

14

INTEGRACIÓN

DE LAS REDES 6G E IOT EN LA EDUCACIÓN 4.0

INTEGRACIÓN

DE LAS REDES 6G E IOT EN LA EDUCACIÓN 4.0

INTEGRATION OF 6G AND IOT NETWORKS IN EDUCATION 4.0

Elizabeth del Rocío Loor-Quimíz¹

E-mail: eloor@istvr.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5256-9226>

Leonardo García-Correa¹

E-mail: lgarcia@istvr.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9309-5496>

Nicole Carolina Díaz-Guevara¹

E-mail: ndiaz@istvr.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5040-6385>

¹ Instituto Superior Tecnológico Vicente Rocafuerte. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Loor-Quimíz, E. R., García-Correa, L., & Díaz-Guevara, N. C. (2025). Integración de las redes 6G e IoT en la educación 4.0. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 4(1), 150-158.

RESUMEN

Este estudio se examinan varios estudios que integran las tecnologías IoT y redes 6G con la educación 4.0. Se identifican además otras tecnologías disruptivas que serán importantes de implementar en planes de estudios de la educación tecnológica. Se realizó una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos, utilizando las palabras clave con su respectiva lógica de búsqueda, aplicando filtros para la determinar elección o eliminación, llegando a 38 artículos. Los resultados muestran un creciente interés en el potencial de estas tecnologías para transformar la educación, aunque la investigación específica en este ámbito aún es limitada. Se identificaron oportunidades para mejorar la personalización del aprendizaje, la colaboración entre estudiantes y la preparación para el futuro laboral especialmente con las tecnologías disruptivas. En conclusión, es más factible realizar la integración de la educación 4.0 con el IoT y las redes 6G todavía están en desarrollo junto a la industria 5.0.

Palabras clave:

IoT, 6G, educación 4.0.

ABSTRACT

This study examines several studies that integrate IoT technologies and 6G networks with education 4.0. Other disruptive technologies are also identified that will be important to implement in technological education curricula. An exhaustive search was carried out in various databases, using keywords with their respective search logic, applying filters to determine selection or elimination, reaching 38 articles. The results show growing interest in the potential of these technologies to transform education, although specific research in this area is still limited. Opportunities were identified to improve the personalization of learning, collaboration between students and preparation for the future of work, especially with disruptive technologies. In conclusion, it is more feasible to integrate education 4.0 with the IoT and 6G networks are still under development alongside industry 5.0.

Keywords:

IoT, 6G, education 4.0.

INTRODUCCIÓN

Según Master Marketing Valencia (2024), desde el nacimiento del internet por el año 1969 con la creación de Arpanet, ha evolucionado y se ha convertido en la red mundial de dispositivos conectados. Vargas (2024), señala que en 1990, Nicolas Pappin desarrolla el primer navegador web llamado WorldWideWeb, que entraría en discordia con lo desarrollado por Tim Berners-Lee quien creó el protocolo HTTP. Pasaron 9 años para que, en 1999, Kevin Ashton, pionero en trabajos de identificación de radiofrecuencia implantara el término Internet de las cosas (IoT), señala Vargas (2024). Según Statista (2024), en 2023 había alrededor de 15.14 mil millones de dispositivos de Internet de las Cosas (IoT) conectados en el mundo. Se espera que esta cifra se duplique para el año 2030, alcanzando los 30 mil millones.

Por otro lado, la primera red móvil comercial automatizada fue lanzada en Japón por Nippon Telegraph and Telephone (NTT) en el año 1979, según Rodríguez (2005). A partir de entonces, la tecnología móvil ha evolucionado rápidamente, pasando por las generaciones 2G (GSM), 3G (UMTS), 4G (LTE) y la 5G actual. Movistar (2023), señala que con la 1G arrancan las llamadas de voz, con la 2G aparecieron los mensajes de texto, las bases para los smartphones y video-llamadas aparecieron con la 3G, la 4G promovió la expansión de datos y llamadas por internet, finalmente la 5G sirvió para el aumento significativo de la velocidad y revoluciona el concepto del IoT. La red 6G está en desarrollo, no se ha implementado y puede aparecer en el año 2030.

De estas tecnologías, no puede apartarse la educación tecnológica donde los alumnos deben entender cómo funciona esta red y cómo se integran con dispositivos IoT, para crear soluciones innovadoras. Según Rosique (2012), hemos cambiado en Latinoamérica desde la educación 1.0 donde era del tipo estática y unidireccional con estudiantes receptores y pasivos, a la educación 2.0 que es colaborativa y participativa, donde los estudiantes se convirtieron en protagonistas de su propio aprendizaje, utilizando herramientas web para investigar, crear contenido y compartir ideas con sus compañeros y profesores. Estamos lejos de la educación 3.0 que es personalizada y adaptable, de acuerdo con las necesidades individuales de cada estudiante. Aquí es donde intervendrá la inteligencia artificial (IA) que permitirá crear experiencias de aprendizaje más dinámicas e interactivas. Estas nuevas tecnologías tienen el potencial de transformar la educación tecnológica, creando experiencias más interactivas y efectivas. Mientras que González Pérez & Ramírez (2021), señalan que la educación 4.0 es fundamental para garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, donde se promoverá oportunidades de aprendizaje y reducir el impacto negativo de la pandemia de COVID-19 y los problemas sociales que originó.

Bajo ese contexto, se necesita saber cómo se pueden integrar las redes 6G e IoT en la educación 4.0 para crear experiencias de aprendizaje interactivas y efectivas? La red 6G todavía no está en uso generalizado, por lo tanto, realizando este estudio, las instituciones educativas pueden estar mejor preparadas para aprovechar al máximo su potencial cuando sea una realidad.

Las redes 6G son la sexta generación de tecnología inalámbrica, sucesora de la 5G. Se espera que esta nueva generación de redes móviles ofrezca altas velocidades y latencia en microsegundos. Patel & Jain (2021), señalan que un aspecto de destacar será la combinación del mundo físico y humano, debido a la proliferación de sensores e inteligencia artificial/aprendizaje automático (IA/ML) combinados con gemelos digitales y actualización sincrónica en tiempo real. El espectro es esencial para proporcionar conectividad de radio. Se espera que estas bandas lleguen de 7 a 20 GHz para celdas urbanas al aire libre. Las bandas bajas de 470 a 694 MHz proporcionarán cobertura máxima, mientras que la sub-THz aumentará la velocidad de los datos, superando los 100 Gbps. En la figura 1, se observa la evolución de las redes G.

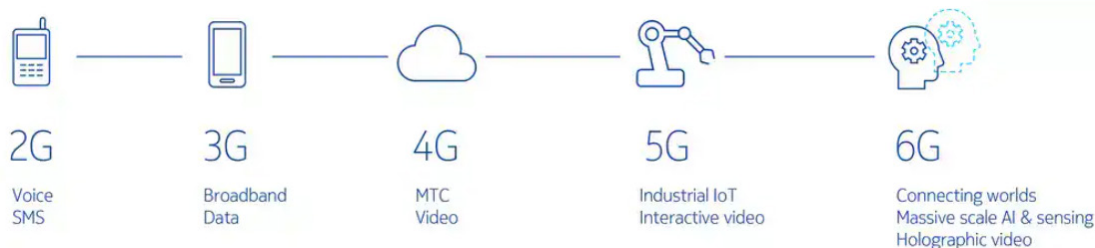


Figura 1. Visión de Nokia para la red 6G.

En las futuras redes de comunicación inalámbrica, la movilidad debe ser abordada con una mayor robustez para mantener altas tasas de datos en dispositivos altamente móviles, como aviones o trenes de alta velocidad, sin interrupciones en la comunicación. En cuanto a la conectividad masiva, se prevé que se implementen tecnologías como la comunicación de tipo máquina sin interacción humana, donde se espera que las redes puedan soportar un gran número

de dispositivos IoT sin precedentes, lo que requerirá el desarrollo de nuevas técnicas de acceso múltiple para acomodar esta cantidad masiva de dispositivos.

Cuando esta red esté activa, los requisitos para esta red serían como la conectividad ubicua, latencia ultrabaja, comunicación holográfica y en THz, internet táctil y el internet de las cosas industrial y espacial, en cuanto a los desafíos, se clasifican en cinco categorías: tecnología de la comunicación, naturaleza de red, tecnología de computación, industria y servicios inteligentes, señala Campos (2022).

La conectividad de IoT permite la percepción, toma de decisiones y reacciones. El número de dispositivos IoT activos ha aumentado significativamente y se espera que continúe creciendo en los próximos años. Los dispositivos IoT se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde automatización del hogar hasta monitoreo ambiental, agricultura, salud y gestión energética inteligente, indican Hercog et al. (2023). Hasta la integración con tecnologías espaciales para exploración y viajes futuros, enfocándose en comunicaciones satelitales y computación en la nube, señalan Kua et al. (2021).

Santoyo et al. (2018), mencionan que el IoT moderniza el ámbito educativo, desprendiéndose de la enseñanza tradicional, para mejorar la calidad del aprendizaje y aumentar la productividad. Además, se destaca que el IoT constituye la próxima evolución del internet, con la capacidad de reunir, analizar y distribuir datos para convertirlos en conocimiento e información.

Otro concepto sobre la educación 3.0 se refiere a la red semántica, donde la comunicación se enriquece con metadatos semánticos para mejorar la inteligencia de la información. Por otro lado, la educación 4.0 busca moverse hacia la web ubicua que está en constante movimiento, para unir las inteligencias de tal manera que personas y cosas se comuniquen, generando decisiones, aquí es donde aparece la IoT, señalan Muñoz et al. (2021). Para llegar a este tipo de educación, Ramírez et al. (2022), resaltan la necesidad de adaptar las prácticas pedagógicas y la infraestructura educativa a las exigencias de la sociedad actual, esto conculda con Zambrano & Chancay (2024), que hacen énfasis en identificar los

desafíos como la brecha digital y la disparidad en el acceso a recursos tecnológicos.

Con la educación 4.0 se incluyen la integración de componentes educativos acordes a la industria 4.0 donde se involucran diferentes actores del sistema educativo en prácticas pedagógicas flexibles y tecnológicas, sin perder de vista a las competencias del siglo XXI como el pensamiento crítico, creatividad, comunicación, resolución de problemas y competencias digitales, que se deben desarrollar en los estudiantes a través de enfoques pedagógicos innovadores y el uso de tecnologías emergentes como la IA, robótica educativa y programación. En ese sentido, la tecnología actúa como facilitadora para fomentar el aprendizaje autónomo, la creatividad, la innovación y la adaptabilidad en un entorno educativo colaborativo e interactivo, señalan González-Pérez & Ramírez (2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se plantea una revisión sistemática donde se realizó la búsqueda de artículos de acceso abierto en base de datos como IEEE, ProQuest, Science Direct, Scopus, Taylor Francis y Web de la ciencia donde se obtuvieron la mayoría de los artículos. Las palabras claves utilizadas son IoT, redes 6G y educación 4.0. Se realizó la tabla 1 con el número de artículos encontrados en cada base de datos con su respectiva lógica de búsqueda, eliminando duplicados, los artículos de pago y estudios de hace 10 años o más.

Luego se revisó cada artículo para eliminar los artículos donde no se integran las tres palabras claves. Se creó una plantilla de extracción de datos en Excel con la información relevante de cada artículo como autor, título, año, revista, principal hallazgo y observaciones importantes. Se utilizó la herramienta Voyant Tool para crear la tabla 2 que sirvió para determinar las palabras más frecuentes de los artículos elegidos por base de datos, la oblicuidad que tiene que ver con la asimetría o sesgo de la distribución de las frecuencias de las palabras clave en el conjunto de artículos y la frecuencia relativa. Finalmente, con los artículos que quedan se determinan los principales hallazgos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cada base de datos se aplica la lógica de búsqueda, en la tabla 1 se muestran los resultados.

Tabla 1. Número de artículos según base de datos.

Base de datos	Lógica de búsqueda	Artículos	Observaciones
IEEE	"Todos los metadatos":IoT) AND ("Todos los metadatos":6G) Y ("Todos los metadatos":education 4.0	5	
ProQuest	"IoT" and "6G" and "education 4.0"	18	
Science Direct	"IoT" and "6G" and "education 4.0"	3	Un artículo es de pago

Scopus	TITLE-ABS-KEY (IoT y 6G y educación 4.0)	2	Un artículo es de pago
Taylor Francis	IoT and 6G and education 4.0	5	1 paper retirado, 1 paper de 1948, 1 paper no tiene que ver con el tema
Web de la ciencia	IoT and 6G and education 4.0	11	
Total		44	
Duplicados		39	

Con la herramienta Voyant Tools se elabora la tabla 2 para determinar el conteo y oblicuidad de los términos clave. Se consiguen 44 artículos, después de eliminar los duplicados y los que no estaban relacionados con el estudio, se llegó a 38 artículos.

Según la tabla 2, sobre los artículos conseguidos en la base de datos de la IEEE se centran en las tecnologías de la información y la comunicación en el contexto de la Industria 4.0 y los gemelos digitales. Si bien las fuentes reconocen la importancia de las tecnologías 6G e IoT en la Industria 4.0, no se extienden su aplicación específica en la educación 4.0. La mayoría de los artículos se refieren a la tecnología 6G, en un artículo predomina el IoT y la educación 4.0 no aparece en un artículo.

Entre las investigaciones se propone un nuevo enfoque para minimizar el tiempo de recarga de dispositivos en una red de sensores inalámbricos utilizando solo la información del estado del canal estadístico (SCSI) (Souto et al., 2024); otro estudio presenta un marco basado en codificadores automáticos para facilitar el monitoreo de las condiciones de salud de la máquina (MHC) en una fábrica inteligente utilizando IoT industrial y dispositivos RIS (Hoang et al., 2022); se describen arquitecturas de hardware eficientes en cuanto a latencia y área para un detector de índice de Pietra-Ricci (PRIDe)(Pereira et al., 2024); se investiga un sistema MIMO masivo (mMIMO) en interiores con franjas de radio para cargar de forma inalámbrica dispositivos que requieren mucha energía(Lopez et al., 2022)we leverage energy beamforming for powering multiple user equipments (UEs; finalmente se presenta una encuesta sobre tecnologías habilitadoras, desafíos, tendencias y perspectivas futuras de los gemelos digitales (DT)(Mihai et al., 2022).

Tabla 2. Conteo y oblicuidad de las palabras clave.

Número artículos	Base datos	Palabras clave	Conteo	Oblicuidad
5	IEEE	IoT	141	1,9
		6G	50	0,6
		education	7	-0,2
18	ProQuest	IoT	313	3,5
		6G	193	4,2
		education	1306	1,1
3	ScienceDirect	IoT	58	1,7
		6G	18	1,7
		education	42	1,7
1	Scopus	IoT	45	0
		6G	55	0
		education	8	0
8	Web of Science	IoT	963	0,8
		6G	548	1,2
		education	21	2,3
4	Taylor	IoT	0	0
		6G	10	1,3
		education	8	1,2

En la base de datos ProQuest, los artículos se centran en gran medida en las tecnologías disruptivas para la educación 4.0 e incluyen debates sobre 6G e IoT. Sin embargo, ninguna de las fuentes proporcionadas realiza estudios específicos sobre la integración de las redes 6G e IoT en la educación 4.0. Por otro lado, algunos estudios exploran cómo las tecnologías de la Industria 5.0 pueden ayudar a superar las interrupciones en la cadena de suministro (Agrawal et al., 2024), los desafíos y oportunidades en la transición de la Industria 4.0 a la Sociedad 5.0 (Mourtzis et al., 2022) y

como los hogares inteligentes serán importantes para las sociedades sostenibles (Alqahtani et al., 2022). Sobre la IA se señala que está transformando la forma en que las personas interactúan en los sectores corporativo, de consumo y profesional y junto a la tecnología 5G y otras tecnologías móviles se volverán altamente disruptivas y revolucionarán el panorama en todos los sectores en los próximos años (Beltozar-Clemente et al., 2023), inclusive la 5G sirvió para analizar consumo de energía en redes vehiculares (Merzougui et al., 2024). Un estudio revela un creciente interés en Big Data en educación, especialmente en China, con foco en aplicaciones para docentes, estudiantes y negocios (Prahani et al., 2023)(figura 2).

Se explora el papel de las tecnologías emergentes para los museos virtuales (ViM), incluyendo la realidad aumentada (RA) (Luther et al., 2023); así como su uso en turismo y conservación (Ariza-Colpas et al., 2023). También aparece el concepto de metaverso que se define como un ecosistema digital donde individuos y organizaciones colaboran en un enfoque centrado en el ser humano para crear valor personalizado. La tendencia global es hacia el cambio tecnológico disruptivo donde identifican cinco categorías clave: convergencia tecnológica, automatización e inteligencia artificial (IA), biotecnología, nanotecnología, etcétera.

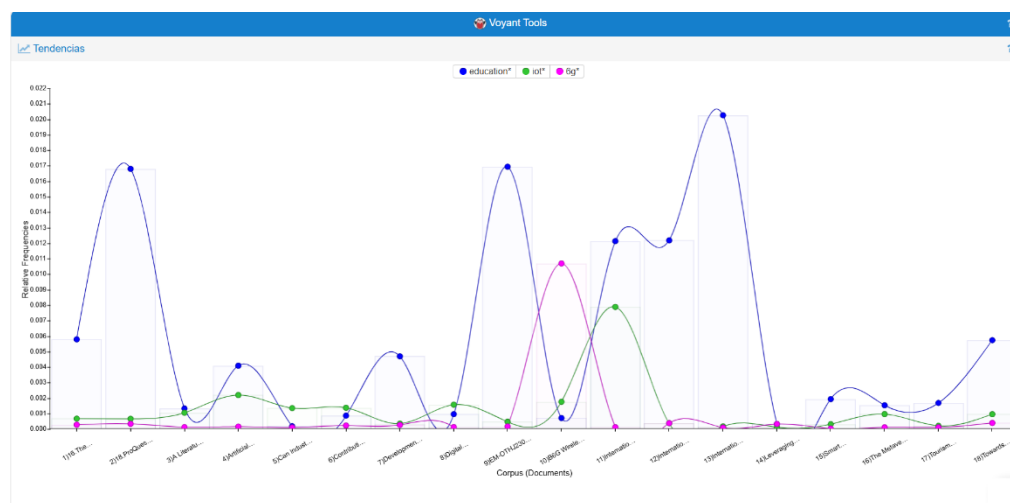


Figura 2. Frecuencia relativa con los términos IoT, 6G y educación según artículos con base de datos ProQuest.

Finalmente, se analiza cómo las tecnologías digitales están revolucionando la educación. Destaca la importancia de desarrollar habilidades socioemocionales en los docentes y de integrar tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza. Además, subraya la necesidad de una formación integral que abarque aspectos éticos, de seguridad y sostenibilidad en el uso de las tecnologías digitales (Kadhim et al., 2023).

Para las fuentes de ScienceDirect coinciden en destacar la integración de múltiples tecnologías como un factor clave en la evolución de la industria, también en la importancia de la transformación digital en la configuración del futuro de la industria y el trabajo como del factor humano (Wang et al., 2022; Kolade & Owoseni, 2022). En la base de datos de Web of Science la educación 4.0 es poco considerada, diferente a IoT. Se discuten extensamente las tecnologías 6G e IoT y su relación como la tendencia en diseño de amplificadores de bajo ruido (LNA); así como el diseño de red no terrestre (NTN) impulsada por computación de borde móvil (Liu et al., 2022), pero no se enfocan en la integración de estas tecnologías en la educación 4.0. Se menciona la educación 4.0 como un área de interés en la investigación y desarrollo de la tecnología 6G que tendrá mayor velocidad de datos, menor latencia y mayor eficiencia energética (Qadir et al., 2023), pero no se profundiza en la integración específica con IoT. Los casos de uso de 6G e IoT que se presentan en las fuentes se centran en áreas como la automatización industrial utilizando redes neuronales, la atención médica, las ciudades inteligentes, la gestión de recursos (Ceballos Magán, 2019), así como la relación de 6G y el blockchain donde se establecen desafíos de eficiencia y privacidad en la gestión de datos (Shen et al., 2022). Aunque algunos artículos mencionan la importancia de la inteligencia artificial (IA) y la explicable (XAI) para mejorar la transparencia e interpretabilidad de dichos sistemas en el contexto de la creciente adopción de IoT (Jagatheesaperumal et al., 2022). Sin embargo, no se establece una conexión explícita con la educación 4.0.

Con respecto a los artículos obtenido de la base de datos Taylor & Francis las tecnologías de IoT y 6G comparan la relación más fuerte, ya que ambas se identifican como tecnologías habilitadoras clave para la industria 5.0 que se presenta como un desafío (Sahoo et al., 2024). Existe un artículo donde se trata la computación en la nube como generador de identidad (Chawki, 2024). La conexión entre IoT y la educación también es significativa, dada

la creciente demanda de habilidades relacionadas con el IoT en el mercado laboral. Con respecto a la base de datos de Scopus, solamente se consiguió un artículo, el cual se centra en la seguridad de las comunicaciones 6G en el contexto de la Industria 4.0, utilizando la tecnología blockchain como solución (Shahzad et al., 2022). Si bien menciona el IoT y 6G, no aborda directamente el tema de la educación.

CONCLUSIONES

En este estudio, es importante tener en cuenta que las fuentes proporcionadas se centran en los aspectos tecnológicos e industriales del IoT y 6G. La necesidad de desarrollar habilidades digitales para la Industria 4.0 sugiere una relación directa entre la educación y el IoT.

Las redes 6G están en desarrollo y están más relacionadas con la IoT, cuando estén activas se presentarán varios desafíos como tecnología de la comunicación y computación, industria y servicios inteligentes.

La base de datos a base de datos ProQuest contiene artículos que discuten tecnologías disruptivas para la educación 4.0, incluyendo 6G e IoT, pero no se encontraron estudios específicos sobre su integración. Las bases de datos de ScienceDirect, Web of Science, Taylor & Francis y Scopus presentan artículos que exploran las tecnologías 6G e IoT en áreas como la automatización industrial, la atención médica, las ciudades inteligentes y la gestión de recursos, pero no se enfocan en la educación 4.0.

La educación 4.0 es ampliamente discutida y su integración con las tecnologías IoT y 6G es una tendencia emergente y aún en desarrollo, lo que da pie a seguir investigando. Futuras investigaciones podrían centrarse en el desarrollo de modelos pedagógicos innovadores que aprovechen las características únicas de las redes 6G e IoT, así como la evaluación del impacto de estas tecnologías en el aprendizaje de estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawal, S., Agrawal, R., Kumar, A., Luthra, S., & Garza-Reyes, J. A. (2024). Can industry 5.0 technologies overcome supply chain disruptions?—a perspective study on pandemics, war, and climate change issues. *Operations Management Research*, 17(2), 453–468. <https://doi.org/10.1007/s12063-023-00410-y>
- Alqahtani, E., Janbi, N., Sharaf, S., & Mehmood, R. (2022). Smart Homes and Families to Enable Sustainable Societies: A Data-Driven Approach for Multi-Perspective Parameter Discovery Using BERT Modelling. *Sustainability (Switzerland)*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/su142013534>
- Ariza-Colpas, P. P., Piñeres-Melo, M. A., Morales-Ortega, R. C., Rodríguez-Bonilla, A. F., Butt-Aziz, S., Naz, S., Contreras-Chinchilla, L. del C., Romero-Mestre, M., & Vacca Ascanio, R. A. (2023). Tourism and Conservation Empowered by Augmented Reality: A Scientometric Analysis Based on the Science Tree Metaphor. *Sustainability (Switzerland)*, 15(24). <https://doi.org/10.3390/su152416847>
- Beltozar-Clemente, S., Iparraguirre-Villanueva, O., Pucuhayla-Revatta, F., Sierra-Liñan, F., Zapata-Paulini, J., & Cabanillas-Carbonell, M. (2023). Contributions of the 5G Network with Respect to Decent Work and Economic Growth (Sustainable Development Goal 8): A Systematic Review of the Literature. *Sustainability (Switzerland)*, 15(22). <https://doi.org/10.3390/su152215776>
- Ceballos Magán, L. (2019). Desarrollo de un sistema de autenticación para control de acceso mediante tecnología Bluetooth. (Trabajo de fin de grado). Universidad Carlos III de Madrid.
- Chawki, M. (2024). An effective cloud computing model enhancing privacy in cloud computing. *Information Security Journal*, 33(6), 635–658. <https://doi.org/10.1080/19393555.2024.2307637>
- González-Pérez, L.I., & Ramírez-Montoya, M.S. (2021). Components of Education 4.0 in 21st Century Skills Frameworks: Systematic Review. *Sustainability*, 14. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/15/6739>
- Hoang, T. M., Dinh-Van, S., Barn, B., Trestian, R., & Nguyen, H. X. (2022). RIS-Aided Smart Manufacturing: Information Transmission and Machine Health Monitoring. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(22), 22930–22943. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3187189>
- Jagatheesaperumal, S. K., Pham, Q. V., Ruby, R., Yang, Z., Xu, C., & Zhang, Z. (2022). Explainable AI Over the Internet of Things (IoT): Overview, State-of-the-Art and Future Directions. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 3, 2106–2136. <https://doi.org/10.1109/OJCOMS.2022.3215676>
- Santoyo, J., Carrillo, E., & Samper, J. (2018). State of the art about use of IoT in education. (Ponencia). Proceedings of ACM EATIS conference. Fortaleza, Brazil.
- Kadhim, J. Q., Aljazaery, I. A., & AL-Rikabi, H. T. S. (2023). Enhancement of Online Education in Engineering College Based on Mobile Wireless Communication Networks and IOT. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(1), 176–200. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i01.35987>

- Kolade, O., & Owoseni, A. (2022). Employment 5.0: The work of the future and the future of work. *Technology in Society*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.tech-soc.2022.102086>
- Kua, J., Arora, C., Loke, S. W., Fernando, N., & Ranaweera, C. (2021). Internet of Things in Space: A Review of Opportunities and Challenges from Satellite-Aided Computing to Digitally-Enhanced Space Living. *Sensors*, 21(23). <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/23/8117>
- Liu, C., Feng, W., Tao, X., & Ge, N. (2022). MEC-Empowered Non-Terrestrial Network for 6G Wide-Area Time-Sensitive Internet of Things. *Engineering*, 8, 96–107. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.11.002>
- Lopez, O. L., Kumar, D., Souza, R. D., Popovski, P., Tolli, A., & Latva-Aho, M. (2022). Massive MIMO With Radio Stripes for Indoor Wireless Energy Transfer. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 21(9), 7088–7104. <https://doi.org/10.1109/TWC.2022.3154428>
- Luther, W., Baloian, N., Biella, D., & Sacher, D. (2023). Digital Twins and Enabling Technologies in Museums and Cultural Heritage: An Overview. *Sensors*, 23(3). <https://doi.org/10.3390/s23031583>
- Merzougui, S. E., Limani, X., Gavrielides, A., Palazzi, C. E., & Marquez-Barja, J. (2024). Leveraging 5G Technology to Investigate Energy Consumption and CPU Load at the Edge in Vehicular Networks. *World Electric Vehicle Journal*, 15(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/wevj15040171>
- Mihai, S., Yaqoob, M., Hung, D. V., Davis, W., Towakel, P., Raza, M., Karamanoglu, M., Barn, B., Shetve, D., Prasad, R. V., Venkataraman, H., Trestian, R., & Nguyen, H. X. (2022). Digital Twins: A Survey on Enabling Technologies, Challenges, Trends and Future Prospects. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 24(4), 2255–2291. <https://doi.org/10.1109/COM-ST.2022.3208773>
- Movistar. (2023). Cobertura 5G: La evolución de las redes hasta el 5G+. <https://www.movistar.es/blog/5g/cobertura-5g-evolucion-redes/>
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2022). A Literature Review of the Challenges and Opportunities of the Transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies*, 15(17). <https://doi.org/10.3390/en15176276>
- Muñoz-Guevara, E., Velázquez-García, G. & Barragán-López, J. F. (2021). Análisis sobre la evolución tecnológica hacia la Educación 4.0 y la virtualización de la Educación Superior. *Transdigital*, 2(4), 1–14. <https://doi.org/10.56162/transdigital86>
- Patel, J., & Jain, R. (2021). 6G: A Primer. <https://www.nokia.com/about-us/newsroom/articles/nokias-vision-for-the-6g-era/>
- Pereira, E. J. T., Guimaraes, D. A., & Shrestha, R. (2024). VLSI Architectures and Hardware Implementation of Ultra Low-Latency and Area-Efficient Pietra-Ricci Index Detector for Spectrum Sensing. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, 71(5), 2348–2361. <https://doi.org/10.1109/TCSI.2024.3376952>
- Prahani, B. K., Dawana, I. R., Jatmiko, B., & Amelia, T. (2023). Research Trend of Big Data in Education During the Last 10 Years. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(10), 39–64. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i10.38453>
- Qadir, Z., Le, K. N., Saeed, N., & Munawar, H. S. (2023). Towards 6G Internet of Things: Recent advances, use cases, and open challenges. *ICT Express*, 9(3), 296–312. <https://doi.org/10.1016/j.ict.2022.06.006>
- Ramírez-Montoya, M. S., McGreal, R., & Obiageli Agbu, J.-F. (2022). Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 9–21. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.33843>
- Rodríguez Gámez, O., Hernández Perdomo, R., Torno Hidalgo, L., García Escalona, L., & Rodríguez Romero, R. (2005). Telefonía móvil celular: origen, evolución, perspectivas. *Ciencias Holguín*, 11(1). https://www.redalyc.org/pdf/1815/Resumenes/Resumen_181517913002_1.pdf
- Rosique, R. (2012). Un asomo a la Educación y Web 1.0, 2.0 y 3.0. Educrea. Recuperado de <https://educra.cl/un-asomo-a-la-educacion-y-web-1-0-2-0-y-3-0/>
- Sahoo, P., Saraf, P. K., & Uchil, R. (2024). Identification of challenges to Industry 5.0 adoption in Indian manufacturing firms : an emerging economy perspective. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2024.2382186>
- Shahzad, K., Aseeri, A. O., & Shah, M. A. (2022). A Blockchain-Based Authentication Solution for 6G Communication Security in Tactile Networks. *Electronics (Switzerland)*, 11(9), 1–16. <https://doi.org/10.3390/electronics11091374>
- Shen, X., Liu, D., Huang, C., Xue, L., Yin, H., Zhuang, W., Sun, R., & Ying, B. (2022). Blockchain for Transparent Data Management Toward 6G. *Engineering*, 8, 74–85. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.10.002>
- Souto, V. D., Rosabal, O. M., Montejo-Sanchez, S., Lopez, O. L. A., Alves, H., & Souza, R. D. (2024). An Analog Beamforming Strategy based on Statistical Channel Information for Recharging Wireless Powered Sensor Networks. *IEEE Sensors Journal*, 24(14), 23025–23033. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2024.3405854>

- Statista. (2024). Internet de las cosas (IoT): dispositivos conectados a escala mundial 2015-2027. <https://es.statista.com/temas/6976/el-internet-de-las-cosas-iot/>
- Vargas, B. (2024). ¿Cómo surgió el internet de las cosas?. Universidad de Salamanca. <https://bisite.usal.es/es/blog/formacion/21/04/21/como-surgio-el-internet-de-las-cosas-BISITE>
- Wang, B., Zheng, P., Yin, Y., Shih, A., & Wang, L. (2022). Toward human-centric smart manufacturing: A human-cyber-physical systems (HCPS) perspective. *Journal of Manufacturing Systems*, 63, 471–490. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.05.005>
- Zambrano Mera, I. E., & Chancay García, L. . (2024). Impacto de las tecnologías digitales en el aprendizaje y la enseñanza en entornos educativos. *Revista Qualitas*, 28(28), 54 - 68. <https://doi.org/10.55867/qual28.04>