Información General del Semillero de Investigación	
Facultad: **Ciencias Naturales e Ingeniería FCNI**	
Programa académico: **Ingeniería de Telecomunicaciones**	Grupo(s) de Investigación: **GNET**
Nombre del semillero – Siglas **Semillero de investigación en Sistemas de Telecomunicaciones - SISTEL**	
Líneas de Investigación: **Sistemas de transmisión y recepción**	

Áreas del saber *			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	x	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los Estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en www.uts.edu.co, la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

Información del Docente Líder

Nombre	Documento	Correo electrónico
Johan Leandro Téllez Garzón	1101753049	jtellez@correo.uts.edu.co

Información de los Autores

Nombre	Documento	Correo electrónico
Carlos Andrés Medina Díaz	1099282813	carlosandresmedina@uts.edu.co
William Ferney Castellanos Carrillo	1095819829	wfcastellanos@uts.edu.co

Proyecto

1. Título del proyecto: Implementación educativa para el aprendizaje práctico de redes lora mediante guías estructuradas y suministro de dispositivos tecnológicos IoT al laboratorio de radiocomunicaciones y antenas de la UTS	MODALIDAD DEL PROYECTO **			
	PA	PI	TI	Otra. ¿Cuál?
			x	
	Fecha de terminación del proyecto:			15/08/2023

2. Resumen del trabajo:

El presente trabajo tuvo como propósito proveer dispositivos tecnológicos LoRa y placas de desarrollo, acompañados de la creación de guías de laboratorio, con el fin de facilitar el aprendizaje y la correcta utilización de estas herramientas en el Laboratorio de Radiocomunicaciones de la Universidad. El proyecto se planteó bajo un enfoque exploratorio-descriptivo,

de carácter cualitativo e inductivo, orientado a comprender el impacto de la incorporación de tecnologías emergentes en el aprendizaje práctico de los estudiantes.

La metodología incluyó el diseño y validación de un conjunto de diez guías. Nueve de ellas fueron probadas previamente en laboratorio, asegurando la funcionalidad de los códigos, la claridad en los diagramas de conexión y la inclusión de recomendaciones prácticas que favorecen su implementación. La décima guía, en cambio, se propuso como un banco de ideas para proyectos avanzados, incluyendo la creación de gateways LoRa y servidores, que pueden desarrollarse a partir de los conocimientos adquiridos en las prácticas iniciales.

Los principales resultados muestran que las guías elaboradas constituyen un material didáctico intuitivo, adaptable y orientado a la experimentación, que fomenta tanto el aprendizaje autónomo como la exploración de nuevas aplicaciones en IoT y redes LoRa. Además, se comprobó que la integración de estas tecnologías con plataformas en la nube, así como su visualización local, amplían significativamente las posibilidades de innovación en el ámbito universitario.

3. Objetivo general y objetivos específicos:

Proveer dispositivos tecnológicos LoRa y placas de desarrollo, junto con la creación de guías de laboratorio, con el fin de facilitar el aprendizaje y la correcta utilización de estas herramientas en proyectos de innovación y desarrollo tecnológico

- Desarrollar material didáctico que incluya guías prácticas sobre la tecnología LoRa y su integración con placas de desarrollo en el laboratorio de radiocomunicaciones.
- Implementar ejercicios de comunicación inalámbrica que permitan a los estudiantes transmitir y recibir datos utilizando redes LoRa en diferentes escenarios prácticos.
- Integrar la tecnología LoRa con plataformas IoT mediante la recopilación y monitoreo de datos en línea, utilizando herramientas digitales para su visualización.
- Plantear actividades de exploración autónoma que permitan a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos en nuevos proyectos, utilizando los equipos donados para desarrollar soluciones propias.

4. Análisis de resultados:

El proyecto demostró de manera consistente que es técnicamente viable, pedagógicamente pertinente y económicamente accesible implementar prácticas de radiocomunicaciones e IoT usando módulos de bajo costo (ESP8266 + LoRa RYLR890), integrados dentro de un conjunto de guías de laboratorio validadas y orientadas a la progresión por etapas.

1. Accesibilidad y reducción de barreras

La donación de hardware eliminó el mayor obstáculo de cursos con práctica: el costo. Esto permitió que todos los estudiantes tuvieran acceso igualitario a los equipos, facilitando la experimentación, la repetición de ensayos y el aprendizaje por prueba y error. Este componente hizo posible un laboratorio funcional sin inversión individual.

2. Guías como soporte pedagógico y base replicable

Las guías organizadas de manera progresiva actuaron como un andamiaje didáctico que reduce la carga cognitiva, acelera la curva de aprendizaje y garantiza que cada estudiante pueda partir de un montaje plenamente comprobado. Esto dio seguridad en la fase inicial y fomentó la exploración autónoma en fases avanzadas, reusando código, modificando parámetros y extendiendo topologías.

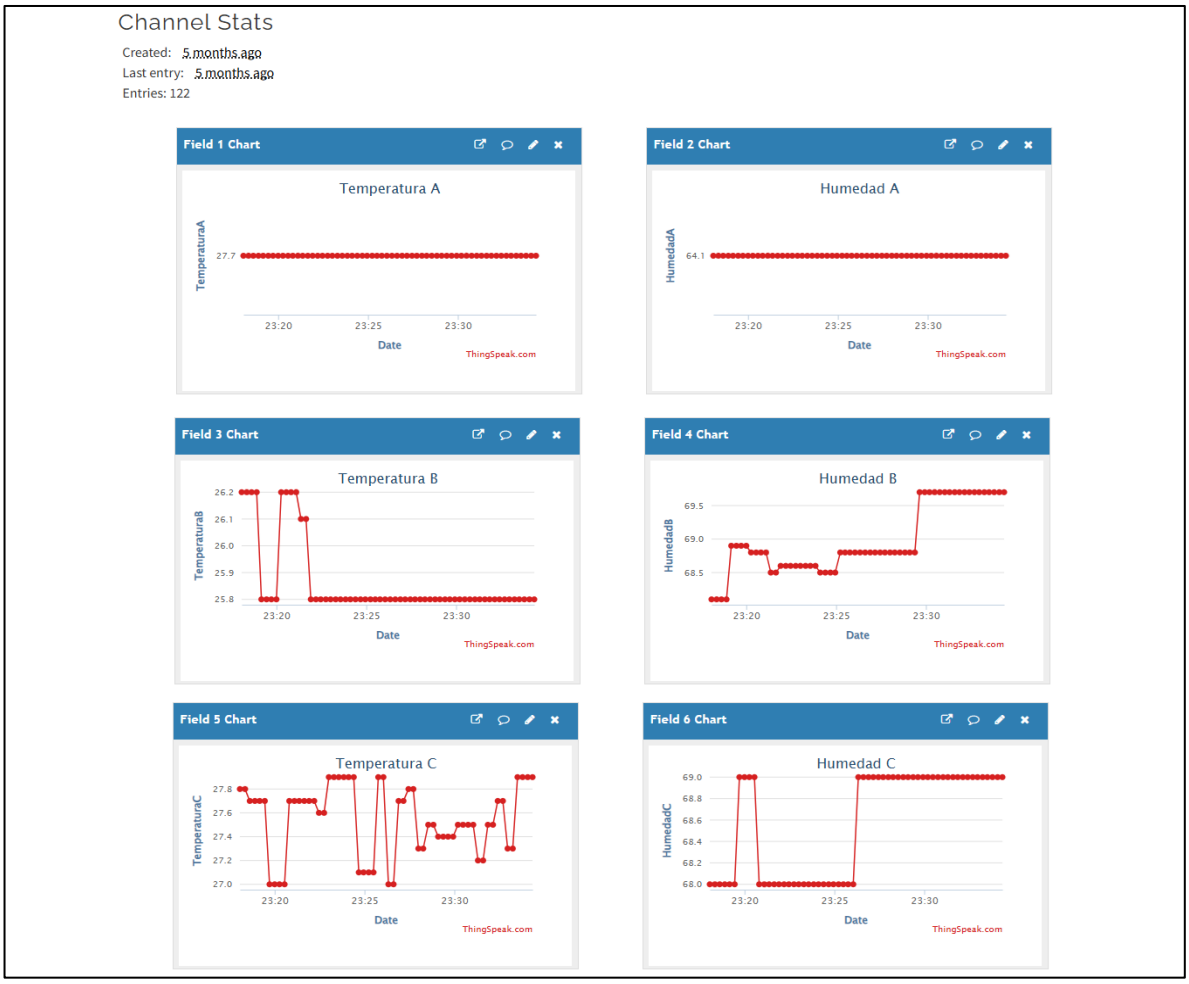
3. Cumplimiento integral de los objetivos del proyecto

Los resultados cubrieron completamente los objetivos:

- Guías probadas que integran teoría, conexión, programación y verificación.
- Prácticas desde punto a punto hasta escenarios multinodo.
- Integración final con la nube mediante ThingSpeak.
- Banco de ideas y estandarización de tramas que permiten extender proyectos.

4. Resultados técnicos más relevantes

Los resultados técnicos demostraron un funcionamiento integral del sistema: el enlace LoRa punto a punto fue estable y confiable, apoyado en filtrado lógico que evitó colisiones e interferencias; el control local y remoto permitió activar cargas de 110 V y aplicar modulación PWM, evidenciando que la red soporta tanto acciones binarias como proporcionales; el sensado y la telemetría se completaron con éxito al capturar datos del DHT11 y transmitirlos a través de la cadena sensor–LoRa–pasarela WiFi–nube; la estimación de distancia mediante RSSI, aunque no precisa, resultó útil para distinguir niveles de proximidad en ejercicios formativos; y finalmente, la operación en escenarios multinodo fue posible gracias al uso de identificadores y tramas delimitadas, junto con la técnica de tiempos escalonados para minimizar colisiones entre transmisores. ThingSpeak mostró datos históricos y tendencias, reforzando el concepto de trazabilidad y flujo IoT completo.La figura siguiente presenta una captura de ThingSpeak que evidencia la recepción simultánea de datos desde tres nodos DHT11 (Nodo A, Nodo B y Nodo C) hacia un único receptor (gateway) que reenvía la información a la plataforma.



Fuente: elaboración propia (2025)

En la figura se observan, en paneles diferenciadas, las gráficas de temperatura y humedad por cada nodo, permitiendo comparar tendencias y verificar la trazabilidad del envío.

5. Pruebas de campo: análisis de propagación

- En LOS urbano, el RSSI disminuye con la distancia pero presenta fluctuaciones por multipath.

- En NLOS, el deterioro es mayor y las variaciones más bruscas, sobre todo en zonas con difracción del edificio.
- SF12 ofrece ventajas claras en NLOS, mientras SF7 es mejor a distancias cortas o con baja obstrucción.
- El modelo log-distancia funciona solo como referencia cualitativa en entornos urbanos.
- El exponente de pérdida n cayó en rangos esperados: 1.4–1.8 (LOS) y 2–3 (NLOS)

6. Pruebas indoor (PER y RTT)

PER aumentó drásticamente de 14% a casi 50% con solo mover el nodo ~1 m, resaltando el impacto del micro-multipath en interiores. RTT presentó bimodalidad (~1.8 s y ~2.1 s), gobernada principalmente por temporizaciones del firmware.

El proyecto articula teoría, experimentación controlada y despliegues reales, generando un laboratorio extensible a LoRaWAN, a más nodos y a análisis de propagación más avanzados. Las guías son escalables, transferibles y permiten fortalecer competencias en radiocomunicaciones, IoT, análisis de datos y diseño experimental.

5. Conclusiones:

El desarrollo de este trabajo permitió evidenciar que la implementación de guías prácticas con dispositivos ESP8266 y módulos LoRa RYLR890 es una estrategia pedagógica efectiva para abordar conceptos de radiocomunicaciones e IoT desde la experiencia directa. La ruta metodológica que integró diseño, instrumentación básica, registro en nube y trazabilidad mediante evidencias facilitó la comprensión de términos técnicos de LoRa y acercó a un contexto real de propagación urbana los contenidos tradicionalmente vistos solo de forma teórica.

Durante la ejecución se enfrentaron desafíos de configuración y operación, en particular la interpretación de parámetros físicos (SF, BW, CR) y el ajuste de la lógica de publicación en el receptor. Estos retos fueron superados mediante guías paso a paso, esquemas de conexión en Fritzing y documentación clara del flujo de datos. Un aporte relevante fue la corrección del comportamiento de “último valor”: al publicar únicamente cuando llegaban paquetes nuevos y gestionar el silencio del canal, se mejoró la calidad de las series registradas en ThingSpeak y se obtuvo evidencia más fiable para el análisis.

Los resultados de campo mostraron que, en escenario LOS, el RSSI decrece con la distancia de manera tendencial, aunque con fluctuaciones propias del entorno urbano (fading y multitrayecto). En escenario NLOS, las pérdidas se intensifican y la variabilidad aumenta debido a difracción y reflexiones en la estructura del edificio. En este contexto, la comparación de parámetros confirmó el compromiso clásico de LoRa: SF7 resultó más conveniente en distancias cortas y con baja obstrucción, mientras que SF12 aportó mayor sensibilidad y robustez en condiciones difíciles, con mejoras observables en los puntos NLOS. Este comportamiento refuerza el criterio de seleccionar SF según el escenario y el objetivo (cobertura vs. Latencia y tiempo de aire).

Un hallazgo importante fue la distinción entre distancia LOS real y la distancia estimada por RSSI. La segunda, derivada de un modelo log-distancia es útil como indicador referencial, pero no sustituye la medición geométrica, especialmente en NLOS donde el multitrayecto rompe la correlación simple RSSI–distancia. Por ello, el análisis cuantitativo adoptó la distancia LOS como referencia, dejando la estimación por RSSI como evidencia cualitativa para discutir limitaciones del modelo. En el mismo sentido, el cálculo del exponente de pérdida (n) arrojó valores coherentes con entornos urbanos: cercanos a 1.4 y 1.8 en situaciones con predominio de LOS y alrededor de 2–3 en presencia de obstrucciones, lo que valida la metodología aplicada y su potencial para ser extendida con más estaciones.

En el contexto urbano donde se realizaron las pruebas —con alta densidad de edificios y obstrucciones el enlace LoRa experimentó atenuación, multitrayecto, limitando su desempeño de largo alcance. En entornos rurales, en cambio, es posible ubicar el nodo en puntos elevados (torre, cerro o azotea despejada), reducir la interferencia y mejorar la línea de vista. Estas condiciones favorecen un RSSI más estable y tasas de entrega superiores. Por ello, la misma solución, optimizada con ubicación estratégica y despeje, puede explotar de forma más efectiva las propiedades de largo alcance de LoRa.

La integración de ThingSpeak aportó no solo como medio de almacenamiento y visualización, sino como mecanismo de trazabilidad. Al concentrar RSSI, temperatura y humedad, junto con capturas de consola y fotografías por estación, fue posible reconstruir la narrativa experimental, debatir hallazgos y fundamentar decisiones de configuración. Este ecosistema, equipo económico, prácticas guiadas, carga a la nube y evidencias, constituye un paquete pedagógico replicable, alineado con escenarios educativos que requieren bajo costo y alta claridad metodológica.

Otro de los retos enfrentados estuvo relacionado con la comunicación entre múltiples nodos, ya que la interferencia en la recepción de datos generaba inconsistencias en la información. La solución consistió en diseñar un sistema de filtrado y estructuración de mensajes que permitió al nodo receptor identificar y procesar únicamente la información proveniente del nodo móvil. Este ajuste fue fundamental para garantizar la confiabilidad de los experimentos y evidenció la importancia de la depuración en entornos reales de transmisión inalámbrica.

Asimismo, la implementación de plataformas IoT como ThingSpeak representó un avance significativo en la integración de los resultados experimentales con entornos de análisis y visualización de datos. Este aspecto no solo aportó al componente técnico, sino también a la validación del potencial pedagógico de las guías, al permitir comprobar que los datos pueden ser enviados, procesados y visualizados en línea.

En términos pedagógicos, aun cuando las guías no han sido entregadas a los estudiantes, las pruebas confirmaron su funcionalidad técnica y su enfoque progresivo. Se espera que, al implementarlas, favorezcan el aprendizaje autónomo, el razonamiento basado en evidencia y el desarrollo de competencias tecnológicas aplicadas a IoT y radiocomunicaciones. El conjunto de decisiones, como la elección del SF según el entorno, el control de publicación en el receptor y la verificación integral de la recepción (payload alfanumérico + T/H) ofrece situaciones didácticas ricas para discutir trade-offs reales.

6. Recomendaciones:

A partir del desarrollo de este trabajo de grado y de los resultados obtenidos, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas tanto a la mejora del proyecto como a la proyección de futuros trabajos:

Validación pedagógica en campo: Se sugiere implementar las guías elaboradas directamente con los estudiantes en el laboratorio de Radiocomunicaciones y Antenas, con el fin de evaluar su impacto real en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta validación permitirá ajustar aspectos de redacción, secuencialidad y dificultad de los ejercicios, de acuerdo con las necesidades de los usuarios finales.

Ampliación del material didáctico: Se recomienda complementar las guías con recursos audiovisuales, como videos tutoriales y simulaciones interactivas, que faciliten la comprensión de los procedimientos y fortalezcan el aprendizaje autónomo.

Fortalecimiento de la infraestructura: Para garantizar la sostenibilidad del proyecto, es necesario dotar al laboratorio con equipos adicionales, tales como módulos LoRa, placas ESP8266 de repuesto, fuentes de alimentación estables y accesorios de conexión. Asimismo, se sugiere considerar la adquisición de antenas de mayor alcance, con el propósito de explorar nuevas aplicaciones y escenarios de transmisión.

Proyección hacia IoT avanzado: Una línea de trabajo futura consiste en integrar los experimentos con plataformas adicionales de Internet de las Cosas (IoT), tales como Node-RED o servidores locales, lo que permitiría a los estudiantes comprender entornos más complejos de análisis y gestión de datos.

Investigación aplicada a contextos reales: Se recomienda extender la aplicación de los dispositivos y guías hacia proyectos comunitarios, por ejemplo, en monitoreo ambiental, sistemas de alerta temprana o control de variables eléctricas en zonas rurales. Esto permitirá comprobar la aplicabilidad del trabajo más allá del ámbito académico, fortaleciendo su impacto social.

Capacitación docente y continuidad académica: Para garantizar la apropiación del conocimiento generado, es necesario realizar talleres de formación dirigidos a los docentes, de modo que el uso de las guías no dependa exclusivamente de un grupo reducido de investigadores. De igual forma, se recomienda incluir este proyecto dentro del banco institucional de prácticas, asegurando su continuidad para futuras cohortes de estudiantes.

7. Bibliografía:

A. Al-Shareeda, M., Abdullah Alsadhan, A., H. Qasim, H., y Manickam, S. (2023). Long range technology for internet of things: review, challenges, and future directions. Bulletin of Electrical Engineering and Informatics, 12(6), 3758–3767. https://doi.org/10.11591/eei.v12i6.5214

AKPAN, E. E., Igwe, A. A., Sylva, W., y Udoh, B. E. (2024). Service System Innovation and Competitiveness In an Emerging Market: The Moderating Role of Managerial Competencies. Gadjah Mada International Journal of Business, 26(1), 83. https://doi.org/10.22146/gamaijb.73482

Al-Faouri, E. H., Abu Huson, Y., Aljawarneh, N. M., y Alqmool, T. jamil. (2024). The Role of Smart Human Resource Management in the Relationship between Technology Application and Innovation Performance. Sustainability, 16(11), 4747. https://doi.org/10.3390/su16114747

Al-Muthanna University / College of Administration and Economics, I. (2025). The Economic Importance of Technological Development in Achieving High Rates of Economic Growth. In Frontline Marketing, Management and Economics Journal. The USA Journals. https://doi.org/10.37547/marketing-fmmej-05-05-03

Alsamani, B., Chatterjee, S., Anjomshoae, A., y Ractham, P. (2022). Smart Space Design–A Framework and an IoT Prototype Implementation. Sustainability, 15(1), 111. https://doi.org/10.3390/su15010111

Andrade, R. O., Yoo, S. G., Tello-Oquendo, L., y Ortiz-Garces, I. (2020). A Comprehensive Study of the IoT Cybersecurity in Smart Cities. IEEE Access, 8, 228922–228941. https://doi.org/10.1109/access.2020.3046442

Anja, y Arinković. (2022). G LOBALIZATION AND ITS I MPACT ON T ECHNOLOGICAL D EVELOPMENT.

Awuku, E., Agyei, P. M., y Gonu, E. (2023). Service innovation practices and customer loyalty in the telecommunication industry. PLOS ONE, 18(3), e0282588. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282588

Beer, P., y Mulder, R. H. (2020). The Effects of Technological Developments on Work and Their Implications for Continuous Vocational Education and Training: A Systematic Review. Frontiers in Psychology, 11. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00918

Centelles, R. P., Freitag, F., Meseguer, R., y Navarro, L. (2021). Beyond the Star of Stars: An Introduction to Multihop and Mesh for LoRa and LoRaWAN. IEEE Pervasive Computing, 20(2), 63–72. https://doi.org/10.1109/mprv.2021.3063443

Comisión Europea. (2018). Directiva (UE) 2018/1972 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, por la que se establece el Código Europeo de las Comunicaciones Electrónicas. Diario Oficial de la Unión Europea. https://www.boe.es/doue/2018/321/L00036-00214.pdf

Congreso de la República de Colombia. (2009). Ley 1341 de 2009 por la cual se regula el uso de tecnologías de la información y las telecomunicaciones en Colombia. Diario Oficial. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913

Creswell, J. W. (2013). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.). SAGE Publications.

Dickson-Deane, C. (2021). Moving practical learning online. Educational Technology Research and Development, 69(1), 235–237. https://doi.org/10.1007/s11423-021-09944-z

Faber, M. J., van der Zwaag, K. M., dos Santos, W. G. V., Rocha, H. R. de O., Segatto, M. E. V., y Silva, J. A. L. (2020). A Theoretical and Experimental Evaluation on the Performance of LoRa Technology. IEEE Sensors Journal, 20(16), 9480–9489. https://doi.org/10.1109/jsen.2020.2987776

Ghazali, M. H. M., Teoh, K., y Rahiman, W. (2021). A Systematic Review of Real-Time Deployments of UAV-Based LoRa Communication Network. IEEE Access, 9, 124817–124830. https://doi.org/10.1109/access.2021.3110872

Helou, G. E., Ibrahim, M., Tawil, R., y Mohanna, Y. (2024). QoS Based IoT Applications in LoRa Networks Using Multi-Dimensional Allocation Strategy. IEEE Access, 12, 178476–178494. https://doi.org/10.1109/access.2024.3506061

Helou, G. E., Ibrahim, M., Tawil, R., y Mohanna, Y. (2024). QoS Based IoT Applications in LoRa Networks Using Multi-Dimensional Allocation Strategy. IEEE Access, 12, 178476–178494. https://doi.org/10.1109/access.2024.3506061

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill.

https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

James, A., Seth, A., y Mukhopadhyay, S. C. (2020). IoT enabled sensor node: a tutorial paper. International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, 13(1), 1–18. https://doi.org/10.21307/ijssis-2020-022

Kabir, M. R., y Ray, S. (2023). Virtual Prototyping for Modern Internet-of-Things Applications: A Survey. IEEE Access, 11, 31384–31398. https://doi.org/10.1109/access.2023.3262499

Kashyap, M., Verma, G., y Sharma, V. (2025). Empowering IoT connectivity with LoRa technology: a deep dive into long-range communication. Engineering Research Express, 7(1), 015429. https://doi.org/10.1088/2631-8695/adbfdd

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Lozano-Osorio, I., Ruiz-Olmedilla, S., Pérez-Marín, D., y Paredes-Velasco, M. (2024). Learning by Teaching: Creation of Tutorials in the Field of Vocational Training. IEEE Transactions on Education, 67(4), 602–609. https://doi.org/10.1109/te.2024.3387336

Mousavi, S. M., Khademzadeh, A., y Rahmani, A. M. (2021). The role of low-power wide-area network technologies in Internet of Things: A systematic and comprehensive review. International Journal of Communication Systems, 35(3). https://doi.org/10.1002/dac.5036

Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. https://www.un.org/es/climatechange/paris-agreement

Osorio, A., Calle, M., Soto, J. D., y Candelo-Becerra, J. E. (2020). Routing in LoRaWAN: Overview and Challenges. IEEE Communications Magazine, 58(6), 72–76. https://doi.org/10.1109/mcom.001.2000053

Piaget, J. (1970). *Psychology and pedagogy*. Viking Press.

Rajendra Prasad, M., Upendra, S., y Nagendra, G. (2020). Implementation of Active Learning Methodology for Engineering Education. Journal of Engineering Education Transformations, 33(0), 414. https://doi.org/10.16920/jeet/2020/v33i0/150198

Sahidon, M. A. D. bin, Huang, H., y Ng, K. H. (2024). Proto.IoT: supporting IoT prototype ideation for non-experts in the classroom. Interactive Learning Environments, 33(1), 579–596. https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2351182

Silva, F. S. D., Neto, E. P., Oliveira, H., Rosario, D., Cerqueira, E., Both, C., Zeadally, S., y Neto, A. V. (2021). A Survey on Long-Range Wide-Area Network Technology Optimizations. IEEE Access, 9, 106079–106106. https://doi.org/10.1109/access.2021.3079095

Sun, Z., Yang, H., Liu, K., Yin, Z., Li, Z., y Xu, W. (2022). Recent Advances in LoRa: A Comprehensive Survey. ACM Transactions on Sensor Networks, 18(4), 1–44. https://doi.org/10.1145/3543856

8. Anexos:

Anexo A Laboratorio 1 - Enviar y recibir mensajes LoRa desde el Monitor Serial.

Anexo B Laboratorio 2 - Activador de Bombillo con Relé y tecnología Lora.

Anexo C Laboratorio 3 - Control de la intensidad de un LED mediante potenciómetro usando comunicación LoRa.

Anexo D Laboratorio 4 - Medición y envío de temperatura y humedad con sensor DHT11 mediante comunicación LoRa.

Anexo E Laboratorio 5 - Medición y estimación de distancia con comunicación LoRa mediante RSSI.

Anexo F Laboratorio 6 - Estimar distancia (RSSI) desde 3 nodos LoRa hacia un receptor.

Anexo G Laboratorio 7 - Envío de temperatura y humedad (DHT11) por LoRa y publicación en ThingSpeak.

Anexo H Laboratorio 8 - Tres nodos DHT11 enviando a un receptor LoRa.

Anexo I Laboratorio 9 - Tres nodos DHT11 → Receptor LoRa → ThingSpeak.

Anexo J - Banco de ideas para el desarrollo de proyectos LoRa e IoT con ESP8266, ESP32, SX1262 y Reyax RYLR890..

*** Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)**
**** PA: Proyecto de Aula; PI: Proyecto Integrador; TI: Trabajo de Investigación**