

Estudio comparativo de estrategias didácticas para la enseñanza de telecomunicaciones en la formación del ingeniero electrónico

Óscar Fernando Vera Cely, Fabián Rolando Jiménez López

**Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Tunja, Colombia**

Resumen

La enseñanza de los esquemas de modulación es un aspecto imprescindible en la formación en ingeniería electrónica, ya que proporcionan los fundamentos para el diseño, implementación y optimización de sistemas de comunicación. La modulación permite la transmisión eficiente de señales en distintos entornos y condiciones de propagación, lo que resulta esencial en aplicaciones como radiofrecuencia, transmisión de datos y sistemas embebidos. Sin embargo, la abstracción matemática y la complejidad de los procesos de modulación y demodulación pueden representar un desafío para los estudiantes.

En esta ponencia, se presenta un estudio comparativo de las estrategias didácticas utilizadas para la enseñanza de esquemas de modulación en estudiantes de séptimo y octavo semestre del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, con el objetivo de mejorar la comprensión conceptual y la aplicación práctica de estos conocimientos. Se analiza el impacto de metodologías basadas en simulaciones con herramientas de software, laboratorios experimentales y recursos interactivos en la enseñanza de modulación en amplitud (AM), la modulación en frecuencia (FM) y esquemas digitales como PSK y QAM.

El estudio se basa en la combinación de teoría, experimentación y simulación. Se implementaron recursos como software especializado (MATLAB®, Simulink™, GNU Radio) para la visualización de señales moduladas y demoduladas, así como el diseño en el laboratorio de circuitos moduladores que permitió observar características reales de la modulación. Además, se incorporaron metodologías de aprendizaje activo, así como el enfoque basado en problemas (PBL), con el fin de fomentar la participación de los estudiantes y potenciar su capacidad de análisis crítico.

Los resultados de la investigación evidencian que el uso de herramientas interactivas y experimentales mejora significativamente la comprensión de los conceptos de modulación, en

comparación con métodos tradicionales basados únicamente en exposiciones teóricas. Se observó un mejoramiento en el desempeño de los estudiantes en evaluaciones teóricas y prácticas, así como un mayor nivel de motivación e interés por la materia.

Finalmente, este trabajo expone los beneficios y desafíos de estas estrategias de enseñanza, así como las oportunidades para su implementación en otros contextos educativos. Se concluye que una aproximación didáctica que integre teoría, experimentación y simulación favorece el aprendizaje significativo y prepara a los estudiantes de manera más efectiva para los desafíos que enfrentan los ingenieros electrónicos en la aplicación de las telecomunicaciones en entornos profesionales.

Palabras clave: educación en ingeniería; estrategias didácticas; formación en telecomunicaciones; herramientas interactivas; aprendizaje activo

Abstract

The teaching of modulation schemes is an essential aspect in the education of electronic engineering students, as it provides the foundation for the design, implementation, and optimization of communication systems. Modulation enables the efficient transmission of signals in various environments and propagation conditions, which is crucial in applications such as radio frequency, data transmission, and embedded systems. However, the mathematical abstraction and complexity of modulation and demodulation processes can pose a challenge for students.

This presentation introduces a comparative study of the teaching strategies used for instruction in modulation schemes among seventh and eighth-semester students of the Electronic Engineering program at the Pedagogical and Technological University of Colombia. The aim is to improve conceptual understanding and practical application of these concepts. The impact of methodologies based on software simulations, experimental laboratories, and interactive resources in teaching amplitude modulation (AM), frequency modulation (FM), and digital schemes such as PSK and QAM is analyzed.

The study integrates theory, experimentation, and simulation. Specialized software tools (MATLAB®, Simulink™, GNU Radio) were used for the visualization of modulated and demodulated signals, along with the design of modulator circuits in the laboratory to observe real characteristics of modulation. Additionally, active learning methodologies and problem-based learning (PBL) approaches were implemented to encourage student participation and enhance critical thinking skills.

The research results show that the use of interactive and experimental tools significantly improves students' understanding of modulation concepts compared to traditional methods based solely on theoretical lectures. Improvements were observed in students' performance on theoretical and practical evaluations, as well as a higher level of motivation and interest in the subject.

Finally, this work highlights the benefits and challenges of these teaching strategies, as well as opportunities for their implementation in other educational contexts. It concludes that a didactic approach that integrates theory, experimentation, and simulation fosters meaningful learning and better prepares students for the challenges electronic engineers face in the application of telecommunications in professional environments.

Keywords: *engineering education; teaching strategies; telecommunications training; interactive tools; active learning*

1. Introducción

Los esquemas de modulación desempeñan un papel fundamental en la formación de ingenieros electrónicos, ya que son esenciales para comprender la forma en que se realiza la transmisión y el procesamiento de información en los sistemas modernos de comunicación. La apropiación conceptual de técnicas de modulación analógicas, como la modulación en amplitud (AM) y la modulación en frecuencia (FM) así como de esquemas digitales como la modulación por desplazamiento de fase (PSK) y la modulación por amplitud en cuadratura (QAM), resulta clave para el diseño, implementación y análisis de tecnologías aplicadas a comunicaciones inalámbricas, los sistemas embebidos y el procesamiento de señales (Haykin, 2002).

No obstante, la enseñanza de estos conceptos representa un reto significativo debido a su carácter matemático abstracto y la complejidad de su implementación en el mundo real. Diversos estudios reportan que muchos estudiantes enfrentan dificultades para conectar el conocimiento teórico con su aplicación práctica, especialmente cuando se emplean métodos exclusivamente expositivos que no promueven la experimentación ni el desarrollo del pensamiento crítico (Alburquerque Guerrero, 2020). Esta problemática se ve agravada por la diversidad de estilos de aprendizaje presentes en las aulas y por la necesidad de formar ingenieros con habilidades prácticas y capacidades de análisis en entornos reales y simulados.

En este contexto, investigaciones recientes en educación en ingeniería han evidenciado la efectividad de metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (PBL – *Problem Based Learning*, por sus siglas en inglés), el aprendizaje experiencial y el uso de herramientas tecnológicas interactivas para favorecer la comprensión profunda de fenómenos complejos (Freeman et al., 2014). La incorporación de plataformas de software como MATLAB®, Simulink™ y GNU Radio en los cursos de comunicaciones ha demostrado ser útil para mejorar la motivación, la participación activa y la capacidad de análisis de los estudiantes, al permitir la visualización y manipulación directa de señales moduladas en entornos virtuales y de laboratorio (Marsh, 2011).

A pesar de las ventajas identificadas, persiste una brecha entre la teoría impartida y la aplicación práctica efectiva de los esquemas de modulación en la formación de ingenieros. En particular, se requiere explorar cómo la integración de metodologías activas, en combinación con recursos tecnológicos y prácticas de laboratorio, puede incidir de manera significativa en la comprensión conceptual y en el desarrollo de competencias profesionales en telecomunicaciones.

Este trabajo presenta el impacto de un estudio de caso sobre la implementación de estrategias pedagógicas que combinan teoría, experimentación en laboratorio y simulación mediante software especializado en los cursos de Comunicaciones I del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja. La propuesta adopta un enfoque de aprendizaje activo, articulado con el aprendizaje basado en problemas (ABP) para fortalecer el pensamiento crítico, el razonamiento lógico y las competencias técnicas en fundamentos de telecomunicaciones en la formación del ingeniero electrónico de la UPTC.

El artículo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 presenta el diseño metodológico de la intervención pedagógica; en la sección 3 se exponen los resultados obtenidos y su análisis; y finalmente, en la sección 4 se discuten las conclusiones y se plantean recomendaciones para futuras investigaciones y aplicaciones en educación en ingeniería.

2. Metodología

Este estudio se enmarcó en un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi-experimental de grupos no equivalentes con medición pre y post-tratamiento. El objetivo principal del trabajo fue comparar el impacto de dos metodologías de enseñanza en la comprensión y aplicación de los conceptos fundamentales de modulación (analógica y digital) en estudiantes de la asignatura Comunicaciones I del programa de Ingeniería Electrónica de la UPTC.

Partiendo de los contenidos temáticos establecidos para Comunicaciones I y de los resultados de aprendizaje previstos, se planteó un estudio comparativo entre dos metodologías de enseñanza: la Metodología Tradicional y la Metodología Activa. La Metodología Tradicional (Grupo de Control), se fundamentó principalmente en la aplicación de estrategias de enseñanza aprendizaje como clases magistrales teóricas, centradas en la exposición del profesor y en la resolución de problemas teóricos. La evaluación consistió en dos pruebas teóricas realizadas durante el primer corte académico (aproximadamente 2 meses).

La Metodología Activa con Apoyo Tecnológico y Práctico (Grupo Experimental) combinó explicaciones teóricas con el uso de herramientas de simulación (especificar software utilizado, por ejemplo, MATLAB®, Simulink™, GNU Radio) y prácticas de laboratorio con equipos especializados como generadores de señales, osciloscopios, analizadores de espectro, kits de modulación/demodulación. La evaluación final al término del segundo corte académico (aproximadamente 2 meses), incluyó componentes teóricos y prácticos para valorar integralmente la comprensión y aplicación de los conceptos.

La población objetivo estuvo conformada por los estudiantes que cursaron las actividades curriculares de fundamentación del área de telecomunicaciones (específicamente la asignatura Comunicaciones I) durante el año 2024 en la Escuela de Ingeniería Electrónica de la UPTC. Los estudiantes inscritos se organizaron de forma natural en equipos de trabajo de dos y tres integrantes, constituyendo una muestra por conveniencia.

En la fase inicial de desarrollo del estudio, se definieron los criterios de evaluación para estructurar el plan de trabajo y, posteriormente, medir el impacto de cada metodología sobre el grupo de estudiantes (Baez-Perez, Soto-Vergel & Herrera-Rubio, 2019). La Figura 1 presenta las fases de desarrollo del estudio realizado, considerando las actividades proyectadas hasta su evaluación.

Durante la etapa de determinación y análisis del contexto, se identificaron diversos factores que influyen en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Electrónica en relación con los esquemas de modulación analógica y digital. Mediante la aplicación de encuestas diagnósticas y observaciones en aula, se evidenció una marcada diversidad en los estilos de aprendizaje predominantes entre los estudiantes, especialmente en lo que respecta a preferencias visuales, kinestésicas y activas.

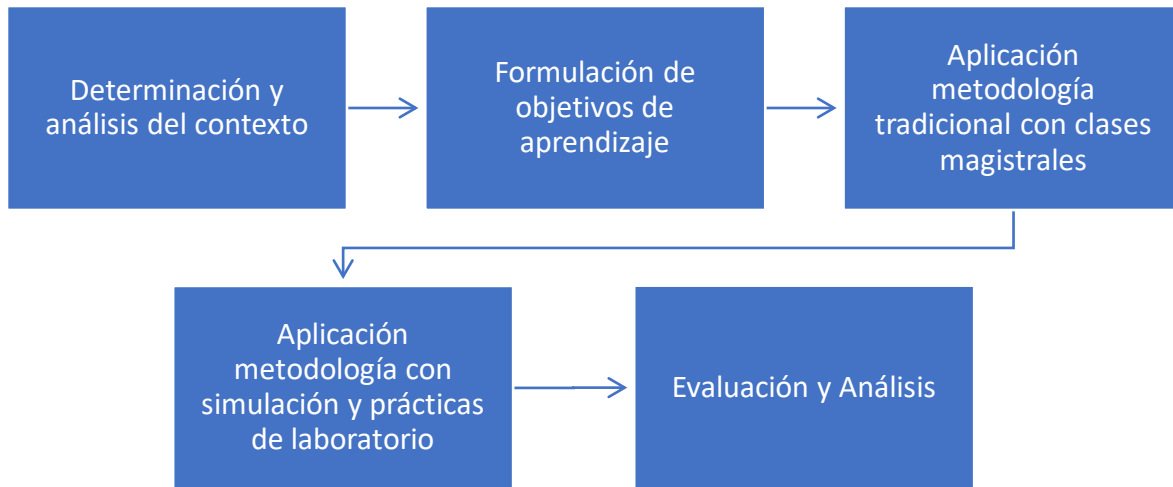


Figura 1. Diseño metodológico del estudio.
Fuente: Los autores.

Se tomó como referencia la matriz de cuatro cuadrantes para los estilos de aprendizaje según Kolb (Rodríguez, 2018) que se muestra en la figura 2.

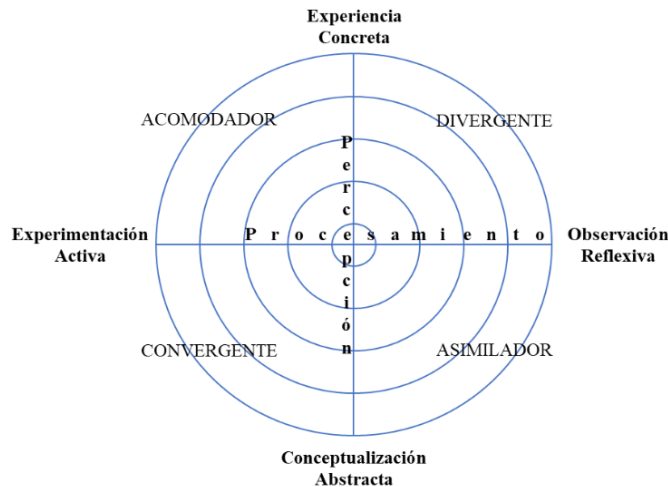


Figura 2. Matriz de cuatro cuadrantes para los estilos de aprendizaje Kolb.
Fuente: (Rodríguez, 2018)

La diversidad de estilos de aprendizaje reveló la necesidad de adoptar estrategias didácticas que trasciendan la exposición magistral tradicional, metodologías que permitan la inclusión de recursos visuales junto con actividades donde los estudiantes puedan manipular y participar de manera activa que a su vez favorezcan una apropiación más efectiva de los conceptos abstractos presentes en la teoría relacionada con modulación.

Asimismo, se constató que las metodologías centradas exclusivamente en explicaciones teóricas limitan la comprensión profunda de los procesos de modulación y demodulación, tanto en esquemas analógicos (AM, FM) como digitales (PSK, QAM). Los estudiantes manifestaron dificultades para relacionar las expresiones matemáticas con la interpretación física de las señales y con su comportamiento en condiciones reales de transmisión. Esta brecha entre teoría y práctica no solo impacta el rendimiento académico, sino también la motivación e interés por el área de telecomunicaciones. Por lo tanto, se hizo evidente la necesidad de incorporar recursos que promuevan el aprendizaje activo, el uso de simulaciones y experiencias prácticas en laboratorio que refuercen el desarrollo de competencias en contextos reales.

Con base en los hallazgos en la etapa de contextualización se definió el objetivo de aprendizaje: *Comprender y aplicar el concepto de modulación en la implementación de sistemas de telecomunicaciones*, buscando mejorar la comprensión del concepto y de qué forma este interactúa en los sistemas de comunicación electrónicos.

Para evaluar este objetivo, durante el primer corte académico se aplicó la Metodología Tradicional —dos meses de clases magistrales con dos evaluaciones teóricas—. En el segundo corte, se implementó la Metodología Activa con simulación y prácticas de laboratorio, finalizando con una evaluación teórica y práctica comparativa entre ambas metodologías.

Para la implementación de la metodología tradicional se utilizaron los siguientes materiales y recursos: presentaciones en diapositivas, Material bibliográfico de referencia (libros de texto, artículos), ejercicios teóricos para resolver en clase y como tarea, y aplicación de instrumentos de evaluación teórica (exámenes escritos).

Mientras que para la Metodología Activa con Apoyo Tecnológico y Práctico se emplearon recursos como: presentaciones en diapositivas (adaptadas para integrar los conceptos teóricos con las simulaciones y prácticas), material bibliográfico de referencia, software de Simulación (ej. MATLAB®, Simulink™, GNU Radio) y los módulos o funcionalidades empleadas para la simulación de esquemas de modulación analógica (AM, FM) y digital (PSK, QAM).

Adicionalmente se usaron equipos de Laboratorio en las prácticas (generadores de señales Tektronix AFG3021, osciloscopios Tektronix TDS2012C, analizadores de espectro Rigol DSA815). Cada práctica describe con la respectiva guía de laboratorio los objetivos de aprendizaje y los procedimientos seguidos por los estudiantes.

Se aplicaron encuestas diagnósticas y observaciones en aula para identificar los estilos de aprendizaje predominantes en los estudiantes, utilizando como referencia el modelo de Kolb que

correspondió a un instrumento de encuesta estandarizado diseñado para el estudio (Rodríguez, 2018), para obtener la matriz de Kolb mostrada en la Figura 2.

Una vez recolectados los datos de las evaluaciones de los grupos de estudio, se realizó un análisis estadístico comparativo para discutir y analizar los resultados obtenidos.

3. Presentación y análisis de resultados

Durante el primer corte se evaluaron los cuatro temas centrales del curso –modulación en amplitud (AM), modulación en frecuencia (FM), modulación por desplazamiento de fase (PSK) y modulación por amplitud en cuadratura (QAM)– mediante dos pruebas teóricas aplicadas a la totalidad de los 55 estudiantes inscritos en Comunicaciones I.

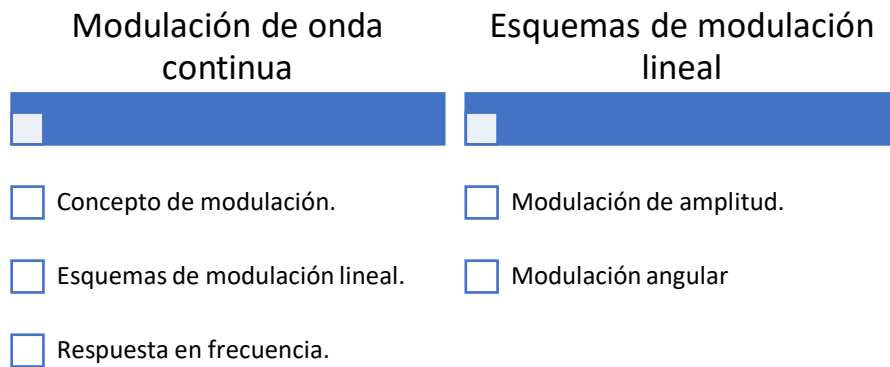


Tabla 1. Temas para tratar en el estudio.
Fuente: Los autores.

El grupo que participó en el estudio estuvo conformado por 55 estudiantes del curso de Comunicaciones I, con los temas definidos durante el primer corte se realizaron dos evaluaciones teóricas y se obtuvieron los resultados desglosados en la Figura 3:

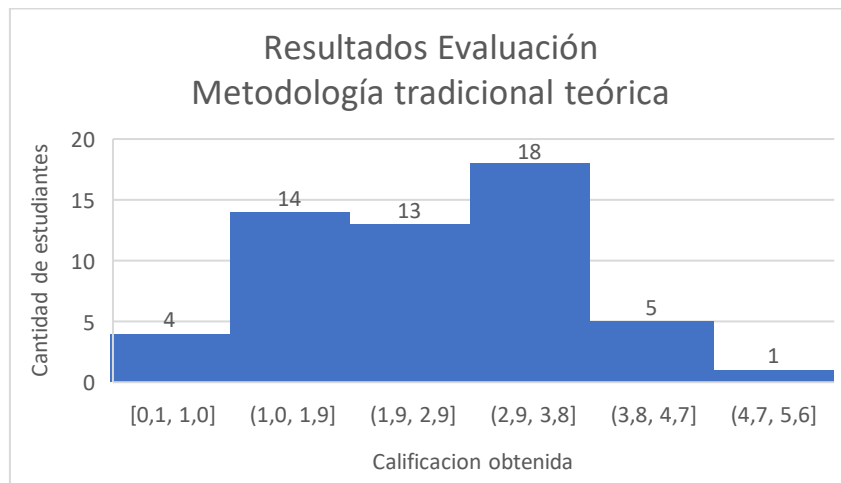


Figura 3. Resultados evaluación teórica con metodología tradicional de clases magistrales.
Fuente: Los autores.

Como síntesis estadística de los Resultados de la Metodología Tradicional (Pre-test) sobre el grupo de control se obtuvieron: Media (M_1): 3,22; Desviación estándar (SD_1): 1,04; y porcentaje de suspensos ($< 3,8$): 56,36 % (31 estudiantes).

A partir de los resultados mostrados en la Figura 3, se interpreta de las métricas estadísticas que los estudiantes que el 81.81% de los estudiantes obtuvo en resultado por debajo de 3.8, el 56.36%, es decir 31 estudiantes no aprobaron el examen, esto refleja la dificultad en la comprensión de estos temas al abordarse de manera teórica, los estudiantes manifiestan no entender la relación entre los análisis matemáticos y el objetivo de la modulación, también manifestaron tener confusión en la relación entre las respuestas en el dominio de la frecuencia y el dominio del tiempo.

Posterior a la evaluación teórica, para el segundo corte de calificaciones se implementó una metodología que involucra las herramientas de simulación del software MATLAB®, Simulink™ y GNU Radio (Marsh, 2011) (Pérez Soler et al., 2021), además de involucrar prácticas de laboratorio con el uso de osciloscopio y analizador de espectro. En este caso con la ayuda de estas herramientas se presentó la teoría de manera más interactiva y se complementó con guías de laboratorio en las que los estudiantes se involucraban desde un rol activo.

Al finalizar el segundo corte de calificaciones y una vez trabajada la metodología práctica se realizó una nueva evaluación de los conceptos de modulación y se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 4:

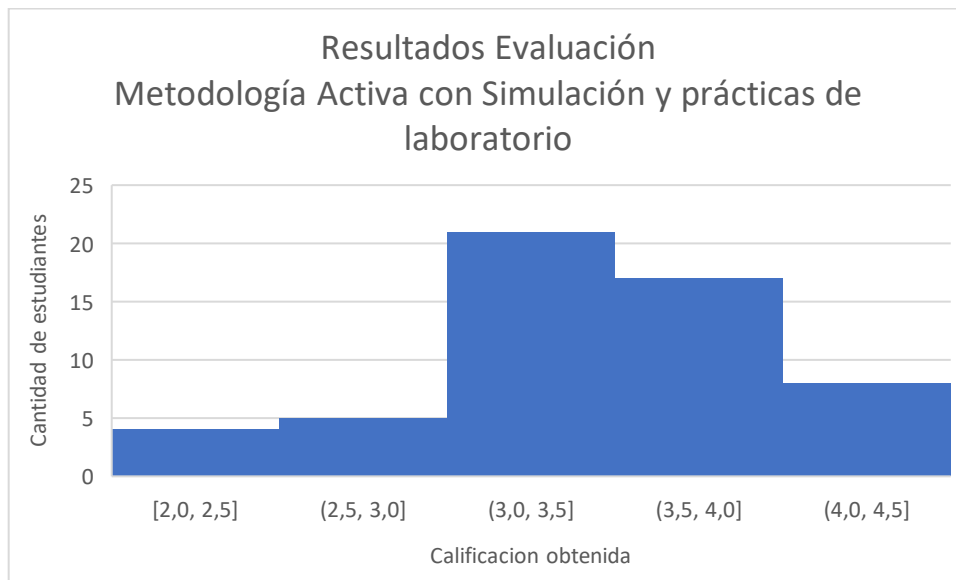


Figura 4. Resultados evaluación teórica con metodología activa con simulación y prácticas de laboratorio. Fuente: Los autores.

Como síntesis estadística de los Resultados de la Metodología Activa (Post-test) sobre el grupo experimental se obtuvieron: Media (M_2): 4,58; Desviación estándar (SD_2): 0,76; y porcentaje de aprobados ($\geq 3,8$): 83,63 % (46 estudiantes).

Al implementar la metodología activa que combina herramientas de simulación y prácticas de laboratorio, se incrementó el número de estudiantes con calificaciones aprobatorias: 46 alumnos, es decir el 83,63 % del grupo, aprobaron la evaluación. Esto evidencia una mejor comprensión de los temas, concordante con los resultados de (Wang et al., 2024). Además, los estudiantes manifestaron que el uso del analizador de espectro y demás equipos de laboratorio, desde la explicación conceptual, facilitó el entendimiento y la diferenciación de los dominios temporal y frecuencial.

4. Conclusión

La implementación de una metodología activa que integra simulación y prácticas de laboratorio ha demostrado, de manera significativa y con un gran tamaño de efecto, mejorar el rendimiento académico en los conceptos de modulación frente a la enseñanza puramente teórica. Esto se sustenta en la comparativa de las medias pre y post-intervención realizadas en este estudio que confirma que involucrar herramientas tecnológicas en el proceso de aprendizaje facilita la asimilación de contenidos complejos.

Más allá de la mera transmisión de conocimientos, el uso de entornos interactivos (MATLAB®, Simulink™ y GNU Radio) y el trabajo práctico en el laboratorio refuerzan la motivación y el pensamiento crítico de los estudiantes. Al permitirles manipular señales y observar sus comportamientos en tiempo real, se supera la barrera de la abstracción matemática y se estrecha la brecha entre teoría y práctica.

Este estudio sugiere que la adopción temprana de metodologías activas en asignaturas de telecomunicaciones puede transformar los programas de Ingeniería Electrónica, promoviendo graduados con competencias técnicas sólidas y mayores habilidades de resolución de problemas. En el futuro, tales enfoques podrían extenderse a otros cursos de la malla curricular y combinarse con realidad virtual o inteligencia artificial para enriquecer aún más la experiencia de aprendizaje.

Para continuar avanzando en este campo de estudio y aplicación de la educación en ingeniería, se recomienda diseñar experimentos con grupos equivalentes o muestras más grandes, así como explorar variantes metodológicas —por ejemplo, proyectos colaborativos de fin de curso o evaluación adaptativa basada en analítica de aprendizaje—. Así, se podrá afinar el diseño pedagógico, validar los hallazgos en distintos contextos y proponer nuevos modelos didácticos que impulsen la formación de ingenieros más preparados para los retos de la industria de las telecomunicaciones.

5. Referencias

- Alburquerque Guerrero, A. L. (2020). Diseño de metodología de enseñanza de acuerdo a los estilos de aprendizaje predominante en estudiantes universitarios de los tres primeros ciclos de las carreras de ingeniería eléctrica, electrónica y telecomunicaciones de la FIEE-UNI. <http://hdl.handle.net/20.500.12833/2136>

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Haykin, S. S. (2002). *Sistemas de comunicación*. Limusa Wiley.
- Marsh, I. (2011). The role of Matlab and Simulink in teaching communications.
- Perez, A. A. B., & Soto-Vergel, Á. J. (2019). Enseñanza de sistemas de radiocomunicaciones terrestres con línea de vista mediante software educativo. *Revista Digital Educación en Ingeniería*, 14(28), Article 28.
- Pérez Soler, J., Suárez Zapata, A., Torres País, J., García Olcina, R., Martos Torres, J., Soret Medel, J., Martínez Delgado, P. A., Menéndez Márquez, A., & García Costa, D. (2021). El aprendizaje a saltos mediante el uso de equipos de radio definida por software para la docencia en el grado en ingeniería electrónica de telecomunicación. <https://hdl.handle.net/10550/80692>. <https://doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13740>
- Rodríguez, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: Implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14(1), 51-64. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.698>
- Wang, L., de Vetten, A., Admiraal, W., & van der Rijst, R. (2024). Relationship between perceived learner control and student engagement in various study activities in a blended course in higher education. *Education and Information Technologies*, 30, 2463-2484. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12910-w>

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2025 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)