 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Estrategia para la adopción tecnológica de los bancos didácticos Industria 4.0 del Laboratorio de PLC para el programa de Tecnología en Sistemas Electromecánicos

Ana María García Rodríguez

Ingeniería Mecatrónica

Directores:

Vanessa Botero Gómez

Jhon Alexander Isaza Hurtado

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2025

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

El proyecto se centra en el diseño e implementación de estrategias y materiales didácticos orientados a fortalecer la formación tecnológica, utilizando el banco didáctico de Schneider Electric y fundamentándose en los principios de la Industria 4.0. El objetivo principal es desarrollar y aplicar guías que facilitan a los estudiantes del ITM el trabajo autónomo con los módulos didácticos de la Industria 4.0, enfocándose especialmente en quienes cursan el programa de Tecnología en Sistemas Electromecánicos. Durante su desarrollo, se diseñaron dos guías prácticas que se integran en distintas asignaturas y sirven como base para la realización de sesiones experimentales en el laboratorio, permitiendo a los estudiantes identificar y manipular los dispositivos, así como ser evaluados mediante cuestionarios digitales. Adicionalmente, se aplica una encuesta para recoger la percepción y opiniones de los participantes. Esta iniciativa promueve un aprendizaje activo y acerca a los estudiantes a experiencias tecnológicas reales, contribuyendo al fortalecimiento de sus habilidades técnicas y profesionales.

Palabras claves: Industria 4.0, automatización, banco didáctico, Schneider Electric, PLC, sistemas electromecánicos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Agradezco profundamente a los estudiantes que participaron activamente en el desarrollo de este proyecto, quienes despertaron en mí la motivación para continuar mi formación académica y la necesidad de profundizar en el conocimiento de los bancos didácticos de la Industria 4.0.

Reconozco con gran gratitud el acompañamiento de los docentes Vanessa Botero Gómez y Jhon Alexander Isaza Hurtado, quienes estuvieron siempre dispuestos a compartir sus conocimientos y experiencia, asegurando el éxito en cada etapa del desarrollo metodológico.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

- PLC: Controlador Lógico Programable
- HMI: Interfaz Hombre-Máquina
- IIoT: Internet Industrial de las Cosas
- MES: Manufacturing Execution Systems
- MQTTs: Secure Sockets Layer/Transport Layer Security
- HTTP: Hypertext Transfer Protocol
- DCS: Sistemas de Control Distribuido

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	MARCO TEÓRICO	11
2.1.	Educación y formación en la era de la Industria 4.0	11
2.2.	Antecedentes y estado actual	11
2.3.	Automatización e Industria 4.0	12
2.4.	Bancos didácticos de Schneider Electric y su aplicación pedagógica.....	12
2.5.	Banco Industrial 4.0 de Schneider Electric	13
2.6.	Niveles de la pirámide de la automatización y aplicación en el módulo didáctico.	16
2.6.1.	Nivel 0 – Nivel de Campo o Proceso	17
2.6.2.	Nivel 1 – Nivel de Control	18
2.6.3.	Nivel 2 – Nivel de Supervisión	18
2.6.4.	Nivel 3 – Nivel de Planeación y Gestión Operativa.....	18
2.6.5.	Nivel 4 – Nivel de Gestión Empresarial.....	19
3.	METODOLOGÍA.....	20
3.1	Definición del procedimiento.....	20
3.2	Análisis y Selección de Asignaturas	22
3.3	Interpretación de Documentación Técnica y Consulta con Expertos	22
3.4	Diseño y Desarrollo de Actividades Prácticas y Evaluativas.....	23
3.5	Implementación y Acompañamiento en el Laboratorio	27
3.6	Recopilación y Análisis de Resultados.....	30
3.7	Evaluación del Impacto y Propuesta de Mejora Curricular.....	30
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1.	Participación y caracterización de la muestra	31
4.2.	Resultados académicos de las guías implementadas	35
4.3.	Percepción y valoración de la experiencia.....	36
4.4.	Discusión general.....	40
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	41

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5.1. Conclusiones	41
5.2. Recomendaciones y trabajo a futuro	42
6. REFERENCIAS	44
7. ANEXOS	46

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Arquitectura de Comunicación.....	13
Figura 2. Banco Didáctico.....	14
Figura 3. Pirámide de automatización.	17
Figura 4. Diagrama de bloques del desarrollo del proyecto.	21
Figura 5. Reunión virtual-Estrategia socialización equipos automatización I4.0.	22
Figura 6. Encabezado Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric.	23
Figura 7. Encabezado Guía de Interacción de Equipos Schneider Electric.....	24
Figura 8. Código QR de los equipos del Módulo Didáctico. Elaboración propia.....	24
Figura 9. Pregunta de selección múltiple. Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric.	25
Figura 10. Pregunta de relacionamiento. Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric.	26
Figura 11. Pregunta de falso y verdadero. Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric.	26
Figura 12. Interacción de estudiantes con equipos.	27
Figura 13. Interacción de estudiantes con equipos y acompañamiento docente.	28
Figura 14. Extracción de un módulo móvil de la maleta.....	29
Figura 15. Pregunta de selección múltiple. Guía de Interacción de Equipos Schneider Electric.	29
Figura 16. Estudiantes matriculados Vs. Socialización estrategia.....	33
Figura 17. Estudiantes participantes en prácticas Vs. Socialización estrategia.	34
Figura 18. ¿Qué tan clara te pareció la guía de trabajo proporcionada para la práctica?.....	36
Figura 19. “¿Cómo evalúas el acompañamiento de Ana María durante la práctica?” 37	37
Figura 20. “¿Cómo calificarías la facilidad de uso de los equipos Schneider Electric?	37
Figura 21. “¿Tuviste dificultades al interactuar con alguna de las tecnologías?”	38
Figura 22. “¿Qué tan relevantes consideras las tecnologías empleadas en el banco didáctico (PLC, HMI, sensores, IIoT, etc.) para tu formación profesional?”	38
Figura 23. “¿Qué mejorarías de esta experiencia práctica con los equipos Schneider Electric?	39
Figura 24. “De acuerdo con lo aprendido o asimilado ¿que más le gustaría aprender o desarrollar empleando esta tecnología?”	39

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la automatización ha experimentado un crecimiento acelerado en todos los sectores industriales, impulsada por la digitalización y la integración de tecnologías avanzadas propias de la Industria 4.0 (Macías-Suárez, Pilacuan-Bonete, & Ugalde Vicuña, 2023; Forcael, Garcés, Bastías, & Friz, 2020). Esta transformación ha planteado el reto de preparar profesionales capaces de desenvolverse en entornos altamente tecnificados y dinámicos, que demandan competencias técnicas actualizadas y habilidades transversales como el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Macías-Suárez et al., 2023; Forcael et al., 2020; Huaman & Angeles, 2024).

Para programas como el de Tecnología en Sistemas Electromecánicos del ITM, esta realidad implica replantear las estrategias pedagógicas y las herramientas utilizadas, con el fin de conectar efectivamente la teoría con la práctica, y así formar profesionales alineados con los nuevos estándares industriales (Forcael et al., 2020; López et al., 2025). En este contexto, surge el presente proyecto como respuesta a dicho desafío: integrar bancos didácticos de Industria 4.0 disponibles en el Laboratorio de PLC G206, para modernizar la enseñanza en asignaturas específicas del programa. Más allá de la incorporación de tecnología de punta, se busca generar experiencias de aprendizaje vivenciales y contextualizadas, que acerquen a los estudiantes a las condiciones reales del campo laboral (López et al., 2025; Macías-Suárez et al., 2023).

Esta propuesta apunta a cerrar la brecha entre el aula y la industria, ofreciendo una formación más dinámica, aplicable y alineada con los requerimientos de la Cuarta Revolución Industrial, contribuyendo así a la formación de profesionales competentes y adaptables a los cambios tecnológicos actuales (Forcael et al., 2020; Huaman & Angeles, 2024).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El objetivo general del proyecto es desarrollar una estrategia que permita integrar de forma efectiva los bancos didácticos de Industria 4.0 del Laboratorio de PLC con los contenidos curriculares mejorando la enseñanza práctica de la automatización.

Para ello, primero se analizó la documentación técnica y las guías de los equipos, con el fin de comprender su alcance y determinar cómo pueden aplicarse dentro del programa. Posteriormente, se crearon ejercicios prácticos que permitieron a los estudiantes explorar estos equipos desde una perspectiva pedagógica. Además, se acompañó a los estudiantes en sesiones de laboratorio, donde interactuaron directamente con los bancos didácticos y, validaron su comprensión por medio de un formulario digital. Es decir, se estableció una metodología de evaluación que permitió medir el impacto de estos equipos en el proceso de aprendizaje. Finalmente, se proponen ajustes a los microcurrículos para incluir el uso de los bancos didácticos en la formación académica dentro de los programas curriculares.

Este manuscrito está organizado de la siguiente manera, el primer capítulo recoge el contexto del proyecto, las razones que lo motivan y los objetivos que se esperan alcanzar con la interacción de los bancos didácticos de Schneider Electric. También se hace una breve revisión del problema al que responde esta propuesta. Posteriormente, el segundo capítulo está dedicado al marco teórico. Aquí se explican los conceptos principales relacionados con las tendencias de la automatización, la educación y formación en esta área, las tecnologías del fabricante Schneider Electric y su aplicación pedagógica. Además, se revisan algunos antecedentes que ayudan a comprender el estado actual de este tipo de implementaciones. Luego, el capítulo tres presenta la metodología, explicando cómo se desarrolló cada fase del proyecto y cómo se recolectó y analizó la información. Además, se describe qué datos se usaron, cómo se organizaron las sesiones con estudiantes y cómo se evaluaron los resultados. En el cuarto capítulo se presentan los resultados del trabajo, incluyendo los análisis de datos recogidos, tanto cuantitativos como cualitativos. Este capítulo muestra cómo fue la experiencia con los bancos didácticos y qué impacto tuvo en los estudiantes. Por último, el capítulo cinco muestra las conclusiones generales del trabajo y algunas

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

recomendaciones para mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje a través de estas tecnologías. También se proponen ajustes curriculares para que esta estrategia tenga continuidad a futuro.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico para el proyecto que integra bancos didácticos de Industria 4.0 en el Laboratorio de PLC G206, del programa de Tecnología en Sistemas Electromecánicos del ITM se fundamenta en conceptos claves sobre automatización, educación y formación técnica alineada con la Cuarta Revolución Industrial, así como en desarrollos recientes en la enseñanza de la Industria 4.0.

2.1. Educación y formación en la era de la Industria 4.0

La educación superior enfrenta el reto de adaptar sus currículos y metodologías para preparar profesionales capaces de responder a las demandas de la Industria 4.0. Esto implica no solo la actualización de contenidos técnicos, sino también la incorporación de metodologías activas y experienciales que vinculen teoría y práctica (Escalante Ferrer, 2019; Forcael et al., 2020).

Autores como Escobar (2010) y Castro Benavides et al. (2020) destacan la evolución hacia una educación 4.0 que promueve la interdisciplinariedad, el aprendizaje autónomo y el desarrollo de habilidades blandas como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. La implementación de laboratorios equipados con tecnología de punta, como los bancos didácticos de Schneider Electric, facilita que los estudiantes interactúen con herramientas reales, fortaleciendo su comprensión y competencias prácticas (Macías-Suárez et al., 2023; Forcael et al., 2020).

2.2. Antecedentes y estado actual

Diversos estudios han evidenciado la necesidad de actualizar los planes de estudio para incluir competencias digitales y tecnológicas propias de la Industria 4.0, así como de implementar metodologías basadas en el aprendizaje experiencial para maximizar la adquisición de habilidades prácticas (Forcael et al., 2020; Macías-Suárez et al., 2023). La colaboración entre academia e industria es fundamental para mantener la pertinencia y actualidad de la formación técnica (Macías-Suárez et al., 2023).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Este proyecto se enmarca en esta tendencia global, buscando aportar una estrategia integral que permita la incorporación permanente de bancos didácticos en el currículo, con el fin de mejorar la formación práctica y preparar a los estudiantes para los desafíos tecnológicos actuales.

2.3. Automatización e Industria 4.0

La Industria 4.0 representa una transformación profunda en los procesos productivos, caracterizada por la digitalización, la interconexión de sistemas cibernéticos, el uso de tecnologías como Internet de las Cosas (IoT), Big Data, inteligencia artificial y automatización avanzada (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2019; Havle & Ucler, 2018). Esta revolución industrial redefine la organización de la producción y exige que los profesionales desarrollen competencias técnicas y transversales para operar en entornos altamente tecnificados (Babovic et al., 2001; Luo & Störmer, 2018).

La automatización, como componente central de la Industria 4.0, implica la integración de sistemas de control programables (PLC), sensores inteligentes y bancos didácticos que simulan procesos industriales reales, lo que permite una formación práctica y contextualizada (Macías-Suárez et al., 2023; Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2019).

2.4. Bancos didácticos de Schneider Electric y su aplicación pedagógica

Los bancos didácticos de Schneider Electric están diseñados para simular procesos automatizados utilizando PLC y otros dispositivos industriales, permitiendo a los estudiantes experimentar con escenarios reales en un entorno controlado. Estos equipos son fundamentales para cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, facilitando un aprendizaje activo y contextualizado que responde a las necesidades del sector industrial (Macías-Suárez et al., 2023; Schneider Electric, 2023).

La literatura científica resalta que el uso de estos recursos tecnológicos, junto con guías técnicas y acompañamiento docente, mejora significativamente la comprensión y el

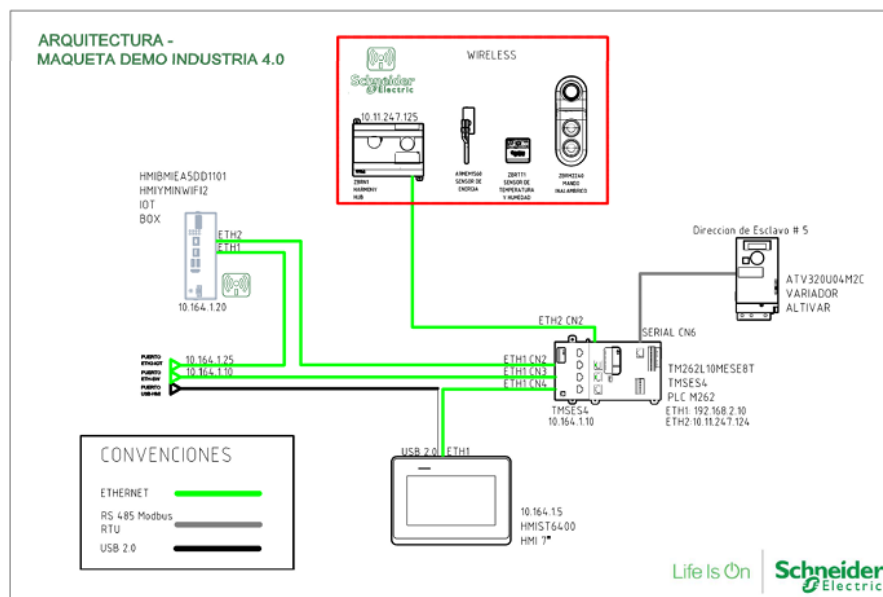
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

desempeño de los estudiantes en asignaturas relacionadas con automatización e Industria 4.0 (Escalante Ferrer, 2019; Forcael et al., 2020).

2.5. Banco Industrial 4.0 de Schneider Electric

Los bancos didácticos de Industria 4.0 tienen dos diseños de montaje según las necesidades del estudiante:

- Banco fijo: Diseño estático sobre escritorio para acceso en laboratorio. Ver figura 2.
- Banco portátil: Diseño móvil dentro de maleta portátil para que puedan ser trasladadas de una manera sencilla al salón de clase, al laboratorio o a otras sedes para promover la transferencia de conocimiento con mayor cobertura nacional en estas nuevas herramientas de la industria. Las herramientas de industria 4.0 de Schneider Electric, buscan promover el desarrollo de competencias basados en solución tipo Internet Industrial de las cosas (IIoT), tales como Realidad Aumentada, Protocolo de comunicación Inalámbrico Zigbee e Integración a plataformas Cloud, Microsoft Azure, Amazon Web Services, Google Platform por medio de protocolos MQTTs y HTTP soportados por el PLC M262 o con el servicio integrado NodeRed del IIoT Box. La arquitectura de comunicación del módulo se ilustra en la Figura 1. (Schneider Electric, 2024).



Se busca que estas herramientas permitan al instructor compartir diferentes tipos de soluciones tecnológicas que hacen parte de los modelos de Transformación Digital en las compañías Industriales. Esto permitirá desarrollar en los estudiantes diferentes habilidades para la implementación de soluciones dentro del marco de Industria 4.0. (Schneider Electric, 2024).

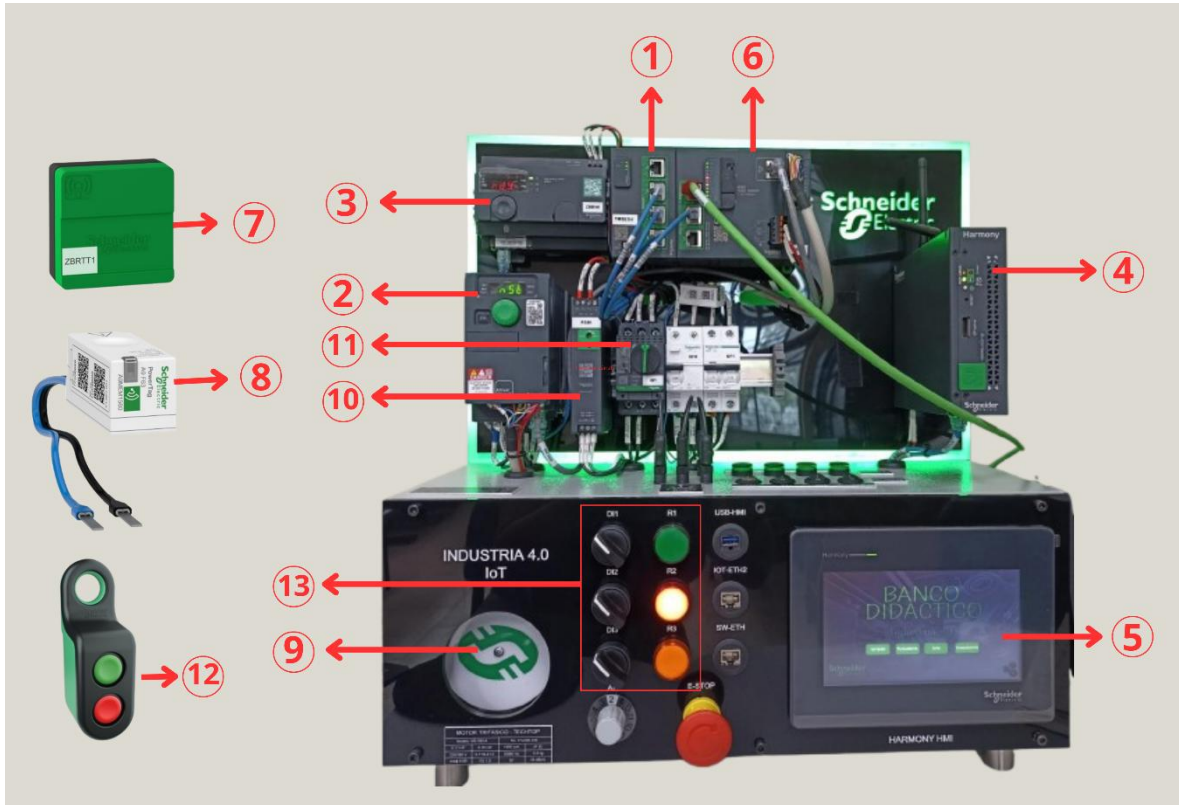


Figura 2. Banco Didáctico.
Elaboración propia.

En la Tabla 1 se relacionan los elementos principales del Banco Didáctico y su función.

Tabla 1. Listado de instrumentos industriales del banco didáctico.

ITEM	INSTRUMENTO	FUNCIÓN BÁSICA
1	Pasarela o Gateway (TMSES-4)	Facilita la comunicación entre dispositivos de diferentes protocolos

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

		industriales, permitiendo la integración de equipos en una red común.
2	Variador de velocidad (ATV320)	Regula la velocidad y el par de motores eléctricos, optimizando el consumo de energía y mejorando el rendimiento del sistema de automatización.
3	Concentrador Harmony Hub (ZBRN1)	Proporciona la apertura de la conectividad de red al operario como un equipo intermedio entre los dispositivos inalámbricos y los PLC o PC industriales que soportan los protocolos Modbus/TCP.
4	Harmony iPC y Edge Box	Los Harmony iPC y Edge Box se ejecutan en el nivel de control de bordes de Ecostruxure, la arquitectura IIoT de Schneider Electric. Permiten una comunicación segura desde el piso de producción hasta la TI, mejorando la rentabilidad y ofreciendo nuevas oportunidades comerciales a través de un rendimiento de activos mejorado para una operación y mantenimiento más eficiente de los activos de capital.
5	Interface Hombre maquina HMI – HMIST6400	Permite la interacción entre el operario y los sistemas automatizados, proporcionando visualización y control en tiempo real de los procesos industriales.
6	Controlador lógico (Modicon M262)	PLC diseñado para aplicaciones de automatización y control en la industria 4.0, con capacidades de conectividad a la nube, control de movimiento y ciberseguridad integrada.
7	Transmisor inalámbrico de temperatura y humedad (ZBRTT1)	Tiene una frecuencia de transmisión de 2.400 MHz, 16 canales con técnica de modulación O-QPSK. Ancho de banda de 5 MHz. Modo de montaje magnético y antena omnidireccional.
8	Sensor de supervisión de energía (A9MEM1560)	Dispositivo de medida con una precisión de clase 1, compacto y fácil de instalar que monitoriza la energía y la potencia en tiempo real. Está diseñado tanto para instalaciones nuevas como para

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

		existentes. Está pensado para ocupar el mínimo espacio en el cuadro de distribución eléctrica.
9	Motor trifásico	Convierte la energía eléctrica en energía mecánica para accionar máquinas industriales, controlado por variadores de velocidad o contactores según la aplicación.
10	Fuente de alimentación regulada 100-240 V CA a 24 V, 31 A monofásica.	Proporciona una tensión estable y segura de 24 V CC para la alimentación de PLC, sensores y otros dispositivos industriales.
11	Guardamotor termomagnético TeSys GV2 (2.5-4 A, 100 kA, 3P3D, manija rotativa).	Protege los motores eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos, asegurando un funcionamiento seguro y fiable.
12	Botonera Inalámbrica	Permite el control remoto de maquinaria y procesos industriales sin necesidad de cableado, mejorando la flexibilidad y seguridad en la operación.
13	Pulsadores, selectores y pilotos	Dispositivos de control y señalización que permiten la interacción del operario con los sistemas automatizados, facilitando la supervisión y operación de los procesos industriales

Tomado de Schneider Electric, 2024.

2.6. Niveles de la pirámide de la automatización y aplicación en el módulo didáctico.

La pirámide de automatización es una representación gráfica jerarquizada de los niveles de automatización industrial que requiere la industria para su funcionamiento, acorde a las nuevas tecnologías de la comunicación en un entorno de Arquitectura Industrial 4.0. Esta tendencia que se viene dando años atrás garantiza la efectividad productiva, administrativa y económica de las compañías, empresas, transnacionales, entre otras. (Barrientos & Gamba, 2021).

La Figura 3 muestra la pirámide de automatización con sus respectivos niveles jerárquicos. La jerarquización hace posible determinar la clase de instrumentos o herramientas tecnológicas que se usan en cada piso de la pirámide. El Nivel 0 contiene sensores, actuadores y todo dispositivo de campo. En el Nivel 1 se encuentran controladores lógicos programables (PLC), sistemas de control distribuido (DCS), sistemas de control numérico,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

tarjetas basadas en microprocesadores o microcontroladores, computadores industriales, entre otros. El Nivel 2 lo conforma el sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA). En el Nivel 3 está instalado el Sistemas de ejecución de fabricación (MES). En el Nivel 4 se tiene el sistema de Planificación de Recursos Empresariales ERP (Barrientos & Gambao, 2021; García, 2001; Witorg, 2019).

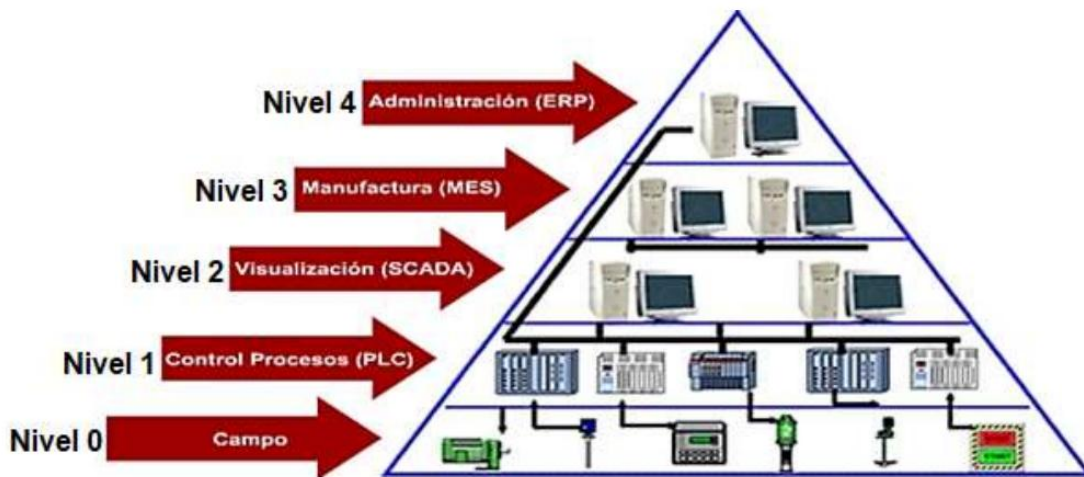


Figura 3. Pirámide de automatización.
Lozano y Zamora, 2008.

Los componentes que integran el Banco Didáctico de la Industria 4.0 se distribuyen y ubican funcionalmente en los distintos niveles de la pirámide de automatización, reflejando así su rol específico dentro del sistema automatizado:

2.6.1. Nivel 0 – Nivel de Campo o Proceso

Es el nivel más bajo y fundamental, donde se encuentran los dispositivos que interactúan directamente con el proceso físico, capturando variables y ejecutando acciones.

Componentes del módulo:

- Sensores y transmisores inalámbricos (ZBRTT1): Miden variables como temperatura y humedad, enviando datos al sistema.
- Sensor de supervisión de energía (A9MEM1560): Monitorea el consumo eléctrico en tiempo real.
- Motor trifásico: Convierte energía eléctrica en mecánica para accionar maquinaria.
- Guardamotor termomagnético TeSys GV2: Protege el motor contra sobrecargas y cortocircuitos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Pulsadores, selectores y pilotos: Permiten la interacción manual básica para control y señalización.
- Botonera inalámbrica: Facilita el control remoto de procesos sin cableado.
- Fuente de alimentación regulada: Suministra energía estable a los dispositivos.

2.6.2. Nivel 1 – Nivel de Control

Procesa la información recibida del nivel de campo y ejecuta decisiones en tiempo real para controlar el proceso.

Componentes del módulo:

- Controlador lógico programable (Modicon M262): PLC que recibe señales de sensores y ejecuta comandos para actuadores, con capacidades de conectividad avanzada y ciberseguridad.
- Variador de velocidad (ATV320): Controla la velocidad y torque del motor para optimizar el rendimiento.
- Pasarela o Gateway (TMSES-4): Facilita la comunicación entre dispositivos con diferentes protocolos, integrando el control.
- Concentrador Harmony Hub (ZBRN1): Actúa como puente entre dispositivos inalámbricos y sistemas de control (PLC/PC).

2.6.3. Nivel 2 – Nivel de Supervisión

Supervisa y visualiza los procesos en tiempo real, proporcionando interfaces para el operario y recopilando datos para análisis.

Componentes del módulo:

- Interface Hombre-Máquina HMI (HMIST6400): Permite la interacción visual y de control en tiempo real entre el operario y el sistema automatizado.
- Harmony iPC y Edge Box: Equipos que ejecutan funciones de supervisión avanzada, comunicación segura y procesamiento de datos en el borde (edge computing), facilitando la integración con sistemas superiores y la Industria 4.0.

2.6.4. Nivel 3 – Nivel de Planeación y Gestión Operativa

Gestiona y planifica la producción, optimizando recursos y coordinando procesos a nivel planta. Aunque no se incluyen directamente en el módulo didáctico, es importante

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

destacar que los Harmony iPC y Edge Box permiten la conexión con sistemas MES (Manufacturing Execution Systems) para la planificación y gestión operativa.

2.6.5. Nivel 4 – Nivel de Gestión Empresarial

Toma decisiones estratégicas basadas en la información integrada de toda la planta, utilizando sistemas ERP para la gestión global. Aunque no es aplicable directamente al módulo didáctico, la arquitectura EcoStruxure de Schneider Electric, representada en los dispositivos Harmony iPC y Edge Box, facilita la integración con sistemas empresariales de nivel superior (Schneider Electric, 2024).

En este capítulo se establecieron los fundamentos teóricos que sustentan el proyecto, abordando los principales conceptos relacionados con los módulos del banco didáctico Schneider Electric y su aplicación en la formación en Sistemas Electromecánicos. Asimismo, se presentaron los fundamentos sobre automatización, educación y formación técnica, con el fin de mejorar la enseñanza práctica de la automatización.

A continuación, se describe la metodología empleada para llevar a cabo el proceso de socialización e interacción con los módulos didácticos dentro del programa de Tecnología en Sistemas Electromecánicos del ITM.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

En esta sección se describe, de forma clara y organizada, cómo se llevó a cabo el proceso de socialización e interacción con los módulos del banco didáctico Schneider Electric, dentro del programa Tecnología en Sistemas Electromecánicos del ITM. La metodología empleada combinó elementos cualitativos y cuantitativos, permitiendo no solo documentar la experiencia, sino también recoger opiniones y valoraciones por parte de los estudiantes. Para su desarrollo, se contó con el apoyo de docentes, recursos tecnológicos disponibles en la institución y, sobre todo, con la participación de los estudiantes.

3.1 Definición del procedimiento

La Figura 4 presenta el diagrama de bloques que sirvió como guía metodológica para el desarrollo del proyecto.

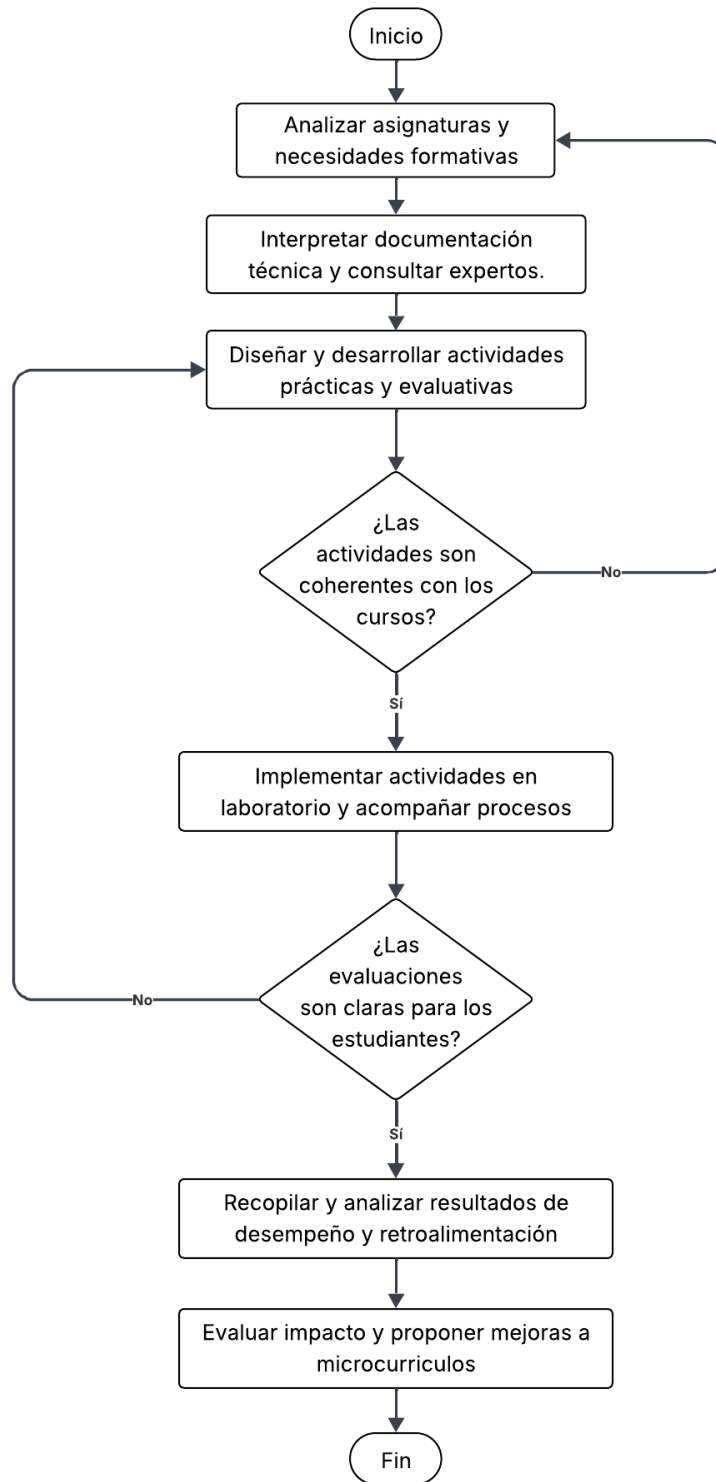


Figura 4. Diagrama de bloques del desarrollo del proyecto.
Elaboración propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.2 Análisis y Selección de Asignaturas

Se identificaron y seleccionaron las asignaturas del plan de estudios que tenían mayor afinidad con los temas de automatización e Industria 4.0. Este análisis se realizó en conjunto con los docentes del área en reuniones virtuales y presenciales, ver Figura 5, considerando los objetivos formativos del programa y la pertinencia de integrar los bancos didácticos en el currículo. Se recopiló información sobre los estudiantes matriculados y se ajustaron los horarios para facilitar la implementación de las actividades.

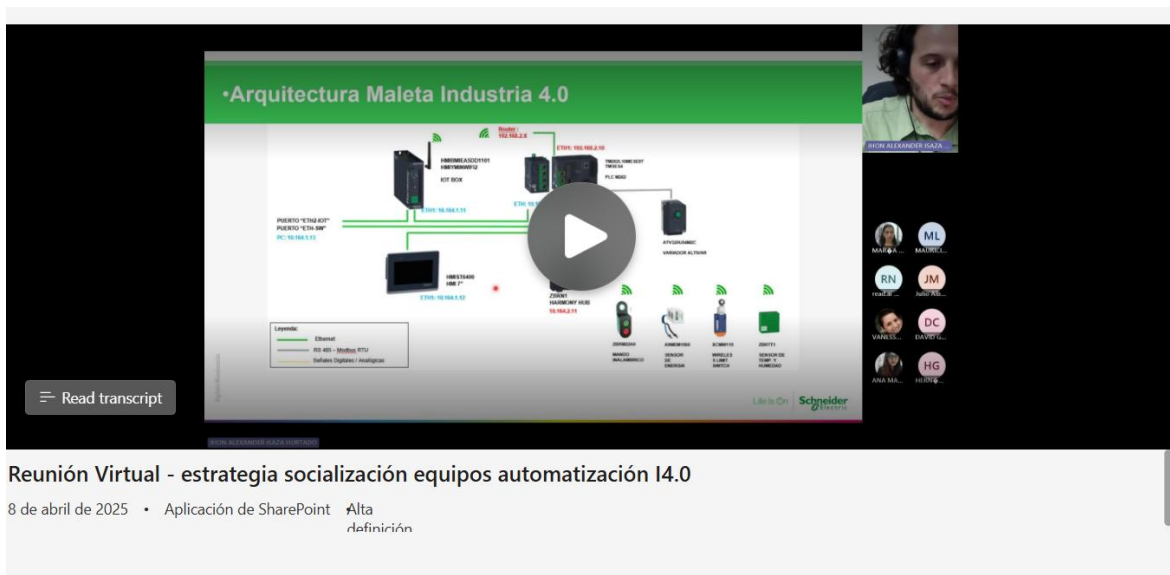


Figura 5. Reunión virtual-Estrategia socialización equipos automatización I4.0. Elaboración propia.

3.3 Interpretación de Documentación Técnica y Consulta con Expertos

Se realizó una revisión crítica y profunda de los manuales, guías técnicas y documentación de los equipos didácticos, complementada con reuniones y consultas a docentes y expertos en automatización. Esta etapa permitió comprender el alcance, potencial y limitaciones de los bancos didácticos, así como identificar las mejores prácticas para su integración pedagógica. Ver Anexo A, Manual de usuario – Banco Didáctico Industria 4.0.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.4 Diseño y Desarrollo de Actividades Prácticas y Evaluativas

A partir del análisis previo, se diseñaron y desarrollaron actividades y guías prácticas orientadas a promover un aprendizaje activo y significativo en los estudiantes. Estas actividades se estructuraron en dos niveles principales: uno teórico y otro práctico, como se ilustra en las Figuras 6 y 7. Para evaluar el desempeño y la comprensión de los estudiantes, se incorporaron diversos instrumentos de evaluación.

La primera guía se enfocó en la identificación de los componentes del módulo y pudo ser utilizada de dos formas: presencialmente en el laboratorio, donde los estudiantes escaneaban un código QR, como indica la Figura 8, ubicado en cada componente que enlaza directamente con la ficha técnica en la página de Schneider Electric; o siguiendo el paso a paso de la guía, que incluía preguntas de selección múltiple, como se muestra en la Figura 6 correspondiente a la Guía 1, Reconocimiento de Equipos.



Figura 6. Encabezado Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric. Elaboración propia.



Figura 7. Encabezado Guía de Interacción de Equipos Schneider Electric. Elaboración propia.

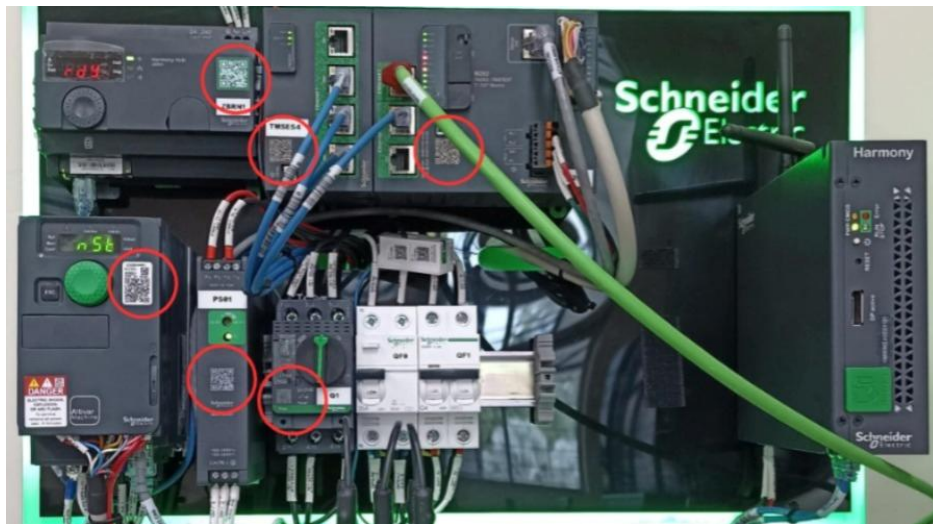


Figura 8. Código QR de los equipos del Módulo Didáctico. Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

8

Controlador lógico Modicon M262

Diseñado para aplicaciones avanzadas de control y automatización, con capacidad para manejar múltiples tareas y redes. El controlador Modicon M262 de Schneider Electric es un dispositivo compatible con IIoT que permite la conexión directa a la nube mediante protocolos como MQTT, OPC UA y API con cifrado TLS, garantizando ciberseguridad. Funciona como Edge Controller con alto rendimiento en aplicaciones lógicas (3 ns/inst.) y de movimiento (hasta 24 ejes sincronizados en 4 ms). Su CPU de doble núcleo optimiza la comunicación y ejecución en paralelo. Se programa con EcoStruxure Machine Expert en lenguajes IEC 61131-3 como IL, ST, FBD, SFC y LD.

* (5 puntos)

¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el Controlador Modicon M262 es correcta?



- Es un controlador compatible con IIoT que permite conexión a la nube mediante MQTT, OPC UA y API con cifrado TLS.
- Solo permite el control de aplicaciones lógicas y no admite sincronización de ejes en movimiento.
- Su CPU de un solo núcleo está diseñada exclusivamente para comunicación, sin capacidad de procesamiento paralelo.
- No es compatible con lenguajes IEC 61131-3 ni con EcoStruxure Machine Expert.

Figura 9. *Pregunta de selección múltiple. Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric. Elaboración propia.*

Asimismo, esta guía integró preguntas de relacionamiento (ver Figura 10) y ejercicios de verdadero o falso (ver Figura 11) para reforzar la comprensión. Esta estructura permitió que los estudiantes reconocieran y manipularan los dispositivos del módulo, facilitando una evaluación integral de sus conocimientos y habilidades adquiridas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

13
 Relacione la función de cada componente, descrita en la columna 1, con el instrumento que corresponda. * (10 puntos)

	Sensor de supervisión de energía (A9MEM1560)	Motor trifásico	Fuente de alimentación regulada 100-240 V CA a 24 V, 31 A monofásica	Guardamotor termomagnético o TeSys GV2	Botonera inalámbrica	Pulsadores, selectores y pilotos
Facilitan el control manual de los procesos mediante botones físicos y señales luminosas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Protege al motor contra sobrecargas y cortocircuitos, garantizando su seguridad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recibe energía y control de un variador de velocidad para operar en diferentes condiciones.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 10. *Pregunta de relacionamiento. Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric. Elaboración propia.*

17
Lea cada pregunta con atención y seleccione si la afirmación es verdadera o falsa. (10 puntos)
 El Nivel de Control se encarga de procesar la información del Nivel de Campo y regular los procesos industriales mediante PLCs y variadores de velocidad.

- Falso.
- Verdadero.

Figura 11. *Pregunta de falso y verdadero. Guía de Reconocimiento de Equipos Schneider Electric. Elaboración propia.*

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.5 Implementación y Acompañamiento en el Laboratorio

Se ejecutaron las sesiones prácticas en el laboratorio G206, donde los estudiantes interactuaron directamente con los bancos didácticos bajo la guía y acompañamiento de los docentes, ver Figuras 12 y 13. Esta fase incluyó la coordinación logística, la socialización de la estrategia en el aula y la posibilidad de realizar trabajo independiente en horarios flexibles. Además, se brindó apoyo técnico y pedagógico durante toda la experiencia.



Figura 12. Interacción de estudiantes con equipos.
Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 13. Interacción de estudiantes con equipos y acompañamiento docente.
Elaboración propia.

En la Figura 14 se mostró el procedimiento para extraer el módulo móvil de la maleta. Durante el desarrollo de las actividades de interacción en el laboratorio, se identificó la necesidad de habilitar, además de los bancos didácticos fijos, módulos móviles. Esto permitió reducir la cantidad de estudiantes por equipo y optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 14. Extracción de un módulo móvil de la maleta.
Elaboración propia.

En la guía de Interacción de Equipos, el objetivo principal fue operar y evaluar las características fundamentales de los equipos Schneider Electric. Para ello, se trabajó con un programa previamente cargado que permitía la operación de un motor trifásico tanto mediante perillas físicas como a través de la pantalla HMI. A partir de este ejercicio, se formularon preguntas de tipo operativo en el formulario de interacción, como se ilustra en la Figura 15.

6. Cuando se gira el selector DI1 a la derecha y se gira el potenciómetro AI1 en el sentido de las manecillas del reloj, ¿cuál indicador luminoso se enciende y cuál se apaga? ¿el motor se mueve en alguna dirección? * (10 puntos)
- El motor gira hacia la izquierda y el indicador rojo se enciende.
 - Se queda prendido el indicador rojo y el motor no gira en ningún sentido.
 - El motor no se mueve y el indicador amarillo parpadea.
 - Solo se activa el selector DI3 y el motor se detiene.

Figura 15. Pregunta de selección múltiple. Guía de Interacción de Equipos Schneider Electric.
Elaboración propia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3.6 Recopilación y Análisis de Resultados

Se recopilaron y procesaron los datos obtenidos de las actividades prácticas, incluyendo las respuestas a las guías, los resultados de las evaluaciones y la retroalimentación de los estudiantes. Se realizó una limpieza y clasificación de los datos para facilitar su análisis. Esta etapa permitió identificar tendencias, logros y áreas de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.7 Evaluación del Impacto y Propuesta de Mejora Curricular

Con base en el análisis de la información recolectada, se evaluó el impacto de la integración de los bancos didácticos en la formación de los estudiantes. Se diseñaron y aplicaron instrumentos de retroalimentación (encuestas, entrevistas) para valorar la experiencia desde la perspectiva estudiantil y docente. Finalmente, se formularon recomendaciones y se elaboró una propuesta de modificación curricular que garantizara la incorporación sistemática y sostenible de los bancos didácticos en las asignaturas relevantes del programa.

Tras el recorrido metodológico que orientó la realización de este trabajo, incluyendo el diseño de guías, la ejecución de prácticas en el laboratorio y la evaluación correspondiente, a continuación, se presentan los resultados obtenidos y la discusión respectiva.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos tras la implementación de la estrategia de socialización e interacción con los módulos del banco didáctico Schneider Electric en el programa de Tecnología en Sistemas Electromecánicos del ITM. Los datos fueron recogidos y organizados de acuerdo con las etapas metodológicas definidas en el diagrama de bloques, lo que permitió estructurar el análisis desde la selección de asignaturas y la elaboración de materiales, hasta la ejecución de las sesiones prácticas, la evaluación de los aprendizajes y la recolección de percepciones estudiantiles.

4.1. Participación y caracterización de la muestra

La información se presentó en función de los momentos relevantes del proceso:

1. Socialización en aula y coordinación con docentes
2. Implementación de dos guías (teórica y práctica) durante las sesiones de laboratorio
3. Aplicación de encuestas para evaluar la experiencia y recoger observaciones

Este enfoque metodológico facilitó la identificación de fortalezas, limitaciones y oportunidades de mejora en la estrategia didáctica basada en bancos de Industria 4.0. A continuación, se incluyen tablas y gráficas que soportan la discusión de los resultados, iniciando con la Tabla 2, que muestra la distribución de estudiantes matriculados, socializados, participantes en las prácticas y encuestados, desglosados por asignatura y etapa de participación en el proyecto.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 2. Consolidado número de estudiantes participantes en cada etapa del proceso.

Asignatura	Estudiantes					
	Matriculados	Socialización estrategia	Acompañados por Ana en laboratorio	Participantes de la práctica	Socialización encuesta	Encuestados
Lógica de Programación y Laboratorio	18	11	11	9	6	8
Electrónica de Potencia	24	13	15	17	12	13
Control Lógico	29	17	17	34	10	20
Hidráulica y Neumática	59	26	-	40	-	9
Fundamentos de Fluidos	28	11	-	4	-	-
Instalaciones Eléctricas Industriales I	35	20	16	14	12	12
Circuitos Eléctricos AC	58	39	26	39	22	20
Comunicaciones Industriales	-	-	8	8	-	-
Robótica	-	21	-	2	-	-
Total	251	158	93	167	62	82

Elaboración propia.

Inicialmente, se seleccionaron 251 estudiantes matriculados en el área de automática, correspondientes a las siguientes asignaturas: Lógica de Programación y Laboratorio, Electrónica de Potencia, Control Lógico, Hidráulica y Neumática, Fundamentos de Fluidos, Instalaciones Eléctricas Industriales I y Circuitos Eléctricos AC. Durante el desarrollo del proyecto, se incorporaron docentes de otras asignaturas de los programas de Tecnología e Ingeniería Mecatrónica, como Robótica y Comunicaciones Industriales.

La Tabla 2 muestra que la estrategia fue socializada en los salones de clase a 158 estudiantes. Esta actividad consistió en presentar las guías a realizar mediante presentaciones en PowerPoint, tanto para el trabajo previo como para las actividades en el laboratorio. Durante la socialización, también se incentivó a los docentes a otorgar

bonificaciones a los estudiantes por su participación. Finalmente, se acordaron las fechas de visita al laboratorio, donde se logró acompañar a 93 estudiantes. Como se observa en la tabla, el trabajo independiente fue una opción adicional para realizar los ejercicios, modalidad que fue elegida por 74 estudiantes.

La Figura 16 muestra la relación entre el número de estudiantes matriculados y aquellos que participaron en la socialización.

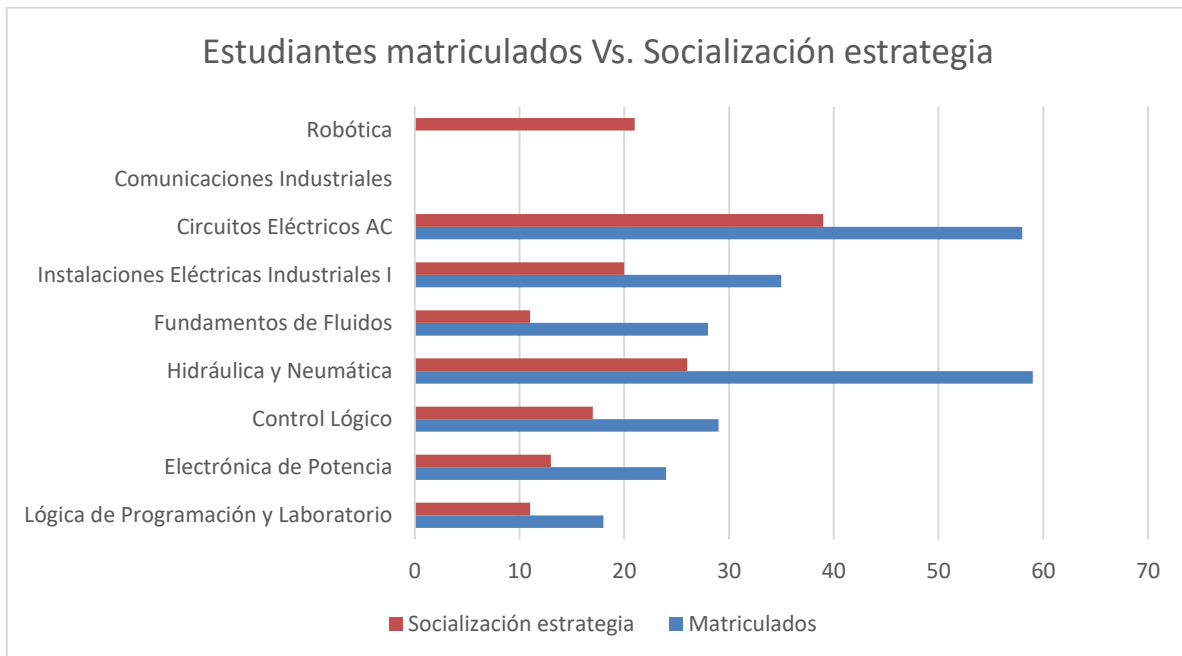


Figura 16. *Estudiantes matriculados Vs. Socialización estrategia.*
Elaboración propia.

En la recolección de información se observa que, aunque el número de estudiantes matriculados es elevado, su participación se disminuye ligeramente en las etapas de prácticas y encuestas. Esta reducción es habitual y puede atribuirse a factores como la disponibilidad de tiempo, el nivel de interés o la cancelación de asignaturas antes de alcanzar el 80% de su desarrollo académico.

Es importante señalar que, aunque la socialización se llevó a cabo en todas las asignaturas seleccionadas inicialmente, se evidenció una falta de interés tanto por parte de algunos docentes como de los estudiantes para participar en el proyecto.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Otro dato significativo que se puede extraer de la Tabla 2, y que se visualiza en la Figura 17, es la relación entre los 158 estudiantes que participaron en la socialización, correspondiente a la primera etapa del proyecto según el diagrama de bloques, y los 167 de estudiantes que realizaron las prácticas en laboratorio. Esta relación evidencia las dos modalidades implementadas para el acceso al laboratorio: la coordinación grupal con el docente para visitas programadas y la asistencia independiente de los estudiantes. También se demuestra que la metodología propuesta no solo optimizó el uso de los recursos disponibles, sino que también facilitó la inclusión de estudiantes que, por diferentes motivos, no participaron en la socialización inicial pero sí se integraron en las actividades prácticas.

La Figura 17 permite observar cómo estas estrategias facilitaron una mayor participación en las actividades prácticas, optimizando el uso de los recursos y alineándose con la metodología planteada en el proyecto.

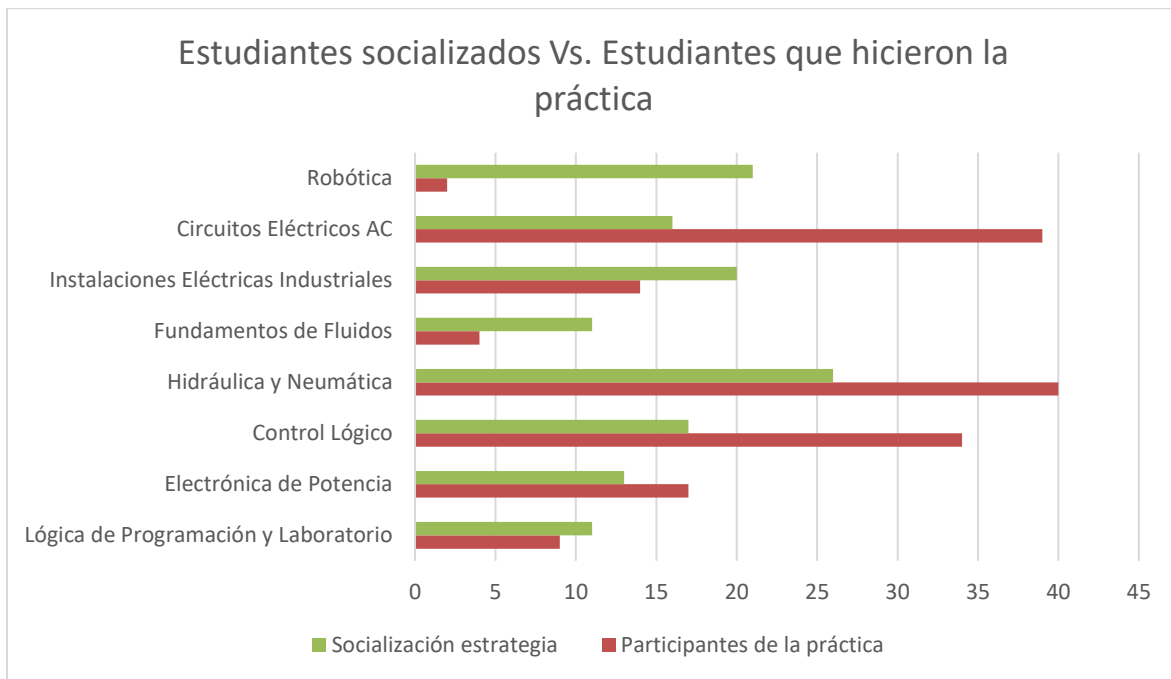


Figura 17. Estudiantes participantes en prácticas Vs. Socialización estrategia.
Elaboración propia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.2. Resultados académicos de las guías implementadas

La Tabla 3 presenta los promedios de las calificaciones obtenidas en la Guía 1, evaluada sobre 110 puntos y que representa el 50% de la nota final, así como en la Guía 2, evaluada sobre 70 puntos y que corresponde al otro 50% de la nota final.

Tabla 3. Promedio de calificaciones por asignatura.

ASIGNATURA	GUIA_1	GUIA_2	NOTA_FINAL
Circuitos Eléctricos Ac	92,40	64,56	4,41
Comunicaciones Industriales	73,13	58,75	3,76
Control Lógico	104,57	66,28	4,70
Electrónica De Potencia	99,52	67,00	4,65
Fundamentos De Fluidos	98,45	70,00	4,74
Hidráulica Y Neumática	101,70	67,96	4,74
Instalaciones Eléctricas Industriales	91,29	65,00	4,40
Lógica De Programación Y Laboratorio	101,72	66,67	4,69
Robótica	100,00	65,00	4,59

Elaboración propia.

Como muestra la Tabla 3, el trabajo de los estudiantes se estructuró en dos guías elaboradas en Microsoft Forms, alineadas con las etapas metodológicas del proyecto representadas en el diagrama de bloques de la Figura 4. La primera guía se centró en el reconocimiento de los equipos mediante preguntas sobre los componentes del módulo, mientras que la segunda abordó la interacción básica con los dispositivos, permitiendo evaluar tanto el conocimiento teórico como la aplicación práctica. Los resultados detallados de la evaluación de las guías, se puede ver en el Anexo B.

Los resultados reflejan un desempeño destacado en la mayoría de las asignaturas, con puntajes entre 4.37 y 4.91 sobre 5, lo que evidencia la efectividad de la estrategia didáctica implementada. Sin embargo, en la asignatura de Comunicaciones Industriales, que fue la primera en aplicar la metodología, la calificación más alta alcanzó 3.76, lo que sugiere un

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

proceso de ajuste inicial en la implementación y la oportunidad de fortalecer el acompañamiento en futuras aplicaciones.

4.3. Percepción y valoración de la experiencia.

Se realizó la socialización de la encuesta con 62 estudiantes. Esta actividad consistió en visitar los salones para recoger las percepciones y sugerencias de los estudiantes tras haber participado en el proceso de socialización. En total, 82 estudiantes respondieron la encuesta, lo que representa el 49% de los que realizaron la práctica.

La encuesta aplicada permitió recoger la percepción de los estudiantes sobre diversos aspectos de la experiencia, tales como:

- Claridad de las guías técnicas.
- Acompañamiento recibido en el laboratorio.
- Facilidad de uso de los módulos Schneider Electric.
- Dificultades encontradas durante la práctica.
- Relevancia de las tecnologías empleadas para su formación.

Ante la pregunta "¿Qué tan clara te pareció la guía de trabajo proporcionada para la práctica?", el 83 % de los estudiantes consideró que fue "Muy clara", el 14 % la calificó como "Clara" y solo el 3 % opinó que fue "Poco clara", como se muestra en la Figura 18. Estos resultados reflejan la efectividad en el diseño y validación de las guías, etapas clave dentro de la metodología representada en el diagrama de bloques, y evidencian que la mayoría de los estudiantes percibió las instrucciones como comprensibles y adecuadas para el desarrollo de las actividades prácticas.



Figura 18. ¿Qué tan clara te pareció la guía de trabajo proporcionada para la práctica?
Figura tomada de Microsoft Forms.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Ante la pregunta “¿Cómo evalúas el acompañamiento de Ana María durante la práctica?”, el 86 % de los estudiantes lo calificó como "Excelente" y el 14 % como "Bueno", según se muestra en la Figura 19. Estos resultados reflejan la alta valoración del apoyo recibido durante las sesiones prácticas, lo que contribuyó significativamente al desarrollo exitoso de las actividades.



Figura 19. “¿Cómo evalúas el acompañamiento de Ana María durante la práctica?”.
Figura tomada de Microsoft Forms.

Ante la pregunta “¿Cómo calificarías la facilidad de uso de los equipos Schneider Electric?”, el 61 % de los estudiantes respondió que fue "Muy fácil de usar", el 35 % lo calificó como "Fácil" y solo el 4 % lo consideró difícil, como se muestra en la Figura 20. Estos resultados reflejan una buena aceptación de los equipos, lo que favorece el aprendizaje práctico en automatización e Industria 4.0.



Figura 20. “¿Cómo calificarías la facilidad de uso de los equipos Schneider Electric?”.
Figura tomada de Microsoft Forms.

Ante la pregunta “¿Tuviste dificultades al interactuar con alguna de las tecnologías?”, el 90% de los estudiantes respondieron "No, todo funcionó correctamente", el 4% lo calificó como "Sí, con el potenciómetro", el 4% lo calificó como "Sí, con la pantalla HMI" y el 1% lo

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

calificó como "Sí, con las perillas", como se observa en la Figura 21. Esto indica que la mayoría de los estudiantes pudo interactuar sin inconvenientes con las tecnologías utilizadas durante la práctica.

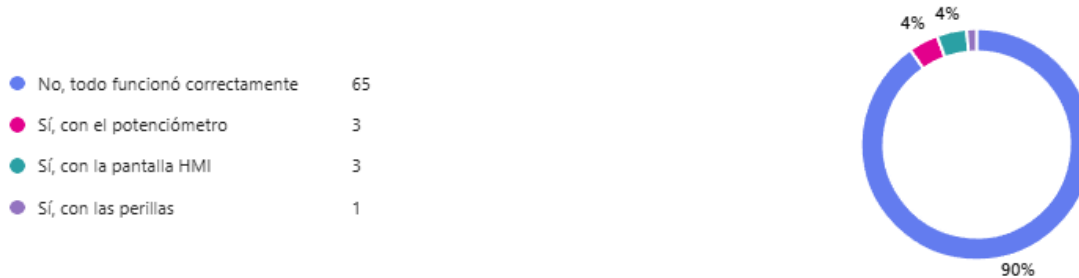


Figura 21. “¿Tuviste dificultades al interactuar con alguna de las tecnologías?”.
Figura tomada de Microsoft Forms.

Ante la pregunta “¿Qué tan relevantes consideras las tecnologías empleadas en el banco didáctico (PLC, HMI, sensores, IIoT, etc.) para tu formación profesional?”, el 79% de los estudiantes respondieron que fue "Muy relevante", el 19% lo calificó como "Relevante" y el 1% lo calificó como "Poco relevante", como se observa en la Figura 22.



Figura 22. “¿Qué tan relevantes consideras las tecnologías empleadas en el banco didáctico (PLC, HMI, sensores, IIoT, etc.) para tu formación profesional?”.
Figura tomada de Microsoft Forms.

Dos de las preguntas de la encuesta se formularon de manera abierta para que los estudiantes pudieran compartir sus percepciones sobre la experiencia práctica y expresar qué les gustaría aprender o desarrollar utilizando esta tecnología. Las respuestas obtenidas se analizaron mediante la generación de dos nubes de palabras, que reflejan visualmente

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

los términos y conceptos más mencionados por los participantes, tal como se presenta en la Figura 23 y la Figura 24. Esta estrategia permitió identificar de forma clara las expectativas y valoraciones más frecuentes, aportando insumos relevantes para el análisis y la propuesta de mejora curricular en el contexto de la Industria 4.0.

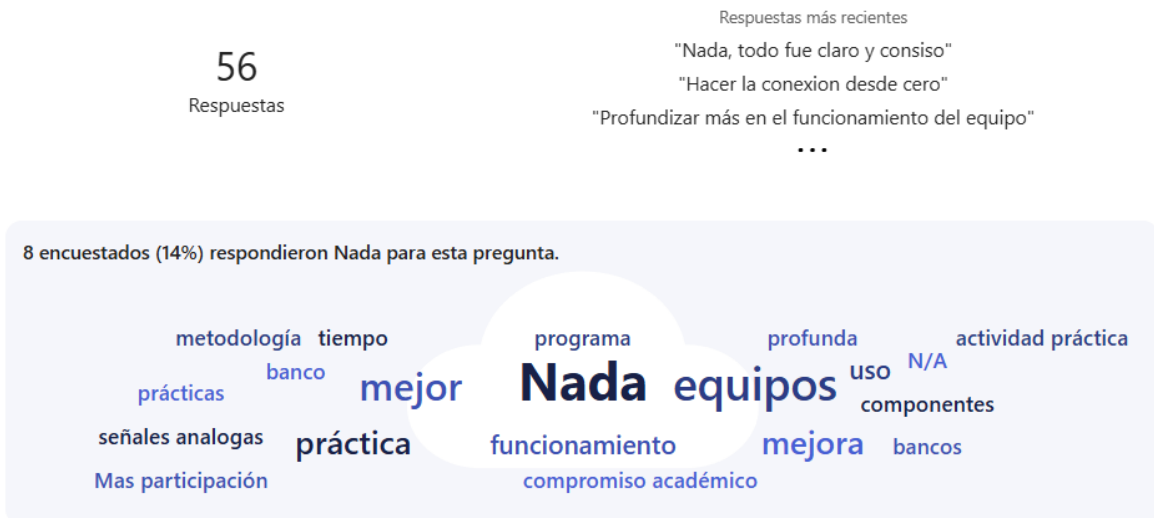


Figura 23. "¿Qué mejorarías de esta experiencia práctica con los equipos Schneider Electric?
Figura tomada de Microsoft Forms.



Figura 24. "De acuerdo con lo aprendido o asimilado ¿que más le gustaría aprender o desarrollar empleando esta tecnología?".
Figura tomada de Microsoft Forms.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4.4. Discusión general

La socialización en aula generó interés y facilitó la coordinación logística, mientras que la práctica en laboratorio proporcionó un espacio real para el aprendizaje aplicado. La encuesta final funcionó como un mecanismo de retroalimentación, evidenciando que la mayoría de los estudiantes valoró positivamente la experiencia. Sin embargo, algunos manifestaron la necesidad de un mayor apoyo técnico y la necesidad de profundizar en la operación del módulo. También expresaron interés en conocer el funcionamiento completo del equipo, desde el ensamblaje hasta la programación, y solicitaron que las prácticas tuvieran una duración mayor.

En conjunto, los datos y gráficos demuestran que la estrategia cumplió con los objetivos planteados, fortaleciendo el aprendizaje práctico en automatización e Industria 4.0, y aportando insumos valiosos para futuras mejoras.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1. Conclusiones

La revisión exhaustiva de la documentación técnica, manuales y guías de los equipos del módulo permitió comprender a fondo el alcance y potencial de los bancos didácticos Schneider Electric en el contexto del programa académico. Este proceso, enriquecido con la consulta a expertos y docentes, facilitó la identificación de buenas prácticas para su integración pedagógica, sentando una base sólida para el diseño de actividades alineadas con las necesidades de formación en automatización e Industria 4.0.

El diseño de ejercicios prácticos, estructurados en dos guías (teórica y práctica), permitió a los estudiantes familiarizarse con los componentes y la operación de los módulos didácticos. Los resultados académicos, con puntajes destacados en la mayoría de las asignaturas, evidencian que las actividades propuestas fueron pertinentes y efectivas para fortalecer los conocimientos y habilidades requeridos en los procesos de automatización

El acompañamiento brindado durante las sesiones prácticas, tanto en modalidad grupal como de trabajo independiente, fue valorado positivamente por los estudiantes, quienes destacaron la claridad de las guías y la calidad del apoyo recibido. Esta estrategia favoreció la participación activa y la apropiación de los contenidos, permitiendo evaluar de manera integral la comprensión y manejo de los bancos didácticos.

La aplicación de instrumentos de evaluación y encuestas de percepción permitió medir el impacto de la tecnología en el aprendizaje práctico. Los resultados muestran una alta aceptación de los equipos, facilidad de uso reportada por la mayoría de los estudiantes y la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

identificación de oportunidades de mejora, como la necesidad de mayor tiempo de práctica y profundización técnica.

La experiencia y los resultados obtenidos aportan insumos valiosos para la actualización de los microcurrículos de las asignaturas de Control Lógico e Instrumentación Industrial, evidenciando la pertinencia de incorporar de manera sistemática actividades con bancos didácticos en las asignaturas del área de automatización. Esto garantiza la alineación del proceso formativo con las demandas de la Industria 4.0 y fortalece la formación práctica de los estudiantes. Las sugerencias para la modificación de los microcurrículos se muestran en los Anexos M y N.

Se observa un avance significativo en la aceptación del Banco Didáctico de la Industria 4.0, lo que indica un progreso firme hacia la adopción efectiva de los equipos. No obstante, es fundamental continuar fortaleciendo esta aceptación mediante estrategias orientadas a la formación y la sensibilización de nuevas tecnologías. Un esfuerzo constante en capacitación, acompañamiento y demostración de resultados contribuirá a consolidar el uso sistemático de los bancos de Schneider Electric en el ámbito académico.

5.2. Recomendaciones y trabajo a futuro

A partir de la experiencia, los resultados y la discusión del proyecto, se proponen las siguientes recomendaciones y líneas de trabajo futuro para fortalecer la integración de los bancos didácticos Schneider Electric en el programa de Tecnología en Sistemas Electromecánicos, la Ingeniería Mecatrónica y otros programas académicos relacionados con el área de la automática.

En primer lugar, se sugiere realizar talleres periódicos de capacitación para docentes sobre el uso pedagógico y técnico de los bancos didácticos, asegurando un dominio integral de las tecnologías y la actualización constante frente a nuevas funcionalidades. Además, es fundamental disponer de personal de apoyo técnico durante las sesiones prácticas,

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

especialmente en las primeras implementaciones, para resolver dudas y garantizar la operatividad de los equipos.

Por otro lado, se recomienda diseñar nuevas guías y ejercicios que aborden no solo el reconocimiento y la operación básica, sino también la integración avanzada, la programación y el diagnóstico de fallas en los módulos. Asimismo, es importante incluir prácticas que simulen situaciones reales de la industria, promoviendo el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y la creatividad.

De igual manera, se debe gestionar horarios adicionales y flexibles de laboratorio, permitiendo que más estudiantes puedan acceder a los equipos y profundizar en la experiencia práctica. Paralelamente, se debe fomentar la modalidad de trabajo independiente, pero siempre con acceso a recursos de consulta y apoyo en línea.

Por otra parte, es conveniente incentivar la participación mediante reconocimientos académicos o extracurriculares para quienes demuestren mayor compromiso y desempeño en las actividades prácticas. Asimismo, se debe socializar los beneficios y aplicaciones reales de la automatización y la Industria 4.0 para motivar a estudiantes y docentes a involucrarse activamente en el proyecto.

En cuanto a la evaluación, se recomienda continuar aplicando instrumentos de evaluación y encuestas de percepción, pero complementarlos con entrevistas y grupos focales que permitan profundizar en las experiencias y necesidades de los estudiantes. Además, se aconseja realizar la encuesta de evaluación tan pronto se realiza la práctica en el laboratorio para garantizar mayor participación de los estudiantes.

Finalmente, es necesario analizar periódicamente los resultados para ajustar y mejorar las estrategias didácticas y los contenidos de las guías. De igual forma, se debe incorporar de manera formal y sistemática las actividades con bancos didácticos en los microcurrículos de las asignaturas del área de automatización, asegurando su continuidad y pertinencia. Por último, es importante documentar y compartir las mejores prácticas y resultados obtenidos para facilitar la replicabilidad en otros programas y sedes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. REFERENCIAS

- Basaguren, Á. Z. (2019). Pirámide de la automatización e industria 4.0.
- Barrientos, J., & Gambao, E. (2014). *Sistemas de Producción Automatizados*. España: Dextra Editorial S.L.
- Barrientos, J., & Gambao, E. (2021). Automatización de procesos industriales mediante Industria 4.0. *Alpha Publicaciones*, 3(3), 98-115.
- Castro Benavides, L., et al. (2020). Educación dirigida a la Industria 4.0: competencias y desafíos. *Revista de Educación Tecnológica*, 12(1), 23-38.
- Escalante Ferrer, A. E. (2019). El reto de la educación superior ante la Industria 4.0. *Boletín Jurídico, Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Escobar, M. (2010). De la multidisciplinariedad a la interdisciplinariedad en la educación. *Revista Educativa*, 8(2), 12-19.
- Forcael, E., Garcés, G., Bastías, A., & Friz, M. (2020). Ajustar la educación en ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 19(40), 129-148.
- García, E. (2001). *Automatización de procesos industriales*. España: U.P.V.
- Havle, C., & Ucler, A. (2018). Industria 4.0: dimensiones humana, organizacional y tecnológica. *Journal of Industrial Engineering*, 25(4), 112-130.
- Huaman, M. J. E., & Angeles, O. E. F. (2024). Las nuevas demandas educativas en ingeniería industrial impulsadas por la automatización en la era digital. *Scienceevolution*, 3(11), 145-157.
- López, E. J., Beltrán, Y., Pérez, E. N., Aldana, R. A., Chávez, O. L., & Martínez, L. Z. G.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

(2025). La importancia de la Educación en Ingeniería 4.0 en la Cuarta Revolución Industrial. Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 6(2), 24.

Luo, X., & Störmer, E. (2018). Nuevos requisitos de calificación en la era de la Industria 4.0. International Journal of Engineering Education, 34(1), 45-56.

Macías-Suárez, P. T., Pilacuan-Bonete, L. M., & Ugalde Vicuña, J. W. (2023). El desafío de la Industria 4.0 en la educación superior de Ingeniería Industrial: Una revisión sistemática de la literatura. RECIAMUC, 7(2), 317-327.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019). Informe anual sobre tecnologías de la información en Colombia. República de Colombia.

Morales Ramírez, M. A. (2019). LOS JÓVENES Y SU INSERCIÓN EN LA INDUSTRIA 4.0. INDUSTRIA 4.0 TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL.

Pacheco Ludeña, C. D. R. (2023). Modelo metodológico de un laboratorio remoto de robótica industrial e industria 4.0 aplicado a mejorar el aprendizaje de estudiantes de ingeniería de la Universidad Técnica Particular de Loja.

Schneider Electric. (2023). Manual técnico de bancos didácticos para automatización. Schneider Electric.

Schneider Electric. (2024). MANUAL DE USUARIO. Banco Didáctico Industria 4.0 Convenio Educativo Instituto Técnico Metropolitano. Schneider Electric.

Ulloa-Duque, G. S., Torres -Mansur, S. M., & López-Piñón, D. C. (2020). Industria 4.0 en la educación superior. Vinculatégica EFAN, 6(2), 1348–1357.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

7. ANEXOS

Acompañando este informe, se incluyen 15 archivos adicionales que respaldan la información presentada: guías, listados de asistencia, manual de usuario, resultados de evaluaciones y encuestas. Todos estos documentos están disponibles en una carpeta de OneDrive a la cual se puede acceder desde el hipervínculo "[Anexos](#)".

Los archivos están debidamente identificados de la siguiente manera:

Anexo A. Manual de usuario – Banco Didáctico Industria 4.0.

Anexo B. Resumen de resultados de evaluación y encuestas.

Anexo C. Guía 01 – Reconocimiento de Equipos Schneider Electric- Microsoft Forms.

Anexo D. Guía 02 – Interacción de Equipos Schneider Electric-Microsoft Forms.

Anexo E. Guía Interacción y uso de Equipos Schneider Electric.

Anexo F. Resultado de encuesta – Microsoft Forms.

Anexo G. Resultado de Guía 01 Reconocimiento de Equipos Schneider Electric – Microsoft Forms.

Anexo H. Resultado de Guía 02 Interacción de Equipos Schneider Electric – Microsoft Forms.

Anexo I. Listado de asistencia en la socialización de la estrategia.

Anexo J. Listado de asistencia del acompañamiento grupal en el Laboratorio G-206.

Anexo K. Listado de asistencia del trabajo independiente en el Laboratorio G-206.

Anexo L. Listado de asistencia de la socialización de la encuesta.

Anexo M. Propuesta de modificación al microcurrículo de Control Lógico.

Anexo N. Propuesta de modificación al microcurrículo de Instrumentación Industrial.

Anexo O. Encuesta de percepción – Práctica con Equipos Schneider Electric.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES Ana María García R.

FIRMA ASESOR Vanessa Botero Gómez
 Juan Alexander S.

Entrega trabajo de grado titulado “Estrategia para la adopción tecnológica de los bancos didácticos Industria 4.0 del Laboratorio de PLC para el programa de Tecnología en Sistemas Electromecánicos” y Ref.: TGP-ME-1951.

FECHA ENTREGA: 19 de junio de 2025

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____