

Tipo de artículo: Artículo original

Aplicación del simulador CADe SIMU en la Enseñanza-Aprendizaje de automatismos y tableros eléctricos

Application of the CADe SIMU simulator in the Teaching-Learning of automation and electrical panels

Angelo Damian Carvajal Ibarra ^{1*} , <https://orcid.org/0009-0007-0366-1428>

Segundo José Cayambe Padilla ² , <https://orcid.org/0009-0008-8541-2608>

Dayron Rumbaut Rangel ³ , <https://orcid.org/0009-0001-9087-0979>

¹ Maestrante, Unidad Bolivariana del Ecuador (UBE). Ecuador. Correo electrónico: adcarvajali@ube.edu.ec

² Maestrante, Unidad Bolivariana del Ecuador (UBE). Ecuador. Correo electrónico: sjcayambep@ube.edu.ec

³ Docente, Unidad Bolivariana del Ecuador (UBE). Ecuador. Correo electrónico: drumbautr@ube.edu.ec

* Autor para correspondencia: adcarvajali@ube.edu.ec

Resumen

En el proceso de formación del Bachillerato Técnico, el estudio de automatismos y tableros eléctricos representa un área del conocimiento importante en la formación profesional. Sin embargo, en ocasiones existe una brecha entre la teoría y la práctica que no propicia el adecuado aprendizaje de los estudiantes. A partir del análisis antes expuesto, la presente investigación tiene como objetivo diseñar una estrategia metodológica que optimice el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del bachillerato técnico con la aplicación del simulador CADe SIMU. La investigación asume una metodología caracterizada por un enfoque mixto, con un alcance explicativo-propositivo y un diseño cuasiexperimental que posibilita acercarse al uso del simulador CADe SIMU como herramienta diseñada para la simulación y diseño de circuitos eléctricos y automatismos. Se diseñó un sistema de actividades que permite probar circuitos eléctricos en un entorno virtual, reduciendo los riesgos y costos asociados con el uso de hardware real. Este enfoque no solo mejora la comprensión teórica, sino que también proporciona una valiosa experiencia práctica. Los resultados indicaron que la integración de CADe SIMU en el currículo puede reducir la brecha entre teoría y práctica, permitiendo a los estudiantes realizar experimentos ilimitados y recibir retroalimentación inmediata. Además, se observó un aumento en la motivación y el compromiso de los estudiantes, gracias a la gamificación del aprendizaje y la visualización en tiempo real de los resultados.

Palabras clave: optimización; Proceso de Enseñanza-Aprendizaje; módulo de automatismos; tableros eléctricos; simuladores; CADe SIMU

Abstract

In the training process of the Technical Baccalaureate, the study of automation and electrical panels represents an important area of knowledge in vocational training. However, sometimes there is a gap between theory and practice that does not promote adequate student learning. Based on the aforementioned analysis, the objective of this research is to design a methodological strategy that optimizes the Teaching-Learning process of the automation and electrical panels module, for technical high school students with the application of the CADe SIMU simulator. The research evaluates the use of the CADe SIMU simulator as a tool designed for the simulation and design of electrical circuits and automation. A system of activities was designed that allows testing electrical circuits in a virtual environment, reducing the risks and costs associated with the use of real hardware. This approach not only enhances theoretical understanding but also provides valuable practical experience. The results indicated that the integration of CADe SIMU into the curriculum can reduce the gap between theory and practice, allowing students to perform unlimited



experiments and receive immediate feedback. In addition, an increase in student motivation and engagement was observed, thanks to the gamification of learning and the real-time visualization of the results.

Keywords: *optimization; Teaching-Learning Process; automation module; electrical panels; simulators; CADe SIMU*

Recibido: 02/08/2024

Aceptado: 09/10/2024

En línea: 11/10/2024

Introducción

La educación técnica enfrenta desafíos constantes debido a la rápida evolución de las tecnologías y las demandas del mercado laboral. En el contexto del Bachillerato Técnico, uno de los módulos cruciales es el de automatismos y tableros eléctricos, que proporciona a los estudiantes las habilidades necesarias para diseñar, implementar y mantener sistemas automatizados (Muñoz et al., 2021). Sin embargo, la enseñanza de estos contenidos puede ser compleja debido a la naturaleza técnica y práctica de la materia. Para abordar estos desafíos, se han desarrollado diversas herramientas y metodologías didácticas que buscan optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre estas herramientas destaca el simulador CADe SIMU, diseñado específicamente para la simulación de circuitos eléctricos y automatismos (Aldaz-Suarez et al., 2022).

El uso de simuladores en la educación técnica no es un concepto nuevo; sin embargo, la implementación efectiva de estas herramientas requiere una planificación cuidadosa y una integración adecuada en el currículo (García-Chontal et al., 2023), (Abril et al., 2021). CADe SIMU ofrece una plataforma interactiva donde los estudiantes pueden diseñar y probar circuitos eléctricos sin los riesgos y costos asociados con el hardware real. Esta capacidad no solo mejora la comprensión teórica de los conceptos, sino que también proporciona una experiencia práctica valiosa en un entorno controlado.

La herramienta de software diseñada específicamente para la simulación y diseño de circuitos eléctricos y sistemas automatizados, proporciona un entorno virtual en el cual los usuarios pueden crear, probar y depurar circuitos eléctricos sin necesidad de hardware físico. Este simulador es ampliamente utilizado en la educación técnica para mejorar la comprensión teórica y práctica de los estudiantes en áreas relacionadas con la electricidad y la automatización (Álvarez, 2023).

La optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de simuladores como CADe SIMU se basa en varios principios pedagógicos. Se fomenta el aprendizaje activo, donde los estudiantes se involucran directamente en la construcción y prueba de sus propios diseños (Tene et al., 2024). Se permite un aprendizaje autodirigido, donde los estudiantes pueden experimentar y aprender a su propio ritmo. Además, los simuladores facilitan un aprendizaje basado en problemas, donde los estudiantes deben aplicar sus conocimientos para resolver situaciones reales simuladas.



La utilización de simuladores reduce la brecha entre la teoría y la práctica. En muchos programas de educación técnica, los estudiantes a menudo tienen dificultades para aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas debido a la falta de recursos y tiempo para realizar prácticas con equipos reales (Kumbhar & Niture, 2022; Sharma et al., 2019).

En este contexto, es fundamental evaluar cómo la aplicación de CADe SIMU puede mejorar los resultados de aprendizaje en el módulo de automatismos y tableros eléctricos (Leon et al., 2020) del Bachillerato Técnico. La investigación presentada en este artículo se centra en analizar la efectividad de CADe SIMU en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales (Rodríguez et al., 2022). Para ello, se han diseñado estudios empíricos que miden el desempeño de los estudiantes en términos de comprensión teórica, habilidades prácticas y capacidad de resolución de problemas.

La investigación explora cómo el uso de simuladores puede influir en la motivación y el compromiso de los estudiantes. La gamificación del aprendizaje y la posibilidad de visualizar resultados en tiempo real pueden hacer que el proceso educativo sea más atractivo y dinámico. Esto es particularmente relevante en el contexto actual, donde los métodos tradicionales de enseñanza pueden no captar completamente el interés de una generación de estudiantes acostumbrados a la interactividad y la inmediatez proporcionada por la tecnología (Rivas, 2021).

La presente investigación tiene como objetivo diseñar una estrategia metodológica que optimice el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del Bachillerato Técnico con la aplicación del simulador CADe SIMU. La investigación se encuentra estructurada en introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. La introducción presentó las ventajas fundamentales del uso de simuladores en la formación del Bachillerato Técnico. Los materiales y métodos realizan una descripción del marco metodológico de la investigación, se define la población y muestra de estudio. Los resultados y discusión presentan la estrategia metodológica para optimizar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del Bachillerato Técnico con la aplicación del simulador CADe SIMU. Se introduce la propuesta y se realiza un análisis de los resultados.

Materiales y métodos

El presente estudio se llevó a cabo con un diseño cuasiexperimental, utilizando grupos de control y experimental para evaluar la efectividad del simulador CADe SIMU en el proceso de enseñanza-aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos en estudiantes del Bachillerato Técnico. La investigación se desarrolló durante un trimestre académico, involucrando a estudiantes de segundo año de una Institución Educativa Técnica.



Población y Muestra

La población objetivo de este estudio fueron los estudiantes del Bachillerato Técnico en una institución educativa técnica. Se seleccionaron dos grupos de estudiantes, uno como grupo experimental ($n=30$) y otro como grupo de control ($n=30$). Los estudiantes fueron asignados a cada grupo de manera no aleatoria, pero asegurando la homogeneidad en términos de rendimiento académico previo y características demográficas.

Instrumentos de Evaluación

Para medir los resultados de aprendizaje se utilizaron los siguientes instrumentos:

Pruebas teóricas: Evaluaciones de conocimiento teórico administradas al inicio y al final del trimestre.

Pruebas prácticas: Evaluaciones de habilidades prácticas en el diseño y construcción de circuitos.

Encuestas de satisfacción: Cuestionarios para recoger las percepciones de los estudiantes sobre el uso de CADe SIMU y su experiencia de aprendizaje.

Entrevistas a docentes: Entrevistas semiestructuradas para obtener la opinión de los docentes sobre la implementación de CADe SIMU.

Procedimiento

Fase de preparación: Se seleccionaron y capacitaron a los docentes en el uso de CADe SIMU. Se elaboraron las guías didácticas para ambos grupos. Se realizaron pruebas piloto para asegurar la funcionalidad del simulador y ajustar los materiales de instrucción.

Fase de implementación: En el grupo experimental los estudiantes recibieron instrucción utilizando CADe SIMU. Las clases se estructuraron en sesiones teóricas seguidas de prácticas de simulación en el laboratorio de computación. En el grupo de control los estudiantes siguieron el currículo tradicional con sesiones teóricas y prácticas en el taller utilizando componentes físicos. Ambas metodologías se aplicaron durante 16 semanas, con sesiones de 2 horas por semana.

Fase de evaluación: Se administraron pruebas teóricas y prácticas al inicio (pre-test) y al final del trimestre (post-test) para ambos grupos. Se realizaron encuestas de satisfacción y entrevistas a docentes al final del periodo de estudio. Los datos recolectados se analizaron utilizando métodos estadísticos descriptivos e inferenciales.

Análisis de datos

Los datos se analizaron mediante el software estadístico SPSS. Se realizaron análisis descriptivos para resumir las características de la muestra y análisis inferenciales para comparar el rendimiento entre el grupo experimental y el grupo de control. Se utilizaron pruebas t para muestras independientes para comparar las puntuaciones de las pruebas teóricas y prácticas, así como análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la interacción entre el tipo de instrucción y el rendimiento de los estudiantes.



Se establecieron varios indicadores para medir el desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del bachillerato técnico. La tabla 1 muestra las variables e indicadores definidos para la medición. Los indicadores se evaluaron mediante una escala de calificación Likert de 10 categorías (1: Muy mal- 10: Muy bien). La evaluación unificada permite obtener una medida uniforme durante diferentes etapas de la investigación.

Tabla 1. Variables e indicadores utilizados para medir el desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del Bachillerato Técnico.

Variable	Indicadores
Comprensión teórica de los conceptos	Resultados de evaluaciones escritas: Puntajes obtenidos en exámenes teóricos que abarquen los fundamentos de automatismos y circuitos eléctricos.
	Cuestionarios y pruebas diagnósticas: Resultados de cuestionarios pre y post capacitación para medir el conocimiento adquirido.
	Participación en discusiones: Calidad y frecuencia de las intervenciones en discusiones de clase, demostrando el entendimiento de conceptos teóricos.
Habilidades prácticas en el diseño y simulación de circuitos	Proyectos de simulación: Evaluación de la complejidad y funcionalidad de los circuitos diseñados y simulados por los estudiantes utilizando el simulador CADe SIMU.
	Observación directa: Calificaciones basadas en la observación del desempeño de los estudiantes durante las prácticas en laboratorio, incluyendo la correcta manipulación de herramientas y equipos virtuales.
	Resolución de problemas prácticos: Habilidad para diagnosticar y corregir errores en los circuitos simulados, reflejada en ejercicios prácticos y proyectos.
Capacidad de resolución de problemas	Estudios de caso y problemas reales: Desempeño en la resolución de problemas basados en escenarios reales y estudios de caso relacionados con automatismos y tableros eléctricos.
	Trabajo en equipo y proyectos colaborativos: Evaluación de la contribución individual y la efectividad del trabajo en equipo durante proyectos colaborativos, donde se aplican conocimientos para solucionar problemas específicos.
	Tiempos de respuesta: Tiempo requerido para identificar y solucionar fallas o desafíos presentados durante las prácticas de simulación.

Estos indicadores permiten una evaluación integral del desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos, abarcando tanto aspectos teóricos como prácticos y la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos en situaciones reales.

La validación por criterio de experto se llevó a cabo a través de un grupo conformado por 7 profesionales académicos con experiencia en automatismos y tableros eléctricos. Se proporcionó a los expertos la estrategia metodológica para optimizar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos.



Los expertos evaluaron el programa según 9 criterios distribuidos en tres dimensiones que se muestran en la tabla 2, mediante una escala Likert de 10 categorías (1-nada pertinente: 10-muy pertinente).

Tabla 2. Dimensiones y criterios para evaluar la estrategia metodológica para optimizar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos.

Dimensión	Criterios de evaluación
Efectividad pedagógica	Mejora en el rendimiento académico: Comparación de los resultados de los estudiantes en evaluaciones teóricas y prácticas antes y después de la implementación de la nueva metodología.
	Retención de Conocimientos: Evaluación de la capacidad de los estudiantes para recordar y aplicar conocimientos a lo largo del tiempo, medida mediante pruebas de seguimiento.
	Participación activa: Nivel de participación de los estudiantes en actividades de clase, discusiones, y proyectos prácticos, indicando un mayor compromiso y comprensión del material.
Engagement y motivación estudiantil	Interacción y colaboración: Grado de interacción entre estudiantes y entre estudiantes y profesores, medido a través de encuestas, observaciones de clase y la cantidad de trabajos colaborativos realizados.
	Satisfacción del estudiante: Evaluación de la satisfacción de los estudiantes con la metodología utilizada, medida a través de encuestas de opinión y entrevistas.
	Asistencia y retención de alumnos: Tasa de asistencia a clases y la retención de estudiantes en el curso, indicando un aumento en la motivación y el interés en la materia.
Desarrollo de habilidades prácticas y teóricas	Habilidades prácticas: Capacidad de los estudiantes para diseñar, simular y depurar circuitos eléctricos utilizando herramientas como el simulador CADe SIMU, medida a través de proyectos prácticos y observaciones directas.
	Resolución de problemas: Habilidad para identificar y resolver problemas complejos en automatismos y tableros eléctricos, evaluada mediante estudios de caso y problemas prácticos presentados durante el curso.
	Aplicación de conocimientos teóricos: Capacidad para aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas, medida mediante la integración de teoría y práctica en exámenes y proyectos.

Estas dimensiones y criterios proporcionan un marco integral para evaluar la efectividad de las estrategias metodológicas implementadas, asegurando que se aborden tanto los aspectos teóricos como prácticos del aprendizaje y se fomente un entorno educativo motivador y participativo.

Resultados y discusión

Diagnóstico del desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del Bachillerato Técnico

El diagnóstico se llevó a cabo mediante una encuesta realizada a los docentes con el objetivo de conocer el estado del desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del bachillerato técnico. Se realizó



el análisis del rendimiento académico de los estudiantes. La figura 1 muestra el diagnóstico obtenido a partir del criterio de los profesores.

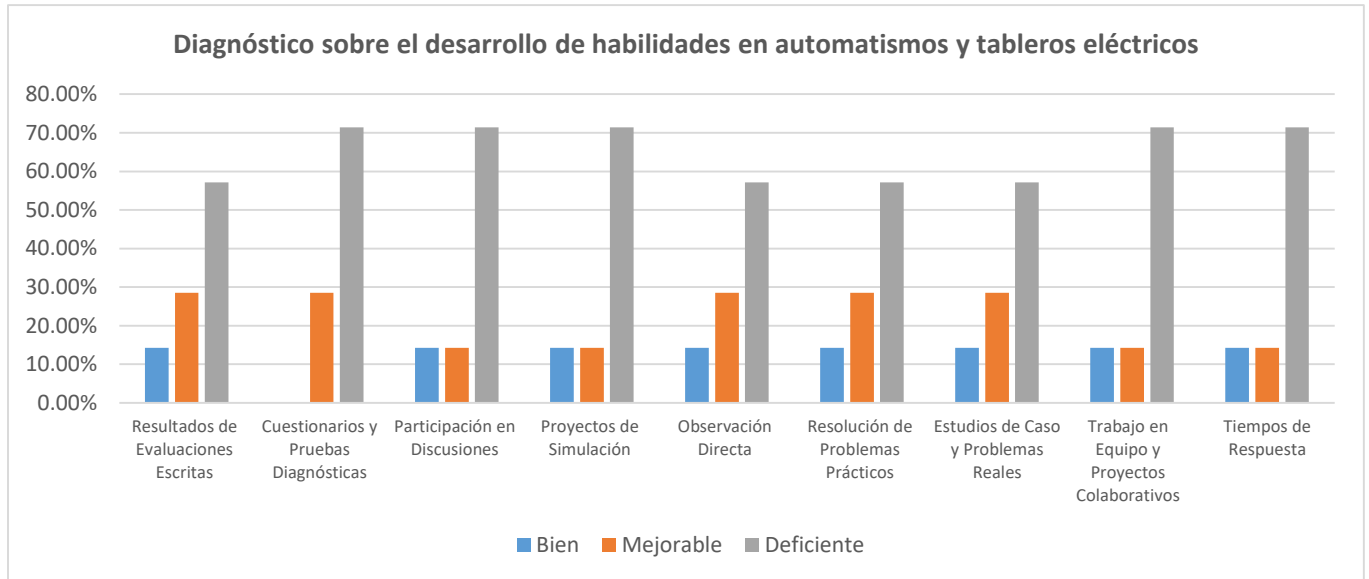


Figura 1. Diagnóstico sobre el desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del Bachillerato Técnico.

El diagnóstico sobre el desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos reveló que una mayoría significativa de los estudiantes presenta un desempeño deficiente en diversas áreas evaluadas. En particular, los resultados de las evaluaciones escritas indican que solo el 14,28% de los estudiantes obtuvo calificaciones buenas, mientras que el 57,14% se situó en la categoría deficiente. Los cuestionarios y pruebas diagnósticas reflejan una situación aún más crítica, con el 71,42% de los estudiantes en nivel deficiente y ninguno alcanzando un nivel bueno, lo que subraya las serias deficiencias en la retención y comprensión de los conocimientos teóricos.

La participación en discusiones y la realización de proyectos de simulación también evidencian problemas significativos, con un 71,42% de los estudiantes mostrando un desempeño deficiente en ambas áreas. Esto sugiere una falta de compromiso y una comprensión insuficiente de los conceptos prácticos. Además, la observación directa y la resolución de problemas prácticos reflejan que más de la mitad de los estudiantes (57,14%) tiene dificultades significativas en aplicar sus conocimientos en entornos prácticos. Estos resultados son preocupantes, ya que indican que los estudiantes no están adquiriendo las competencias necesarias para diseñar y mantener sistemas automatizados de manera efectiva.

Los estudios de caso y problemas reales, junto con el trabajo en equipo y los proyectos colaborativos, muestran que solo una pequeña proporción de estudiantes (14,28%) demuestra un buen desempeño. La mayoría de los estudiantes se



encuentra en niveles mejorables o deficientes, especialmente en el trabajo colaborativo y los tiempos de respuesta ante problemas prácticos, con un 71,42% en nivel deficiente. El diagnóstico destacó la necesidad de revisar y mejorar las estrategias metodológicas actuales, implementando herramientas y enfoques más efectivos para cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, y así optimizar el desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos.

Diseño de la estrategia metodológica para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos

La estrategia metodológica para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos podría estar diseñada mediante un flujo compuesto por 8 etapas que conforman el sistema de entrada y salida de la estrategia. La figura 2 muestra una representación de la Estrategia metodológica propuesta.

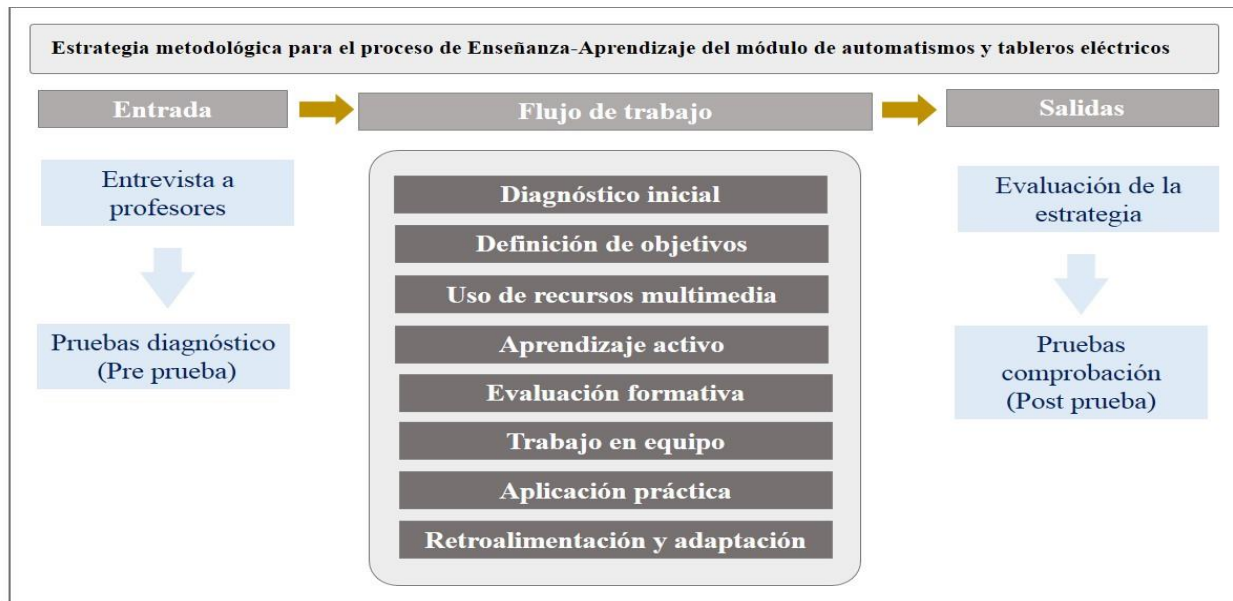


Figura 2. Representación de la estrategia metodológica para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos.

Las etapas de la estrategia metodológica, se diseñaron para proporcionar a los estudiantes una formación integral que les permita comprender, diseñar, mantener y solucionar problemas en sistemas de automatismos y tableros eléctricos, preparándolos para enfrentar los desafíos del mundo laboral.

- El diagnóstico inicial permite obtener una evaluación inicial para identificar el nivel de conocimientos previos, habilidades y necesidades de los estudiantes en relación con los automatismos y tableros eléctricos.
- La definición de objetivos permite establecer objetivos de aprendizaje claros y específicos para el módulo, asegurándose de que estén alineados con los estándares curriculares y las necesidades del mercado laboral.



- El uso de recursos multimedia permite ilustrar conceptos complejos y procesos en la automatización y tableros eléctricos, mediante herramientas multimedia, simulaciones con CADe SIMU, videos explicativos, animaciones y presentaciones interactivas.
- El aprendizaje activo fomenta la participación activa de los estudiantes a través de actividades prácticas, experimentos en laboratorio, resolución de problemas y proyectos prácticos que simulen situaciones reales en la industria.
- La evaluación formativa implementa evaluaciones continuas y formativas para monitorear el progreso de los estudiantes, identificar áreas de mejora y brindar retroalimentación oportuna.
- El trabajo en equipo promueve la colaboración entre los estudiantes para resolver problemas complejos relacionados con los automatismos y tableros eléctricos, fomentando el intercambio de ideas y el desarrollo de habilidades de comunicación.
- La aplicación práctica permite la integración de casos de estudio reales, visitas a empresas del sector, prácticas profesionales o proyectos de investigación que permitan a los estudiantes aplicar sus conocimientos en situaciones prácticas y adquirir experiencia relevante.
- La retroalimentación y adaptación facilita la retroalimentación tanto de los estudiantes como de otros profesionales del sector para mejorar continuamente la estrategia metodológica y adaptarla a las necesidades cambiantes del entorno laboral.

Sistema de actividades de la estrategia metodológica del proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos mediante CADe SIMU

La tabla 3 muestra una descripción del sistema de actividades para la estrategia metodológica del proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos mediante CADe SIMU.

Tabla 3. Sistema de actividades para la estrategia metodológica del proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos mediante CADe SIMU.

Fase	Duración	Actividades
Introducción	1 sesión	Introducción al software CADe SIMU: Presentación del software y sus funcionalidades.
Introducción	1 sesión	Conocimiento de la interfaz de CADe SIMU y herramientas disponibles.
Ejecución	2 semanas	Creación de circuitos eléctricos simples y programación de automatismos básicos.
Ejecución	1 semanas	Realización de ejercicios prácticos para familiarizarse con el software.
Ejecución	1 semanas	Simulación de circuitos eléctricos más complejos con múltiples componentes.
Ejecución	2 semanas	Programación de automatismos avanzados como sistemas de control de nivel.



Ejecución	2 semanas	Resolución de problemas prácticos relacionados con circuitos eléctricos.
Ejecución	1 semanas	Diseño y simulación de sistemas de alarmas utilizando CADe SIMU.
Ejecución	2 semanas	Implementación de proyectos prácticos integrando conocimientos adquiridos.
Cierre	1 sesión	Presentación y evaluación de proyectos ante el grupo para fomentar trabajo en equipo.
Cierre	1 sesión	Evaluación continua de los avances en la programación de circuitos eléctricos.
Cierre	1 sesión	Retroalimentación individualizada para identificar áreas de mejora y brindar recomendaciones

Validación de la estrategia por expertos

Durante el proceso de validación, los expertos resaltaron diversos aspectos cualitativos sobre la propuesta de estrategia metodológica para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos. En la figura 3, se presentan los resultados de la evaluación cuantitativa promedio de la estrategia por parte de los expertos, evaluados en las tres dimensiones y sus respectivos criterios. Los criterios obtuvieron una evaluación promedio entre Pertinentes y Muy pertinentes.

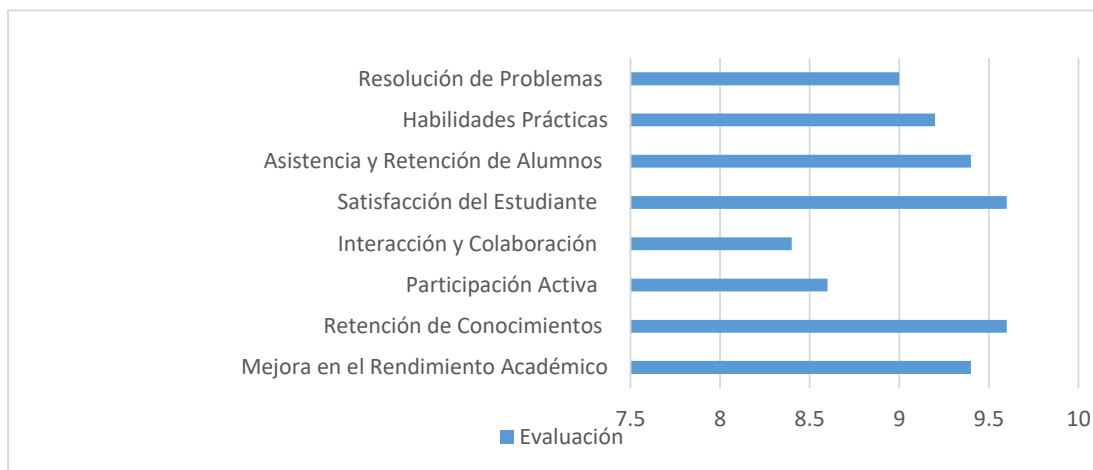


Figura 3. Resultados de la evaluación cuantitativa de la estrategia metodológica para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos.

El resultado de la evaluación cuantitativa de la estrategia metodológica para el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos fue altamente positivo. Los indicadores de evaluación muestran que hubo una mejora significativa en el rendimiento académico, con una calificación de 9.4. Además, la retención de conocimientos, la participación activa, la interacción y colaboración, la satisfacción del estudiante, la asistencia y retención de alumnos, las habilidades prácticas y la resolución de problemas también obtuvieron calificaciones altas, todas por encima de 8.



Estos resultados indican que la estrategia metodológica implementada fue efectiva en promover el aprendizaje y la participación de los estudiantes, así como en el desarrollo de habilidades prácticas y la resolución de problemas. La alta satisfacción del estudiante y la retención de conocimientos son indicativos de que la estrategia fue bien recibida y logró su objetivo de facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el módulo de automatismos y tableros eléctricos.

Sin embargo, los expertos ofrecieron sugerencias para fortalecer y mejorar aún más la implementación de la estrategia:

1. Integrar actividades prácticas: Es importante diseñar actividades que permitan a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos aprendidos utilizando el simulador CADe SIMU. Esto podría incluir la creación de circuitos eléctricos, la programación de automatismos y la resolución de problemas prácticos relacionados con tableros eléctricos. La integración de estas actividades prácticas fortalecerá la comprensión de los conceptos y habilidades técnicas.
2. Fomentar la colaboración y el trabajo en equipo: Promover la colaboración entre los estudiantes para resolver problemas utilizando el simulador CADe SIMU puede ser beneficioso. Se pueden diseñar proyectos o desafíos que requieran que los estudiantes trabajen en equipos para diseñar, simular y analizar sistemas eléctricos complejos. Esto no solo fomentará el trabajo en equipo, sino que también mejorará las habilidades de resolución de problemas y la capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos.
3. Retroalimentación y evaluación continua: Implementar un sistema de retroalimentación constante y evaluación formativa es esencial para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes pueden utilizar el simulador CADe SIMU para realizar simulaciones y pruebas, y los profesores pueden proporcionar retroalimentación inmediata sobre los resultados. Además, se pueden realizar evaluaciones periódicas para medir el progreso de los estudiantes y ajustar la estrategia metodológica según sea necesario.

Resultados de la implementación de la estrategia metodológica para optimizar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos

La figura 4 muestra la evaluación de los indicadores de la variable comprensión teórica de los conceptos. La evaluación de los indicadores de la variable comprensión teórica de los conceptos mostró diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control. En términos de resultados de evaluaciones escritas, el grupo experimental obtuvo una calificación promedio de 9.80, mientras que el grupo de control alcanzó un promedio de 6.30. Esto indica que el grupo experimental demostró una comprensión teórica superior en las evaluaciones escritas en comparación con el grupo de control. En los Cuestionarios y Pruebas Diagnósticas, el grupo experimental también se destacó con una puntuación de 9.20, superando considerablemente al grupo de control, que obtuvo 6.50.



La participación en discusiones fue otro indicador evaluado, donde el grupo experimental nuevamente sobresalió con una calificación de 9.70, frente a la puntuación de 8.04 del grupo de control. Este resultado sugiere que los miembros del grupo experimental no solo comprendieron mejor los conceptos teóricos, sino que también participaron de manera más activa y efectiva en las discusiones.

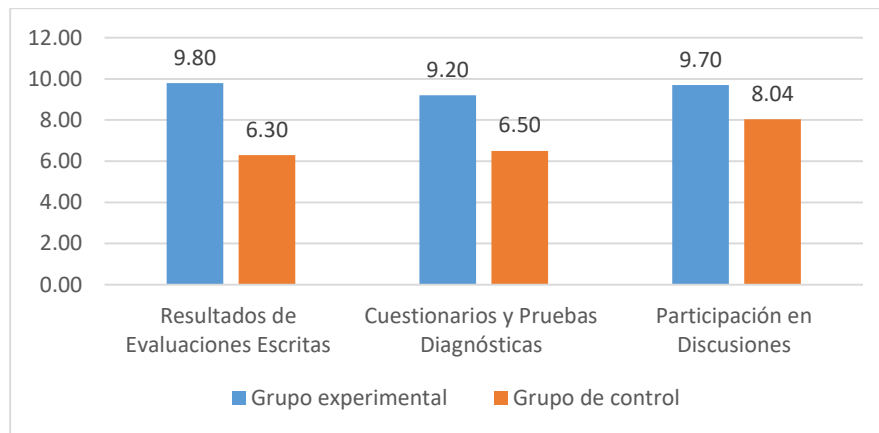


Figura 4. Evaluación promedio de los indicadores de la variable comprensión teórica de los conceptos.

En conjunto, estos resultados demuestran que el grupo experimental tuvo un rendimiento significativamente mejor en todos los indicadores de la comprensión teórica de los conceptos en comparación con el grupo de control.

La figura 5 muestra el resultado de la evaluación promedio de los indicadores de la variable habilidades prácticas en el diseño y simulación de circuitos. La evaluación promedio de los indicadores de la variable habilidades prácticas en el diseño y simulación de circuitos mostró una clara superioridad del grupo experimental en comparación con el grupo de control. En los proyectos de simulación, el grupo experimental alcanzó una calificación promedio de 9.80, mientras que el grupo de control obtuvo 8.20. Este resultado indica que los estudiantes del grupo experimental demostraron una mayor habilidad en la creación y ejecución de proyectos de simulación de circuitos.

En cuanto a la observación directa, el grupo experimental nuevamente se destacó con una puntuación de 9.60, en contraste con el grupo de control que obtuvo 6.30. En la resolución de problemas prácticos, el grupo experimental obtuvo una calificación de 9.80, superando al grupo de control que alcanzó 7.80.



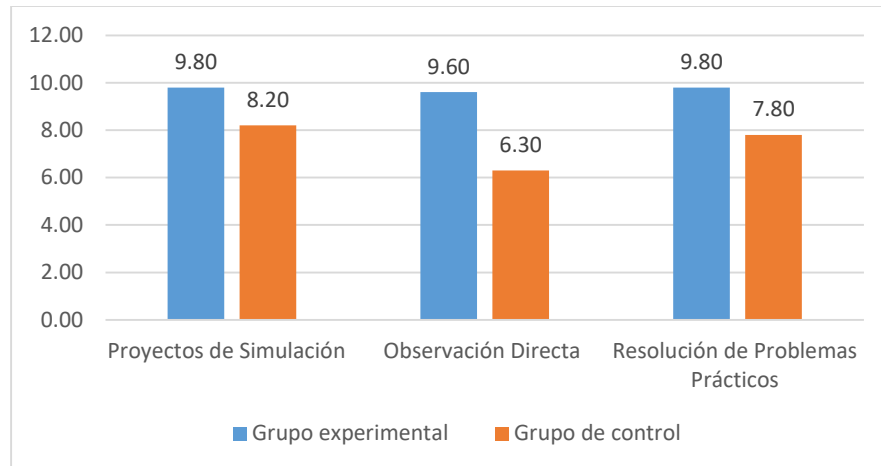


Figura 5. Evaluación promedio de los indicadores de la variable habilidades prácticas en el diseño y simulación de circuitos.

Estos resultados reflejan que el grupo experimental no solo tuvo un mejor desempeño en tareas de simulación y observación directa, sino que también mostró una mayor competencia en la resolución de problemas prácticos relacionados con el diseño y la simulación de circuitos.

La figura 6 muestra el resultado de la evaluación promedio de los indicadores de la variable capacidad de resolución de problemas. La evaluación promedio de los indicadores de la variable capacidad de resolución de problemas demostró que el grupo experimental superó de manera significativa al grupo de control en todos los aspectos evaluados. En Estudios de Caso y Problemas Reales, el grupo experimental obtuvo una calificación promedio de 9.60, mientras que el grupo de control alcanzó solo 7.60. Esto sugiere que los estudiantes del grupo experimental fueron más efectivos en analizar y resolver problemas basados en situaciones reales, mostrando una comprensión y aplicación práctica más robusta.

En el indicador de Trabajo en Equipo y Proyectos Colaborativos, el grupo experimental nuevamente se destacó con una calificación de 9.80, comparada con la puntuación de 7.80 del grupo de control. Esto refleja una mayor competencia en la colaboración y trabajo en equipo dentro del grupo experimental. Por último, en cuanto a los Tiempos de Respuesta, el grupo experimental obtuvo una calificación de 9.60, mientras que el grupo de control obtuvo 8.02. Esto indica que los estudiantes del grupo experimental no solo resolvieron los problemas de manera más efectiva, sino también de manera más eficiente.



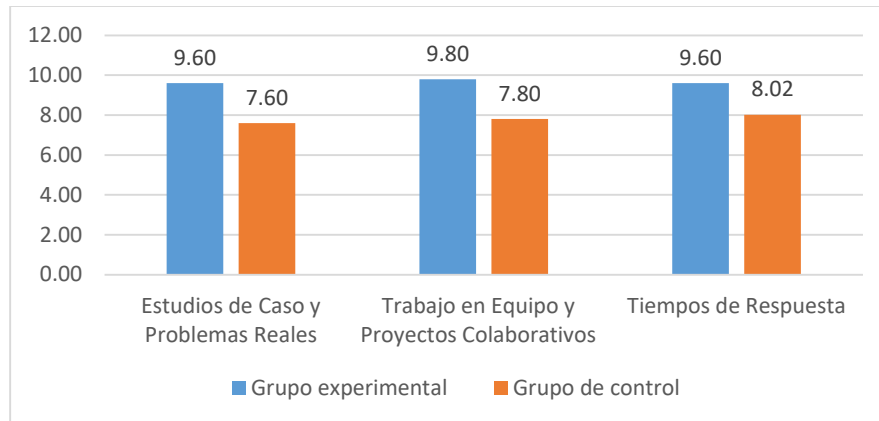


Figura 6. Evaluación promedio de los indicadores de la variable capacidad de resolución de problemas.

En conjunto, estos resultados indican que el grupo experimental tiene una capacidad superior para resolver problemas complejos y trabajar en equipo, comparado con el grupo de control.

La figura 7 muestra el resultado de la evaluación promedio de la prueba teórica y práctica de los estudiantes del grupo experimental respecto al grupo de control. El grupo experimental que utilizó el simulador CADe SIMU obtuvo una puntuación promedio más alta tanto en la prueba teórica como en la práctica en comparación con el grupo de control. En promedio, los estudiantes del grupo experimental obtuvieron una puntuación de 7.74 en la prueba teórica y 9.44 en la prueba, mientras que los estudiantes del grupo de control obtuvieron una puntuación promedio de 6.04 en la prueba teórica y 8.10 en la prueba.

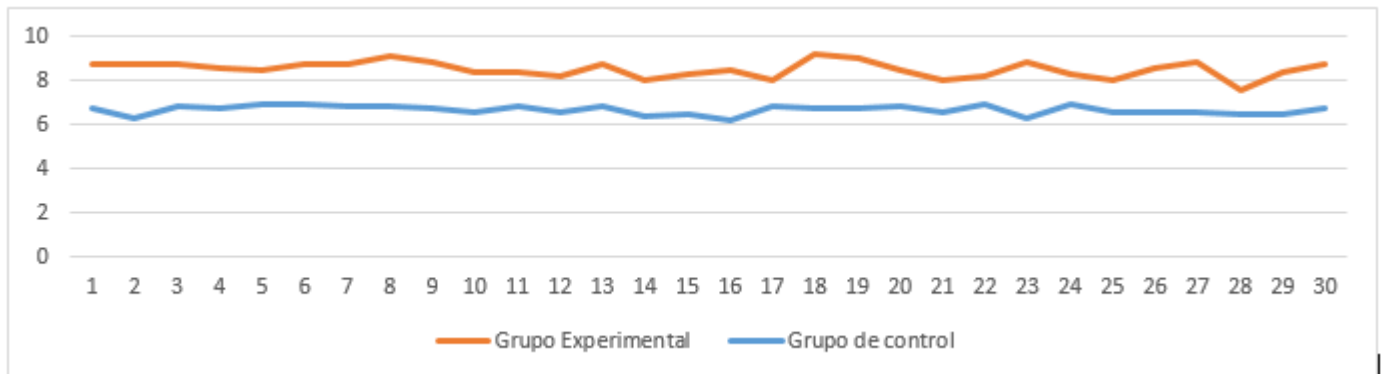


Figura 7. Evaluación promedio de la prueba teórica y práctica de los estudiantes del grupo experimental respecto al grupo de control.

Estos resultados experimentales a partir de los test estadísticos empleados sugieren que el uso del simulador CADe SIMU tuvo un impacto positivo tanto en la comprensión teórica como práctica de los estudiantes, lo que respalda las



afirmaciones anteriores sobre su efectividad para mejorar el aprendizaje y proporcionar una experiencia valiosa a los estudiantes.

Conclusiones

La integración del simulador CADe SIMU en el proceso de enseñanza-aprendizaje de automatismos y tableros eléctricos en el Bachillerato Técnico representa una oportunidad para reducir la brecha entre la teoría y la práctica, proporcionando a los estudiantes una experiencia práctica valiosa. El uso del simulador CADe SIMU demostró ser efectivo para mejorar la comprensión teórica y práctica de estudiantes, al permitirles realizar experimentos virtuales ilimitados y recibir retroalimentación inmediata, lo que contribuye a un aprendizaje más efectivo.

La implementación del simulador CADe SIMU en el currículo práctico no solo redujo los riesgos y costos asociados con el uso de real, sino que también aumentó la motivación y el compromiso de los estudiantes a través de estrategias como gamificación del aprendizaje y visualización en tiempo real de los resultados.

Los resultados experimentales permiten constatar que el empleo del simulador CADe SIMU optimización del proceso de Enseñanza-Aprendizaje del módulo de automatismos y tableros eléctricos. Se pudo evidenciar un mayor desarrollo de habilidades en automatismos y tableros eléctricos, para los estudiantes del bachillerato técnico del grupo experimental respecto al grupo de control.

Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Angelo Damian Carvajal Ibarra, Segundo José Cayambe Padilla, Dayron Rumbaut Rangel
2. Curación de datos: Angelo Damian Carvajal Ibarra, Segundo José Cayambe Padilla, Dayron Rumbaut Rangel
3. Análisis formal: Angelo Damian Carvajal Ibarra, Segundo José Cayambe Padilla, Dayron Rumbaut Rangel
4. Investigación: Angelo Damian Carvajal Ibarra, Segundo José Cayambe Padilla, Dayron Rumbaut Rangel
5. Metodología: Angelo Damian Carvajal Ibarra, Segundo José Cayambe Padilla, Dayron Rumbaut Rangel
6. Administración del proyecto: Dayron Rumbaut Rangel
7. Software: Angelo Carvajal Ibarra, Segundo Cayambe Padilla
8. Supervisión: Dayron Rumbaut Rangel
9. Validación: Angelo Carvajal Ibarra, Segundo Cayambe Padilla
10. Visualización: Angelo Carvajal Ibarra, Segundo Cayambe Padilla



11. Redacción – borrador original: Angelo Damian Carvajal Ibarra, Segundo José Cayambe Padilla, Dayron Rumbaut Rangel
12. Redacción – revisión y edición: Angelo Damian Carvajal Ibarra, Segundo José Cayambe Padilla, Dayron Rumbaut Rangel

Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

Referencias

- Abril, P. L. R., Rodríguez-Hernández, A. A., & Avella-Forero, F. (2021). Evaluación de simuladores como estrategia para el aprendizaje de la electricidad en la asignatura de física en la educación media. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 219-237. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/download/1401/1316>
- Aldaz-Suarez, P. A., Bermúdez-Chica, J. J., & Acebo-Arcenales, A. S. (2022). Tablero didáctico de conexiones y accionamientos eléctricos industriales. *Revista Científica y Arbitrada del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura*: FINIBUS-ISSN: 2737-6451., 5(10), 13-17. <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/finibus/article/download/424/702>
- Álvarez, R. L. J. (2023). Utilización e impacto de simuladores en la enseñanza de Electrónica. *Anuario de Investigación: Universidad Católica de El Salvador*, 12(1), 81-94. <https://camjol.info/index.php/aiunicaes/article/download/16628/19764>
- García-Chontal, J. A., Murillo-Faustino, A. M., & Pérez-Vertel, R. M. (2023). Simuladores ensamble y Packet Tracer y el rendimiento académico en estudiantes de educación media técnica. *Episteme Koinonía. Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, 6(11), 63-78. <http://ve.scielo.org/pdf/ek/v6n11/2665-0282-ek-6-11-63.pdf>
- Kumbhar, K. V., & Niture, D. V. (2022, 28-30 Dec. 2022). Development of Test Automation Scripts for Panel Logic module using Vector CANoe. 2022 International Conference on Recent Trends in Microelectronics, Automation, Computing and Communications Systems (ICMACC),
- Leon, R. L., Moreno, L. V., Moya, S. P., Girón, N. R., Viteri, S. N., & Hernandez, J. P. (2020). Automatización y simulación de una estación de clasificación con pivots y sensores de visión. *INGnosis*, 6(2), 52-60. <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/download/2079/1796>



- Muñoz, I. M., Reyes, M. I. M., Corral, J. C., Bernal, O. Y. V., & Padilla, G. L. (2021). Novedoso método para análisis de fallas eléctricas en tableros electrónicos utilizando la matriz GASE en la industria electrónica de Mexicali. *Ecuadorian Science Journal*, 5(2), 60-67. <https://journals.gdeon.org/index.php/esj/article/download/110/128>
- Rivas, F. (2021). Process Experimentation Laboratory: Use of Open Source Software in the Chemical Engineering Degree: Case study. *International Journal of Education and Learning Systems*, 6. [http://www.ias.org/ias/filedownloads/ijels/2021/002-0002\(2021\).pdf](http://www.ias.org/ias/filedownloads/ijels/2021/002-0002(2021).pdf)
- Rodriguez, L. A. M., Vargas, F. A. Á., Santa, M. L. C. C., Caballero, A. H. C., Noriega, E. A. R., Ávalos, A. G. B., & Vigo, J. B. C. (2022). Diseño y simulación de sistema para una inyectora de plástico reciclado. *INGnosis*, 8(2), 01-07. <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ingnosis/article/download/2474/1981>
- Sharma, A., Zanolli, P., & Musunur, L. P. (2019). Enabling the Electric Future of Mobility: Robotic Automation for Electric Vehicle Battery Assembly. *IEEE Access*, 7, 170961-170991. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2953712>
- Tene, W. E. Y., Zea, F. A. M., López, L. E. V., & Hernández, R. G. (2024). Impacto del aula invertida como estrategia didáctica utilizando CADESIMU en automatización y control. *AlfaPublicaciones*, 6(2.2), 68-88. <https://alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/download/489/1252>

