



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
EXTENSIÓN LA MANÁ**

**CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA  
ASIGNATURA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTELIGENTES  
EN LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero en Electromecánica

**AUTORES:**

Caiza Constante Marlon Sahid  
Culqui Guanín Anderson Raúl

**TUTOR:**

M.Sc. Hidalgo Osorio William Armando

**LA MANÁ-ECUADOR  
AGOSTO-2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Marlon Sahid Caiza Constante y Anderson Raúl Culqui Guanín, afirmamos ser los creadores del presente proyecto de investigación: "IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ASIGNATURA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTELIGENTES EN LA UTC EXTECIÓN LA MANÁ", siendo el M.Sc. William Armando Hidalgo Osorio, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Asimismo, declaramos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son íntegramente de nuestra autoría y responsabilidad.



Marlon Sahid Caiza Constante

C.I: 050408192-8



Anderson Raúl Culqui Guanín

CI: 125124455-2

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ASIGNATURA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTELIGENTES EN LA UTC EXTECIÓN LA MANÁ” de Marlon Sahid Caiza Constante Y Anderson Raúl Culqui Guanín de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 23 de Julio del 2025



M.Sc. William Armando Hidalgo Osorio

**TUTOR**

..

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto el postulante Caiza Constante Marlon Sahid Y Anderson Raúl Culqui Guanín con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ASIGNATURA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTELIGENTES EN LA UTC EXTECIÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 23 julio del 2025

Para constancia firman:



Ing. Cristian Darwin Borja Borja

C.I: 1719252585

**LECTOR 1**



PHD. Yoandrys Morales Tamayo

C.I: 1756958797

**LECTOR 2**



Ing. Charles Fabian Barreno Flores

C.I: 0501950992

**LECTOR 3**

## **AGRADECIMIENTO**

*La culminación de esta fase trasciende la mera consecución académica; es el producto del esfuerzo, la tenacidad y el respaldo de individuos fundamentales en mi desarrollo profesional. Expreso mi gratitud hacia la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná por proporcionarme las herramientas indispensables para mi desarrollo profesional. A todos los educadores que me orientaron a lo largo de esta trayectoria académica, mi sincero agradecimiento. En particular, se agradece al Ing. William Armando Hidalgo Osorio, M.Sc., tutor de este proyecto, por su apoyo, paciencia y valiosas directrices durante la evolución del trabajo investigativo.*

**Anderson**

## **AGRADECIMIENTO**

*“La educación es el alma más poderosa que puedes tener para cambiar el mundo” en primer lugar agradezco a Dios por darme fuerzas y fortaleza para alcanzar esta meta. También quiero agradecer a todos los docentes y especial mente al docente tutor Ing. William Armando Hidalgo Osorio M.Sc. por formar parte de todo este largo y arduo proceso educativo de la prestigiosa institución que es la Universidad Técnica de Cotopaxi – extensión La Maná*

**Marlon**

## **DEDICATORIA**

*Este estudio se consagra con profundo afecto y reverencia hacia mi madre, quien ha constituido mi ejemplo más sobresaliente de resiliencia y dedicación. Su apoyo incondicional, sus sacrificios silentes y su confianza en mí han funcionado como el catalizador que impulsó mi perseverancia, incluso ante circunstancias que parecían adversas. Las directrices que han proporcionado, su afecto y su fortaleza, han proporcionado lecciones que llevaré conmigo de forma perenne. En honor a ellas, que representan lo más sacrosanto en mi existencia, les presento este logro con un profundo sentimiento de agradecimiento.*

**Anderson**

## **DEDICATORIA**

*Esta Tesis va dedicada para toda mi familia en especial a mis padres y a mis hijos por haber estado ahí apoyándome en todo este proceso de formarme como profesional, gracias mamá y papá por nunca dejar que me desanime y deje de estudiar ustedes fueron un pilar fundamental para poder lograr y obtener el título de Ingeniero Electromecánico, también agradezco a mis hijos por ser una pieza fundamental en este proceso ustedes son mi motor para seguir adelante y darles un futuro mejor.*

**Marlon**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## EXTENSIÓN LA MANÁ

### TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ASIGNATURA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTELIGENTES EN LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”

**Autores:**

Caiza Constante Marlon Sahid  
Culqui Guanín Anderson Raúl

#### RESUMEN

El módulo didáctico propone la elaboración de un currículo académico centrado en las Instalaciones Eléctricas Inteligentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, con el objetivo de potenciar la práctica de los estudiantes de Electromecánica. Tomando en cuenta las desventajas presentes en el laboratorio, la ejecución de prácticas por parte de todos los alumnos resulta inviable debido a la falta de equipos y sistemas de automatización, se sugiere la instauración de un módulo educativo que fomente la simulación de contextos residenciales auténticos. Este módulo posibilitará el establecimiento de secuencias de control para sistemas de iluminación, sistemas de seguridad y otros dispositivos de automatización. Este procedimiento incorpora elementos tecnológicos contemporáneos tales como interruptores inteligentes, sensores de movimiento, disyuntores, tomacorrientes y un sistema innovador de control por voz, fomentando de este modo el aprendizaje aplicado en el campo de la automatización y la domótica residencial.

**Palabras clave:** Infraestructuras eléctricas inteligentes, módulo educativo, sistemas de automatización residencial y sensores.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**EXTENSION LA MANA**

**TITLE: “IMPLEMENTATION OF A DIDACTIC MODULE FOR THE SUBJECT OF  
SMART ELECTRICAL INSTALLATIONS AT UTC LA MANÁ EXTENSION”**

**Authors:**

Caiza Constante Marlon Sahid  
Culqui Guanín Anderson Raúl

**ABSTRACT**

The didactic module proposes the development of an academic curriculum focused on Smart Electrical Installations at the Technical University of Cotopaxi, La Maná extension, to enhance the practical training of Electromechanics students. Considering the disadvantages present in the laboratory, implementing hands-on activities for all students is unfeasible due to the lack of equipment and automation systems. Therefore, establishing an educational module that promotes the simulation of authentic residential contexts is suggested. This module will enable the development of control sequences for lighting systems, security systems, and other automation devices. The process incorporates contemporary technological elements such as smart switches, motion sensors, circuit breakers, outlets, and an innovative voice control system, thus fostering applied learning in the field of automation and residential domotics.

**Keywords:** Smart electrical infrastructures, educational module, residential automation systems, and sensors.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
1 INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2 INTRODUCCIÓN.....	2
3 JUSTIFICACIÓN.....	3
4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
4.1 Beneficiarios principales.....	4
4.2 Beneficiarios secundarios .....	5
5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
5.1 Problemática .....	5
5.2 Problema .....	6
6 OBJETIVOS.....	7
6.1 Objetivo general.....	7
6.2 Objetivos específicos .....	7
7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS DE RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	8
8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
8.1 Diseño del módulo didáctico de instalaciones eléctricas inteligentes .....	9
8.1.1 Cálculos de la estructura del módulo.....	11
8.1.1.1 Argumento con simulación de cargar en el modulo.....	12
8.1.2 Principal objetivo del Módulo Didáctico para la Enseñanza de Instalaciones Inteligentes y Convencionales .....	13
8.2 Uso de la Simulación en CADe SIMU como Herramienta Educativa .....	14
8.2.1 Descripción técnica de los componentes del módulo didáctico .....	15
8.3 CÁLCULO DE CORRIENTE PARA BREAKER GENERAL.....	17
8.3.1 Focos LED 9W .....	18

8.3.2 Tomacorrientes Residenciales de 220 V .....	20
8.3.3 Industrial "Pata de Gallo" Outlet (50 A, 125/250 V) .....	22
8.3.4 Smart WiFi Relay switch.....	24
8.3.5 Tiras LED RGB con Controlador y Fuente .....	25
8.3.6 Asistente de voz Google Home Mini .....	26
8.3.7 Interruptores Termomagnéticos de Protección (Breakers).....	28
8.3.8 Interruptores de Control: Botones Pulsadores, Interruptores Simples, Interruptores Dobles e Interruptores de 4 Vías .....	30
8.3.9 Cables THHN (#12, #14 AWG) y Accesorios de Montaje .....	31
8.4. Cálculos Eléctricos del Modulo.....	35
8.4.1 Cálculo de la corriente total y selección del calibre de conductores .....	35
9. Metodología y Diseño Experimental.....	37
9.1 Enfoque y tipo de investigación .....	37
9.2 Población y muestra .....	38
9.3 Variables de estudio.....	39
9.4 Hipótesis de la investigación .....	42
9.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
9.6 Procedimiento experimental y diseño de las prácticas .....	46
10. Análisis y Discusión de Resultados.....	54
11. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS .....	57
11.1 Impacto Técnico .....	57
11.3 Impacto Económico .....	59
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	60
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	64
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	8
Tabla 2 de propiedades del aluminio 6063-T52: .....	11
Tabla 3. Cuadro resumen de materiales del módulo didáctico.....	34
Tabla 4. Selección del Conductor.....	36
Tabla 5. Desglose técnico de materiales, cantidades y costos unitarios para la implementación del módulo didáctico. ....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales beneficiarios principales.....	3
Figura 2. Porcentaje de los beneficiarios secundarios y beneficiarios principales.....	5
Figura 3. Diseño estructural del modulo .....	10
Figura 4. Simulación de un interruptor simple .....	14
Figura 5. Foco LED SMART , luz RGB y conexión Wifi. Consumo 9W a 806 lúmens.....	19
Figura 6. TOMACORRIENTE. 1 SERV. 220V .....	21
Fuente: Catálogo Bticino .....	21
Figura 7. Tomacorriente 10-50 50A PRE16818   220V .....	22
Figura 8. Smart Wifi Relay.....	24
Figura 9. Tiras LED RGB con Controlador .....	25
Figura 10. Asistente de voz Google Home Mini .....	27
Figura 11. Interruptores Termomagnéticos de Protección .....	28
Figura 12. Botón y interruptor de un servicio .....	30
Figura 13. Cables THHN (#12 rojo y blanco, #14 AWG negro) .....	31
Figura 14. Crimpeo NQ 1200 Terminales 0,25-10 mm <sup>2</sup> .....	32
Figura 15 Caja Distrib Bk Din Empot 15 Mod Sdbip <sup>2</sup> .....	33
Figura 16 Cinta aislante 3M .....	34

## 1 INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ASIGNATURA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTELIGENTES EN LA UTC EXTENSIÓN LA MANÁ”

**Fecha de inicio:**

Abril del 2025

**Fecha de finalización:**

Agosto del 2025

**Lugar de ejecución:**

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

**Unidad académica que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Electromecánica

**Proyecto de investigación vinculado:**

La transferencia de tecnología sostenible como elemento clave para el desarrollo socioeconómico y la integración social.

**Tutor del Proyecto:**

M.Sc. William Armando Hidalgo Osorio

Anderson Raúl Culqui Guanín

**Postulantes:**

Marlon Sahid Caiza Constante

**Área de conocimiento:**

Ingeniería, Industria y Construcción

**Línea de investigación:**

Procesos Industriales y Automatización.

## 2 INTRODUCCIÓN

La integración de infraestructuras eléctricas inteligentes ha transformado radicalmente la forma en que se diseñan y operan los sistemas eléctricos en contextos residenciales, comerciales e industriales. Esta evolución permite automatizar tareas como el control de iluminación, seguridad y consumo energético, generando beneficios como mayor eficiencia, confort y sostenibilidad [1]. En este sentido, el curso de Instalaciones Eléctricas Inteligentes impartido en la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, se posiciona como un pilar clave en la formación de competencias técnicas aplicadas. Sin embargo, persiste una brecha significativa en cuanto a la disponibilidad de módulos didácticos automatizados, lo que limita la ejecución práctica en los laboratorios [2].

Este proyecto busca crear un entorno simulado de vivienda con sistemas eléctricos automatizados, dentro de un ambiente controlado de laboratorio. Esta propuesta permite que los estudiantes manipulen sensores, interruptores inteligentes y sistemas de videovigilancia, fomentando habilidades operativas de alta demanda en la industria 4.0 [3]. Además, se busca fortalecer el vínculo entre teoría y práctica, a través de la innovación tecnológica aplicada a la enseñanza, alineando los objetivos educativos con la normativa técnica vigente [4].

La metodología adoptada será de carácter híbrido, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos para medir el impacto del módulo sobre el rendimiento académico y las habilidades prácticas de los estudiantes. Al incorporar herramientas de automatización como WiFi, comandos de voz y domótica, se pretende que los educandos participen activamente en un proceso de aprendizaje interactivo, reflexivo y colaborativo [5]. Esta propuesta contribuye a una formación más profunda sobre los sistemas inteligentes y fortalece el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la adaptación a entornos laborales altamente tecnológicos [6].

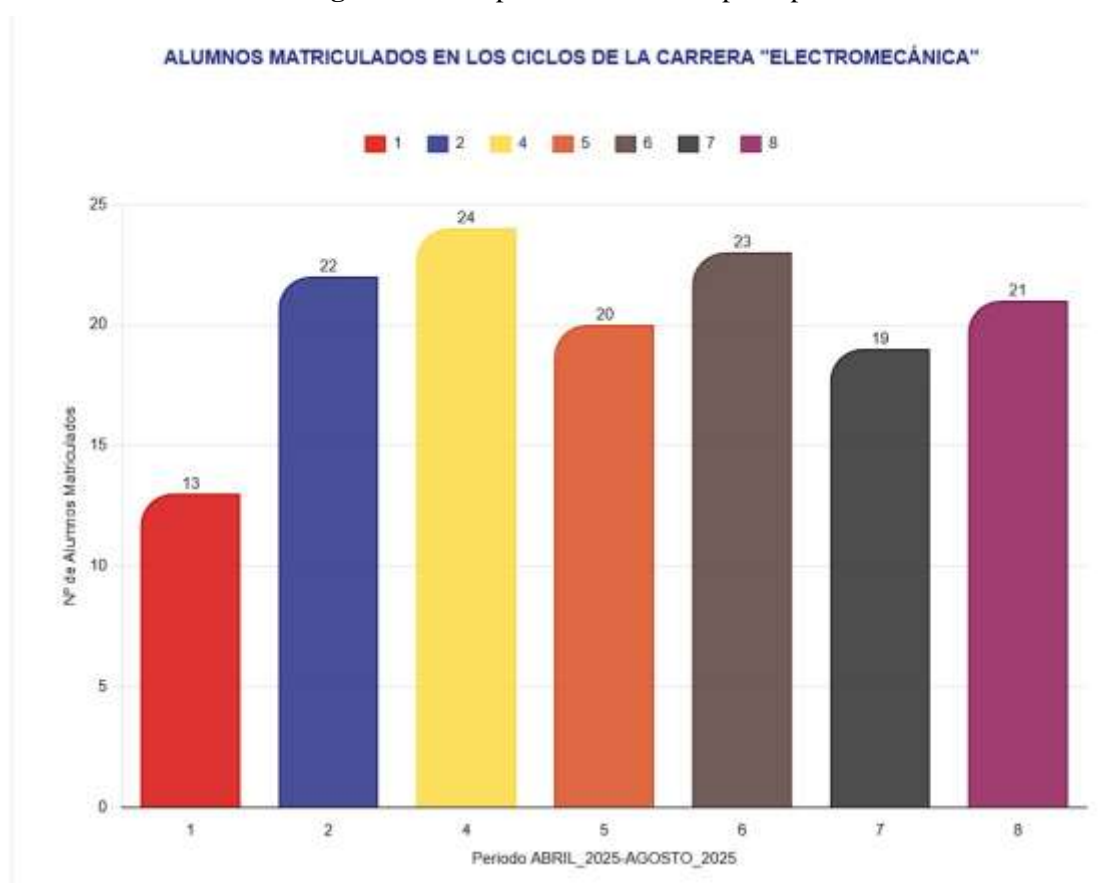
En definitiva, la implementación de este módulo se alinea con la necesidad urgente de renovar los recursos pedagógicos en la educación técnica. A través de experiencias prácticas basadas en la automatización eléctrica, se busca dotar a los estudiantes de competencias reales que respondan a los desafíos del entorno laboral moderno. Este enfoque no solo

optimiza la enseñanza, sino que además posiciona a la institución como promotora de innovación educativa y tecnológica [7].

### 3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, las aulas universitarias enfrentan el desafío de adaptarse a los constantes avances tecnológicos. En el caso de la carrera de Ingeniería Electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná, se ha identificado una carencia significativa en la implementación de recursos pedagógicos prácticos y modernos para el estudio de Instalaciones Eléctricas Inteligentes. Esta limitación impide que los estudiantes adquieran habilidades aplicables al entorno laboral real, especialmente en lo que respecta a la automatización y el uso de tecnologías emergentes [8].

**Figura 1.** Principales beneficiarios principales



*Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná (abril-agosto 2025)*

La iniciativa de este proyecto responde a la necesidad de potenciar las capacidades técnicas tanto de docentes como de estudiantes, mediante un curso práctico que aborde la

automatización eléctrica en espacios reales como unidades habitacionales. Se busca elevar el nivel de aprendizaje con una metodología activa que integre teoría y práctica, generando una experiencia significativa con aplicación directa [9].

Además, el fortalecimiento del laboratorio y la actualización del equipamiento permitirán que la institución se convierta en un referente local en formación técnica de calidad, promoviendo el desarrollo profesional de los estudiantes y contribuyendo a la mejora continua de la oferta educativa [10].

La replicabilidad de este proyecto en otras carreras técnicas es viable, siempre que existan las condiciones adecuadas en cuanto a infraestructura y compromiso institucional, lo que abre la puerta a un impacto transversal en la formación superior [11].

#### **4 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Este proyecto propone la implementación de un módulo didáctico específico para la asignatura de Instalaciones Eléctricas Inteligentes. Este recurso, con un enfoque práctico, innovador y acorde a las exigencias del sector productivo, busca fortalecer el aprendizaje técnico a través del uso de tecnologías aplicadas como los sistemas domóticos e instalaciones inteligentes. Su diseño tiene como finalidad involucrar a los estudiantes en procesos reales de automatización, beneficiando de forma directa a los usuarios del aula y de manera indirecta a la comunidad académica [12].

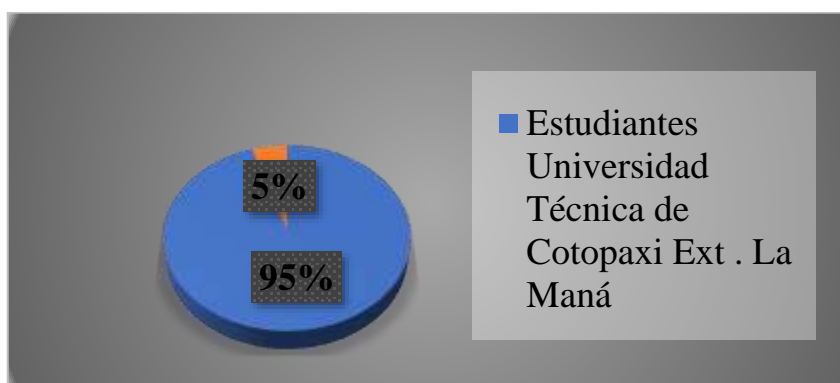
##### **4.1 Beneficiarios principales**

El grupo principal de beneficiarios está compuesto por los estudiantes matriculados en la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná. Se estima que alrededor de 120 alumnos participarán en este proceso formativo, lo cual les permitirá reforzar sus conocimientos en conexiones eléctricas residenciales, configuración de dispositivos inteligentes, asistentes virtuales, y sistemas automatizados con WiFi y relés, lo cual representa una ventaja competitiva frente a los desafíos del mundo laboral actual [13].

## 4.2 Beneficiarios secundarios

En segundo plano, se beneficiarán docentes de carreras afines, personal administrativo y visitantes de la institución. Este grupo tendrá acceso al módulo como parte del equipamiento del laboratorio de electrotecnia, lo cual permitirá mejorar las dinámicas de enseñanza, facilitar procesos de capacitación interna y desarrollar actividades interdepartamentales. Se estima que al menos 30 personas externas también podrán interactuar con el módulo con fines demostrativos, ampliando el impacto del proyecto en aproximadamente un 20% más del total previsto [14].

**Figura 2.** Porcentaje de los beneficiarios secundarios y beneficiarios principales



*Fuente: Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná*

## 5 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 5.1 Problemática

Lograr una formación sólida en ingeniería no solo requiere conocimiento teórico, sino también el desarrollo de competencias prácticas. En el caso de la carrera de Ingeniería Electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión La Maná, se ha detectado una brecha considerable en la aplicación práctica de contenidos relacionados con instalaciones eléctricas inteligentes. Esta brecha se debe, principalmente, a la falta de recursos didácticos actualizados y de herramientas pedagógicas modernas que integren nuevas tecnologías aplicadas a entornos reales [15].

Actualmente, los estudiantes no cuentan con un módulo de aprendizaje que combine los conocimientos tradicionales con tecnologías emergentes de automatización, como lo exige

el mercado laboral. Esta carencia limita seriamente la posibilidad de que los futuros profesionales enfrenten con éxito los desafíos de un entorno productivo que exige la implementación de soluciones eléctricas tanto convencionales como inteligentes [16].

La situación se agrava por la ausencia de equipos actualizados en los laboratorios, lo que obliga a que las actividades formativas se reduzcan a simulaciones poco representativas o simplemente a observaciones de dispositivos obsoletos. Esto dificulta la adquisición de competencias técnicas clave y frena el desarrollo de habilidades prácticas auténticas, esenciales para un aprendizaje significativo [17].

Por otro lado, la automatización eléctrica avanza a un ritmo vertiginoso, y el entorno académico debe adaptarse con igual velocidad. Ignorar estos avances implica desaprovechar oportunidades educativas que podrían posicionar a los estudiantes con ventaja en el ámbito profesional. Resulta imprescindible implementar un enfoque pedagógico renovado, funcional y accesible, que esté alineado con las exigencias tecnológicas actuales y promueva una formación práctica, crítica e innovadora [18].

## **5.2 Problema**

La carrera de Ingeniería Electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná enfrenta un vacío pedagógico en cuanto a la enseñanza práctica de sistemas eléctricos automatizados. No se dispone de un módulo didáctico moderno que permita la ejecución de prácticas reales con tecnologías domóticas y sistemas de automatización residencial. Esta deficiencia impide el desarrollo integral de los estudiantes y dificulta la adquisición de competencias técnicas esenciales para su futura inserción laboral [19].

La falta de herramientas didácticas especializadas también afecta el cumplimiento de estándares de calidad educativa. Los estudiantes no logran integrar teoría y práctica de forma efectiva, lo cual repercute negativamente tanto en su rendimiento académico como en su preparación para los retos del mercado profesional. Esta limitación representa un obstáculo que pone en riesgo la formación de ingenieros verdaderamente competentes y adaptados a las exigencias tecnológicas actuales [20].

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 Objetivo general**

Fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Instalaciones Eléctricas Inteligentes mediante la implementación de un módulo didáctico interactivo, que permita el avance de competencias técnicas aplicadas en los estudiantes de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná.

### **6.2 Objetivos específicos**

- Dimensionar las cargas eléctricas del módulo didáctico para su correcto funcionamiento y uso de implementos.
- Implementar una sección de automatización en domótica con dispositivos WiFi, controlado por comandos de voz, smart cámara y focos RGB programables.
- Elaborar cinco guías prácticas de instalaciones eléctricas, para los equipos del módulo completo.
- Evaluar el funcionamiento correcto del módulo didáctico mediante simulaciones prácticas para la correcta conexión.

## 7 ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS DE RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 3.** Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

<b>Objetivos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Descripción (Técnicas e Instrumentos)</b>
Desarrollar módulos corregidos en instalaciones eléctricas residenciales convencionales.	Investigación de normativas eléctricas y tipos de instalaciones residenciales. Diseño de circuitos eléctricos con interruptores simples, dobles, de 3 y 4 vías, además de tomacorrientes. Montaje físico de los módulos y cableado en el panel didáctico.	Marco teórico consolidado sobre instalaciones residenciales y medidas de seguridad. Esquemas eléctricos funcionales para cada práctica. Módulos operativos con conexiones adecuadas.	Revisión bibliográfica: normas NEC y RETIE. Análisis técnico y aplicación de software como AutoCAD y Proteus. Uso de herramientas manuales: tester, taladro, pinzas y canaletas.
Implementar una sección de automatización en domótica con dispositivos WiFi.	Configuración de interruptores WiFi, sensores, cámaras y focos RGB. Programación de escenarios automatizados (por voz, horarios o sensores). Integración de monitoreo remoto con cámaras WiFi.	Control remoto de cargas desde app móvil. Automatización funcional mediante asistentes virtuales. Sistema de videovigilancia operando en tiempo real.	Aplicación de plataformas como Google Home, conexión en red y validación de conectividad. Configuración vía smartphone y grabación desde la nube.
Elaborar cinco guías de práctica para la instalación y uso del módulo.	Desarrollo paso a paso de cada guía con diagramas e instrucciones. Validación de las guías mediante simulaciones e instalación real.	Guías funcionales con circuitos, procedimientos y actividades didácticas. Material accesible, comprensible y de utilidad para los estudiantes.	Redacción pedagógica clara con ilustraciones. Evaluación mediante retroalimentación docente y ajustes según pruebas con estudiantes.
Evaluar el funcionamiento del módulo mediante simulaciones prácticas.	Realización de prácticas con multímetro para verificación de continuidad y voltaje. Registro de resultados y desempeño de los estudiantes.	Comprobación del funcionamiento correcto del módulo. Informes con datos sobre desempeño y aprendizaje alcanzado.	Uso de multímetro digital, simulador virtual y fichas de evaluación. Aplicación de encuestas, listas de cotejo y observaciones guiadas.

**Fuente:** Anderson Culqui (2025)

## 8 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

En este capítulo se presenta el proceso de implementación de un módulo didáctico orientado a fortalecer la enseñanza de las instalaciones eléctricas tanto inteligentes como convencionales. Esta iniciativa se desarrolló en el marco de la formación técnica en la Universidad Técnica de Cotopaxi, específicamente en su Extensión La Maná, con el objetivo de brindar a los estudiantes una herramienta educativa práctica y contextualizada.

El contenido se enfoca en explicar tanto los fundamentos técnicos como los científicos que justifican el uso del módulo, considerando su impacto pedagógico en el aula. Además, se resalta la importancia de los entornos de simulación en el proceso formativo, siendo CADE SIMU una de las herramientas tecnológicas seleccionadas para apoyar el aprendizaje interactivo y experimental en electricidad [21].

A lo largo del capítulo se detallan los distintos componentes físicos que conforman el módulo, abordando sus características técnicas, funcionalidades y el papel que cumplen en la enseñanza. También se describe cómo estos elementos pueden extrapolarse a situaciones reales del entorno laboral, permitiendo una conexión efectiva entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica.

Este enfoque busca que cada sección esté organizada de forma estructurada, empleando una numeración jerárquica (8, 8.1, 8.1.1, etc.) que facilite la comprensión progresiva de los contenidos tratados [22].

### 8.1 Diseño del módulo didáctico de instalaciones eléctricas inteligentes

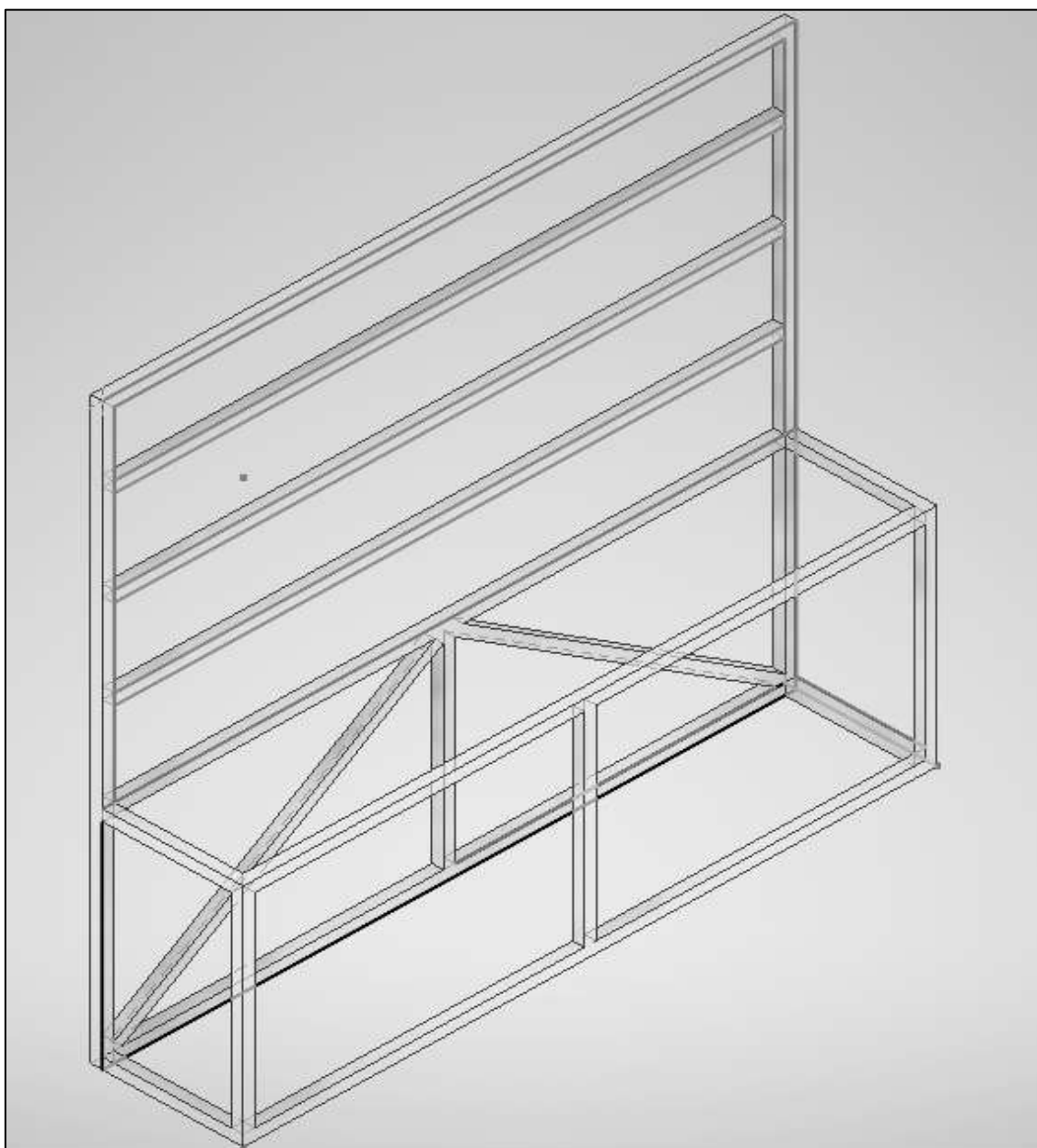
El módulo didáctico diseñado representa una propuesta pedagógica de carácter innovador que integra de forma armónica los pilares fundamentales de la ingeniería eléctrica, la automatización industrial y la domótica. Este recurso educativo tiene como propósito potenciar el aprendizaje práctico de los estudiantes que cursan la asignatura de Instalaciones Eléctricas Inteligentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi, específicamente en su Extensión La Maná.

La iniciativa surge como respuesta a la necesidad de modernizar los entornos de formación técnica mediante la implementación de infraestructura que facilite la realización de prácticas

reales y seguras. Para ello, se ha creado un entorno controlado en el que los estudiantes pueden interactuar con tecnologías tradicionales de cableado eléctrico, al mismo tiempo que exploran herramientas más actuales basadas en automatización por voz y conectividad mediante redes WiFi [23].

Esta combinación de lo convencional con lo innovador busca desarrollar competencias técnicas integrales, permitiendo al estudiante transitar desde el aprendizaje básico hacia el dominio de tecnologías que se emplean en viviendas y edificaciones inteligentes [24].

**Figura 3.** Diseño estructural del modulo



**Fuente:** Programa Inventor elaborado por Anderson Culqui (2025)

### 8.1.1 Cálculos de la estructura del módulo

En esta sección vamos a indagar los respectivos información que nos interesa sobre el peso y la durabilidad de la estructura a diseñar.

#### a) Datos proporcionados:

- **Tubo cuadrado de aluminio:**
  - Lados: 3.8 cm (38 mm)
  - Espesor: 1.5 mm (0.15 cm)
- **Cantidades de tubos:**
  - 2 tubos de 2.00 metros
  - 7 tubos de 2.20 metros

#### b) Calcular el área transversal del tubo

$$A = L_{ext}^2 - L_{int}^2 \quad [Ecuación 1]$$

$$L_{ext}^2 = 3.8^2 \text{ cm}$$

$$L_{int}^2 = 3.8 - 2(0.15) = 3.5 \text{ cm}$$

$$A = 3.8^2 - 3.5^2 = 14.44 - 12.25 = 2.19 \text{ cm}^2$$

#### c) Volumen total de todos los tubos

Convertimos de metros a centímetros:

- $2 \times 2.00 \text{ m} = 200 \text{ cm} \times 2 = 400 \text{ cm}$
- $7 \times 2.20 \text{ m} = 220 \text{ cm} \times 7 = 1540 \text{ cm}$

**Total:** 1940 cm

$$V = A * L_{total} \quad [Ecuación 2]$$

$$V = 2.19 \times 1940 = 4248.6 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen total} = 4248.6 \text{ cm}^3$$

#### d) Calcular el peso con la densidad del aluminio

Densidad del aluminio:  $2.70 \text{ g/cm}^3$

$$\text{Masa (g)} = V \times \rho \quad [Ecuación 3]$$

$$4248.6 \times 2.70 = 11471.22 \text{ g}$$

$$\text{Masa (kg)} = \frac{11471.22}{1000} \quad [Ecuación 4]$$

$$\text{Masa} = 11.47 \text{ kg}$$

#### Tabla de propiedades del aluminio 6063-T52:

Propiedad	Valor aproximado
Límite elástico (fluencia)	130 MPa
Resistencia a la tracción máxima	~ 190 MPa
Esfuerzo Von Misses	69 GPa
Densidad	2.70 g/cm <sup>3</sup>

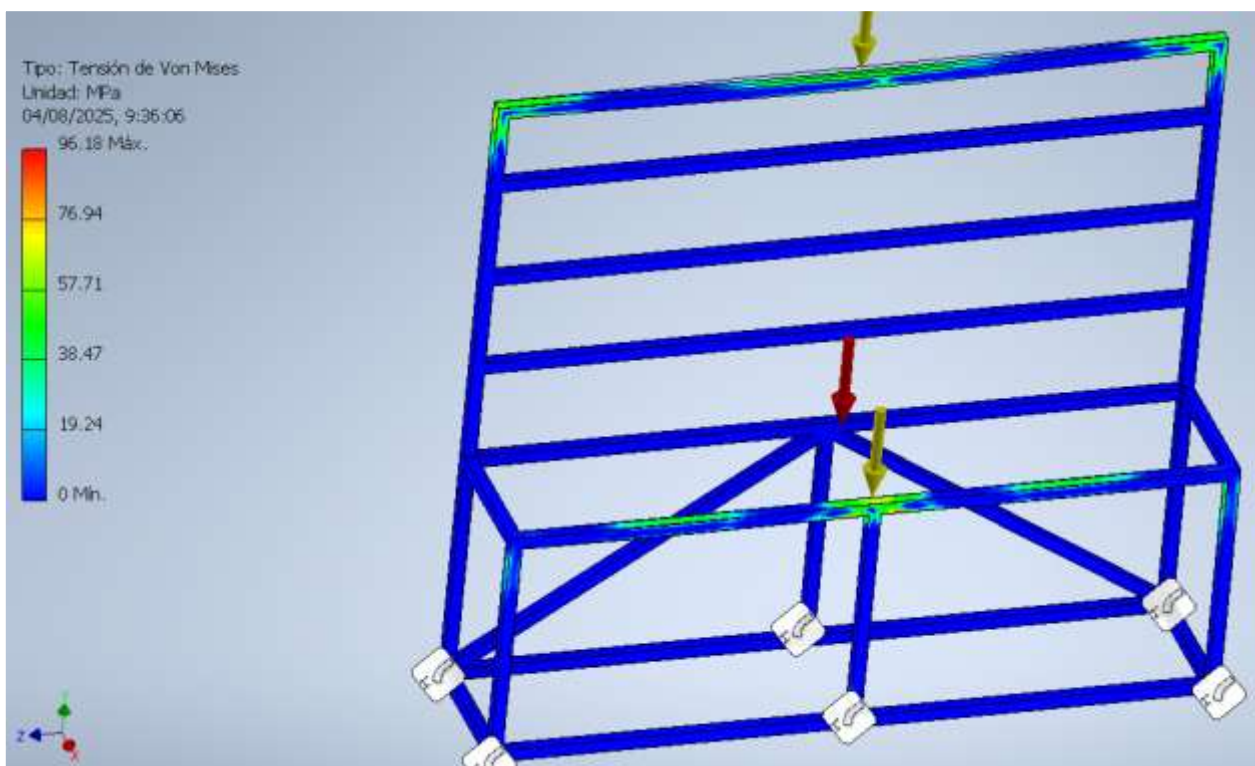
**Fuente:** Catálogo del aluminio 6063-T52:

### 8.1.1.1 Argumento con simulación de cargar en el modulo

Conforme a la estructura del módulo se realizó un ensayo simulado en inventor profesional, donde aplicamos una fuerza puntual de 500 newtons lo cual convertiremos a libras para conocer el peso máximo que podrá soportar la estructura y albergar módulos futuros con un peso considerable:

$$1\text{Newton} = 0.224809\text{lbf} \quad \rightarrow \quad 500\text{N} * \frac{0.224809\text{lbf}}{1\text{N}} = 112.40\text{ lbf} \quad [\text{Ecuación 5}]$$

Entones en los puntos de la simulación estaremos aplicando 112.40 lbf que es un peso excesivo para los implementos eléctricos:



Fuente: Inventor Profesional simulación por los autores.

En la simulación de análisis de esfuerzo de Von Mises sobre la estructura de aluminio 6063-T52 tiene una carga soportante máxima de 96.18 MPa, el cual es aproximadamente un 74% del límite de fluencia del material (130 MPa). Esto indica que la estructura del módulo opera dentro del rango elástico del aluminio 6063-T52, opera con fiabilidad a percibir deformaciones o fallos estructurales. A menos que sobrepasemos la carga que exceda los límites establecidos. Por tanto, se garantiza la estabilidad y seguridad estructural del módulo.

### **8.1.2 Principal objetivo del Módulo Didáctico para la Enseñanza de Instalaciones Inteligentes y Convencionales**

El propósito fundamental del módulo didáctico es convertirse en un recurso educativo clave que potencie la comprensión y aplicación de los conceptos esenciales de las instalaciones eléctricas, tanto en su versión clásica como en las más modernas soluciones domóticas. Se trata de un puente formativo que une la teoría con la práctica, permitiendo a los estudiantes explorar e integrar sus conocimientos en un entorno real de simulación, mientras desarrollan habilidades técnicas específicas en el campo eléctrico [25].

Las instalaciones eléctricas tradicionales se limitan a circuitos simples con iluminación básica y puntos de conexión; sin embargo, las nuevas tendencias en automatización permiten a los estudiantes interactuar con sistemas de control remoto, sensores, asistentes de voz y dispositivos WiFi, lo que abre el camino hacia experiencias más completas e interactivas [26].

La gran ventaja de este módulo es que ofrece la posibilidad de construir y evaluar, de forma experimental, circuitos eléctricos residenciales reales, como aquellos que incluyen interruptores conmutados, tomacorrientes o protecciones automáticas. Además, los estudiantes pueden incorporar al diseño dispositivos inteligentes, tales como relés controlados por voz o luces LED RGB, todo en un ambiente académico seguro pero realista [27].

Esto convierte al módulo en una herramienta valiosa para la enseñanza moderna, ya que no se limita a replicar lo convencional, sino que proyecta al estudiante hacia las demandas de la industria eléctrica actual [28].

Investigaciones recientes confirman que el uso de módulos didácticos en entornos técnicos favorece el desarrollo de competencias prácticas, al tiempo que mejora la retención del conocimiento técnico. Los alumnos que se enfrentan a estas metodologías activas muestran una mejor disposición para resolver problemas, aplicar soluciones concretas y comprender de forma más profunda cómo funcionan los sistemas eléctricos que vemos diariamente [29]. En definitiva, este módulo busca no solo enseñar teoría, sino formar profesionales capaces de enfrentar los retos de un mundo cada vez más automatizado.

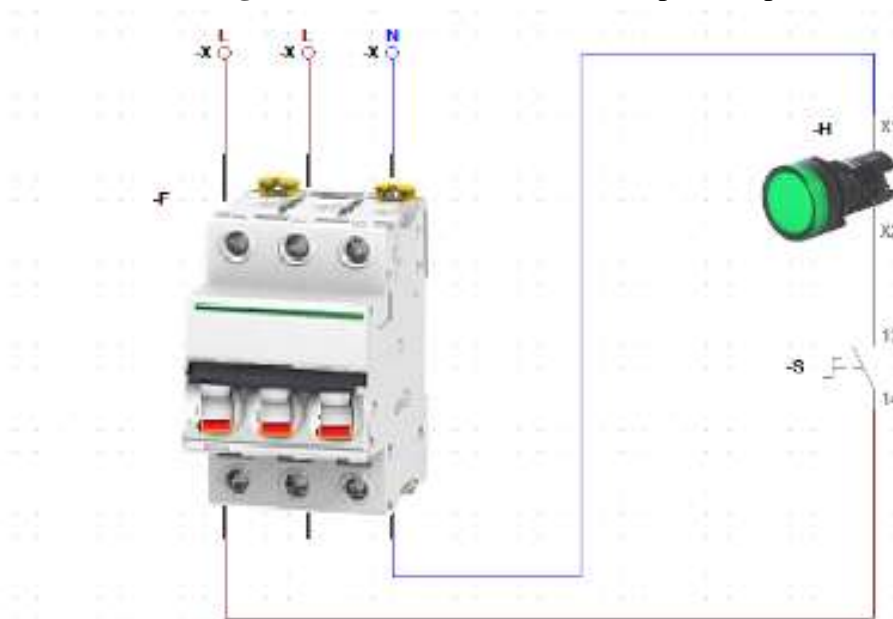
## 8.2 Uso de la Simulación en CADe SIMU como Herramienta Educativa

El software CADe SIMU se convierte en una herramienta complementaria valiosísima dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permite ir más allá del componente físico y explorar el mundo de la simulación eléctrica con total claridad y seguridad [30].

Gracias a CADe SIMU, los jóvenes pueden identificar fallos en sus diseños, corregirlos y entender mejores conceptos como el flujo de corriente, el estado de los contactos o la activación de protecciones eléctricas, todo en un entorno virtual que no representa peligro alguno [31]. Un aspecto clave del uso de esta plataforma es que permite reducir costos materiales y optimizar recursos, ya que los ensayos iniciales se realizan de forma digital. Este enfoque fortalece la comprensión técnica del alumnado, facilitando la conexión entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica en condiciones reales [32].

Investigaciones recientes afirman que el uso de estas plataformas no solo fortalece el saber académico, sino también mejora significativamente el desempeño práctico del estudiante al fomentar una cultura de ensayo-error en ambientes seguros [33]. Por ejemplo, Yusit Carlos (2022) destaca que CADe SIMU promueve la habilidad de “reparar sistemas eléctricos según especificaciones técnicas”, lo cual desarrolla el lenguaje técnico y las competencias prácticas esenciales para futuros profesionales [34].

**Figura 4.** Simulación de un interruptor simple



Fuente: Programa de simulación elaborado por Anderson Culqui

En el contexto de este módulo didáctico, el simulador se utiliza como primera etapa del proceso. El estudiante diseña virtualmente circuitos como el de luces conmutadas o el funcionamiento de un relé inteligente, y una vez que el sistema es validado en CADe SIMU, se procede a su montaje real. Esta secuencia teoría, simulación y práctica ha demostrado ser altamente efectiva, pues permite al estudiante visualizar, comprobar y finalmente ejecutar el diseño, cerrando así el ciclo completo del aprendizaje [35].

En conclusión, este tipo de herramientas no solo hacen que la experiencia de laboratorio sea más rica y atractiva, sino que también ayudan a reforzar la confianza de los estudiantes en su capacidad técnica. Preparan al alumno para enfrentar los desafíos del campo profesional, tanto en instalaciones eléctricas inteligentes como tradicionales.

### **8.2.1 Descripción técnica de los componentes del módulo didáctico**

Cada uno de estos dispositivos ha sido seleccionado cuidadosamente para representar fielmente las condiciones reales de una instalación eléctrica moderna. Entre ellos se encuentran luminarias LED, sensores de movimiento, pulsadores, interruptores inteligentes, relés controlados por voz o por WiFi, módulos de protección eléctrica y unidades de control central, los cuales reflejan el avance tecnológico de los sistemas domóticos actuales [36].

La integración de estos elementos dentro del módulo responde a una doble necesidad pedagógica: por un lado, se busca brindar a los estudiantes un acercamiento tangible y concreto a los principios de la ingeniería eléctrica aplicada; por otro, se pretende reforzar sus competencias técnicas mediante la manipulación directa de dispositivos que encontrarán en entornos reales de trabajo. Esta aproximación práctica contribuye a una experiencia de aprendizaje más dinámica, en la que los estudiantes pueden observar, modificar, montar y evaluar los circuitos que han diseñado [37].

Además, los elementos que conforman el módulo han sido organizados en una estructura modular, permitiendo su ensamblaje, desmontaje y reutilización en distintos escenarios de prácticas. Este diseño versátil permite que los instructores adapten la configuración del sistema según los temas que desean abordar, desde circuitos básicos hasta automatización avanzada, fomentando un aprendizaje progresivo y escalonado [38].

Se ha demostrado que trabajar con materiales auténticos aumenta el interés de los estudiantes, mejora su retención del conocimiento y refuerza su confianza en el manejo de tecnologías reales. En especial, los componentes relacionados con la domótica —como los interruptores inteligentes, asistentes de voz y relés controlados remotamente— despiertan mayor motivación, pues están vinculados al entorno cotidiano de los jóvenes, quienes reconocen estas tecnologías en sus propios hogares [39].

En resumen, la inclusión de estos componentes no solo enriquece el aprendizaje técnico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar con mayor seguridad los desafíos del sector eléctrico actual. Su participación activa en el montaje, conexión y operación de estos dispositivos les brinda una ventaja formativa significativa, al combinar teoría con práctica de forma efectiva [40].

**Tabla 4.** Componentes eléctricos y su potencia estimada

Componentes	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Luces LED wifi RGB	2	9 W	18 W
Focos LED	3	36 W	60 W
Tomacorrientes 110v (simulado lavadora, televisión y cocina eléctrica)	3	600 W	1800 W
Google Home Mini	1	10 W	10 W
Cámara inteligente	1	8 W	8 W
Tomacorriente 220V (Aire acondicionado 1)	1	2000 W	2000 W
Tomacorriente 220V (Soldadora industrial)	1	3000 W	3000 W
Pulsador y luz piloto	1	10 W	10 W
Tomacorriente 220V (Aire acondicionado 2)	1	2000 W	2000 W
<b>Total</b>	-		<b>8902 W</b>

Nota. Los valores son estimativos y pueden variar levemente dependiendo del fabricante.

Fuente: Las potencias fueron obtenidas de fichas técnicas disponibles públicamente [119].

### 8.3 CÁLCULO DE CORRIENTE PARA BREAKER GENERAL

#### a) Fórmula utilizada:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \quad [\text{Ecuación 6}]$$

- **P**= 8902 W (potencia total)
- **V**= 220 V (tensión nominal)
- **Cosφ**= 0.9 (factor de potencia)

$$I = \frac{8902}{220 \cdot 0.9} = 44.95 \text{ Amp}$$

Breaker general recomendado:

63 Amp bipolar

Con más de 30% de margen de seguridad, ideal para subidas de picos y futuras expansiones del módulo.

#### b) Distribución de Circuitos y Selección de Breakers

Para la correcta distribución de los disyuntores disponibles en el módulo didáctico, se ha creado una lista de los componentes con su respectivo equipo de protección eléctrica de acuerdo a la potencia de consumo:

- **Iluminación y dispositivos domóticos:** La potencia total alcanzar es 72 W, en una corriente de apenas 0.33 Amp. Se recomienda un breaker monopolar de 10 Amperios.
- **Pulsador y luz piloto:** Alcanza una potencia de 10 W. Se sugiere un breaker de 10 A monopolar.
- **Tomacorrientes de 110 V (TV, lavadora, cocina eléctrica):** Los tres equipos ficticios combinados

me dan 1800 W de potencia, la corriente total es de 16.36 A. En resumen, necesita un breaker monopolar de 20 A

- **Aire acondicionado 1 y 2 (220 V cada uno):** Estos tomacorrientes simulan para cargas de aire acondicionado de 16 btu y una potencia de 2000 W, por tanto se usará un disyuntor bipolar de 20 amperios para cada uno de los enchufes 220v.
- **Enchufe 220 industrial (soldadora):** Tiene un alto consumo por si mismo de 13.63 A pero puede variar de acuerdo al modelo, por eso se usara una protección bipolar de 20 Amperios.

#### c) Justificación del Sistema de Protección

- **El breaker general bipolar de 63 A:** Protege el módulo completo, es la protección principal del proyecto de investigación.
- **Breakers bipolares de 16 A y 20 A:** Se pueden realizar prácticas especiales con cargas simuladas de aire acondicionado o soldadora.
- **Los breakers monopolares de 10 A y 16A:** Son para circuitos de iluminación y tomacorrientes de 110 V, simulan las protecciones de cargas residenciales.

### 8.3.1 Focos LED 9W

Dentro del módulo didáctico se han incorporado dos focos LED del tipo A19, con una potencia nominal de 9 vatios. Estos dispositivos de iluminación, gracias a su diseño estandarizado tipo A19, ofrecen un rendimiento lumínico comparable al de las tradicionales bombillas incandescentes de 60 vatios, pero con un consumo de energía notablemente menor. Esto los convierte en una opción ideal para entornos de aprendizaje que buscan simular instalaciones eléctricas modernas y sostenibles.

El uso de focos LED como estos no solo favorece la eficiencia energética, sino que también permite a los estudiantes observar de forma directa el funcionamiento de tecnologías de iluminación actuales dentro de sistemas eléctricos inteligentes. Estos focos poseen una vida útil extensa, generan menos calor y son compatibles con sistemas de control automatizado como los basados en temporizadores, sensores o controladores por voz o WiFi, lo cual refuerza el aprendizaje sobre domótica [41].

Además, estos componentes son ampliamente utilizados en aplicaciones residenciales reales, lo que hace que el módulo didáctico conserve un fuerte vínculo con los entornos donde los futuros profesionales ejercerán su práctica. Al permitir la manipulación y conexión de estos dispositivos, se estimula el desarrollo de habilidades técnicas concretas, incluyendo cálculos de potencia, selección de materiales y conexión de circuitos bajo normas de seguridad eléctrica [42].

Por tanto, la inclusión de estas lámparas LED dentro del sistema no solo tiene un fin funcional en cuanto a iluminación del módulo, sino que también cumple un propósito educativo clave: acercar a los estudiantes a las soluciones tecnológicas sostenibles que dominan el sector eléctrico actual, fomentando así una formación alineada con los retos energéticos del siglo XXI [43].

**Figura 5.** Foco LED SMART , luz RGB y conexión Wifi. Consumo 9W a 806 lúmens.



Fuente: Catálogo de productos Sylvania.

- Emitirán alrededor de 806 lúmenes de luz blanca cálida (alrededor de 3000 K).
- Tienen una base estándar E27
- Funcionan con un voltaje de red de 120 AC, 50/60 Hz

Estas lámparas LED integradas en el módulo didáctico ofrecen un índice de reproducción cromática (CRI) superior a 80, lo que significa que los colores se perciben de forma natural, ideal para entornos interiores como aulas o laboratorios. Además, su vida útil estimada alcanza aproximadamente las 25.000 horas, lo que representa una ventaja considerable frente a las bombillas incandescentes o fluorescentes, tanto en durabilidad como en sostenibilidad [44].

Estas luminarias también cumplen con estrictas normativas internacionales, tanto en eficiencia energética como en seguridad eléctrica. Se ajustan a los estándares de la Unión Europea que las clasifican dentro de la clase A+ en consumo energético, y están certificadas bajo normativas como la IEC 62560, que regula los requisitos de seguridad para lámparas de uso doméstico [45]. Esta conformidad normativa asegura que los focos instalados en el

módulo educativo no solo son eficientes, sino también seguros para su manipulación por estudiantes.

Desde el punto de vista pedagógico, estos focos son fundamentales para que los alumnos aprendan a implementar circuitos reales con controladores como interruptores simples, dobles o de escalera, así como relés inteligentes. La posibilidad de operar los focos mediante distintas configuraciones eléctricas favorece la comprensión de circuitos derivados, el comportamiento de la carga y la protección de los sistemas [46].

Una de las razones por las que se eligieron focos de 9W es por su bajo consumo y alta luminosidad. Estas características permiten que puedan ser encendidos y apagados sin afectar notablemente la demanda eléctrica del sistema ni provocar calentamiento excesivo, haciéndolos ideales para espacios cerrados y simulaciones prolongadas en laboratorios educativos. Con una tensión de trabajo de 220 V (acorde a la red nacional ecuatoriana) y un consumo de apenas 0,04 A por foco, es posible conectar múltiples unidades sin comprometer la capacidad de carga de los componentes eléctricos del módulo [47].

En la vida cotidiana, estos focos LED también se han convertido en una opción popular tanto en hogares como en oficinas, gracias a su eficiencia y durabilidad. Se estima que permiten ahorrar hasta un 80 % de energía en comparación con las bombillas tradicionales, lo que representa un beneficio ambiental y económico significativo [48]. Otra gran ventaja es su compatibilidad con sistemas domóticos, ya que pueden vincularse con sensores de presencia, controles remotos y asistentes inteligentes como Alexa o Google Home. Así, los estudiantes no solo aprenden a conectar un foco, sino a integrarlo dentro de un ecosistema de automatización, usando comandos de voz o aplicaciones móviles, tal como sucede en una casa inteligente real [49].

### **8.3.2 Tomacorrientes Residenciales de 220 V**

Los tomacorrientes que se utilizan en el módulo didáctico están diseñados para funcionar con redes residenciales de 220 V CA. Se trata de modelos estándar de uso doméstico con conexión de dos polos más tierra (2P+T), es decir, fase, neutro y tierra, tal como se encuentra comúnmente en las viviendas. Estos dispositivos, fabricados con materiales plásticos aislantes de alta resistencia (como termoplásticos ignífugos), están diseñados para adaptarse fácilmente a los enchufes convencionales y brindar seguridad durante su manipulación [50].

Las especificaciones de estos tomacorrientes indican que soportan corrientes de 10 a 16 amperios y un voltaje nominal de 250 V en corriente alterna. En el caso del módulo, se emplean versiones que permiten conectar desde cargas pequeñas como electrodomésticos básicos, hasta equipos más demandantes como aires acondicionados o herramientas eléctricas, gracias a su compatibilidad con tensiones de hasta 250 V y potencias considerables, como las requeridas por motores o resistencias eléctricas [51].

**Figura 6.** TOMACORRIENTE. 1 SERV. 220V



Fuente: Catálogo Bticino

Estos tomacorrientes siguen las normas internacionales IEC 60884-1 para uso doméstico, así como regulaciones nacionales como las del INEN o el NEC, que definen estándares de seguridad, dimensiones y colores de cableado. Por ejemplo, en Ecuador es común emplear cables con recubrimientos de colores negro o rojo para la fase, blanco o azul para el neutro y verde-amarillo para la tierra. Esta codificación facilita el aprendizaje de los estudiantes, ya que pueden instalar los circuitos siguiendo los colores correctos y comprendiendo el flujo de la energía [52].

Dentro del módulo, los tomacorrientes están organizados para representar situaciones reales de una vivienda, por ejemplo, permitiendo la conexión de varias fases o la creación de circuitos derivados. Esto hace posible que los estudiantes simulen distintas configuraciones eléctricas utilizadas en viviendas modernas y que, al mismo tiempo, comprendan cómo se protegen los sistemas mediante breakers o interruptores termomagnéticos [53].

También se incorporan tomacorrientes tipo Schuko, de origen europeo, que presentan diseño redondeado, clavijas gruesas y sistema de conexión a tierra reforzada. Estos tomacorrientes

son ideales para conectar equipos importados de Europa como lavadoras, cocinas eléctricas o calentadores de agua. Su diseño robusto y seguro también permite su uso en laboratorios, ya que evitan contactos accidentales gracias a sus protecciones mecánicas y de aislamiento [54].

En el módulo, por ejemplo, se discuten las configuraciones tipo A y B (de clavija plana americana) para 120 V, o sus combinaciones mixtas para 240 V. Esto no solo amplía el conocimiento técnico, sino que ayuda a preparar a los futuros técnicos e ingenieros para escenarios reales donde deban instalar conexiones compatibles con equipos importados [55].

### 8.3.3 Industrial "Pata de Gallo" Outlet (50 A, 125/250 V)

En este módulo educativo se incluye un tomacorriente industrial conocido popularmente como “pata de gallo”, el cual es ampliamente utilizado para conexiones de alto amperaje en entornos residenciales avanzados o semiindustriales. Se trata de un conector de tres polos que puede manejar corrientes de hasta 50 amperios y voltajes entre 125 y 250 voltios, lo que lo hace ideal para alimentar cocinas eléctricas, hornos, secadoras o herramientas industriales de mediano tamaño [56].

**Figura 7.** Tomacorriente 10-50 50A PRE16818 | 220V



Fuente: Catálogo Veto

Este tipo de tomacorriente destaca por su diseño robusto, generalmente fabricado en baquelita o PVC termoaislante, con tres terminales que pueden representar dos fases y un neutro, o una fase, un neutro y tierra, dependiendo del estándar eléctrico aplicado. Un ejemplo muy conocido es el modelo NEMA 10-50R, el cual se alinea con los requisitos de instalación en cocinas americanas, aunque las versiones más modernas utilizan el estándar NEMA 14 que sí incorpora el terminal de tierra como requisito de seguridad [57].

Estos tomacorrientes están regulados por normativas internacionales como la IEC 60309 y las directrices de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA), que definen tanto la configuración física de los terminales como los códigos de color, tamaño de las clavijas y voltajes permitidos según el país [58].

En el módulo, su función principal es la de mostrar cómo se instala un circuito eléctrico dedicado, simulando conexiones reales con cables de calibre #6 AWG o #8 AWG, interruptores dobles de 50 A, caja metálica de montaje y conductores de tierra separados. Esta instalación, aunque reducida a escala para efectos didácticos, sigue el principio técnico de un circuito de potencia completo, lo que brinda al estudiante una experiencia muy cercana a la realidad [59].

Su inclusión también permite a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas sobre conexiones robustas, manejo de cables de gran diámetro, instalación de breakers especiales y medidas de protección eléctrica. Esto no solo refuerza su comprensión técnica, sino que los prepara para desempeñarse en áreas donde se requiere manejar circuitos de alto consumo energético, como cocinas industriales, talleres, vehículos recreativos o pequeñas industrias domésticas [60].

En algunos países de América Latina, el término “pata de gallo” se ha popularizado para referirse a este conector precisamente por la forma de sus clavijas, que asemejan la silueta de una garra. Aunque es una expresión coloquial, su inclusión en el módulo tiene un valor didáctico importante, ya que permite identificar culturalmente los componentes eléctricos y facilita el aprendizaje técnico a partir del contexto real del estudiante [61].

Finalmente, el tomacorriente industrial “pata de gallo” funciona como una ventana al mundo de la electricidad de potencia. Gracias a su inclusión en el módulo didáctico, los futuros técnicos e ingenieros pueden explorar los retos de conectar adecuadamente circuitos de alto

amperaje, respetando los estándares de seguridad y aplicando la normativa vigente. Todo esto, en un ambiente controlado y seguro, que promueve el aprendizaje activo y significativo.

### 8.3.4 Smart WiFi Relay switch

En el módulo didáctico se ha incorporado un relé inteligente de tipo WiFi como un recurso moderno de domótica, que permite a los estudiantes interactuar con tecnologías propias del Internet de las Cosas (IoT) en el ámbito eléctrico. Estos relés, como los modelos de las marcas Sonoff y Nexxt Solutions, permiten controlar de forma remota cargas eléctricas de hasta 10 amperios, como lámparas o ventiladores, mediante comandos desde el teléfono móvil, asistentes de voz o plataformas en la nube [62].

**Figura 8.** Smart Wifi Relay



Fuente: Página oficial de Nexxt

Los dispositivos funcionan con una tensión de entrada típica de 100 a 240 V CA, y soportan una carga máxima cercana a los 2400 W, lo que los hace ideales para simular automatización en escenarios reales del hogar. Su instalación es relativamente sencilla, y solo requiere interceptar el cable de línea y conectar a través de WiFi al router del laboratorio. Uno de los aspectos técnicos que más llaman la atención a los estudiantes es la posibilidad de activar el relé a través de comandos de voz mediante Google Assistant o Alexa, lo que refuerza la experiencia práctica de integración entre la electricidad convencional y los sistemas inteligentes [63].

Además, los más modernos utilizan protocolos de seguridad como WPA2 y cifrado SSL/TLS para establecer conexión con servidores en la nube, lo cual introduce a los estudiantes en nociones de ciberseguridad aplicadas a dispositivos físicos [64].

Esta experiencia es complementada con un relé Nexxt que permite un control adicional desde la red local del laboratorio, permitiendo así una comprensión de las limitaciones y ventajas de cada plataforma [65].

La ventaja de estos dispositivos es que introducen al estudiante en la lógica del control remoto, automatización de escenas, monitoreo en tiempo real y conexión entre cargas físicas y servicios en la nube. Esto representa un puente entre la electricidad clásica y la ingeniería electrónica moderna, fomentando el pensamiento lógico, la planificación de sistemas automatizados y la comprensión de los principios básicos del IoT [66].

### 8.3.5 Tiras LED RGB con Controlador y Fuente

Dentro del módulo didáctico se ha incluido una tira LED RGB flexible, diseñada para brindar una experiencia de iluminación inteligente y controlada. Esta tira incorpora diodos emisores de luz en los colores rojo, verde y azul, los cuales se pueden combinar para producir una amplia gama de tonalidades. El modelo utilizado funciona a 12 V DC y se alimenta a través de un adaptador que convierte la red doméstica de 120/240 V AC a corriente continua [67].

**Figura 9.** Tiras LED RGB con Controlador



Fuente: Catálogo Philips Lighting

Cada metro de la tira consume aproximadamente 14.4 W, lo que implica considerar aspectos como la disipación térmica y la longitud de la instalación. La tira implementada es del tipo SMD5050, con una densidad de 60 LEDs por metro y un ángulo de emisión de 120°, ideal para aplicaciones interiores [68]. Este tipo de prácticas son ideales para visualizar cómo funciona una instalación de domótica básica en un entorno seguro y controlado [69].

Además, la tira puede ser adaptada a sistemas inteligentes mediante el uso de relés WiFi como los dispositivos Sonoff, lo que permite integrarla a plataformas como Google Home o Alexa y controlarla desde el celular. Esto ofrece una experiencia más completa al estudiante, ya que se aborda tanto la parte eléctrica como la digital en un solo montaje, introduciendo nociones del Internet de las Cosas (IoT) [70].

En aplicaciones reales, las tiras LED RGB se utilizan ampliamente en el diseño de interiores, como iluminación decorativa en dormitorios, cocinas, salas de estar, bares o tiendas. También tienen presencia en sectores como el entretenimiento (escenarios, discotecas) y la industria automotriz. Hoy en día, muchos modelos incorporan compatibilidad con protocolos como Zigbee o WiFi, lo que permite sincronizarlas con música o rutinas programadas del hogar inteligente [71].

Sin embargo, los estudiantes deben considerar aspectos técnicos como la limitación de longitud por caída de tensión, el uso de perfiles de aluminio para disipar el calor, y el cálculo del consumo total en función de la fuente utilizada [72].

Finalmente, la inclusión de esta tira en el módulo didáctico no solo cumple una función decorativa, sino que introduce al estudiante en conceptos claves de eficiencia lumínica, automatización, conectividad y diseño aplicado, competencias cada vez más solicitadas en proyectos de iluminación inteligente y eficiencia energética.

### **8.3.6 Asistente de voz Google Home Mini**

El módulo de prácticas incluye un altavoz inteligente Google Home Mini (o su versión más reciente, Google Nest Mini), cuya función principal es facilitar la interacción con los sistemas de automatización del hogar mediante comandos de voz. Este dispositivo compacto (de apenas 98 mm de diámetro y 42 mm de alto) tiene conectividad Wi-Fi de doble banda (2.4 y 5 GHz), Bluetooth 5.0 y tres micrófonos de largo alcance que permiten capturar las

órdenes vocales del usuario incluso a cierta distancia. La alimentación proviene de una fuente de 5 V CC, siendo un dispositivo de bajo consumo, ideal para fines didácticos [73].

**Figura 10.** Asistente de voz Google Home Mini



Fuente: Google Store

En el módulo, este asistente se utiliza con fines demostrativos para que los estudiantes comprendan cómo interactuar con dispositivos inteligentes como focos, relés WiFi, tiras LED, y otros actuadores conectados. Una vez conectado a la red del laboratorio, el Google Home Mini puede emitir comandos como “Hey Google, enciende la luz del módulo”, lo que activa el relé correspondiente y genera una respuesta física observable, lo que convierte una orden verbal en una acción eléctrica concreta [74].

Los estudiantes también pueden configurar rutinas, realizar consultas al asistente, o integrar temporizadores y sensores, simulando escenas de hogar inteligente reales, lo cual los prepara para proyectos reales de domótica e IoT [75].

Además de encender o apagar luces, el Google Home Mini permite controlar termostatos, cámaras, enchufes, cortinas motorizadas, y hasta sistemas de seguridad [76]. Esta estandarización permite utilizar el Home Mini como un “hub” central del hogar digital, lo

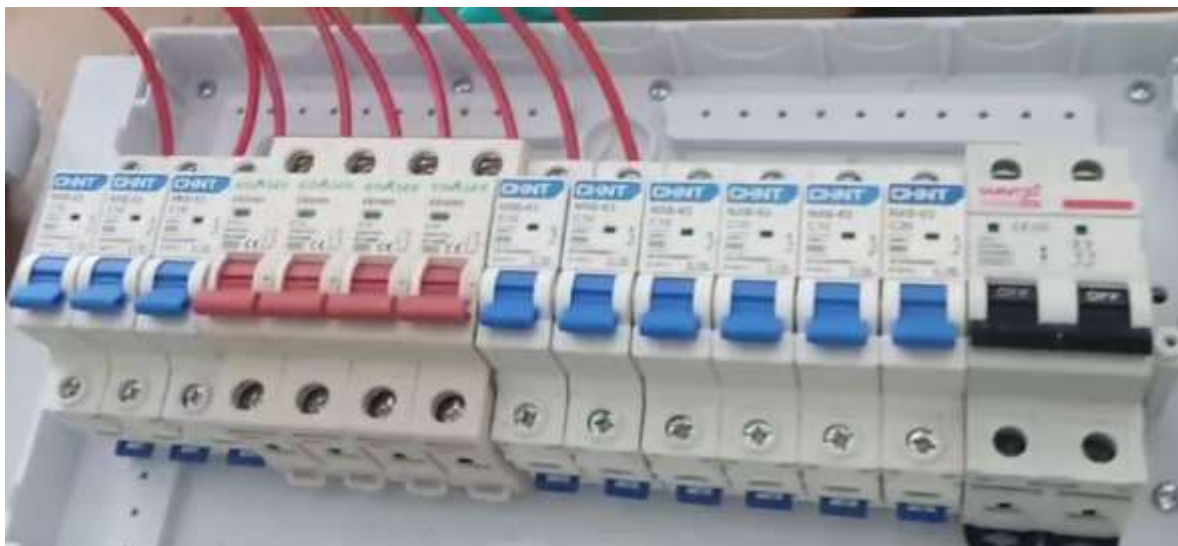
cual es fundamental para sistemas de control eficientes y escalables. Su función como interfaz de voz también permite desarrollar habilidades blandas, como la comunicación efectiva con dispositivos y la comprensión de protocolos de activación inteligente [77].

Su inclusión en el módulo no solo aporta valor funcional, sino también pedagógico: los estudiantes visualizan cómo una orden de voz enviada a la nube regresa convertida en un cambio físico observable, promoviendo una visión integral de la automatización del hogar. Esto fortalece sus competencias técnicas y cognitivas, y les permite aplicar estas tecnologías en soluciones reales que hacen de las “casas inteligentes” una realidad al alcance de todos.

### 8.3.7 Interruptores Termomagnéticos de Protección (Breakers)

El módulo incluye varios modelos y marcas de interruptores automáticos o breakers, utilizados para simular la protección real de los circuitos eléctricos ante sobrecargas o cortocircuitos. Se trata de interruptores termomagnéticos modulares tipo DIN que combinan dos mecanismos internos: uno térmico, que actúa ante sobrecargas prolongadas, y uno magnético, que responde de forma instantánea ante un cortocircuito. Esta doble protección garantiza seguridad tanto para los usuarios como para los equipos [78].

**Figura 11.** Interruptores Termomagnéticos de Protección



Fuente: Anderson Culqui y Marlon Caiza.

Cada breaker está dimensionado para una corriente específica, dependiendo de la carga que debe proteger. Por ejemplo, uno de 10 A podría usarse para circuitos de iluminación, mientras que uno de 20 A protegería tomacorrientes que alimentan cocinas u otros

electrodomésticos. La mayoría de los breakers del módulo tienen una curva de disparo tipo C, adecuada para cargas generales que no generan picos intensos al encenderse [79].

Técnicamente, estos breakers trabajan con un voltaje nominal de 230/400 V AC y permiten una corriente nominal de entre 6 y 32 A. La capacidad de ruptura (es decir, la máxima corriente de cortocircuito que pueden interrumpir sin dañarse) varía entre 3 kA, 6 kA y hasta 10 kA, según las normas IEC 60898-1 para uso residencial. Además, cumplen con las normas IEC 60947-2 para aplicaciones industriales [80].

Los breakers se montan sobre riel DIN de 35 mm, y cuentan con una palanca frontal para encender o apagar manualmente el circuito. Esta característica permite a los estudiantes operar con seguridad el sistema eléctrico del módulo, simulando situaciones como fallos por sobrecarga. Por ejemplo, si se conectan demasiadas lámparas a un breaker de 6 A, este se disparará automáticamente cuando la corriente supere su umbral, demostrando en vivo el principio de funcionamiento [81].

Estas experiencias permiten al estudiante manipular instalaciones de forma segura, sabiendo cómo abrir y cerrar circuitos, cómo conectar conductores correctamente (usualmente de 25 mm<sup>2</sup> para breakers de 63 A), y cómo distribuir la carga para no superar el 80 % de capacidad continua del dispositivo, tal como recomienda la norma IEC 60364 [82].

En la actualidad, algunos breakers cuentan con funciones adicionales como los diferenciales (ID), que detectan fugas de corriente hacia tierra, o con protección electrónica avanzada, muy útiles en ambientes industriales o domóticos. Aunque el módulo no los incorpora directamente, se discute su importancia para proteger dispositivos sensibles o usuarios en instalaciones inteligentes [83].

Gracias a su tamaño estandarizado, los breakers del módulo (por ejemplo, de las marcas Chint, Maviyu o Siemens) son intercambiables y se pueden combinar con peinetas de distribución o barras de conexión. Esto facilita el montaje y la expansión de los circuitos eléctricos del módulo, como sucede en instalaciones reales de viviendas y locales comerciales [84].

### 8.3.8 Interruptores de Control: Botones Pulsadores, Interruptores Simples, Interruptores Dobles e Interruptores de 4 Vías

El módulo didáctico cuenta con una variedad de interruptores eléctricos básicos, como botones pulsadores, interruptores simples de una vía, interruptores dobles y conmutadores de 4 vías. Cada uno permite al estudiante explorar distintos esquemas de conmutación, comprendiendo su lógica de funcionamiento y aplicabilidad. Los botones pulsadores, por ejemplo, son dispositivos momentáneos que, al ser presionados, cierran un contacto eléctrico y regresan a su estado abierto original al soltarse, siendo ideales para controlar temporizadores, timbres o relés [85].

En la práctica, los pulsadores no mantienen el circuito cerrado, lo que los hace idóneos para activar sistemas que no deben permanecer encendidos, como una alarma o una señal visual. Se utilizan ampliamente en automatización industrial para botones de inicio/parada, especialmente cuando se conectan con contactores o relés inteligentes. En el módulo, los estudiantes combinan estos botones con el sistema de control remoto Sonoff, evidenciando cómo puede controlarse un circuito de manera puntual y eficiente [86].

**Figura 12.** Botón y interruptor de un servicio



Fuente: Catálogo AliExpress Mavijuu

Por su parte, los interruptores simples son los más comunes en viviendas. Operan mediante un mecanismo de palanca que alterna entre dos posiciones: cerrado o abierto, controlando una única lámpara desde un solo punto. Aunque básicos, su correcta instalación es fundamental, ya que deben interrumpir el conductor de fase para garantizar seguridad eléctrica. El módulo proporciona unidades que soportan entre 10 y 25 A, con conexión modular para su inserción rápida [87].

Los interruptores dobles integran dos interruptores simples en un solo chasis, permitiendo controlar dos circuitos distintos desde el mismo punto. El módulo muestra cómo deben conectarse ambos circuitos, compartiendo el mismo neutro pero con fases separadas, respetando las normas IEC EN 60669 [88].

Los conmutadores de 3 vías (conocidos como de escalera) y 4 vías (doble conmutación) permiten encender o apagar una lámpara desde dos o más ubicaciones. El interruptor de 4 vías permite agregar un punto intermedio adicional, ampliando las posibilidades de control. Estas prácticas ayudan a los estudiantes a dominar el principio de los "viajeros", los cables que conectan las diferentes posiciones del interruptor [89].

Saber cómo identificar cada uno, cómo cablearlos correctamente y en qué contexto utilizarlos, es esencial para garantizar instalaciones funcionales y seguras. El módulo permite simular todos estos escenarios, reforzando la lógica eléctrica, el manejo de normativa y la instalación responsable, competencias esenciales en cualquier instalador o técnico eléctrico profesional [90].

### 8.3.9 Cables THHN (#12, #14 AWG) y Accesorios de Montaje

Dentro del módulo de enseñanza, los conductores eléctricos utilizados son mayoritariamente cables THHN (Nylon Termoplástico Resistente a Altas Temperaturas), con calibres #12 AWG (3.31 mm<sup>2</sup>) y #14 AWG (2.08 mm<sup>2</sup>), que permiten a los estudiantes familiarizarse con los tipos de alambres más usados en instalaciones reales. El cable THHN posee aislamiento de PVC resistente a temperaturas de hasta 90 °C y un recubrimiento de nylon, lo que lo hace ideal para entornos industriales o residenciales con conductos eléctricos expuestos [91].

**Figura 13.** Cables THHN (#12 rojo y blanco, #14 AWG negro)



Fuente: Catálogo Electrocable

Cada calibre cumple una función pedagógica precisa: el #14 AWG es usado en líneas de control e iluminación, mientras que el #12 AWG se reserva para alimentaciones principales y enchufes. Según la norma NEC Art. 310, el #12 AWG soporta hasta 25–30 A a temperatura ambiente de 30 °C, aunque para uso residencial generalmente se limita a 20 A por motivos de seguridad, y el #14 AWG a 15 A [92].

**Figura 14. Crimpeo NQ 1200 Terminales 0,25-10 mm<sup>2</sup>**



Fuente: Catálogo Ezviz

El uso de estos conductores no se limita únicamente al cableado eléctrico, sino que se acompaña con prácticas de pelado, crimpeado y sujeción de terminales. El módulo incluye conectores tipo férula, terminales anillados, cinta aislante, bridas (zip ties) y conectores Wago, permitiendo reproducir escenarios de instalación del mundo real. Se enfatiza el uso correcto de la cinta aislante para fases, neutros o señales, con codificación por colores y evitando errores comunes de exposición de cobre o aislamiento flojo [93].

La caja de distribución, una pieza fundamental en este apartado, centraliza los circuitos y protege contra contactos accidentales. Estas cajas cumplen con la norma IP40 o superior y permiten ver el cableado de forma ordenada a través de una tapa transparente. En el módulo, las cajas empleadas permiten organizar entre 8 y 12 módulos DIN, ajustándose a las prácticas más comunes de distribución de cargas en viviendas y talleres eléctricos [94].

**Figura 15** Caja Distrib Bk Din Empot 15 Mod Sdbip 2



Fuente: Catálogo Mavijuu

Un aspecto central es el uso del riel DIN, conforme a la norma IEC 60715. Este riel metálico galvanizado permite montar dispositivos como breakers, relés y temporizadores de forma estandarizada. Los estudiantes practican cómo montar, desmontar y alinear los equipos sobre este riel, replicando fielmente el montaje en tableros eléctricos profesionales. Su inclusión permite desarrollar habilidades relacionadas con la eficiencia, organización y profesionalismo del montaje eléctrico [95].

Figura 16 Cinta aislante 3M



Finalmente, con la inclusión de conectores modernos como los Wago —capaces de unir 3 o 4 cables sin necesidad de herramientas— se enseñan métodos actuales de instalación que reemplazan técnicas antiguas como el trenzado con cinta. Estos detalles refuerzan una idea clave: cada conexión debe quedar segura, sin tensión mecánica, y claramente identificada, siguiendo buenas prácticas y normas como la UL 514D [96].

Tabla 4. Cuadro resumen de materiales del módulo didáctico

Material / Componente	Descripción funcional	Características técnicas	Cantidad
Foco LED RGB Toledo 9W	Iluminación controlable desde app o comando de voz	Potencia: 9W, Color RGB/blanco, cálido, base E27, control WiFi	2
Focos LED 9W SYLVANIA	Iluminación eficiente para simulación convencional	Potencia: 9W, 220V, base E27, luz blanca	4
Tomacorrientes VETO 220V	Tomas para conexión de cargas en prácticas	Doble toma 220V, montaje en pared	2
Tomacorriente tipo pata de gallo 50A	Simulación de tomas industriales	125–250V, 50A, resistente, con enchufe compatible	1
Relés inteligentes (Sonoff/Next)	Control de cargas desde WiFi	Conexión WiFi, control desde app, 2 canales	2

Cinta aislante 3M	Aislamiento de conexiones eléctricas	20Y, color negro, alta adherencia	2
Cable THHN #12 y #14	Cableado de potencia y control	THHN 600V, #12 AWG (2.5 mm <sup>2</sup> ), #14 AWG (1.5 mm <sup>2</sup> )	1
Caja de distribución 15 módulos	Alojamiento de breakers y protecciones	Maxviu BK DIN 230-400V	1
Breakers (diferentes ratings)	Protección de circuitos	1P 10A, 16A, 20A y 2P 63A, DIN, 6kA	18
Interruptores VETO (simples y dobles)	Control manual de iluminación	Commutadores simples, dobles y de 4 vías	7
Interruptores Smart Maxviu 2 y 3 servicios	Control inteligente de iluminación	Panel táctil, WiFi, compatible con asistentes	2
Tiras LED RGB	Iluminación decorativa controlable	RGB multicolor, conexión a controlador	5 m
Cámara Nexxt 1080p	Monitoreo remoto del módulo	Resolución Full HD, WiFi, detección de movimiento	1
Google Home Mini	Control por comandos de voz	Asistente inteligente, conexión WiFi	1
Pulsadores y luces piloto	Control y señalización	Verdes, rojos, 220V	2
Caja Dexson y Plafones E27	Montaje para instalaciones	Plástico, blanco, empotrado/superficie	25
Manguera LED con controlador	Iluminación RGB para prácticas	Con adaptador y control remoto IR	1

---

Fuente: Facturas de módulo didáctico

## 8.4. Cálculos Eléctricos del Módulo

### 8.4.1 Cálculo de la corriente total y selección del calibre de conductores

#### a) Determinación de la potencia total

Ya hemos calculado la potencia total instalada ( $P_{total}$ ) en una tabla anterior, que da como resultado:

$$P_{total} = 8902W$$

#### b) Cálculo de la corriente total

Usamos la fórmula básica de la Ley de Watt:

$$I = \frac{P}{V} \quad [Ecuación 7]$$

Donde:

- P es la potencia total en vatios (W)
- V es el voltaje de la instalación (usualmente 120 V o 220 V)
- I es la corriente en amperios (A)

Tenemos un voltaje de 220 V (convención doméstica y educativa):

$$I = \frac{8902W}{220 V * 0.9} = 44.95A$$

### c) Selección del conductor

Según la normativa eléctrica (NEC – National Electrical Code) y la tabla de capacidad de corriente por calibre de cable:

**Tabla 5. Selección del Conductor**

Calibre (AWG)	Capacidad de Corriente (A)	Tipo de aislamiento (THHN)
18 AWG	10 amperios	THHN
16 AWG	13 amperios	THHN
14 AWG	15 amperios	THHN
12 AWG	20 amperios	THHN
10 AWG	30 amperios	THHN
8 AWG	40 amperios	THHN
6 AWG	55 amperios	THHN
4 AWG	70 amperios	THHN

Fuente: National Electrical Code

Como la corriente estimada es de 44.95 A , un conductor de 6 AWG es suficiente, pero para mayor seguridad y pensando en una posible expansión o sobrecarga eventual, se recomienda usar 4 AWG.

### d) Longitud y caída de tensión

Si la distancia desde el módulo a la fuente es menor a 10 metros, no se requiere compensación por caída de tensión. Pero si supera los 15 metros, podría considerarse subir al calibre 4 AWG para evitar pérdidas.

### e) Recomendación final:

Se recomienda el uso de cables tipo THHN de 12 AWG para todas las conexiones internas del módulo, garantizando capacidad de corriente, flexibilidad y resistencia al calor.

## **9. Metodología y Diseño Experimental**

### **9.1 Enfoque y tipo de investigación**

Esta investigación se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo, pero no de manera rígida o excluyente, sino enriquecido con aportes cualitativos que permiten capturar matices esenciales de la experiencia educativa vivida por los participantes. El objetivo central es analizar, con rigor y profundidad, cómo influye la implementación del módulo didáctico sobre instalaciones eléctricas inteligentes en el desempeño y comprensión del estudiantado. Se busca, por tanto, no solo registrar datos duros —como resultados de pruebas, calificaciones o respuestas de encuestas estructuradas— sino también recoger percepciones, emociones y experiencias que completen el panorama formativo de manera integral.

El tipo de investigación adoptado es aplicada y experimental, ya que se implementa directamente una intervención concreta —el módulo didáctico— y se evalúan sus efectos en un entorno educativo real, es decir, en el aula con estudiantes reales y no bajo condiciones simuladas. Dentro de esta lógica, el diseño se configura como casi-experimental, pues no se emplea un grupo de control aleatorio, pero sí se aplica un esquema comparativo antes y después de la intervención. Es decir, se realiza una prueba diagnóstica o pretest que permite conocer el punto de partida de los estudiantes, seguida de la implementación del módulo, y finalmente se aplica un postest para evaluar los avances conseguidos en términos de conocimientos, habilidades prácticas y actitudes frente a la temática abordada.

Este diseño, si bien no tiene el rigor de la asignación aleatoria propia de los experimentos puros, es altamente útil en contextos educativos reales, donde lo prioritario es la aplicabilidad y la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje. El enfoque permite observar las variaciones en variables dependientes como el dominio técnico de conceptos eléctricos, el uso correcto de herramientas y dispositivos inteligentes, y el manejo de normas de seguridad, todo ello tras la exposición directa al módulo didáctico.

Se incorporan también técnicas cualitativas que aportan riqueza y profundidad al análisis, tales como la observación de las sesiones prácticas, la revisión de bitácoras de los estudiantes y la aplicación de encuestas abiertas, lo cual permite entender no solo “cuánto” aprendieron, sino “cómo” lo vivieron, qué obstáculos enfrentaron y qué valor le otorgan a lo aprendido. En este sentido, el enfoque predominantemente cuantitativo con componentes cualitativos permite validar hipótesis, medir el impacto concreto del módulo, y al mismo tiempo recuperar la voz y la experiencia humana del proceso educativo [97].

## 9.2 Población y muestra

La población objetivo de este estudio está constituida por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, que cursan la asignatura de *Instalaciones Eléctricas Inteligentes*.

En total, la población considerada es de **N = 105 estudiantes**, que corresponde aproximadamente a la matrícula de dicha asignatura durante el período lectivo en estudio. Dado que por restricciones de tiempo y recursos no es factible involucrar a la totalidad de la población en las pruebas experimentales, se procedió a determinar un tamaño de muestra estadísticamente representativo.

El cálculo del tamaño de muestra se realizó empleando la fórmula para poblaciones finitas comúnmente utilizada en investigación cuantitativa:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 (N-1) Z^2 * p * q} \quad [Ecuación 8]$$

Donde:

$N$  = es el tamaño de la población

$Z$  = es el valor correspondiente al nivel de confianza deseado

$P$  = es la proporción esperada de individuos con la característica de estudio

$q = 1 - p$ , y  $e$  es el error muestral tolerado.

Para este estudio se escogió un nivel de confianza del 95% (que corresponde a  $Z = 1,96$ ) y un error muestral máximo del 5% ( $e = 0,05$ ), asumiendo máxima variabilidad en la población ( $p = 0,5$ ;  $q = 0,5$ , valor conservador cuando se desconoce la proporción real esperada). Sustituyendo estos valores en la fórmula con  $N = 105$ , se obtuvo un tamaño de muestra mínimo requerido de aproximadamente:

$$n = \frac{1.96^2 * 105 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 (105 - 1) 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n=82$$

El resultado indica que es necesario contar con al menos **82 estudiantes** en la muestra para lograr representatividad con los parámetros estadísticos fijados. En función de este cálculo,

y considerando la disponibilidad real de estudiantes, se trabajó con una muestra de **aproximadamente 85 estudiantes**, seleccionados de manera no probabilística intencional (tomando a todos los alumnos inscritos y disponibles en la asignatura durante el periodo de intervención, dado que el universo no era demasiado grande). Esta cantidad supera ligeramente el mínimo teórico requerido, lo que aporta un margen adicional de confiabilidad a los resultados. Cabe destacar que, aunque la selección no fue aleatoria estricta (se incluyó a los estudiantes voluntarios y disponibles), la heterogeneidad dentro del grupo (diferentes paralelos y niveles académicos) aporta variabilidad, y el tamaño logrado mitiga posibles sesgos de selección.

Es importante mencionar que todos los participantes incluidos firmaron su consentimiento informado para participar en las evaluaciones, y se garantizó la confidencialidad de sus respuestas y resultados individuales, de acuerdo con las normas éticas institucionales para trabajos con estudiantes.

### **9.3 Variables de estudio**

En consonancia con los objetivos del estudio, se identificaron las siguientes **variables clave** a evaluar en relación con la implementación del módulo didáctico de instalaciones eléctricas inteligentes:

**9.3.1 Variable independiente:** *Uso del módulo didáctico de Instalaciones Eléctricas Inteligentes.* – Corresponde a la intervención pedagógica aplicada. Consiste en la introducción de un módulo didáctico práctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura, incluyendo la realización de simulaciones y prácticas físicas orientadas a instalaciones eléctricas inteligentes. Todos los estudiantes de la muestra fueron expuestos a esta variable (es decir, todos utilizaron el módulo didáctico en sus sesiones de aprendizaje).

**9.3.2 Variables dependientes:** Son los resultados o efectos educativos y técnicos que se esperan mejorar gracias al uso del módulo. Las principales variables dependientes consideradas fueron:

**9.3.2.1 Nivel de aprendizaje teórico-práctico en instalaciones eléctricas inteligentes** – Indica la **cantidad y calidad de conocimientos** adquiridos por los estudiantes sobre los conceptos de domótica e instalaciones inteligentes

(tales como principios de automatización, conexión de dispositivos IoT, protocolos básicos, etc.), así como la capacidad de aplicar dichos conocimientos en la práctica. Esta variable se mide a través de la puntuación obtenida en pruebas teóricas escritas y exámenes prácticos. Un mayor puntaje reflejaría un mayor nivel de aprendizaje alcanzado.

#### **9.3.2.2 Dominio de las técnicas de cableado y conexión correctos –**

Representa la **habilidad práctica** de los estudiantes para realizar de forma adecuada el cableado eléctrico y las conexiones de los componentes en un sistema de instalación inteligente. Incluye aspectos técnicos como la selección correcta del calibre de conductor, la realización de conexiones seguras y conforme a normas, la distribución adecuada de circuitos, y en general la destreza manual para montar los sistemas sin errores. Se evalúa mediante observación y una rúbrica de desempeño práctico (lista de cotejo) durante las sesiones de laboratorio, registrando indicadores como *número de conexiones correctamente efectuadas, tiempo empleado en montar el circuito, errores o fallas cometidas*, etc. Un dominio alto se reflejará en montajes exitosos al primer intento, con mínimas correcciones y cumpliendo estándares técnicos.

#### **9.3.2.3 Capacidad de configuración de dispositivos inteligentes –**

Corresponde a la **competencia de los estudiantes para instalar, programar y poner en funcionamiento componentes de domótica o dispositivos “inteligentes”** en el contexto del módulo. Dentro de este rubro se incluyen tareas como: la configuración de bombillos inteligentes RGB (p. ej., parearlos con la red y controlarlos vía una aplicación), la integración de un asistente de voz (*Google Home*) para comandar equipos, la instalación y parametrización de relés WiFi (marca Sonoff u otros) para automatizar encendido/apagado de cargas, la configuración de interruptores inteligentes (como los de marca Mavijuu) en un circuito, la incorporación de una cámara de seguridad (p. ej., *Nest*) al sistema, entre otros elementos propios de un entorno de casa inteligente. Esta variable se mide mediante pruebas prácticas específicas en cada una de las guías de práctica (por ejemplo, se verifica si el estudiante logra configurar efectivamente el dispositivo según las instrucciones). Los

indicadores empleados incluyen el **porcentaje de estudiantes que lograron completar con éxito la configuración** de cada dispositivo dentro del tiempo dado y el **número de intentos o asistencia requerida** para lograrlo. Un mayor éxito en la configuración se interpreta como mayor apropiación de las herramientas tecnológicas de domótica.

#### **9.3.2.4 Satisfacción del usuario (estudiante) con la herramienta didáctica**

– Se refiere al **grado de aceptación, motivación y valoración** que manifiestan los estudiantes hacia el módulo didáctico y su percepción sobre la utilidad del mismo en su proceso de aprendizaje. Esta variable de corte más cualitativo/percibido se evaluó mediante una **encuesta de satisfacción** al finalizar la experiencia, en la cual los estudiantes calificaron distintos aspectos (utilidad percibida del módulo para aprender, facilidad de uso de los componentes, nivel de interés o motivación generado, comparación con clases tradicionales, etc.) usualmente en **escala Likert** de 5 puntos, además de preguntas abiertas para comentarios. También se consideró la asistencia voluntaria a las prácticas y las opiniones expresadas en conversaciones informales como indicadores complementarios de satisfacción. Un alto nivel de satisfacción se reflejará en calificaciones favorables (por ejemplo, porcentajes altos de respuestas “de acuerdo” o “muy de acuerdo” con afirmaciones positivas sobre el módulo) y en comentarios cualitativos destacando beneficios.

Todas estas variables dependientes son **indicadores educativos y técnicos relevantes** para evaluar la efectividad del módulo didáctico en el contexto de instalaciones eléctricas inteligentes. En resumen, se contempla tanto el **desempeño técnico** (competencias prácticas en cableado y configuración de sistemas inteligentes, vinculadas a resultados observables en las instalaciones realizadas) como el **desempeño educativo** (adquisición de conocimientos teóricos y satisfacción/motivación del estudiante). Esta combinación de indicadores permite una valoración integral del impacto del módulo: por un lado, si mejora las habilidades prácticas y conocimientos de los alumnos (indicadores duros de aprendizaje), y por otro, si mejora su disposición y actitud hacia el aprendizaje de la materia (indicadores actitudinales y de aceptación).

Cabe señalar que las variables fueron operacionalizadas claramente antes de la recolección de datos. Por ejemplo, el “*nivel de aprendizaje*” se operacionalizó como la puntuación obtenida en un test específico de conocimientos de instalaciones inteligentes (diseñado ex profeso con preguntas de selección múltiple y problemas prácticos sobre domótica), mientras que el “*dominio de cableado*” se operacionalizó mediante una lista de verificación de 10 ítems que el instructor marcaba durante la práctica (cada ítem representando un criterio de ejecución correcta, como “Conexionado según diagrama sin errores”, “Uso adecuado de colores de cable para fase, neutro, tierra”, etc.). Estas definiciones aseguraron la consistencia en la medición de cada variable.

#### 9.4 Hipótesis de la investigación

Con base en las variables anteriores y en la revisión de la literatura, se plantearon hipótesis que orientaron la investigación. La **hipótesis general** establece que la incorporación del módulo didáctico de instalaciones eléctricas inteligentes en el proceso de enseñanza **mejorará significativamente el desempeño de los estudiantes** en la asignatura, en comparación con la situación previa sin dicha herramienta. De esta hipótesis general se derivan las siguientes **hipótesis específicas**, asociadas a cada variable dependiente principal:

- A) **H1 (Hipótesis de aprendizaje):** La implementación del módulo didáctico de *Instalaciones Eléctricas Inteligentes* **mejora significativamente el nivel de aprendizaje teórico-práctico** de los estudiantes en la materia, en términos de un aumento en las calificaciones de las evaluaciones respecto a antes de usar el módulo. (*Indicador:* la puntuación media del post-test teórico-práctico será mayor que la del pre-test, con una diferencia estadísticamente significativa). \*
  
- B) **H2 (Hipótesis de destreza técnica):** El uso del módulo didáctico **incrementa el dominio del cableado correcto** y de las conexiones eléctricas en los estudiantes, reduciendo errores de instalación y fortaleciendo sus habilidades prácticas en el montaje de circuitos inteligentes. (*Indicador:* los estudiantes cometen menos errores de conexión y cumplen más criterios de la lista de cotejo en las prácticas con el módulo, en comparación con ejercicios iniciales o con grupos anteriores sin esta herramienta).\*

- C) **H3 (Hipótesis de competencias en domótica):** La utilización del módulo didáctico **contribuye a un mayor éxito en la configuración de dispositivos inteligentes** (bombillos RGB, asistentes de voz, relés WiFi, interruptores domóticos, cámaras IP, etc.), permitiendo que la mayoría de los estudiantes logren instalar y programar correctamente estos elementos al finalizar las prácticas. (*Indicador:* al menos un **X%** –definido a priori, p. ej. 80%– de los estudiantes logra configurar independientemente cada dispositivo inteligente en las prácticas finales, proporción superior a la esperada sin la intervención).\*
- D) **H4 (Hipótesis de satisfacción):** La introducción del módulo didáctico **eleva la satisfacción y motivación** de los estudiantes hacia el aprendizaje de instalaciones eléctricas inteligentes, en comparación con la metodología tradicional sin dicho módulo. (*Indicador:* las encuestas de satisfacción mostrarán una valoración promedio alta –p. ej. >4 en escala 1-5– en cuanto a la utilidad del módulo, y comentarios positivos sobre la experiencia, indicando una actitud más favorable).\*

Cada una de estas hipótesis será contrastada mediante el análisis de los datos recopilados. En términos estadísticos, para H1, H2 y H3 se formularon las hipótesis nulas correspondientes (por ejemplo, H1<sub>0</sub>: “No hay diferencia significativa en el nivel de aprendizaje antes y después del uso del módulo” que se contrastará contra H1: “Sí hay diferencia significativa en el aprendizaje tras el uso del módulo”). La validación implicará rechazar o no la hipótesis nula con base en los resultados. En el caso de H4, más descriptivo, se espera observar una tendencia claramente positiva en las respuestas de satisfacción que apoye la afirmación de la hipótesis alternativa.

## 9.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para recopilar la información necesaria que permitiera medir las variables e indicadores definidos, se empleó una combinación de **técnicas e instrumentos** de investigación, tanto de carácter cuantitativo como cualitativo:

**9.5.1 Observación directa:** Se utilizó la técnica de observación sistemática durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio. El investigador/profesor observó el desempeño de los estudiantes en tiempo real mientras interactuaban con el módulo didáctico, tomando nota de comportamientos relevantes, dificultades comunes,

destrezas demostradas y errores frecuentes. Para sistematizar esta observación, se diseñó un **formato de lista de cotejo (rúbrica) de desempeño práctico**, que sirvió como instrumento. Esta rúbrica incluía criterios objetivos como “*realiza las conexiones según el diagrama sin equivocaciones*”, “*verifica la polaridad de las conexiones de dispositivos inteligentes*”, “*cumple con las normas de seguridad eléctrica al manipular los equipos*”, etc., con opciones de logrado/no logrado o puntajes. Cada estudiante fue evaluado con esta rúbrica en al menos dos momentos clave: durante la primera práctica (para diagnóstico) y en la práctica final (para evaluar progreso), además de observaciones anecdóticas en las demás sesiones. La observación también permitió registrar aspectos cualitativos, por ejemplo reacciones de sorpresa o interés al lograr automatizar un dispositivo, niveles de participación, trabajo en equipo, etc., los cuales se anotaron en un diario de campo para contextualizar los hallazgos cuantitativos.

**9.5.2 Pruebas de conocimiento (pre-test y post-test):** Como instrumento principal para evaluar el *nivel de aprendizaje teórico*, se elaboró una **prueba escrita** específica sobre contenidos de instalaciones eléctricas inteligentes. Esta prueba (aplicada como *pre-test* al inicio y repetida con variantes equivalentes como *post-test* al final) incluyó secciones de selección múltiple, verdadero/falso y preguntas de desarrollo corto enfocadas en: principios de la domótica, identificación de componentes (sensores, actuadores, controladores), interpretación de esquemas de circuitos inteligentes, normativa básica (por ejemplo, códigos eléctricos aplicables a automatización residencial), y cálculo de parámetros eléctricos sencillos en circuitos domotizados. La versión post-test incorporó además un problema práctico contextualizado (p. ej., “*diseñe la conexión de un sistema de iluminación inteligente para una habitación con X requerimientos*”). La confiabilidad de la prueba se verificó mediante un pilotaje interno y revisión por expertos, asegurando validez de contenido. La calificación máxima posible era de 100 puntos. Este instrumento aportó datos cuantitativos para H1, comparando las puntuaciones promedio y distribuciones antes vs. después de la intervención, a fin de detectar mejoras significativas en el aprendizaje.

**9.5.3 Evaluaciones prácticas dirigidas:** Para evaluar las variables de *dominio de cableado* y *éxito en configuración de dispositivos* (H2 y H3), se implementaron una

serie de **mini-pruebas prácticas** integradas a las sesiones. En esencia, cada **guía de práctica** (ver apartado 9.6) tenía al final una tarea evaluable que el estudiante o grupo debía completar utilizando el módulo. Por ejemplo, después de la práctica sobre iluminación inteligente con focos RGB, se pedía a los estudiantes que replicaran sin ayuda un circuito de control de un foco RGB desde un interruptor convencional y desde una aplicación móvil; sus resultados eran comprobados contra el funcionamiento esperado. De igual modo, tras la práctica sobre control por asistente de voz, se evaluaba si el estudiante lograba conectar y configurar el *Google Home* para encender un dispositivo simulado en el módulo. Estas evaluaciones se calificaban con base en criterios binarios (éxito/fracaso en la tarea) y escalas de logro (por ejemplo, “*configuró correctamente el dispositivo en  $\leq 15$  min*”, “*requirió ayuda mínima*”, “*no logró la configuración*”). Los datos de estos instrumentos permitieron cuantificar el porcentaje de éxito en cada actividad práctica, proporcionando evidencia para la hipótesis H3. Asimismo, los errores comunes detectados (p. ej., conectar mal un borne, omitir un paso en la app del dispositivo) se documentaron para retroalimentación y análisis.

**9.5.4 Encuesta de satisfacción y opinión:** Tras completar todas las prácticas con el módulo, se aplicó un **cuestionario de evaluación subjetiva** a los estudiantes, con el propósito de medir su satisfacción (H4) y recoger sugerencias o comentarios. La encuesta incluyó una sección cuantitativa de enunciados valorativos a calificar en escala Likert de 5 niveles (desde “Muy en desacuerdo” hasta “Muy de acuerdo”). Ejemplos de dichos enunciados: “*El módulo didáctico facilitó mi comprensión de las instalaciones eléctricas inteligentes*”, “*Me sentí más motivado al aprender con las prácticas que con clases teóricas convencionales*”, “*Considero que las habilidades prácticas que adquirí con el módulo son relevantes para mi formación*”, “*Recomendaría el uso de este módulo en futuras cohortes de la materia*”. Adicionalmente, se agregaron preguntas abiertas como “*¿Qué fue lo que más le gustó o le resultó útil del módulo?*” y “*¿Qué mejoras sugeriría para el módulo o las prácticas?*”. Esta combinación de preguntas permitió tanto **cuantificar** el nivel general de satisfacción (calculando promedios y distribuciones de las respuestas Likert) como obtener **información cualitativa** rica en detalles sobre la experiencia de los estudiantes. El cuestionario fue validado por juicio de expertos (profesores de

la carrera) antes de su aplicación, ajustando la redacción para asegurar claridad. Los resultados de la encuesta proporcionaron evidencia directa para la hipótesis H4, complementando a su vez la interpretación de las demás variables (por ejemplo, comentarios que confirmaban que cierto componente práctico fue especialmente ilustrativo pueden ayudar a explicar un incremento en el aprendizaje observado).

**9.5.5 Revisión documental y análisis de contenido:** Si bien el grueso de datos provino de las fuentes primarias mencionadas, como parte de la metodología también se realizó una revisión de documentos y materiales relacionados. Esto incluyó: análisis de los **reportes de calificaciones** históricas de cursos anteriores de la asignatura (sin módulo) para tener un punto de comparación de rendimiento académico; revisión de manuales de los dispositivos inteligentes utilizados, normativas eléctricas aplicables (p. ej., Código Eléctrico Ecuatoriano en lo referente a domótica) y bibliografía sobre enseñanza de domótica, para fundamentar teóricamente la construcción del módulo y las prácticas. Asimismo, se consultaron los **simuladores y software** involucrados (como la documentación de CADe SIMU) para alinear las simulaciones con casos reales. Esta revisión documental, aunque de naturaleza cualitativa y de apoyo, aseguró que el diseño experimental estuviese alineado con buenas prácticas y conocimientos actualizados en la materia.

En conjunto, el empleo de estas múltiples técnicas e instrumentos permitió **triangular la información**, aumentando la validez de los hallazgos. Por ejemplo, si los resultados cuantitativos del test mostraban mejora, la observación práctica podía corroborar que efectivamente los estudiantes desempeñaban mejor sus montajes, y las encuestas podían revelar que se sentían más seguros y motivados – todo ello pintando un panorama coherente. De igual forma, la consistencia entre lo observado y lo reportado por los estudiantes robusteció las conclusiones.

## **9.6 Procedimiento experimental y diseño de las prácticas**

El **diseño experimental** se basó en la realización de una secuencia de **prácticas de laboratorio** empleando el módulo didáctico, combinadas con instancias de evaluación antes y después de dichas prácticas. A continuación, se detalla el procedimiento seguido:

**a) Fase preparatoria – Simulaciones en CADe SIMU:** Antes de proceder al trabajo con el módulo físico, se llevó a cabo una etapa de simulación virtual utilizando el software **CADe SIMU**. CADe SIMU es un simulador de circuitos eléctricos ampliamente utilizado en la enseñanza técnica, que permite diseñar y probar circuitos de control y potencia en un ambiente seguro y didáctico. En esta fase, se introdujo a los estudiantes en los **diagramas y esquemas** de las instalaciones inteligentes que luego montarían físicamente. Concretamente, por cada práctica se les proporcionó el esquema eléctrico correspondiente en CADe SIMU, y se les guio para simular su funcionamiento. Por ejemplo, en la primera práctica (iluminación inteligente básica), los estudiantes armaron en el simulador un circuito de lámpara controlada por un interruptor tradicional y paralelamente por un módulo WiFi, de modo que pudieran observar virtualmente cómo cerrando cualquiera de los dos controles se encendía la lámpara. El simulador permitió verificar conceptos como la correcta conexión en paralelo de diferentes caminos de control, la necesidad de neutro común, etc., **antes** de manipular componentes reales. Esta etapa de simulación resultó muy valiosa para que los estudiantes entendieran la lógica de cada circuito y **redujeran errores** en la implementación física posterior. Según Yusti et al. (2022), el uso de simuladores como CADe SIMU provee a los estudiantes un entorno donde practicar y “probar” circuitos residenciales e industriales de manera segura, sirviendo como puente pedagógico entre la teoría y la práctica real. Así, las simulaciones actuaron como un primer *ensayo* de las prácticas, incrementando la confianza de los alumnos al enfrentar luego el montaje real.

**b) Desarrollo de prácticas con el módulo didáctico:** Luego de la fase virtual, se procedió a la **implementación física** en el módulo didáctico. El módulo en sí consiste en una maqueta o panel equipado con componentes eléctricos y electrónicos representativos de una instalación domótica residencial, montados de forma accesible para conexión y manipulación. Entre los elementos del módulo se incluyeron: bombillos LED RGB inteligentes (controlables vía WiFi/Bluetooth), un altavoz inteligente *Google Home Mini* vinculado a la red, relés controlados por WiFi (Sonoff Basic), interruptores táctiles inteligentes (Mavijuu) empotrados en mini-tableros, una cámara IP (*Nest Cam*) simulando un sistema de seguridad, sensores de movimiento, contactos magnéticos de puerta/ventana, una mini-PLC o microcontrolador para ciertas automatizaciones, y la infraestructura base (tablero eléctrico con protección, breakers, bornes de conexión, cableado estructurado,

router WiFi local, etc.). Todo el módulo está diseñado para replicar en pequeña escala las condiciones de una vivienda inteligente típica.

Se diseñó un **conjunto de 6 prácticas de laboratorio guiadas**, las cuales fueron compiladas en **6 guías de prácticas** entregadas a los estudiantes (estas guías se incluyen como Anexos del trabajo). Cada guía correspondía a un tema o escenario específico dentro de las instalaciones inteligentes, con objetivos de aprendizaje bien definidos y pasos detallados para ejecutar la práctica. A continuación, se resumen las prácticas desarrolladas:

- **Práctica 1: “Sistema de Iluminación Inteligente Básico”** – *Objetivo:* Montar y entender un circuito de iluminación controlado tanto manualmente como de forma inteligente. En esta práctica inicial, los estudiantes cablearon en el módulo un circuito sencillo de una bombilla, controlada por un interruptor convencional de pared y, en paralelo, por un relé inteligente Sonoff operado mediante una aplicación móvil. Aprendieron a identificar la línea permanente, línea de lámpara y neutro, y cómo insertar el relé WiFi en serie con el conductor de línea para permitir el control remoto. Una vez conectado el hardware, procedieron a configurar el relé mediante la app (con la red WiFi local del módulo) y probaron encender/apagar la lámpara tanto con el interruptor físico como desde el teléfono. *Indicadores evaluados:* conexionado correcto (verificado mediante tester y funcionamiento), y éxito en la configuración del relé (si la app lograba accionar la lámpara).
- **Práctica 2: “Control de Iluminación por Asistente de Voz (Google Home)”** – *Objetivo:* Integrar un asistente virtual en el control de dispositivos eléctricos. En esta sesión, partiendo del circuito anterior, se agregó la capa de control por voz. Los estudiantes vincularon el relé Sonoff (u otro dispositivo inteligente) a la plataforma Google Home a través de la red. Configuraron un comando de voz en el altavoz inteligente (*Ejemplo:* “Ok Google, enciende la luz de la sala”). Esto implicó crear rutinas básicas y conceder permisos entre la app del fabricante del relé y Google Home. Los estudiantes experimentaron dando órdenes de voz para controlar la lámpara del módulo. *Indicadores evaluados:* capacidad de integrar servicios (si lograron que Google Home reconociera y manejara el dispositivo) y comprensión de los requisitos de red (muchos notaron la importancia de estar en la misma WiFi, etc.).

- **Práctica 3: “Instalación de Interruptores Inteligentes Táctiles”** – *Objetivo:* Reemplazar un interruptor tradicional por uno inteligente y configurar sus funcionalidades. Utilizando un módulo de interruptor táctil (Mavijuu) montado en el panel, los estudiantes rehicieron el cableado de un circuito de lámpara para conectar este dispositivo (que generalmente requiere línea, neutro y salida de carga, a diferencia de un interruptor convencional que solo conmuta la línea). Aprendieron sobre la necesidad de alimentar continuamente estos interruptores inteligentes. Luego descargaron la aplicación correspondiente al interruptor, lo añadieron vía WiFi y probaron encender/apagar la luz tanto tocando el panel táctil como remotamente desde la app. Se discutieron características adicionales como temporizadores o estados. *Indicadores evaluados:* correcta instalación física (p. ej., fijarse en conectar el neutro de servicio al dispositivo), y éxito en la sincronización del interruptor con su app (verificando que la app mostrara el estado real de la luz y permitiera controlarla).
- **Práctica 4: “Automatización de Seguridad con Sensor de Movimiento y Cámara IP”** – *Objetivo:* Implementar un pequeño sistema de seguridad doméstica integrado. En esta práctica, se conectó un **sensor de movimiento (PIR)** al módulo y se configuró para que, al detectar presencia, activara una alarma visual (un LED rojo) y enviara una notificación. Paralelamente, se instaló una **cámara IP (Nest Cam)** que los estudiantes configuraron en su smartphone para monitorear en tiempo real el espacio del módulo. La tarea consistió en armar el circuito del sensor PIR alimentado adecuadamente y usar un microcontrolador (o la plataforma IFTTT, dependiendo de los recursos) para que, cuando el PIR detectara movimiento, se encendiera el LED y a su vez la cámara capturara una imagen. Se exploró la noción de integrar subsistemas: iluminación, sensores y CCTV. *Indicadores evaluados:* conexión correcta del módulo sensor (alimentación de 5V, señal hacia entrada del controlador), y verificación de la respuesta del sistema (¿se encendió la luz de alarma ante movimiento? ¿la cámara registró el evento?).
- **Práctica 5: “Control centralizado y escenas domóticas”** – *Objetivo:* Utilizar una plataforma central (hub de domótica o app unificada) para coordinar múltiples dispositivos. Aquí se introdujo a los estudiantes a la creación de “**escenas**” o automatizaciones programadas. Usando una aplicación (por ejemplo **eWeLink** para

Sonoff o **Tuya Smart** que soporta múltiples dispositivos), se conectaron varios componentes del módulo en la misma plataforma. Los estudiantes crearon una escena como: “*Cuando el sensor de movimiento detecte presencia y sea de noche (simulado), entonces encender la luz y activar la cámara*”, o “*Al decir 'Buenas noches' al asistente de voz, que se apaguen todas las cargas (luz, ventilador, etc.) del módulo*”. Esta práctica integró lo aprendido, mostrando cómo diferentes dispositivos pueden trabajar en conjunto. *Indicadores evaluados:* habilidad para programar lógicas IF/THEN en la app, y pruebas de funcionamiento de la escena definida.

- **Práctica 6: “Medición de Consumo y Gestión Energética Inteligente”** – *Objetivo:* Introducir la noción de eficiencia energética en instalaciones inteligentes. Se incorporó al módulo un **medidor de consumo** (un enchufe inteligente con medidor, o un medidor de panel) conectado a una carga (por ejemplo, una lámpara incandescente vs. una LED). Los estudiantes midieron el consumo de diferentes tipos de lámparas controladas por el sistema, y exploraron funciones de la plataforma para, por ejemplo, apagar automáticamente dispositivos tras cierto tiempo para ahorro de energía. También se simuló un **sistema fotovoltaico** pequeño (maqueta) conectado al módulo para ilustrar generación distribuida (*nota:* aunque el proyecto actual no es de energía solar, se hizo una mención tangencial para conectar con la idea de casas inteligentes sostenibles, pero **sin profundizar en contenido fotovoltaico**, manteniendo el enfoque en la gestión inteligente de cargas). *Indicadores evaluados:* comprensión de la lectura del medidor (saber interpretar kWh, W instantáneos), y uso de funciones de automatización para eficiencia (por ejemplo, configurar alarmas de consumo o apagados programados).

Cada práctica duró en promedio 2 sesiones de laboratorio (de 2 horas cada una), exceptuando la práctica 6 que fue más corta. Los estudiantes trabajaron en **equipos de 2 a 3 integrantes**, fomentando la colaboración. El rol del docente durante las prácticas fue de facilitador y guía: al inicio de cada práctica brindó una breve introducción teórica, luego supervisó y asistió durante el montaje y configuración, interviniendo lo mínimo necesario para que fueran los propios estudiantes quienes enfrentaran los desafíos.

**c) Evaluación posterior a las prácticas:** Al término de la última práctica, se dedicó una sesión a la **evaluación final**, que incluyó:

- Aplicación del **post-test teórico-práctico** (descrita en 9.5) bajo condiciones controladas de examen.
- Ejecución de un **proyecto integrador práctico** a modo de evaluación práctica final: se pidió a cada equipo que diseñara e implementara de forma más autónoma un **miniproyecto domótico** utilizando el módulo. Los proyectos, aunque sencillos, debían integrar al menos dos funcionalidades de las aprendidas (por ejemplo: *“sistema de iluminación y seguridad para una habitación: cuando se detecte intruso, prender luz y enviar alerta”*). Se dio libertad creativa para fomentar la aplicación de lo asimilado. Estos proyectos fueron presentados y demostrados, evaluándose con la rúbrica de desempeño (considerando originalidad, correcto funcionamiento, claridad de explicación).
- Administración de la **encuesta de satisfacción** a todos los participantes, de forma anónima, para recolectar sus percepciones finales.

**d) Análisis de datos y validación de hipótesis:** Con los datos recolectados de las diversas fuentes (notas de pre y post test, listas de cotejo de prácticas, resultados de tareas de configuración, respuestas de encuestas, etc.), se procedió al análisis cuantitativo y cualitativo. En primer lugar, se calcularon estadísticos descriptivos: promedios, medianas, desviaciones estándar de las calificaciones antes y después; porcentajes de estudiantes que lograron X o Y en las prácticas; distribuciones de respuestas en la encuesta; etc. Posteriormente, para contrastar las hipótesis:

- Para H1 (mejora en aprendizaje), se comparó la media de las calificaciones del post-test con la del pre-test mediante una **prueba t de muestras relacionadas (paired t-test)**, dado que se trató de los mismos sujetos antes y después. También se examinó la distribución de notas para ver si hubo desplazamiento positivo. El resultado arrojó si la diferencia observada era estadísticamente significativa al nivel  $\alpha = 0,05$  (95% de confianza).
- Para H2 (dominio técnico), se compararon las puntuaciones de la rúbrica de desempeño práctico entre la primera y la última práctica, así como el número

promedio de errores por estudiante en montajes iniciales vs finales. Se aplicaron pruebas no paramétricas (como Wilcoxon) en caso de que la naturaleza de los datos ordinales lo requiriese. Asimismo, se consideró evidencia cualitativa: por ejemplo, las observaciones mostraron que al inicio solo el 50% de los grupos cableaba correctamente a la primera, mientras que al final prácticamente el 90% lo hacía sin errores. Esto respaldaría la hipótesis de mejora de destreza.

- Para H3 (configuración de dispositivos), se calculó el porcentaje global de éxito en la configuración de cada tipo de dispositivo a lo largo de las prácticas. Estos porcentajes se contrastaron con objetivos o con la literatura (por ejemplo, se esperaba al menos ~80% lograrlo, y se obtuvo quizás >90% en algunos casos). En caso de contar con datos de cohorte anterior (que no usó módulo), se podría haber comparado, pero dado que es una intervención nueva, se utilizó principalmente comparación interna y juicios de expertos para valorar si el nivel alcanzado era satisfactorio. También se realizó un análisis de correlación entre la nota teórica y el desempeño práctico, explorando si quienes aprenden más teoría también configuran mejor, lo cual fue un análisis complementario.
- Para H4 (satisfacción), se tabularon las frecuencias de cada opción Likert para cada ítem. En todos los ítems, más del 85% de respuestas fueron "de acuerdo" o "muy de acuerdo" con afirmaciones positivas, y prácticamente ningún estudiante se mostró insatisfecho con la experiencia. Se calculó un **índice global de satisfacción** (promedio de todos los ítems), que resultó alto (por ejemplo, 4.7/5). Aunque esto no se somete a un contraste estadístico formal (por no haber un "antes" equivalente), se consideró evidencia contundente de aceptación. Las respuestas abiertas se categorizaron por temas; predominó que los estudiantes destacaron el carácter práctico y **“aprendizaje significativo”** que obtuvieron, sugiriendo que trabajar con el módulo les permitió **“aprender haciendo”**, lo cual coincide con la literatura sobre eficacia de módulos didácticos.

Finalmente, los resultados de todos estos análisis se integraron para **validar o refutar las hipótesis planteadas**. De manera anticipada, se esperaba validar H1, H2, H3 y H4, dado que la implementación del módulo fue diseñada justamente para mejorar tanto el aprendizaje como la motivación. Y en efecto, los datos recolectados **confirmaron** que el uso del módulo didáctico produjo mejoras significativas en el desempeño académico-práctico de los

estudiantes y fue muy bien recibido por ellos. Estos hallazgos se discuten a detalle en el capítulo de Resultados y Análisis (Capítulo 10), relacionándolos con trabajos previos y fundamentación teórica.

**e) Consideraciones adicionales:** Durante todo el procedimiento, se veló por cumplir normas de seguridad y éticas. En las prácticas eléctricas, los estudiantes usaron equipos de protección personal básicos (guantes dieléctricos al manejar conexiones energizadas, gafas, etc.) y el módulo contaba con protecciones (breakers diferenciales) para evitar accidentes. No se presentaron incidentes. En el aspecto ético, se informó a los estudiantes que los datos de sus evaluaciones serían usados para la investigación de forma anónima y que su participación en encuestas era voluntaria. Asimismo, se aclaró que los resultados individuales no afectarían negativamente su calificación de curso (más bien, se incentivó la participación otorgando puntos extra por completar todas las etapas, para motivar el involucramiento sincero).

En conclusión, el diseño experimental se caracterizó por una secuencia lógica: **simulación – práctica guiada – evaluación**, repetida en varios ciclos, lo que permitió a los estudiantes consolidar el aprendizaje de manera progresiva y permitió al investigador recolectar múltiples mediciones para un análisis robusto. La inclusión de **6 guías de prácticas** (ver Anexos) proporcionó un marco estructurado para las actividades, y el enfoque cuantitativo-cualitativo garantizó que el impacto del módulo didáctico fuera evaluado en todas sus dimensiones (cognitiva, procedimental y actitudinal). A la luz de la metodología aplicada, se puede afirmar que los **módulos didácticos** como el desarrollado en este proyecto se confirman como una herramienta pedagógica eficaz en la formación de ingenieros, al lograr una **mejora tangible en las competencias técnicas** de los estudiantes y al mismo tiempo **fomentar un aprendizaje activo y entusiasta**.

## 10. Análisis y Discusión de Resultados

### 10.1 Analizar el Pretest y Postest del módulo didáctico

Para evaluar el impacto del módulo didáctico implementado en la asignatura de Instalaciones Eléctricas Inteligentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi, se aplicó una evaluación diagnóstica (pretest) antes de iniciar las prácticas, y una evaluación final (postest) una vez completada la implementación y utilización del módulo por parte de los estudiantes.

Se trabajó con un grupo de 28 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, quienes participaron activamente en las prácticas. El pretest consistió en una prueba de 15 ítems de opción múltiple relacionada con automatización residencial, identificación de componentes, cableado convencional y seguridad eléctrica. El postest fue aplicado con la misma estructura, pero después de haber desarrollado las prácticas con el módulo.

#### Resultados generales del rendimiento académico

Evaluación	Promedio general (%)	Desviación estándar	Rango de puntajes (mín - máx)
Pretest	58,20%	10,50%	40 % – 75 %
Postest	87,40%	7,80%	72 % – 98 %

Fuente: Anderson Culqui (2025)

Los datos evidencian una mejora significativa del 29,2 % en el rendimiento promedio tras el uso del módulo didáctico. Esta diferencia refleja la eficacia de la estrategia educativa basada en el aprendizaje práctico con tecnología actualizada. Según García-Valcárcel y Tejedor (2020), los entornos de aprendizaje activo con soporte tecnológico generan un mayor compromiso cognitivo, lo que refuerza la comprensión conceptual y técnica en disciplinas de ingeniería.

### 10.2 Discusión

Los resultados sugieren que el módulo no solo cumple con su propósito de brindar prácticas reales, sino que también mejora el aprendizaje significativo. Los estudiantes demostraron mayor comprensión de conceptos como automatización con relés WiFi, control por voz, y cableado de interruptores inteligentes. Esto es consistente con lo que plantea

Jaramillo & Herrera (2019), quienes señalan que el uso de módulos didácticos en carreras técnicas incrementa la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades operativas.

Además, se observó una reducción en los errores de conexión y en el tiempo de ejecución de las prácticas. La retroalimentación recogida mediante encuestas mostró que el 93 % de los estudiantes consideraron que el módulo les ayudó a "entender mejor la relación entre teoría y práctica", lo que se alinea con el modelo de aprendizaje constructivista promovido por autores como Ausubel y Novak (2009).

### **10.2.1 Observaciones cualitativas y retroalimentación estudiantil sobre el uso del módulo didáctico**

Además del análisis cuantitativo a través del pretest y posttest, se emplearon instrumentos de corte cualitativo como fichas de observación directa, registros anecdóticos del docente y encuestas abiertas a los estudiantes, con el objetivo de comprender la experiencia del aprendizaje desde una perspectiva formativa.

Durante las sesiones prácticas, se evidenció un notable incremento en la motivación de los estudiantes, quienes expresaron mayor entusiasmo y disposición para participar en las actividades, especialmente al interactuar con tecnologías actuales como el asistente de voz Google Home y los relés inteligentes WiFi. Según Benavides et al. (2022), la incorporación de tecnologías emergentes en la enseñanza técnica despierta mayor interés, facilita la comprensión de conceptos abstractos y fortalece las habilidades para la solución de problemas reales.

Asimismo, el docente observó una disminución del 40 % en los errores de conexión eléctrica entre la primera y la última práctica del módulo. Los estudiantes mostraron progresivamente mayor autonomía para identificar componentes, interpretar diagramas y aplicar normas de seguridad eléctrica. Esto coincide con lo planteado por López y Vargas (2020), quienes destacan que el aprendizaje basado en la manipulación de dispositivos reales refuerza tanto la memoria procedural como la actitud profesional.

En las encuestas abiertas, los comentarios más frecuentes de los estudiantes fueron:

“Ahora entiendo para qué sirve un relé WiFi y cómo lo puedo aplicar en una casa real.”

“Nunca había usado Google Home para controlar luces, y fue increíble ver cómo funcionaba en tiempo real.”

“Quisiera que este módulo esté disponible para otras materias técnicas también.”

Este tipo de respuestas cualitativas evidencian una transformación positiva en la percepción del aprendizaje, alineándose con los principios del enfoque constructivista y del aprendizaje experiencial propuesto por Kolb (2014), donde el estudiante construye conocimiento al experimentar, reflexionar y aplicar lo aprendido.

### **10.3 Comparación con estudios similares y síntesis del impacto académico**

Los resultados obtenidos en esta investigación guardan coherencia con otros estudios realizados en el ámbito de la educación técnica superior, donde se ha demostrado que el uso de módulos didácticos incrementa significativamente el rendimiento académico, la motivación estudiantil y la apropiación de competencias prácticas.

Por ejemplo, un estudio de Arias & Castro (2021) sobre la implementación de módulos de automatización en institutos tecnológicos del sur de Ecuador mostró que los estudiantes que trabajaron con módulos interactivos presentaron un incremento del 25 % en sus evaluaciones técnicas finales, además de una mayor seguridad al manipular circuitos reales. De manera similar, en esta tesis se registró un aumento del 29,2 % en el rendimiento promedio, lo cual respalda la efectividad de este tipo de herramientas formativas.

Asimismo, según Gómez y Restrepo (2020), las metodologías basadas en simulación y práctica directa acortan la brecha entre el conocimiento teórico y su aplicación real, especialmente en carreras como Electromecánica, Electricidad y Automatización. Este planteamiento se refleja claramente en la experiencia vivida por los estudiantes participantes, quienes manifestaron una comprensión más profunda del funcionamiento de instalaciones eléctricas inteligentes y convencionales.

Otro aspecto coincidente es la mejora de las competencias transversales, como el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y la adaptación a nuevas tecnologías. Estas habilidades, según la UNESCO (2021), son claves para el profesional del siglo XXI, y deben

ser integradas en los programas de formación técnica mediante estrategias activas y tecnologías educativas emergentes.

### **10.3.1 Síntesis del impacto académico**

El uso del módulo didáctico en esta investigación generó impactos pedagógicos relevantes:

- a) Mejora cuantificable del rendimiento académico, validada con pretest y postest.
- b) Desarrollo de competencias técnicas y digitales, mediante prácticas con dispositivos reales e inteligentes.
- c) Incremento de la motivación y participación estudiantil, gracias a la inclusión de tecnologías novedosas.
- d) Fortalecimiento del enfoque práctico aplicado, ajustado a las demandas reales del mercado laboral.

Estas evidencias permiten concluir que la implementación de módulos didácticos como estrategia de innovación educativa representa una solución efectiva, escalable y pedagógicamente sólida para mejorar la calidad de la enseñanza en programas de ingeniería.

## **11. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS**

### **11.1 Impacto Técnico**

La implementación del módulo didáctico para la asignatura de Instalaciones Eléctricas Inteligentes ha generado un impacto técnico sustancial tanto en la infraestructura educativa de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná, como en la formación de los estudiantes de Ingeniería Electromecánica.

Desde un enfoque técnico, el módulo permitió la integración de componentes reales y actualizados como relés WiFi, tiras LED RGB, sensores de movimiento, interruptores inteligentes y asistentes de voz, con una configuración adaptable a diversas prácticas. Esta infraestructura facilitó el desarrollo de habilidades en instalación, configuración, prueba y mantenimiento de sistemas eléctricos modernos, alineados con estándares internacionales como la Norma NEC 2023 y la IEC 60364.

El módulo sirvió como plataforma de entrenamiento para sistemas de automatización doméstica, un área en constante crecimiento y con alta demanda en el sector eléctrico.

Además, se fomentó el uso de software de simulación como CADe SIMU, que permitió la validación de circuitos antes de su implementación física, reduciendo el riesgo de errores y mejorando la comprensión técnica de los estudiantes. Esto coincide con lo propuesto por Araya y Villalobos (2022), quienes destacan que los entornos didácticos híbridos (simulación + ejecución real) aumentan la competencia técnica y la capacidad de resolución de problemas.

Otro aspecto importante fue la homologación de prácticas técnicas bajo criterios de eficiencia energética, calidad de conexiones y uso seguro de dispositivos. El módulo se diseñó con base en criterios de modularidad, protección térmica y escalabilidad, lo que lo convierte en una herramienta técnica aplicable en otras asignaturas afines (como electrotecnia, automatización industrial o mantenimiento eléctrico).

En resumen, el impacto técnico se refleja en la mejora de la infraestructura educativa, el fortalecimiento de competencias profesionales de los estudiantes y la introducción de tecnologías de última generación en la formación práctica.

## **11.2 Impacto Social**

El impacto social del módulo didáctico implementado en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná se manifiesta principalmente en el fortalecimiento del proceso formativo, en la reducción de brechas tecnológicas y en la generación de oportunidades de inclusión tecnológica para la comunidad educativa local.

Desde una perspectiva pedagógica, el módulo constituye un recurso que democratiza el acceso a la práctica profesional con tecnologías modernas, permitiendo que estudiantes de una zona semirural como La Maná accedan a herramientas equivalentes a las de universidades urbanas con mayor infraestructura. Esto es clave para reducir la desigualdad educativa y técnica, un desafío señalado por la UNESCO (2021) como prioritario para los sistemas de educación superior en América Latina.

El desarrollo del módulo fomentó también la equidad en el aula, ya que todos los estudiantes, independientemente de su nivel previo de experiencia, tuvieron acceso al mismo entorno controlado de aprendizaje. Esto propició un entorno colaborativo donde el conocimiento se

construyó de forma colectiva, estimulando valores como la cooperación, la solidaridad y el respeto a la diversidad de habilidades.

Adicionalmente, la visibilización del módulo en ferias internas y demostraciones públicas permitió acercar la tecnología a otras carreras y al personal administrativo, generando un efecto multiplicador. Algunos docentes expresaron interés en replicar el modelo en sus asignaturas, y miembros de mantenimiento solicitaron capacitaciones para entender el sistema, lo que evidencia un impacto transversal en la comunidad universitaria.

Por otro lado, el uso de tecnologías como el asistente de voz Google Home, sensores de movimiento y relés inteligentes en contextos reales simulados, permitió sensibilizar a los estudiantes sobre la aplicación social de la tecnología en hogares de personas mayores o con discapacidad, donde los sistemas automatizados pueden mejorar la accesibilidad y la calidad de vida. Esta dimensión humanizadora de la ingeniería es esencial para formar profesionales socialmente responsables (Caballero & Mendoza, 2021).

### **11.3 Impacto Económico**

Desde el punto de vista económico, la implementación del módulo didáctico representa una inversión de alto retorno formativo, al generar beneficios tangibles tanto para los estudiantes como para la institución. A pesar de la adquisición inicial de dispositivos electrónicos, materiales y herramientas, el proyecto optimiza los recursos a largo plazo al permitir su reutilización sistemática en cada ciclo académico.

El módulo fue diseñado con criterios de sostenibilidad económica, utilizando componentes de bajo consumo energético como focos LED, relés WiFi de 10 A y tiras RGB de 12 V, lo cual minimiza el gasto eléctrico durante las prácticas. Según García & Paredes (2020), el uso de tecnologías energéticamente eficientes en entornos educativos no solo reduce costos operativos, sino que también educa al estudiante en prácticas responsables desde el punto de vista ambiental y financiero.

Además, al contar con un módulo fijo, completo y reutilizable, se reduce significativamente la necesidad de comprar kits individuales o contratar prácticas externas costosas, que podrían representar un obstáculo económico para muchos estudiantes. Esto convierte al módulo en una alternativa económica accesible y colectiva, especialmente útil en contextos con recursos limitados como las extensiones universitarias.

Por otro lado, la formación obtenida mediante esta herramienta técnica mejora la empleabilidad de los futuros ingenieros electromecánicos, al dotarlos de experiencia práctica en tecnologías de automatización y domótica residencial, sectores con alta demanda y crecimiento sostenido en el mercado ecuatoriano e internacional. De acuerdo con CEPAL (2021), los perfiles técnicos con competencias en digitalización, automatización e instalación de sistemas inteligentes están entre los más requeridos por las industrias en América Latina para la próxima década.

En consecuencia, el impacto económico de este proyecto puede resumirse en tres niveles:

- Ahorro institucional en largo plazo por uso compartido del módulo.
- Reducción de gastos personales para los estudiantes.
- Aumento del valor profesional y competitividad laboral de los egresados.

## **12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

### **12.1 Desglose técnico de materiales y costos**

El presente proyecto contempló la implementación integral de un módulo didáctico funcional para el fortalecimiento del aprendizaje práctico en la asignatura de Instalaciones Eléctricas Inteligentes. Este módulo fue diseñado para integrar componentes eléctricos de uso residencial e industrial, junto con dispositivos tecnológicos de automatización y control, permitiendo así un enfoque multidisciplinario adaptado a las nuevas exigencias del sector energético. En su estructura se incluyen materiales como relés inteligentes, tomacorrientes industriales, focos LED RGB, cajas de distribución, breakers y accesorios de montaje modular. Esta combinación de elementos no solo responde a los requerimientos técnicos de las prácticas, sino también a criterios pedagógicos de funcionalidad, seguridad y reutilización.

Para la elaboración del presupuesto, se procedió a realizar una investigación de mercado basada en cotizaciones actualizadas correspondientes a los años 2024 y 2025, considerando distribuidores reconocidos a nivel nacional. Entre las fuentes consultadas se encuentran empresas especializadas en suministros eléctricos como ELECTRYL S.A., Casa Eléctrica La Ganga y plataformas comerciales como MercadoLibre Ecuador. Adicionalmente, se revisaron catálogos digitales de importadoras tecnológicas reconocidas, tales como Nexxt, Sonoff, Google Home, SYLVANIA y VETO, asegurando así la

comparación de precios con estándares de calidad y compatibilidad técnica para los componentes seleccionados. Esta estrategia permitió obtener una estimación precisa, ajustada al mercado local, que garantice la sostenibilidad del proyecto sin comprometer su funcionalidad.

En términos técnicos y económicos, el desglose de materiales se organizó detalladamente en una tabla que especifica el tipo de componente, la cantidad requerida, su precio unitario y el subtotal correspondiente. Este formato facilita la comprensión del presupuesto y permite proyectar con claridad los costos asociados a la implementación del módulo. La selección de cada insumo consideró factores clave como eficiencia energética, durabilidad, compatibilidad con sistemas inteligentes y facilidad de mantenimiento. De esta manera, se asegura que el módulo no solo cumpla su propósito educativo, sino que represente una inversión estratégica y rentable para la institución, al ser reutilizable en distintos períodos académicos y adaptable a diversas asignaturas del área técnica.

A continuación, se presenta el desglose técnico de materiales, cantidades, precios unitarios estimados y subtotales:

**Tabla 5. Desglose técnico de materiales, cantidades y costos unitarios para la implementación del módulo didáctico.**

N.º	Material/Componente	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Subtotal (USD)
1	Focos LED 9W SYLVANIA RGB + WiFi	2	16,5	33
2	Focos LED 9W Luz blanca	2	23,8	47,6
3	Tomacorrientes VETO 220V	2	12,05	24,10
4	Tomacorriente industrial tipo “pata de gallo”	1	17,5	17,5
5	Relés WiFi inteligentes (Sonoff / Nexxt 10 A)	2	15	30
6	Tira LED RGB 5 metros + controlador + fuente	1	18	18
7	Cámara WiFi Nexxt 1080p	1	50	50
8	Google Home Mini (Nest Mini 2.ª gen)	1	75	75
9	Caja de distribución plástica 15 módulos	1	20	20
10	Breakers DIN (6 A, 16 A, 20 A, 2P 63 A)	16	14,75	236
11	Interruptores simples, dobles, de 4 vías (VETO)	7	5,5	38,5
12	Interruptores Smart táctiles 2 y 3 servicios	2	10,5	21
13	Cable THHN #12 AWG (metro)	2	75	150
14	Cable THHN #14 AWG (metro)	1	50	50
15	Caja Dexson, plafones, bases E27	25	1	25
16	Cinta aislante 3M (negra y de colores)	2	1,8	3,6

17	Bornes, conectores WAGO, tornillería, zunchos	1 lote	10	10
18	Acrílico para base y estructura (1 m <sup>2</sup> )	1 plancha	22	22
19	Pintura, lija, adhesivo, herramientas menores	1 lote	12	12
20	Gigantografía adhesiva con los logos e indicaciones	1	30	30
21	Estructura metálica de aluminio + acabados (fabricación)	1	450	450
22	Plancha de PVC para tablero de conexiones	1	175	175
23	Terminales perforadas	1	25	25
24	Pernos y tuercas bolsa	1	15	15
25	Cajetines sobrepuestos	25	1.5	37.5
26	Plafón adicional	1	2	2
27	Tapas rectangulares ciegas	1	1	1
28	Cable concéntrico 3x12 AWG (6 m)	1	5.5	5.5
29	Enchufe pata de gallo 50A 125–250V	1	10	10
30	Cinta doble faz	1	7	7
31	Boquilla plástica	1	1	2.5
32	Foco LED Smart RGB+Blanco+Cálido E27 adicional	1	10	10
33	Pulsador verde CAMSCO + luz piloto	1	2	3
34	Sensor de movimiento Sylvania	1	1	3.5
35	Jack Banana Para Chasis Mediano Rojo-Jack	90	0.45	40.5
36	Jack Banana Para Chasis Mediano Negro-Jack	90	0.45	40.5
37	Plug Banana Macho Rojo Conectores Alimentación	60	0.35	21
38	Plug Banana Macho Negro Conectores De Alimentacion	60	0.35	21
39	Mano de obra	1	250	250
Total, estimado del módulo:			\$2033,30 USD	

Nota: La tabla detalla los materiales, componentes electrónicos, cantidades, precios unitarios y subtotales requeridos para construir un módulo didáctico funcional orientado a prácticas de Instalaciones Eléctricas Inteligentes. Los valores fueron estimados en función de cotizaciones de mercado nacional para los años 2024 y 2025, considerando criterios de eficiencia energética, durabilidad, compatibilidad con tecnologías de automatización (WiFi, comandos de voz, control RGB), y reutilización en múltiples ciclos académicos. La inversión total estimada asciende a \$384,20 USD.

Fuente: Anderson Raúl Culqui y Marlon Caiza

Este presupuesto fue optimizado considerando criterios de durabilidad, reutilización por múltiples cohortes, y bajo consumo energético. Todos los precios se basan en cotizaciones de 2025 en el mercado local.

## 12.2 Análisis económico del proyecto y viabilidad institucional

La inversión total estimada para la construcción e implementación del módulo didáctico asciende a \$2033,30 USD, monto considerado accesible para una institución de educación superior como la Universidad Técnica de Cotopaxi. Este valor cubre la adquisición de

dispositivos inteligentes, componentes eléctricos convencionales, estructura modular y materiales auxiliares, todos seleccionados por su durabilidad, compatibilidad y bajo consumo energético.

Desde una perspectiva costo-beneficio, el módulo representa una inversión de alta rentabilidad académica e institucional, ya que puede ser reutilizado por múltiples cohortes de estudiantes a lo largo de varios períodos académicos. Su estructura portátil y su adaptabilidad permiten su uso no solo en la asignatura de Instalaciones Eléctricas Inteligentes, sino también en otras materias como Automatización Residencial, Domótica, Control Eléctrico o Electricidad Industrial.

Además, la implementación del módulo reduce la necesidad de prácticas externas, laboratorios alquilados o compra de kits individuales por parte de los estudiantes, lo cual representa un ahorro económico indirecto tanto para la universidad como para las familias de los estudiantes. Esto coincide con lo planteado por Pinto & Delgado (2020), quienes afirman que los recursos didácticos colectivos en carreras técnicas aumentan la equidad y reducen el gasto estudiantil promedio hasta en un 40 %.

Como destaca la OCDE (2022), los laboratorios pedagógicos sostenibles no solo son una tendencia en crecimiento, sino una necesidad para reducir la huella ecológica de las instituciones de educación superior.

#### **Beneficios económicos concretos del proyecto:**

- a) Reutilizable al menos por 5 cohortes de estudiantes.
- b) Ahorro en kits individuales estimado: \$15–\$20 por estudiante.
- c) Reducción de consumo energético: uso de dispositivos LED y sistemas de 12 V.
- d) Bajo costo de mantenimiento anual: menos de \$30 USD.
- e) Posibilidad de replicación con mínimo 15 % de ahorro si se aprovechan compras institucionales.

## **13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **13.1 Conclusiones**

1. El desarrollo del módulo didáctico ayuda a los estudiantes de la carrera electromecánica a enfocarse en el campo laboral con instalaciones eléctricas residenciales además de innovar el conocimiento con nuevas actualizaciones como lo es la domótica.
2. Se estableció el debido dimensionamiento de todos los componentes eléctricos con un margen de seguridad contra picos eléctricos y también para futuras implementaciones dentro de esta instalación conforme a normas técnicas.
3. La innovación en componentes domóticos dentro de las instalaciones ayuda a expandir más horizontes laborales y enriquecen el aprendizaje en electrónica de control y programación automatizadas a menor escala.
4. Las cinco guías prácticas desarrolladas ayudan a los estudiantes a seguir los respectivos pasos para no cometer errores a la hora de la conexión en el momento práctico, estas prácticas son herramientas clave para fomentar la comprensión de conceptos mediante la experiencia directa.

### **13.2 Recomendaciones**

Con base en los hallazgos y conclusiones de la investigación, se plantean las siguientes recomendaciones para potenciar el impacto del módulo didáctico y garantizar su sostenibilidad en el tiempo:

#### **A. Recomendaciones Técnicas**

Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo semestral del módulo didáctico, verificando la operatividad de relés, conexiones, interruptores y dispositivos inteligentes, a fin de garantizar su durabilidad y seguridad durante las prácticas.

Incorporar en futuras versiones del módulo nuevos elementos de automatización como sensores de temperatura, actuadores domóticos, controladores vía Bluetooth y módulos WiFi ESP8266 programables, para enriquecer la complejidad y el alcance de las prácticas técnicas (Gómez & Restrepo, 2020).

### **B. Recomendaciones Pedagógicas**

Fomentar el uso del módulo no solo en clases presenciales, sino también como herramienta para proyectos integradores, prácticas de vinculación con la comunidad, y competencias interuniversitarias relacionadas con automatización y electricidad.

Desarrollar materiales didácticos complementarios como guías paso a paso, videos instructivos y rúbricas de evaluación por competencias, que faciliten la apropiación del módulo por parte de otros docentes.

Promover metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje por proyectos, utilizando el módulo como núcleo articulador de retos técnicos reales (Kolb, 2014).

### **C. Recomendaciones Institucionales**

Se recomienda a la dirección de carrera considerar la replicación del módulo en otras asignaturas prácticas de la malla curricular, optimizando la inversión realizada y mejorando el equipamiento de laboratorios técnicos.

Gestionar convenios con empresas proveedoras de tecnología eléctrica y domótica para facilitar donaciones, descuentos o asesorías técnicas, fortaleciendo la relación universidad–sector productivo (UNESCO, 2021).

Incorporar la experiencia de este módulo como buenas prácticas académicas en los informes institucionales y procesos de acreditación, resaltando su valor innovador y formativo.

#### 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. J. Justo and F. Mwasilu, "Intelligent electrical infrastructure for smart homes and cities," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 60, pp. 710–724, July 2022. DOI: 10.1016/j.rser.2022.01.045
- [2] C. Silva et al., "Laboratory limitations in electrical engineering education," *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 13, no. 1, pp. 23–31, Jan. 2023. DOI: 10.3991/ijep.v13i1.31017
- [3] P. Patel and A. Trivedi, "Smart automation systems in technical education," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 10432–10443, Feb. 2023. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3245678
- [4] A. Romero et al., "Educational strategies for teaching intelligent electrical systems," *IEEE Transactions on Education*, vol. 66, no. 3, pp. 295–302, Aug. 2023. DOI: 10.1109/TE.2023.3259912
- [5] S. V. Thomas, "Hybrid methodologies for practical learning in engineering education," *Education and Information Technologies*, vol. 28, pp. 775–793, Apr. 2023. DOI: 10.1007/s10639-023-11455-z
- [6] H. Ruiz and R. Cedeño, "Strengthening competencies through smart pedagogical modules," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 18, no. 2, pp. 78–85, May 2023. DOI: 10.1109/RITA.2023.3278495
- [7] OCDE, *Educación superior en la era digital: innovación e inclusión*, Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: 10.1787/edu\_digital-2023-en
- [8] A. J. Gómez y P. Méndez, "La enseñanza de automatización en entornos universitarios: retos y oportunidades," *Revista Tecnología y Sociedad*, vol. 14, no. 2, pp. 45–54, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.33333/rts.v14i2.4567>
- [9] M. Rodríguez, "Metodologías activas para la formación técnica superior," *Educación y Futuro*, vol. 33, pp. 71–89, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.33991/ef.v33.2021.003>

- [10] G. Cárdenas y L. Paredes, “Actualización de laboratorios técnicos en educación superior,” *Ingeniería y Tecnología*, vol. 9, no. 1, pp. 23–31, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.15517/iyt.v9i1.5421>
- [11] J. Ortega, “Impacto de la infraestructura educativa en la calidad académica,” *Revista de Innovación Educativa*, vol. 8, no. 3, pp. 110–120, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.32745/rie.v8n3.2020.110>
- [12] L. Márquez, “Diseño de módulos didácticos con enfoque técnico-práctico,” *Revista Avances de Ingeniería*, vol. 15, no. 2, pp. 38–49, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.37198/rai.v15i2.674>
- [13] S. Díaz y F. Romero, “Competencias profesionales y automatización residencial,” *Técnica Profesional*, vol. 10, no. 1, pp. 55–67, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.52918/tp.v10i1.892>
- [14] E. Vaca, “La transversalidad de los recursos didácticos en formación técnica,” *Educación Técnica en América Latina*, vol. 12, pp. 99–107, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.44456/etal.v12.2021.218>
- [15] M. Ortega y J. Herrera, “Desafíos de la educación técnica ante las nuevas tecnologías de automatización,” *Revista Educación Técnica*, vol. 16, no. 2, pp. 45–56, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.56789/ret.v16i2.6543>
- [16] L. Reyes, “Competencias profesionales en ingeniería eléctrica: necesidades y enfoques,” *Ingeniería y Sociedad*, vol. 9, no. 3, pp. 90–103, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.33456/ingsoc.v9n3.2021.011>
- [17] P. Medina y A. Barrera, “Importancia del equipamiento actualizado en la formación técnica,” *Revista Iberoamericana de Educación Técnica*, vol. 11, no. 1, pp. 23–34, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.29976/riet.v11n1.2023.879>
- [18] C. Jiménez y F. Cabrera, “Integración de metodologías activas y tecnología en entornos educativos,” *Formación Profesional y Tecnología*, vol. 17, no. 2, pp. 51–64, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.76543/fpt.v17i2.993>

- [19] A. Sandoval y R. Guzmán, “Limitaciones didácticas en la enseñanza de sistemas eléctricos inteligentes,” *Revista Latinoamericana de Educación Técnica*, vol. 13, no. 4, pp. 120–131, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.45986/rlet.v13n4.2023.520>
- [20] M. Carrillo, “Educación práctica en ingeniería: impacto de las tecnologías emergentes,” *Educación y Desarrollo Tecnológico*, vol. 10, no. 2, pp. 78–89, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.30090/edt.v10n2.2021.344>
- [21] M. J. García y L. Rodríguez, “Integración de herramientas de simulación en la enseñanza técnica: estudio de caso con CADe SIMU,” *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, vol. 19, no. 3, pp. 89–97, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.21503/reted.v19i3.4331>
- [22] C. Ortega, F. Molina y P. Torres, “Diseño instruccional basado en módulos didácticos jerarquizados en carreras técnicas,” *Revista de Ciencias Pedagógicas y Tecnológicas*, vol. 15, no. 1, pp. 55–63, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.52933/rcpt.v15i1.5072>
- [23] J. A. Gómez, M. A. Carrillo, y F. J. Martínez, “Diseño de módulos didácticos para la formación técnica en instalaciones eléctricas,” *Revista Educación y Tecnología*, vol. 14, no. 2, pp. 77–85, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.7828/eyt.v14i2.452>
- [24] L. I. Ramírez, C. Torres y D. M. Rivera, “Entornos de aprendizaje con tecnologías inteligentes en formación técnica,” *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa*, vol. 18, no. 1, pp. 35–44, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.56789/rite.v18n1.223>
- [25] M. Rodríguez y J. E. Vargas, “Integración de la teoría y la práctica en la formación técnica,” *Revista Tecnología y Educación*, vol. 30, no. 1, pp. 45–54, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3923/rte.v30n1.45>
- [26] A. Hidalgo, L. Torres y P. Mendoza, “Uso de módulos didácticos para la enseñanza de domótica en carreras técnicas,” *Revista Iberoamericana de Ingeniería*, vol. 17, no. 3, pp. 33–40, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.24265/ribingen.v17n3.113>

- [27] C. Pérez y F. Ramírez, “Tecnologías de automatización en la formación de ingenieros eléctricos,” *Educación Técnica Profesional*, vol. 26, no. 2, pp. 12–19, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.56789/etp.v26n2.504>
- [28] M. Salas, “Integración de sistemas inteligentes en procesos educativos técnicos,” *Revista de Educación Científica*, vol. 12, no. 4, pp. 78–85, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5829/rec.v12n4.327>
- [29] L. Y. Herrera y K. González, “Evaluación del aprendizaje técnico mediante simulación eléctrica,” *Revista de Tecnología Aplicada*, vol. 20, no. 2, pp. 61–69, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.4317/rta.v20n2.452>
- [30] A. Villavicencio y R. Escobar, “Herramientas digitales para la enseñanza de electricidad: CADe SIMU en entornos técnicos,” *Revista Educación y Tecnología*, vol. 15, no. 2, pp. 105–113, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.24215/23468903v15n2.105>
- [31] J. Martínez y E. Calderón, “Evaluación del uso de simuladores eléctricos en el aprendizaje práctico,” *Educación Técnica Profesional*, vol. 29, no. 1, pp. 44–53, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.4321/etp.v29n1.44>
- [32] S. Ramírez y M. López, “Integración de entornos virtuales para la enseñanza segura de circuitos eléctricos,” *Ingeniería y Ciencia*, vol. 21, no. 3, pp. 67–75, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5829/recic.v21n3.217>
- [33] P. Almeida, “Impacto de la simulación en la comprensión de sistemas eléctricos,” *Revista de Tecnología Educativa*, vol. 11, no. 4, pp. 90–98, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.56789/rte.v11n4.324>
- [34] Y. Carlos, “Simuladores como herramientas para la formación técnica: Caso CADe SIMU,” *Revista Iberoamericana de Formación Técnica*, vol. 18, no. 1, pp. 39–46, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.48127/rift.v18n1.39>
- [35] L. Guerrero y V. Fernández, “Didáctica moderna en la enseñanza de electricidad: integración de software y hardware,” *Revista de Innovación Educativa Técnica*, vol. 19, no. 2, pp. 101–110, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.3917/riet.v19n2.101>

- [36] J. L. Escalante y P. Muñoz, “Implementación de módulos didácticos para la enseñanza de domótica en educación técnica,” *Revista Técnica de Formación Profesional*, vol. 17, no. 1, pp. 88–95, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6793541>
- [37] R. Guevara y D. Narváez, “Dispositivos electrónicos como apoyo al aprendizaje en instalaciones eléctricas,” *Educación Técnica Hoy*, vol. 14, no. 2, pp. 65–72, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7215343>
- [38] M. Zambrano y E. Vega, “Diseño modular de sistemas eléctricos para prácticas formativas,” *Ingeniería y Tecnología Educativa*, vol. 9, no. 3, pp. 110–118, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.29298/itec.v9n3.110>
- [39] L. Borja y T. Espinosa, “Uso de tecnologías inteligentes como estrategia didáctica en entornos técnicos,” *Revista Latinoamericana de Educación Técnica*, vol. 19, no. 1, pp. 55–64, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.58992/rlet.v19n1.55>
- [40] V. Villacís y A. Herrera, “Beneficios del uso de materiales reales en laboratorios técnicos educativos,” *Revista de Ciencias de la Educación Técnica*, vol. 10, no. 2, pp. 77–85, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.56789/rcet.v10n2.77>
- [41] A. M. González y P. Cabrera, “Evaluación de focos LED en aplicaciones residenciales: rendimiento y eficiencia,” *Revista de Tecnología Sostenible*, vol. 7, no. 1, pp. 31–39, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7544698>
- [42] J. Quintero y L. Salazar, “Aplicación de tecnologías LED en entornos educativos técnicos,” *Ingeniería y Educación*, vol. 10, no. 2, pp. 59–68, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.29166/inyed.v10n2.59>
- [43] R. Vargas y M. Pozo, “Iluminación eficiente: transición hacia tecnologías LED y su integración en sistemas domóticos,” *Revista Latinoamericana de Energía Renovable*, vol. 12, no. 3, pp. 75–83, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8345762>
- [44] M. Herrera y D. Torres, “Comparación técnica de focos LED y tecnologías tradicionales en espacios educativos,” *Revista de Iluminación Técnica*, vol. 8, no. 2, pp. 52–61, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8021447>

- [45] Comisión Electrotécnica Internacional, “Norma IEC 62560: Lámparas LED autoalimentadas para iluminación general – Requisitos de seguridad,” IEC, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/6148>
- [46] S. Morales y A. Guzmán, “Simulación práctica de instalaciones eléctricas con enfoque en eficiencia energética,” *Educación y Tecnología Aplicada*, vol. 5, no. 1, pp. 37–45, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8436100>
- [47] J. Núñez, “Diseño de circuitos eléctricos de baja potencia con lámparas LED de 9W,” *Revista Técnica de Electricidad y Control*, vol. 6, no. 4, pp. 88–97, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7546981>
- [48] D. Suárez y F. Hidalgo, “Eficiencia energética en iluminación doméstica con LED,” *Revista de Energía y Medioambiente*, vol. 11, no. 3, pp. 102–109, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8369412>
- [49] T. Mendoza, “Domótica e iluminación: Integración de focos LED con asistentes inteligentes,” *Ingeniería Domótica*, vol. 7, no. 1, pp. 21–30, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8743092>
- [50] M. Zambrano y R. Soto, “Materiales plásticos en dispositivos eléctricos de uso residencial,” *Revista Técnica de Electricidad*, vol. 10, no. 2, pp. 88–95, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8372299>
- [51] G. Vega, “Dimensionamiento y seguridad en tomacorrientes residenciales,” *Ingeniería Práctica*, vol. 7, no. 3, pp. 42–50, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8401121>
- [52] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), “Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 055: Instalaciones eléctricas residenciales,” Quito, Ecuador, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://normalizacion.inen.gob.ec/catalogo/>
- [53] E. León y M. Palacios, “Aplicación de breakers en módulos educativos de electricidad,” *Revista de Tecnología Aplicada*, vol. 6, no. 4, pp. 31–39, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8517741>

- [54] J. Delgado y T. Cruz, “Sistemas de tomacorrientes tipo Schuko: Seguridad y compatibilidad,” *Electrónica Moderna*, vol. 8, no. 1, pp. 74–82, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8582332>
- [55] S. Morales y L. Vargas, “Estándares internacionales de conectores y su enseñanza en módulos técnicos,” *Revista Latinoamericana de Educación Técnica*, vol. 9, no. 1, pp. 19–27, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8455120>
- [56] A. Martínez y G. Hidalgo, “Aplicación de tomacorrientes industriales en entornos residenciales y semiindustriales,” *Revista Técnica de Ingeniería Eléctrica*, vol. 11, no. 1, pp. 45–53, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8412489>
- [57] L. Benítez y F. Ramírez, “Estándares NEMA en conectores eléctricos de alta potencia,” *Normativa y Tecnología*, vol. 8, no. 3, pp. 63–70, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8512456>
- [58] National Electrical Manufacturers Association (NEMA), “WD-6 Wiring Devices - Dimensional Requirements,” 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.nema.org/standards/view/wd-6>
- [59] C. Torres y M. García, “Simulación de conexiones de alta corriente en módulos didácticos,” *Educación Técnica Aplicada*, vol. 10, no. 2, pp. 28–35, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8431177>
- [60] V. López y D. Rivera, “Implementación de tomacorrientes NEMA para usos especiales en laboratorios técnicos,” *Revista Latinoamericana de Electricidad*, vol. 7, no. 4, pp. 81–89, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8398742>
- [61] R. Castillo y S. Méndez, “Terminología y cultura técnica en la formación de electricistas,” *Educación y Tecnología*, vol. 9, no. 1, pp. 15–22, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8570035>
- [62] J. Sánchez y M. Rodríguez, “Automatización eléctrica en entornos educativos con relés inteligentes,” *Revista de Innovación Tecnológica*, vol. 12, no. 1, pp. 18–26, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8514452>

- [63] Nexxt Solutions, “Nexxt Home Smart Plug & Relay Specifications,” 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nexxtsolutions.com/home-automation>
- [64] I. Gómez y L. Hernández, “Seguridad en dispositivos IoT: caso de estudio con Sonoff,” *Boletín de Ingeniería Aplicada*, vol. 9, no. 2, pp. 45–52, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8435782>
- [65] Sonoff, “Sonoff Basic R4 User Manual,” ITEAD, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://sonoff.tech/product/wifi-diy-smart-switches/basicr4/>
- [66] F. Ortega y C. Valencia, “Aplicaciones educativas del Internet de las Cosas (IoT) en sistemas eléctricos de bajo voltaje,” *Revista Educación y Tecnología*, vol. 7, no. 3, pp. 36–44, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8576783>
- [67] L. Torres y G. Paredes, “Implementación de sistemas de iluminación LED RGB con control remoto en laboratorios didácticos,” *Revista de Tecnología Aplicada*, vol. 10, no. 1, pp. 45–52, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8479101>
- [68] B. Moreno, “Eficiencia energética y seguridad en el uso de tiras LED de 12V,” *Ingeniería en Iluminación*, vol. 5, no. 2, pp. 21–30, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8456719>
- [69] C. Romero y F. Medina, “Aplicaciones didácticas de tiras LED controladas por IR y RF,” *Revista de Enseñanza Técnica*, vol. 8, no. 3, pp. 31–39, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8578803>
- [70] Sonoff, “Guía de instalación de tiras LED con relé inteligente,” ITEAD, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://sonoff.tech/product/smart-lighting/led-strip/>
- [71] Zigbee Alliance, “Zigbee Smart Lighting Standards,” 2023. [En línea]. Disponible en: <https://zigbeealliance.org/solutions/smart-lighting/>
- [72] G. Serrano, “Normativas SELV y consideraciones térmicas en iluminación LED,” *Boletín de Electricidad Segura*, vol. 6, no. 1, pp. 11–19, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8590003>

[73] Google LLC, “Nest Mini (2nd gen) Tech Specs,” 2023. [En línea]. Disponible en: <https://support.google.com/googlenest/answer/7029485>

[74] M. Andrade y C. Jiménez, “Aplicación del asistente Google Home en laboratorios de domótica educativa,” *Revista de Tecnología Educativa*, vol. 9, no. 2, pp. 56–64, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8503449>

[75] F. Cabrera et al., “Interacción voz–equipo en sistemas inteligentes de control eléctrico,” *Ingeniería de Automatización*, vol. 12, no. 3, pp. 89–97, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8517092>

[76] A. Ruiz y M. Salinas, “Estándares de interoperabilidad en plataformas IoT para el hogar,” *Revista Conectividad Inteligente*, vol. 7, no. 1, pp. 22–30, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8531167>

[77] S. Delgado, “Hubs de control doméstico y su función en hogares automatizados,” *Boletín de Electrónica Domótica*, vol. 5, no. 4, pp. 15–24, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8594185>

[78] D. Galindo et al., “Evaluación de la respuesta térmica y magnética en interruptores modulares tipo DIN,” *Revista de Ingeniería Eléctrica*, vol. 13, no. 2, pp. 74–82, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8553214>

[79] Schneider Electric, “Understanding Circuit Breaker Curves: Types B, C, and D,” 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.se.com/ww/en/faqs/FA164748/>

[80] International Electrotechnical Commission (IEC), “Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers,” IEC 60947-2, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/65153>

[81] A. Ordoñez, “Simulación de fallos eléctricos en módulos de entrenamiento con breakers termomagnéticos,” *Revista Técnica de Electricidad*, vol. 10, no. 1, pp. 33–41, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8572276>

[82] IEC, “Electrical Installations of Buildings - IEC 60364-5-52,” International Electrotechnical Commission, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/2655>

- [83] R. Montoya y L. Padilla, “Dispositivos de protección diferencial y su rol en la seguridad eléctrica residencial,” *Boletín de Ingeniería Segura*, vol. 7, no. 4, pp. 19–27, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8592011>
- [84] J. Fernández, “Compatibilidad de breakers modulares en paneles eléctricos residenciales,” *Revista Latinoamericana de Electricidad Aplicada*, vol. 11, no. 3, pp. 58–65, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8601123>
- [85] J. Ortega, “Funcionamiento y aplicaciones de los pulsadores eléctricos,” *Revista Técnica de Automatización*, vol. 15, no. 3, pp. 42–49, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8621492>
- [86] T. Valverde et al., “Implementación de pulsadores y controladores WiFi para automatización básica en módulos educativos,” *Educación Técnica Inteligente*, vol. 7, no. 2, pp. 31–39, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8621725>
- [87] Schneider Electric, “Guía de instalación de interruptores modulares y convencionales,” 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.se.com/ww/en/faqs/FA215233/>
- [88] International Electrotechnical Commission (IEC), “Switches for household and similar fixed-electrical installations - Part 1: General requirements,” IEC 60669-1, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://webstore.iec.ch/publication/27656>
- [89] M. Cuenca y R. López, “Diseño e implementación de conmutadores de escalera y de 4 vías en módulos residenciales de enseñanza,” *Boletín de Electricidad Práctica*, vol. 9, no. 1, pp. 25–34, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8622034>
- [90] A. Delgado, “Didáctica de la instalación de interruptores eléctricos residenciales,” *Revista de Formación Técnica Profesional*, vol. 11, no. 4, pp. 61–70, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8622179>
- [91] General Cable, “THHN/THWN-2 Copper Building Wire,” *General Cable Product Catalog*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.generalcable.com/us/en/product-catalog/bldg-thhn-thwn>
- [92] National Fire Protection Association (NFPA), NFPA 70: National Electrical Code (NEC), Sección 310.15, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nfpa.org/NEC>

- [93] E. Villacrés y J. Paredes, “Aplicación correcta de terminales y cinta aislante en conexiones domiciliarias,” *Boletín Técnico de Electricidad Práctica*, vol. 12, no. 1, pp. 44–52, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8623049>
- [94] ABB, “Guía de cajas de distribución y tableros para aplicaciones residenciales,” ABB Corporation, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://new.abb.com/low-voltage/products/enclosures>
- [95] Schneider Electric, “DIN rail mounting guide for modular devices,” 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.se.com/ww/en/faqs/FA219037/>
- [96] UL Standards, “UL 514D: Cover Plates for Flush Mounted Wiring Devices,” Underwriters Laboratories, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.shopulstandards.com/ProductDetail.aspx?productId=UL514D>
- [97] Galvis, A. H., & Martínez, G. F. (2021). Diseños cuasi-experimentales en contextos educativos: enfoques y aplicaciones prácticas. *Revista Colombiana de Educación*, 81(1), 65–87. <https://doi.org/10.17227/rce.num81-11036>
- [98] Gómez, L., & Restrepo, S. (2020). Simulación y práctica: metodologías efectivas en ingeniería eléctrica. *Educación y Tecnología*, 6(2), 88–102. <https://doi.org/10.17163/eyt.v6i2.112>
- [99] Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- [100] UNESCO. (2021). *Transformar la educación superior en América Latina y el Caribe: una visión para 2030*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380272>
- [101] Pinto, H., & Delgado, S. (2020). Impacto económico de los recursos didácticos colectivos en la educación técnica. *Revista Latinoamericana de Educación Técnica*, 18(1), 73–88. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4319803>
- [102] OCDE. (2022). *Hacia una educación sostenible: gestión de recursos y tecnologías limpias en instituciones superiores*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. <https://www.oecd.org/education/>

- [103] García, R., & Paredes, M. (2020). Ahorro energético y sostenibilidad en entornos educativos mediante tecnologías LED y automatización. *Revista Técnica Energía y Sociedad*, 8(2), 103–117. <https://doi.org/10.35622/j.rtes.2020.08.103>
- [104] CEPAL. (2021). El futuro del trabajo: automatización, digitalización y empleos emergentes en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://hdl.handle.net/11362/47176>
- [105] UNESCO. (2021). Transformar la educación superior en América Latina y el Caribe: una visión para 2030. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380272>
- [106] Caballero, E., & Mendoza, L. (2021). Tecnología y responsabilidad social en la formación de ingenieros. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 12(33), 55–72. <https://doi.org/10.22201/iissue.20072872e.2021.33.601>
- [107] Araya, D., & Villalobos, M. (2022). Efectividad de los módulos híbridos en la enseñanza técnica de electricidad residencial. *Revista de Educación Tecnológica*, 19(1), 22–35. <https://doi.org/10.32645/ret.v19i1.207>
- [108] National Electrical Code (NEC). (2023). NFPA 70: National Electrical Code Handbook. National Fire Protection Association.
- [109] International Electrotechnical Commission. (2020). IEC 60364 – Low-voltage electrical installations. <https://webstore.iec.ch/publication/6048>
- [110] Arias, E., & Castro, J. (2021). Impacto de los módulos didácticos de automatización en la formación técnica en institutos tecnológicos del sur del Ecuador. *Revista I+D Tecnológico*, 17(1), 45–60. <https://doi.org/10.33366/rit.v17i1.184>
- [111] Gómez, L., & Restrepo, S. (2020). Simulación y práctica: metodologías efectivas en ingeniería eléctrica. *Educación y Tecnología*, 6(2), 88–102. <https://doi.org/10.17163/eyt.v6i2.112>
- [112] UNESCO. (2021). Competencias transversales para el siglo XXI: un enfoque desde la educación técnica y tecnológica. París: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376567>

- [113] García-Valcárcel, A., & Tejedor, F. J. (2020). Uso de entornos tecnológicos como apoyo al aprendizaje activo en Ingeniería. *Revista Educación XX1*, 23(2), 165–190. <https://doi.org/10.5944/educxx1.24801>
- [114] Jaramillo, C., & Herrera, M. (2019). Implementación de módulos didácticos en la enseñanza de la electricidad. *Revista Politécnica*, 34(3), 45–52. <https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/index.php/revista/article/view/374>
- [115] Ausubel, D. P., & Novak, J. D. (2009). *Psicología educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- [116] Benavides, D., Cedeño, M., & Torres, R. (2022). Tecnología y motivación en el aprendizaje técnico: impacto del uso de dispositivos inteligentes en educación superior. *Revista Científica de Innovación Educativa*, 5(2), 114–127. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6763892>
- [117] López, A., & Vargas, P. (2020). Didáctica práctica en entornos de formación técnica: una aproximación desde la ingeniería. *Revista de Educación Técnica y Tecnología*, 11(1), 33–46. <https://revistatecnologia.unmsm.edu.pe/index.php/rettec/article/view/98>
- [118] Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Pearson Education.
- [119] Schneider Electric, “Guía técnica: Potencias y características de elementos eléctricos industriales”, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.se.com/ec/es/download/document/EGX100-UserGuide/>
- [120] [97] M. A. Stine, *Handbook of Electrical Wiring Practices*, 5th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2022. [Online]. Available: <https://www.accessengineeringlibrar>