigating the impact of IoT-Based smart laboratories on students’ academic performance in higher education,” *Univers Access Inf Soc*, 2022, doi: 10.1007/S10209-022-00944-1.
- [28] R. Bucea-Manea, L. Vasile, R. Stănescu, and A. Moanță, “Creating IoT-Enriched Learner-Centered Environments in Sports Science Higher Education during the Pandemic,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 7, Apr. 2022, doi: 10.3390/SU14074339.
- [29] A. Currall, S. Lopes, J. Mendes, and A. Curado, “Joining Sustainable Design and Internet of Things Technologies on Campus: The IPVC Smartbottle Practical Case,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 10, May 2022, doi: 10.3390/SU14105922.
- [30] J. Zhong, H. Chen, Q. Zhang, and W. He, “Discussion and Application of Blockchain Technology in Information Management of Internet of Things in Smart Lab,” *Mobile Information Systems*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/1038526.
- [31] L. Boca, E. Ciortea, C. Boghean, A. Begov-Ungur, F. Boghean, and V. Dădărlat, “An IoT System Proposed for Higher Education: Approaches and Challenges in Economics, Computational Linguistics, and Engineering,” *Sensors*, vol. 23, no. 14, Jul. 2023, doi: 10.3390/S23146272.
- [32] L. Ionescu-Feleagă, B. Ștefan, and M. Bunea, “Exploring the romanian students’ intention to use the internet of things for sustainable education,” *Econ Comput Econ Cybern Stud Res*, vol. 55, no. 2, pp. 109–123, 2021, doi: 10.24818/18423264/55.2.21.07.
- [33] R. Laoha, P. Wannapiroon, and P. Nilsook, “The system architecture of digital activity portfolio via internet of things for digital university,” *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, vol. 6, no. 2, pp. 81–86, Feb. 2019, doi: 10.21833/IJAAS.2019.02.012.
- [34] D. Loukatos, N. Androulidakis, K. Arvanitis, K. Peppas, and E. Chondrogiannis, “Using Open Tools to Transform Retired Equipment into Powerful Engineering Education Instruments: A Smart Agri-IoT Control Example,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 11, no. 6, Mar. 2022, doi: 10.3390/ELECTRONICS11060855.
- [35] M. Mircea, M. Stoica, and B. Ghilic-Micu, “Investigating the Impact of the Internet of Things in Higher Education Environment,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 33396–33409, Jan. 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3060964.
- [36] V. Mkrtchian, L. Gamidullaeva, A. Finogeev, S. Chernyshenko, V. Chernyshenko, D. Amirov, and I. Potapova, “Big data and internet of things (IoT) technologies’ influence on higher education: Current state and future prospects,” *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, vol. 16, no. 5, pp. 137–157, 2021, doi: 10.4018/IJWLTT.20210901.OA8.
- [37] J. Romero-Rodríguez, S. Alonso-García, J. Marín-Marín, and G. Gómez-García, “Considerations on the Implications of the Internet of Things in Spanish Universities: The Usefulness Perceived by Professors,” *Future Internet*, vol. 12, no. 123, pp. 1–13, Jul. 2020, doi: 10.3390/FI12080123.
- [38] N. El-Haggag, L. Amouri, A. Alsumayt, F. Alghamedy, and S. Aljameel, “The Effectiveness and Privacy Preservation of IoT on Ubiquitous Learning: Modern Learning Paradigm to Enhance Higher Education,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 15, Aug. 2023, doi: 10.3390/AP13159003.
- [39] K. Floyd and Z. Sandoval, “IoT influence in higher education learning,” *Issues in Information Systems*, vol. 23, no. 4, pp. 312–316, 2022, doi: 10.48009/4_IIS_2022_126.
- [40] F. Freitas, F. Vasconcelos, S. Peixoto, H. Hassan, D. Ali, V. de Albuquerque, and P. Rebouças, “IoT system for school dropout prediction using machine learning techniques based on socioeconomic data,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 9, no. 10, pp. 1–14, Oct. 2020, doi: 10.3390/ELECTRONICS9101613.
- [41] Y. Guo, “Design of University Financial Information System Based on Data Mining Technology and IoT,” *Wirel Commun Mob Comput*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/6830608.
- [42] W. Kuandee, P. Nilsook, and P. Wannapiroon, “Asset supply chain management system-based IoT technology for higher education institutions,” *International journal of online and biomedical engineering*, vol. 15, no. 3, pp. 4–20, 2019, doi: 10.3991/IJOE.V15I03.8533.
- [43] Q. Li, H. Liu, and X. Zhao, “IoT Networks-Aided Perception Vocal Music Singing Learning System and Piano Teaching with Edge Computing,” *Mobile Information Systems*, vol. 2023, 2023, doi: 10.1155/2023/2074890.
- [44] J. Liu, C. Wang, and X. Xiao, “Internet of Things (IoT) Technology for the Development of Intelligent Decision Support Education Platform,” *Sci Program*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6482088.
- [45] S. Madni, J. Ali, H. Husnain, M. Masum, S. Mustafa, J. Shuja, M. Maray, and S. Hosseini, “Factors Influencing the Adoption of IoT for E-Learning in Higher Educational Institutes in Developing Countries,” *Front Psychol*, vol. 13, Jul. 2022, doi: 10.3389/FPSYG.2022.915596/FULL.
- [46] N. Songsom, P. Nilsook, P. Wannapiroon, C. Fung, and K. Wong, “System architecture of a student relationship management system using Internet of Things to collect digital footprint of higher education institutions,” *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 14, no. 23, pp. 125–140, 2019, doi: 10.3991/IJET.V14I23.11066.
- [47] X. Wang and J. Li, “Construction of Virtual Simulation College Students Innovation and Entrepreneurship Platform Using Internet of Things Technology,” *Mobile Information Systems*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/7931417.
- [48] Q. Xu and V. Chang, “Co-authorship network and the correlation with academic performance,” *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 12, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.IOT.2020.100307.
- [49] S. Yang and S. Zhu, “Thinking and exploration of the teaching mode of empirical accounting course based on the Internet of Things and deep learning,” *International Journal of Network Management*, 2023, doi: 10.1002/NEM.2242.
- [50] A. Zaballos, A. Briones, A. Massa, P. Centelles, and V. Caballero, “A smart campus’ digital twin for sustainable comfort monitoring,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 21, pp. 1–33, Nov. 2020, doi: 10.3390/SU12219196.