

Aprendizaje cooperativo en la formación de ingenieros: la implementación de un sistema de control analógico de temperatura para la alfabetización científica y tecnológica

Óscar Mauricio Hernández Gómez¹, Luis David Patarroyo Gutiérrez¹, Leidy Yurani Villa García²

¹Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia

²Universidade Federal do Pará. Belém do Pará, Brasil

Resumen

En una sociedad globalizada, compleja y diversa demarcada por la productividad y competitividad, es un reto que la educación superior se alinee con la dinámica del cambio, modernización y métodos de aprendizaje que permitan el desarrollo de habilidades personales e intelectuales. De esta manera, responder a las necesidades de formación de los ingenieros del siglo XXI desarrollando atributos de la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) como la autonomía, dominio del conocimiento y comunicación. En el proceso de formación de los ingenieros electrónicos en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede Tunja (UPTC), especialmente en la asignatura Electrónica III, se plantea el trabajo cooperativo de manera flexible, crítica y selectiva para la construcción conjunta de conocimiento, generando autonomía en el aprendizaje, dominio de la información para solucionar problemas y necesidades del contexto. El aprendizaje cooperativo es una metodología que fomenta el desarrollo del pensamiento lógico, creativo y operativo, el autoaprendizaje, coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación en la construcción del aprendizaje. Por su parte, el control de temperatura es un proceso ampliamente utilizado en diversos ámbitos, como la industria farmacéutica, química y alimentaria. En el hogar, es común en sistemas de aire acondicionado, calefactores, refrigeradores y congeladores, entre otros. Debido a su practicidad y fácil implementación, en la asignatura mencionada, se planteó un desafío a los estudiantes: diseñar y construir un sistema de control de temperatura para un secador de cabello. Este desafío es significativo, pues en la asignatura no se abordan en profundidad temas de control e instrumentación ni de electrónica de potencia.

En este sentido la metodología de aprendizaje cooperativo incentivó la colaboración y el trabajo en equipo, con el propósito relacionar la teoría y la práctica en la asignatura, enfocados en el uso de amplificadores operacionales para el acondicionamiento de señales y la aplicación al control

analógico Proporcional-Integral (PI). Además, de integrar conceptos como Electrónica de Potencia, Instrumentación y Control, para enriquecer su proyecto y obtener una comprensión integral. Los estudiantes formaron pequeños grupos de discusión donde asumieron roles específicos, investigaron, diseñaron, construyeron y probaron su sistema de control de temperatura. Con el reto, se esperaba que la sinergia entre los miembros del equipo permitiera una integración de conocimientos y habilidades, resultando en un proyecto más sólido y fundamentado, que permitiera consolidar sus conocimientos en amplificadores operacionales y control analógico, y desarrollar atributos de la ACT como la autonomía, dominio y comunicación en la resolución de problemas contando con la asesoría directa del profesor. Dentro de los resultados se encuentra que el aprendizaje cooperativo permitió el desarrollo de atributos de la ACT como la autonomía, dominio de información y la comunicación argumentando las etapas del proyecto alcanzadas.

Palabras clave: aprendizaje cooperativo; formación de ingenieros; alfabetización científica y tecnológica; sistema de control analógico de temperatura

Abstract

In a globalized, complex, and diverse society marked by productivity and competitiveness, it is a challenge for higher education to align with the dynamics of change, modernization, and learning methods that foster the development of personal and intellectual skills. In this way, it responds to the training needs of 21st-century engineers by developing attributes of Scientific and Technological Literacy (STL), such as autonomy, knowledge mastery, and communication. In the training process of electronic engineers at the Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja campus (UPTC), particularly in the Electronics III course, cooperative work is proposed in a flexible, critical, and selective manner for the joint construction of knowledge, generating autonomy in learning and mastery of information to solve problems and address contextual needs. Cooperative learning is a methodology that promotes the development of logical, creative, and operational thinking, self-learning, co-evaluation, self-evaluation, and hetero-evaluation in the learning construction process. Temperature control, in turn, is a widely used process in various fields, such as the pharmaceutical, chemical, and food industries. In the home, it is common in air conditioning systems, heaters, refrigerators, and freezers, among others. Due to its practicality and ease of implementation, a challenge was proposed to students in the mentioned course: designing and building a temperature control system for a hairdryer. This challenge is significant since the course does not extensively cover control and instrumentation or power electronics topics.

In this context, the cooperative learning methodology encouraged collaboration and teamwork to relate theory and practice within the course, focusing on the use of operational amplifiers for signal conditioning and the application of Proportional-Integral (PI) analog control. Additionally, concepts such as Power Electronics, Instrumentation, and Control were integrated to enrich their project and achieve a comprehensive understanding. Students formed small discussion groups where they assumed specific roles, researched, designed, built, and tested their temperature control system. With this challenge, it was expected that the synergy among team members would enable an integration of knowledge and skills, resulting in a more solid and well-founded project that would consolidate their knowledge of operational amplifiers and analog control and develop STL attributes



such as autonomy, mastery, and communication in problem-solving, with direct guidance from the professor. Among the results, cooperative learning facilitated the development of STL attributes such as autonomy, information mastery, and communication by explaining the achieved project stages.

Keywords: *cooperative learning; engineering training; scientific and technological literacy; analog temperature control system*

1. Introducción

Actualmente el proceso de enseñanza-aprendizaje para la formación de ingenieros se ve influenciada por un mundo tecnológicamente globalizado y complejo, asumiendo problemas de carácter multidisciplinario a los que se enfrentan en el desarrollo profesional. Así, una enseñanza contemporánea promueve un ingeniero con capacidad de cuestionarse sobre los desarrollos tecnológicos y los productos de las ciencias (Díaz y Castro, 2003). Siendo así, una prioridad el resignificar las prácticas educativas para que sean útiles y aplicables en el ejercicio del ingeniero. Esta situación impone en los docentes una mirada que integra diversos enfoques: tecnológico, social, metodológico, económico y profesional; que permita al estudiante el desarrollo de la personalidad del estudiante integrando sus valores, conocimientos y habilidades, refrendados en el currículo, el análisis de diferentes opciones para solucionar problemas propios de la profesión y su actuación como ser social. Este cambio no es fácil, más cuando los modelos de enseñanza tradicionales siguen presentes en las universidades.

Para una enseñanza consecuente con los desafíos del siglo XXI, es necesario fundamentar y articular modelos de aprendizaje que fomenten la autonomía, dominio del conocimiento y comunicación. Las instituciones de educación superior están apostando a desarrollar competencias de pensamiento científico a través del aprendizaje cooperativo como metodología para que con el trabajo en grupos los estudiantes se apoyen entre sí y alcancen un objetivo, el cual usualmente consiste en resolver un problema (Hortiguera Alcalá y Pérez Pueyo, 2016). Después de una breve explicación de conceptos teóricos básicos necesarios para abordar el problema propuesto por el profesor, se plantea un proceso de resolución a los alumnos y estos deben ser capaces de resolverlo. Lo cual se asemeja mucho a la práctica laboral donde deben ser autónomos, manejar un dominio del conocimiento y una comunicación para el trabajo en equipo. Esto permite que cada estudiante se alfabetice científicamente construyendo un aspecto concreto del problema a resolver. Bajo este panorama, se identifica una problemática interdisciplinaria que quiebre el paradigma de la educación tradicional, representando una situación que puede identificarse en el contexto laboral y que despierte el interés de los estudiantes (Fourez, 1997). En esta dirección se encuentra una serie de discusiones sobre la Alfabetización Científica y tecnológica que sustentan la idea de que los estudiantes sean sujetos activos en el proceso educativo y se relacionen entre lo que aprenden con el mundo profesional que los acerque a construir conocimientos que permitan la negociación en un trabajo cooperativo (Fourez, 2003). Así se considera que la Alfabetización genera autonomía frente a la resolución de problemas, posibilitando al futuro ingeniero tener la capacidad de negociar decisiones, desarrollar una comunicación asertiva y ser capaz de un intercambio de información tomando una posición crítica en una situación concreta y compleja.



Es así como podemos observar que en el proceso de formación de los ingenieros electrónicos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede Tunja (UPTC), especialmente en la asignatura Electrónica III, se plantea una propuesta curricular alternativa, flexible, crítica y selectiva desde el trabajo cooperativo para la construcción conjunta del conocimiento generando autonomía en el aprendizaje, dominio de la información para solucionar problemas y necesidades del contexto. Dicha propuesta busca desarrollar el pensamiento lógico, creativo y operativo, el autoaprendizaje, coevaluación, autoevaluación y heteroevaluación en la construcción del aprendizaje. A través de un desafío planteado a los estudiantes donde se busque diseñar y construir un sistema de control de temperatura para un secador de cabello. Este desafío es significativo, pues en la asignatura no se abordan en profundidad temas de control e instrumentación ni de electrónica de potencia.

2. Aprendizaje cooperativo y su aplicación al desarrollo del proyecto

En los diferentes contextos universitarios, el aprendizaje cooperativo presenta bases teóricas y prácticas aplicables a la educación superior (Roselli, 2016). Para la formación de ingenieros específicamente esta metodología se ha planteado con el propósito de promover un pensamiento crítico y reflexivo como elemento implícito, articulando el desarrollo de competencias del siglo XXI (Gol y Nafalski, 2007). La implementación de metodologías activas como el aprendizaje cooperativo en este proyecto es una iniciativa que se promueve para la alfabetización científica y tecnológica, con el propósito que el futuro ingeniero se enfrente a situaciones que puede encontrar en su contexto laboral. Generando en el desarrollo de competencias como la autonomía en su pensamiento crítico, el manejo de información frente a los conocimientos construidos y la comunicación con el equipo de trabajo. Este proyecto se desarrolla dentro de un ciclo específico de formación en el programa académico de la facultad y está orientado hacia un campo específico disciplinar. Dentro del contenido programático de la asignatura Electrónica III, el estudio de los amplificadores operacionales se convierte en un pilar clave para el análisis y diseño de circuitos electrónicos.

La práctica en el uso de amplificadores operacionales es fundamental, ya que permite a los estudiantes comprender, de manera aplicada, los principios teóricos que rigen estos dispositivos esenciales, para el caso particular de este trabajo, en aplicaciones como los sistemas de control PI analógicos. Estos sistemas desempeñan un papel crucial en la regulación de procesos industriales y sistemas automáticos, donde la correcta configuración de las constantes del controlador garantiza estabilidad, precisión y eficiencia en la respuesta del sistema. La experiencia práctica no solo refuerza los conocimientos adquiridos en el aula, sino que también desarrolla habilidades analíticas y de resolución de problemas, imprescindibles para la formación de futuros ingenieros electrónicos. El trabajo cooperativo brinda a los estudiantes la oportunidad de decidir qué conocimientos aplicar para la resolución del problema (desafío) planteado en un contexto particular. Dando pie al cambio de paradigma en la educación superior, donde la enseñanza no se oriente hacia los contenidos y metas que se presenten, sino a los procesos de construcción de conocimiento (Huber, 2008). Esta metodología propuesta tiene un enfoque globalizador centrado en el desarrollo de competencias generales, a través de resolución de problemas y actitudes científicas. En este sentido, el profesor es coordinador de la clase y el estudiante presenta un papel activo y central (Tyler, 1949). Dentro

de algunos antecedentes de proyectos cooperativos como estrategia formativa en la educación superior, los trabajos realizados por (Maldonado, 2008 y Maldonado y Rojas, 2008). En este proyecto se busca evidenciar que la metodología del aprendizaje cooperativo da protagonismo al estudiante para la alfabetización científica y tecnológica y que logren un aprendizaje significativo.

3. Metodología de Enseñanza-Aprendizaje Utilizada

En el desarrollo del proyecto de control basado en aprendizaje cooperativo, se adoptó una metodología estructurada en varias fases, permitiendo a los estudiantes construir conocimiento de manera colaborativa y aplicar conceptos fundamentales de electrónica y control, según se muestra en la Figura 1. En primer lugar, se realizó la fase de planificación, donde se identificaron los objetivos del proyecto y se conformaron los equipos de trabajo. Cada equipo de trabajo asignó roles específicos a sus participantes, promoviendo la investigación y el análisis sobre amplificadores operacionales, electrónica de potencia e instrumentación. Esta etapa estableció las bases para la comprensión teórica necesaria en la implementación del sistema de control de temperatura.

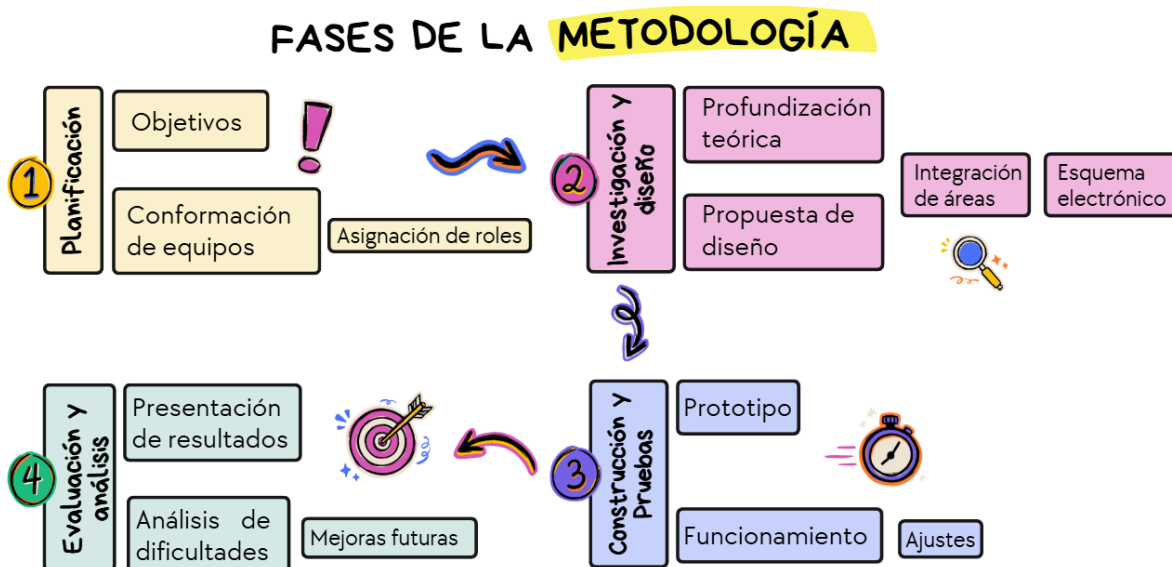


Figura 1. Mapa mental de la metodología utilizada.

En la siguiente fase, investigación y diseño, los estudiantes profundizaron en el estudio de sensores de temperatura y control analógico mediante la regulación Proporcional-Integral (PI). Cada equipo formuló una propuesta de diseño basada en la recopilación de información técnica. La integración de conocimientos de distintas áreas permitió generar esquemas electrónicos preliminares que fueron analizados y discutidos en sesiones grupales, fortaleciendo la comunicación argumentativa y la toma de decisiones en equipo. Esta fase resultó clave para alinear el proyecto con los principios de la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT).

Una vez definidos los parámetros del diseño, se llevó a cabo la fase de construcción y prueba, en la que los estudiantes implementaron el circuito en protoboard y llevaron a cabo pruebas para

verificar su funcionamiento. Durante esta etapa, se promovió la optimización de recursos. La experimentación y el ajuste de parámetros fueron guiados por la retroalimentación del profesor y el análisis cooperativo, permitiendo a los equipos enfrentar desafíos técnicos y resolver problemas en conjunto. La ejecución práctica consolidó el aprendizaje al vincular la teoría con una aplicación real.

Finalmente, en la fase de evaluación y análisis, los equipos presentaron sus resultados. Se analizaron las dificultades encontradas y se plantearon mejoras para futuras implementaciones. A través de esta metodología de aprendizaje cooperativo, los estudiantes no solo adquirieron conocimientos técnicos, sino que también fortalecieron habilidades esenciales como la autonomía, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva. Los resultados demostraron que la sinergia entre los participantes contribuyó significativamente a la consolidación de los atributos de la ACT, validando la eficacia de este enfoque en la enseñanza de ingeniería electrónica.

4. Resultados y Discusión

Como realimentación de este proceso, y evaluar el conocimiento adquirido por los estudiantes, se realizó una encuesta virtual de quince preguntas divididas por temáticas relacionadas con el conocimiento, trabajo en equipo y dificultades y fortalezas asociadas al desarrollo del proyecto. La encuesta fue respondida individualmente. El tipo de respuesta de algunas preguntas implica la redacción de un párrafo, otras implican selección única. Las preguntas realizadas a veinticinco estudiantes del curso, con su respectivo análisis son las siguientes:

1. *Describe de manera general el funcionamiento de los circuitos empleados para alcanzar los objetivos en el desarrollo del proyecto.*

La mayoría de las respuestas describen el sistema en sus etapas funcionales indicando el sensado y acondicionamiento de señales, el control PI analógico, la generación de un PWM (Pulse Width Modulation), sincronización con la red eléctrica y la etapa de potencia. Como aspectos positivos de las respuestas se puede destacar que muchos de los estudiantes comprendieron la secuencia lógica del control. En cuanto a las dificultades, se observó en algunas respuestas falta de claridad o confusión en conceptos técnicos, algunos problemas de redacción y la mención de problemas técnicos sin explicación, por ejemplo, indican “No funcionó bien” o “no logramos adaptarlo”.

2. *¿Cómo calificarías la dinámica de trabajo en equipo durante el proyecto?*

El 24 % de los estudiantes encuestados indica que fue excelente, el 56 % revela que fue bueno, mientras que el 20 % manifiesta que fue regular.

3. *¿Qué aspectos del trabajo en equipo funcionaron bien? ¿Qué podría mejorarse?*

Las respuestas evidencian experiencias mixtas. Aunque muchos destacaron aspectos positivos como la repartición de tareas y la colaboración, también surgieron problemas recurrentes como la comunicación deficiente y dificultades en la gestión del tiempo.

4. *¿El grupo realizó una investigación exhaustiva sobre el tema del proyecto? Explica.*

Las respuestas indican que, en general, sí se realizó una investigación amplia, aunque con niveles variables de profundidad y diversidad de fuentes. La mayoría menciona un enfoque colaborativo y el uso de múltiples recursos (libros, YouTube, artículos, IA, clases, etc.). Sin embargo, algunos admiten que la carga académica u otras limitaciones impidieron una exploración más profunda.

5. *¿Se elaboró un plan detallado que incluyera objetivos, tareas y plazos?*

Las respuestas reflejan que la mayoría de los grupos sí intentó establecer cierta organización, pero pocos lograron elaborar un plan detallado y completo con objetivos, tareas y plazos claros. En muchos casos, la planificación fue parcial, o bien informal y adaptada sobre la marcha según la disponibilidad de los integrantes.

6. *¿Se alcanzaron los objetivos propuestos en el proyecto? Explica.*

Las respuestas indican que pocos grupos lograron cumplir totalmente con los objetivos técnicos del proyecto. La mayoría se quedó en una fase intermedia (simulación, pruebas individuales o ensamblaje parcial), aunque sí se alcanzaron aprendizajes importantes, especialmente sobre control, electrónica analógica y modulación de señales.

7. *¿Qué nuevos conocimientos o habilidades adquiriste durante el proyecto?*

Las respuestas muestran un aprendizaje técnico profundo y variado, especialmente en el diseño y análisis de circuitos de control analógico. Los temas más destacados fueron: Controladores PI y PWM, manejo de amplificadores operacionales, diseño de circuitos de disparo, cruce por cero y corte de fase, acondicionamiento de señales, simulación y análisis de señales. También hubo adquisición de habilidades prácticas, como la mejora en el uso de simuladores, búsqueda de información, y trabajo en laboratorio.

8. *¿Hubo algún concepto o tema que te resultó especialmente interesante o relevante?*

Las respuestas reflejan un alto interés por los temas de control, especialmente aquellos que combinan teoría con aplicación práctica. Las áreas más destacadas fueron los controladores PID / PI, el PWM, corte de fase y circuitos de disparo, diseño del sistema de control (integración, respuesta del sistema, filtros), acondicionamiento y procesamiento de señales. Además, varios estudiantes mencionaron cómo el enfrentarse a estos temas les ayudó a comprender mejor la automatización y el funcionamiento de sistemas reales, lo que les generó curiosidad e incluso gusto por el área.

9. *¿Cuáles fueron los principales desafíos o dificultades que enfrentaste durante el desarrollo del proyecto?*

Las respuestas muestran que los principales desafíos enfrentados por los estudiantes se distribuyen entre tres grandes categorías: Técnicas: diseño, implementación, simulación y montaje del sistema. Conceptuales: comprensión de nuevos temas, integración de conocimientos. Operativas y de gestión: limitaciones de tiempo, acceso a laboratorios, carga académica. Los estudiantes destacaron especialmente la complejidad del diseño del controlador PI analógico, la generación de PWM, y los problemas prácticos de implementación y pruebas.

10. *¿Cómo los superaste o qué estrategias utilizaste para resolverlos?*

Los estudiantes utilizaron una variedad de estrategias para superar las dificultades del proyecto, entre las que se destacan: Autoaprendizaje e investigación, apoyo externo (docentes, compañeros, monitores), simulación y prueba-error, gestión del tiempo, organización personal, trabajo en equipo y colaboración. Muchos combinan varias estrategias, destacando la importancia del aprendizaje autónomo, el uso de herramientas digitales y el apoyo mutuo en el proceso de resolución de problemas técnicos.

11. *¿Qué fue lo más complicado en el desarrollo del proyecto? ¿Por qué?*

Las respuestas evidencian que los estudiantes enfrentaron principalmente desafíos técnicos en el diseño e implementación de circuitos, especialmente el controlador PI y la generación de la señal diente de sierra para el PWM. También se destacaron dificultades relacionadas con la integración del sistema, limitaciones de tiempo y problemas prácticos en la implementación.

12. ¿Qué fue lo más sencillo o lo que mejor dominaste? ¿Por qué crees que fue así?

Las respuestas revelan que lo más sencillo para los estudiantes fue aquello que ya conocían por experiencia previa, especialmente en áreas como el acondicionamiento de señales, el uso de amplificadores operacionales, la simulación de circuitos, y el manejo del sensor LM35. La familiaridad con herramientas, conocimientos adquiridos en cursos anteriores y la reutilización de conceptos previamente estudiados fueron factores clave en esta percepción de facilidad.

13. ¿Cómo pudiste relacionar los conocimientos de diferentes materias al desarrollo del proyecto?

Las respuestas muestran que el proyecto permitió integrar conocimientos de varias materias clave del plan de estudios, especialmente aquellas relacionadas con Electrónica analógica y de potencia, señales y sistemas, instrumentación, control automático y circuitos eléctricos. Además, se destacó la importancia de habilidades transversales como el análisis, diseño, interpretación de señales y aplicación práctica de conocimientos teóricos. La integración de asignaturas fue vista por muchos como un puente entre teoría y práctica, aunque algunos manifestaron haber tenido dificultades para recordar o aplicar ciertos contenidos.

14. ¿En qué momentos aplicaste conceptos aprendidos en otras asignaturas?

Las respuestas muestran que los estudiantes aplicaron conocimientos de otras asignaturas en momentos específicos del diseño, cálculo, implementación, simulación y pruebas del proyecto. En lugar de ser aplicaciones generales o abstractas, los estudiantes fueron capaces de identificar situaciones concretas donde conectaron la teoría con la práctica.

15. ¿Hay algo más que quieras compartir sobre tu experiencia en el proyecto?

Las respuestas reflejan una mezcla de valoración positiva, reconocimiento de desafíos, y reflexión personal. Muchos estudiantes apreciaron el enfoque práctico del proyecto, aunque también expresaron limitaciones de tiempo, carga académica y otras dificultades logísticas (como recursos y coordinación de equipo). Algunos comentarios representativos fueron: *“Me gustó el hecho de poder aplicar algo que se vio en clase en la práctica”, “Gracias al proyecto me fue posible ver mis falencias a la hora de trabajar en grupo.”, “Es un proyecto que necesita mucho tiempo... la adquisición de conocimiento nuevo quita demasiado tiempo para entender su funcionamiento.”*

5. Conclusiones

Según la realimentación proporcionada por los estudiantes del curso Electrónica III del primer semestre de 2025 de la escuela de ingeniería electrónica de la Uptc Tunja, para el desarrollo del proyecto planteado se puede concluir que:

El proyecto permitió aplicar múltiples conocimientos adquiridos en materias como Electrónica, Control, Instrumentación, y Señales y Sistemas, promoviendo una integración efectiva del saber teórico con la práctica.

El aprendizaje cooperativo fue clave para superar retos técnicos y de tiempo. A pesar de limitaciones como la carga académica y recursos económicos, los estudiantes demostraron resiliencia, colaboración y compromiso.

La simulación y el acondicionamiento de señales fueron identificados como las tareas más dominadas, reflejando fortalezas en el manejo de software y componentes básicos.

Se evidenció la necesidad de una mejor planificación y más espacios de tutoría para potenciar el desarrollo completo del proyecto.

6. Referencias

Artículos de revistas

- Carvalho, F., Chibante, R., & Vaz de Carvalho, C. (2024). An Interactive Pedagogical Tool for Simulation of Controlled Rectifiers. *Information*, 15(6), 327. <https://doi.org/10.3390/info15060327>
- Fourez, G. (1997). Alfabetización Científica Y Tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires- Argentina. Ediciones Colihue.
- Fourez, G. (2003). Crise no ensino de Ciências? Dept "Sciences, Philosophies, Sociétés" Cellulle EMSTES (Enseignement des Mathématiques et des Sciences, Technologies, Ethiques, Société. Facultés Universitaires de Namur B 5000 Namur, Belgium. *Investigações em Ensino de Ciências – V8 (2)*, pp. 109-123.
- Göll, Ö. y Nafalski, A. (2007). Collaborative learning in engineering education. *Global Journal of Engineering Education*, 11(2): 173-180.
- Haolader, F. A., Ali, M. R., & Foyso, K. M. (2015). The taxonomy for learning, teaching and assessing: Current practices at polytechnics in Bangladesh and its effects in developing students' competences. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 2(2), 99–118. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.2.2.9>
- Hortigüela Alcalá, D., Pérez Pueyo, Á. (2016). Peer assessment as a tool for the improvement of the teaching practice. *Opcion*, 32(Special Issue 7), 865-879.
- Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. *Revista de Educación*, número extraordinario, 59-81. Recuperado de http://www.revistaeducacion.mec.es/re2008/re2008_04.pdf
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus Revista de Educación*, 14(28), 158-180. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76111716009.pdf>
- Maldonado, M. y Vásquez, M. (2008). Experiencia de desarrollo de un proyecto de aprendizaje colaborativo como estrategia formativa. *Educación Médica Superior*, 22(1). Recuperado de http://www.bvs.sld.cu/revistas/ems/vol22_1_08/ems01108.htm
- Martínez-Rodrigo, F., Lucas, L. C. H.-D., Pablo, S. de, & Rey-Boue, A. B. (2017). Using PBL to Improve Educational Outcomes and Student Satisfaction in the Teaching of DC/DC and DC/AC Converters. *IEEE Transactions on Education*, 60(3), 229–237. <https://doi.org/10.1109/TE.2016.2643623>
- Mulya, R., & Juwita, M. D. (2022). E-learning Courseware Development for Power Electronics Course. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(3). <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i03.27723>
- Rathy, G. A. (2013). Effectiveness of the power electronics curriculum of BE degree programme using Blooms revised Taxonomy. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: University of Chicago Press.



- Yusof, Y., & Za'im, R. (2019). Design and Practical Experience in Power Electronics Project Based Learning Approach at UKM. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 9(6), 287–302.

Memorias de congresos

- Agelidis, V. G. (2005). The future of power electronics/power engineering education: challenges and opportunities. *IEEE Workshop Power Electronics Education*, 2005., 1–8. <https://doi.org/10.1109/PPEW.2005.1567584>
- Hussain, I. S., & Hamid, F. A. (2017). Development of technical skills in Electrical Power Engineering students: A case study of Power Electronics as a Key Course. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226(1), 012197. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012197>
- Kishor, Y., Patel, R., Sahu, L. K., Kumar, S., & Sahu, A. K. (2023). A Design Oriented Dynamic Teaching Approach for Power Electronics: Way to Attain Learning Outcomes. *IECON 2023-49th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/IECON51785.2023.10311694>
- Orfanoudakis, G. I., & Paspatis, A. G. (2022). Power Electronics Laboratory Projects Enhance Interdisciplinary Engineering Education. *2022 14th Seminar on Power Electronics and Control (SEPOC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SEPOC54972.2022.9976414>

Sobre los autores

- **Óscar Mauricio Hernández Gómez:** Ingeniero Electrónico, Especialista en Automatización industrial, Máster en Ingeniería Electrónica, Doctor en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Federal de Pará en Brasil. Profesor asociado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. oscarmauricio.hernandez@uptc.edu.co
- **Luis David Patarroyo Gutiérrez:** Ingeniero Electrónico, Máster en Ingeniería Electrónica. Profesor asistente de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. luis.patarroyo@uptc.edu.co
- **Leidy Yurani Villa García:** Licenciada en Educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental, Máster en enseñanza de las ciencias, Doctora en Educación en Ciencias y Matemáticas de la Universidad Federal de Pará en Brasil. Leidyvilla10@gmail.com

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)