Horizonte Académico
Revista Multidisciplinaria
Recibido:09/10/2025 Aprobado:10/11/2025

DOI: https://doi.org/10.70208/3007.8245.v5.n3.274

Diseño de guías didácticas en mecánica y electromecánica para fortalecer la formación práctica en Ingeniería Industrial

Maynor Miguel Agüero Obregón1
maynor.aguero@uhispano.ac.cr
https://orcid.org/0009-0002-3661-0030
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Mac Arturo Murillo Fernández
mac.murillo0565@uhispano.ac.cr
https://orcid.org/0000-0002-6913-3472
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Pedro Alberto Santana Meléndez
pedro.santana0517@uhispano.ac.cr
https://orcid.org/0009-0005-8023-4046
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Héctor Jesús Ramírez Mora
hector.ramirez@uh.ac.cr
https://orcid.org/0000-0002-7720-148X
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Edwin Gerardo Vargas León
edwin.vargas@uh.ac.cr
https://orcid.org/0009-0003-2506-684X
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

Miguel Ángel Calla Vaz
miguel.mccalla0195@uhispano.ac.cr
https://orcid.org/0009-0003-1344-5092
Universidad Hispanoamericana
Escuela de Ingeniería Industrial
Costa Rica

[1] Autor principal
Correspondencia: maynor.aguero@uhispano.ac.cr

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar y aplicar guías de laboratorio en las áreas de mecánica y electromecánica para estudiantes de Ingeniería Industrial. Se empleó una metodología aplicada que incluyó diagnóstico curricular, diseño pedagógico, elaboración de contenidos, validación por expertos y pilotaje con estudiantes. Las guías fueron evaluadas mediante retroalimentación estudiantil y criterios de revisión técnica, lo que permitió su ajuste y validación final. Como resultado, se generaron tres guías estructuradas y validadas que fortalecen la formación práctica en automatización, sensores industriales y programación en lenguaje LADDER, contribuyendo al desarrollo de competencias clave para la industria 4.0.

Palabras claves: educación superior, guías didácticas, controladores lógicos programables, programación, Industria 4.0

Design of teaching guides in mechanics and electromechanics to strengthen practical training in Industrial Engineering

ABSTRACT

The objective of this work was to design and apply laboratory guides in the areas of mechanics and electromechanics for Industrial Engineering students. The guides developed covered the use of programmable logic controllers (PLC), the exploration of industrial sensors and programming in the LADDER language. The research followed an applied approach, where students executed practices oriented to learning by experience. As a result, three validated and applicable guides in the training process were obtained, which contributed to the strengthening of competencies in automation and industrial control.

Keywords: higher education, teaching guides, programmable logic controllers, programming, Industry 4.0

INTRODUCCIÓN

La formación en Ingeniería Industrial se encuentra en un proceso de transformación constante, impulsado por los desafíos que plantea la industria 4.0 y la creciente necesidad de contar con profesionales capaces de integrar conocimientos de diversas áreas como la mecánica, la electricidad y la automatización. En este contexto, la incorporación de prácticas en el proceso de enseñanza ha demostrado incrementar la motivación y el interés de los estudiantes (Espinosa-Ríos et al., 2016), lo cual no solo favorece la apropiación del conocimiento, sino que también fortalece el desarrollo de competencias valoradas por los empleadores en el ámbito laboral (Mora et al., 2023), al tiempo que agrega innovación (Jiménez et al., 2025).

La automatización industrial ocupa un lugar estratégico dentro de esta dinámica de formación. Tecnologías como los controladores lógicos programables (PLC), cuya función central es el control de los sistemas productivos (Cáceres & Amaya, 2016), constituyen herramientas clave para la mejora y optimización de los procesos industriales (Vallejo & Vallejo, 2006). El aprendizaje de su programación, acompañado del uso de sensores y actuadores, se convierte en un componente fundamental para dotar a los estudiantes de competencias prácticas que trasciendan el aula y puedan aplicarse en escenarios reales de producción.

En este sentido, los laboratorios representan un espacio pedagógico privilegiado para vincular teoría y práctica, ya que permiten a los estudiantes enfrentarse a problemas reales en entornos controlados (Prince, 2004). Sin embargo, uno de los principales desafíos radica en la ausencia de recursos didácticos estructurados que orienten de manera clara y estandarizada las actividades prácticas en áreas como la mecánica, la electricidad y la automatización. La carencia de guías específicas conlleva que las experiencias de laboratorio dependan, en gran medida, de la improvisación docente o de la iniciativa de los estudiantes, lo cual genera

dificultades para evaluar competencias prácticas de forma objetiva y limita la posibilidad de replicar o perfeccionar las prácticas en ciclos académicos posteriores.

En este punto se evidencia el problema central que motiva la presente investigación: la falta de guías prácticas sistematizadas que integren contenidos técnicos esenciales —como circuitos eléctricos, sensores industriales y programación en lenguaje LADDER— y que, a la vez, respondan a un enfoque pedagógico coherente con las demandas actuales de la industria 4.0. Este vacío pedagógico afecta directamente la calidad de los procesos formativos, pues limita la estandarización de las prácticas, la claridad en las instrucciones, la secuencia lógica de los ejercicios y la evaluación homogénea de competencias.

Ante este panorama, resulta necesario diseñar y validar guías prácticas de laboratorio que, además de abordar contenidos técnicos como circuitos eléctricos, sensores industriales y programación en lenguaje LADDER, promuevan el razonamiento crítico, la autonomía y la transferencia del conocimiento a contextos productivos. Dichas guías no solo estandarizan el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también se constituyen como instrumentos pedagógicos que enriquecen la formación de los futuros ingenieros industriales, preparándolos de manera más efectiva para enfrentar los retos del sector productivo en un entorno altamente competitivo y tecnológicamente dinámico.

METODOLOGÍA

La investigación siguió un enfoque aplicado y de desarrollo tecnológico-educativo, orientado a la creación de recursos pedagógicos prácticos (guías de laboratorio) que fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje en el curso Mecánica y Electromecánica de Ingeniería Industrial. En la

Tabla 1 se presenta un resumen de las actividades realizadas.

Tabla 1. Resumen de las actividades realizadas para la elaboración de las Guías

Etapa	Actividad realizada	Descripción
Diagnóstico y análisis curricular	Revisión del plan de estudios y resultados de aprendizaje	Se analizaron los objetivos del curso, contenidos y competencias requeridas para identificar las necesidades didácticas no cubiertas. Se detectó la falta de material estructurado que integrara teoría y práctica
Revisión bibliográfica	Investigación sobre contenidos técnicos y pedagógicos	Se recopilaron manuales técnicos, estándares industriales y literatura académica sobre PLC, sensores y automatización (Prince, 2004). Esto permitió establecer el marco conceptual de las guías.
Diseño pedagógico	Definición de estructura común de las guías	Se estableció un formato uniforme con secciones como: introducción, objetivos, resultados de aprendizaje, equipo necesario, procedimiento, actividades prácticas, análisis de resultados, conclusiones y evidencias.
Elaboración de contenidos	Desarrollo del material técnico y pedagógico	Se redactaron las guías con lenguaje claro, procedimientos detallados y actividades alineadas con objetivos. Se diseñaron diagramas, tablas, instrucciones paso a paso y ejercicios experimentales.
Diseño experimental y simulaciones	Creación de prácticas reales y simuladas	Se definieron prácticas representativas: cableado y medición de circuitos eléctricos, uso de sensores, y programación de procesos con lenguaje LADDER. Estas fueron probadas en laboratorio con equipos reales (PLC Bosch, sensores, IndraWorks).
Validación por expertos	Revisión y retroalimentación de especialistas	Docentes y técnicos de automatización revisaron las guías para garantizar precisión técnica, pertinencia pedagógica y cumplimiento de normas de seguridad.

Etapa	Actividad realizada	Descripción
Pilotaje con estudiantes	Aplicación inicial de las guías	Se aplicaron las guías en grupos pequeños de estudiantes. Se observaron tiempos, comprensión de instrucciones y desempeño en las tareas.
Ajuste y mejora	Retroalimentación y edición final	A partir de las observaciones del pilotaje y las encuestas estudiantiles, se ajustaron procedimientos, diagramas, instrucciones y tiempos sugeridos.
Validación final y publicación	Versión definitiva de las guías	Se elaboraron las versiones finales de las guías, listas para su uso regular en el curso. Incluyen evidencias, resultados esperados y criterios de evaluación.

Con el paso de Diagnóstico y análisis curricular, se analizó lo que exige el currículo en cuanto a competencias técnicas en mecánica, electricidad y automatización; se revisan carencias de material didáctico estructurado y contenidos previos para definir carencias educativas (Sá et al., 2024). En la revisión bibliográfica se consulta de literatura especializada, estándares industriales, artículos académicos, manuales para fundamentar contenidos de PLC, sensores, LADDER; y con ello definir dimensiones e indicadores a evaluar (Araya et al., 2022). Con el diseño pedagógico se estableció una plantilla uniforme: introducción, objetivos, resultados, procedimiento, actividades prácticas, discusión, evidencias. Este enfoque se puede asemejar al modelo de enseñanza con etapas de pre-laboratorio, laboratorio y post-laboratorio en la formación de ingenieros eléctricos (Saavedra-Montes & Zuluaga, 2022).

Para la elaboración de contenidos se aplicó una redacción detallada de instrucciones, el diseño de diagramas y la integración de ejercicios aplicados. La estructuración de prácticas con equipos reales en ingeniería eléctrica es esencial para afianzar competencias profesionales

(Martínez et al., 2023). En paralelo, se diseñaron prácticas experimentales y simulaciones, con el uso de equipos como PLC Bosch, sensores y el software IndraWorks. Esto se apoya en experiencias como las descritas por la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, donde se integran laboratorios presenciales con herramientas tecnológicas y simuladores para ingeniería eléctrica y electrónica (Monge, 2024)

Una vez redactadas las guías, se realizó una validación por expertos, en la cual docentes y especialistas revisaron la pertinencia técnica, pedagógica y de seguridad de los materiales. Este procedimiento sigue la línea metodológica utilizada en investigaciones que validan instrumentos y guías en educación en ingeniería (Martínez et al., 2023); en esta consideración se establecieron criterios como: precisión técnica confirmada por especialistas en automatización; coherencia pedagógica según docentes del área y el cumplimiento de normas básicas de seguridad en laboratorio.

Posteriormente, las guías fueron sometidas a un pilotaje con estudiantes, aplicándose en grupos reducidos para observar tiempos, comprensión de instrucciones y desempeño en las prácticas. Este tipo de pilotaje coincide con lo recomendado en estudios de innovación docente en ingeniería (Pérez Martínez et al., 2023). A partir del pilotaje, se realizaron ajustes y mejoras en la redacción, diagramas y tiempos de ejecución, integrando la retroalimentación de estudiantes y observadores; el instrumento utilizado para la evaluación estudiantil consistió en un cuestionario de percepción con escala de Likert (1-5) que incluyó ítems sobre claridad de instrucciones, utilidad del contenido, pertinencia de las actividades, tiempo asignado y apreciación global de la experiencia. Las observaciones cualitativas también formaron parte del proceso de ajuste de las guías. Finalmente, con resultados satisfactorios durante el pilotaje estudiantil y con una valoración positiva superior al 80% en la evaluación aplicada, se

consolidó una versión validada y definitiva de las guías, listas para ser implementadas formalmente y aplicación de metodologías activas (Maya Palacios et al., 2017)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de las actividades desarrolladas en la sección anterior. Se diseñaron tres guías de laboratorio con los siguientes contenidos:

1. Guía 1: PLC y circuitos eléctricos – introducción al uso de PLC, sus componentes, y comprobación de la Ley de Ohm en circuitos en serie y paralelo.
2. Guía 2: Sensores de los PLC – identificación y aplicación de sensores inductivos, capacitivos, magnéticos y de luz.
3. Guía 3: Lenguaje LADDER – programación de sistemas automatizados como portones eléctricos y tanques de llenado.

Cada una de las guías anteriores, incluyeron las siguientes secciones: objetivos, resultados de aprendizaje, equipo requerido, actividades paso a paso y secciones de discusión. Las guías fueron aplicadas en grupos de estudiantes de Ingeniería Industrial, quienes realizaron las prácticas bajo supervisión docente. En la Tabla *2* se presentan un resumen del contenido de las Guías con mayor detalle.

Tabla 2 Resumen del contenido de las Guías desarrolladas

Sección / Elemento	Guía 1: PLC y Circuitos Eléctricos	Guía 2: Sensores de los PLC	Guía 3: Lenguaje LADDER
Curso / Información General	Curso, docente, estudiante, carné, fecha	Curso, docente, código, porcentaje	Curso, docente, estudiante, carné, fecha
Introducción / Contexto	Concepto de PLC y su papel en la automatización	Concepto de PLC y sensores	Enfocado en el lenguaje LADDER y la automatización

Sección / Elemento	Guía 1: PLC y Circuitos Eléctricos	Guía 2: Sensores de los PLC	Guía 3: Lenguaje LADDER
Investigación previa / Marco conceptual	Tipos de PLC, partes y funciones	Tipos de sensores y su función	Se centra en la práctica directamente
Resultados de aprendizaje	Comprensión del electromagnetismo, circuitos y Ley de Ohm	Principios físicos y eléctricos de sensores	Reconocimiento y aplicación del lenguaje LADDER
Objetivos del laboratorio	Relacionados con el cableado y medición	Enfocados en la identificación y uso de sensores	Claramente definidos (automatizar procesos con Ladder)
Equipo y materiales necesarios	Menciona componentes eléctricos y multímetro	Sensores y componentes	Computadora, PLC, tablero, software IndraWorks
Procedimiento / Instrucciones	Etapas detalladas: instalación, medición, cálculos	Estaciones de trabajo y análisis de materiales	Programación, simulación, comprobación
Ejercicios prácticos / Actividades experimentales	Circuitos serie y paralelo, mediciones y cálculos	Identificación de materiales detectados	Automatización de portón y tanque
Análisis de resultados / Preguntas de discusión	Conclusiones sobre mediciones	Conclusiones sobre relevancia de sensores	Preguntas sobre ventajas y obstáculos de la automatización
Evidencias / Fotografías	Fotografías de instalaciones y mediciones	Fotografías de estaciones	Fotografías de simulaciones

Como parte del proceso de validación de las guías, se realizó una consulta a los estudiantes (27) que participaron en los laboratorios. Las respuestas recopiladas reflejan una valoración altamente positiva de la experiencia (4.85 en escala de 1 al 5, siendo el 1 la menor puntuación "Malo" y 5 la máxima puntuación: "Excelente"), destacando la importancia de la práctica para complementar la teoría.

Para complementar este resultado, se incorporó un análisis cuantitativo adicional derivado de la encuesta aplicada. En términos de frecuencia, 26 de los 27 estudiantes (96%) calificaron los laboratorios entre *Muy Bueno* y *Excelente*, mientras que solo un 4% los ubicó en la categoría de *Bueno*. Además: 93% afirmó que las prácticas facilitaron la comprensión de los contenidos teóricos. 89% indicó que las guías tenían instrucciones claras y fáciles de seguir. 91% señaló que el uso de equipos reales (PLC, sensores y tableros) fortaleció significativamente su aprendizaje práctico. 95% manifestó que la metodología empleada aumentó su motivación para aprender. 88% consideró que las prácticas mejoraron su capacidad para aplicar el conocimiento a situaciones reales de la industria.

Los comentarios cualitativos respaldan estos hallazgos. De manera consistente, los estudiantes destacaron que llevar la teoría a la práctica les permitió visualizar en vivo el funcionamiento de conceptos previamente abstractos, reafirmando la relevancia pedagógica de las guías diseñadas. Frases frecuentes como "la práctica incentiva mucho más el aprendizaje", "verlo en vivo ayuda muchísimo", o "la interacción con el profesor fue determinante" evidencian que la experiencia presencial favoreció el entendimiento profundo de los contenidos.

Asimismo, varios participantes indicaron que, aunque habían escuchado previamente sobre sensores y PLC en sus trabajos o cursos teóricos, solo mediante el laboratorio lograron comprender su funcionamiento real y su relevancia en procesos industriales. Otros comentarios destacaron que la claridad del docente, el acompañamiento durante las prácticas

y la posibilidad de manipular directamente los equipos influyeron de manera positiva en su aprendizaje.

En cuanto a las recomendaciones, los estudiantes solicitaron principalmente más tiempo de laboratorio, mayor cantidad de prácticas presenciales y, en menor medida, mejoras en la infraestructura y actualización de algunos equipos. Estos aportes refuerzan la importancia de potenciar aún más el componente práctico dentro del curso. En síntesis, los resultados revelan que las guías diseñadas no solo cumplieron con su propósito de reforzar conceptos técnicos en automatización, electricidad y mecánica, sino que también incrementaron la motivación, la claridad y la seguridad de los estudiantes al enfrentarse a situaciones reales de la disciplina. La combinación de datos cuantitativos y cualitativos demuestra la efectividad del recurso didáctico y valida su pertinencia para su implementación continua en el curso.

CONCLUSIONES

Las guías desarrolladas demostraron ser un recurso pedagógico significativo para la enseñanza de automatización, electricidad y mecánica dentro de la formación en Ingeniería Industrial. Su diseño estructurado permitió integrar de manera efectiva teoría, práctica y reflexión, facilitando la apropiación de competencias esenciales para el ejercicio profesional. Además, el proceso de validación técnica y estudiantil garantizó su pertinencia, claridad y aplicabilidad en contextos reales de laboratorio.

Desde una perspectiva pedagógica, el principal aporte de estas guías radica en su capacidad para transformar la experiencia de laboratorio en un espacio de aprendizaje activo y significativo. Al estandarizar procedimientos, explicitar los objetivos formativos y asegurar una secuencia lógica de actividades, las guías no solo fortalecen el dominio de los contenidos técnicos, sino que también promueven el razonamiento crítico, la autonomía y la transferencia del conocimiento a situaciones reales de la industria. Asimismo, al proporcionar un marco

estructurado para la práctica, favorecen evaluaciones más coherentes y permiten replicar y perfeccionar la experiencia en ciclos académicos posteriores.

En conjunto, las guías se consolidan como una herramienta pedagógica transversal y transferible, con potencial para mejorar la calidad formativa en otros cursos afines y contribuir al fortalecimiento de competencias vinculadas a la industria 4.0. Su implementación evidencia que la articulación entre diseño didáctico y experiencia práctica es un componente esencial para responder a las demandas actuales del entorno profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araya, D. H., Muñoz, D. R., Pizarro, C. D., & Zapata, F. S. (2022). Elaboración y validación de cuestionario sobre la enseñanza y aprendizaje en educación remota. *Educação e Pesquisa*, *48*, e256217. https://doi.org/10.1590/S1678-4634202248256217esp

Cáceres, C. A., & Amaya, D. (2016). Desarrollo e interacción de un laboratorio virtual asistido y controlado por PLC. *Entre Ciencia e Ingeniería*, *10*(19), 9–15.

Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: Una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, *12*(1), 266–281.

Jiménez, F. A. S., Bermudez, L. Q., Hernández, A. T., & Vallejo, J. B. (2025). Laboratorios virtuales: Innovación en la Educación Superior de Física y Química durante la pandemia COVID-19. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *9*(2), 1079–1093. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.16933

Martínez, M. P., Guardarrama, J. R., Frómeta, Y. G., & Baranda, J. S. (2023). La formación práctica del estudiante de ingeniería eléctrica en el laboratorio de circuitos eléctricos. *Revista Referencia Pedagógica*, *11*(1), 43–58.

Maya Palacios, E. U., González Hernández, J. G., Ocampo Casados, J. L., Maya Palacios, E. U., González Hernández, J. G., & Ocampo Casados, J. L. (2017). Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de los PLC en la Universidad Tecnológica de Altamira. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *8*(15), 566–581. https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.311

Monge, S. P. F. (2024). Uso de herramientas tecnológicas para la mediación pedagógica en prácticas de laboratorio de Eléctrica y Electrónica. *Repertorio Científico*, *27*(Especial), 79–92. https://doi.org/10.22458/rc.v27iEspecial.5275

Mora, H. J. R., Rojas, R. A., & Navarro, E. B. (2023). Diagnóstico de Competencias Requeridas para el Ingeniero Industrial, de Acuerdo con las Expectativas de los Empleadores y del Entorno en el 2021-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(6), 2724–2749. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8883

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, *93*(3), 223–231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Sá, J. S. de, Arruda, G. O. de, Marcon, S. S., Haddad, M. do C. F. L., Palasson, R. R., Ferreira Júnior, M. A., & Teston, E. F. (2024). Construcción y validación de contenidos para vídeos educativos anclados en el cambio de comportamiento para personas con diabetes. *Ciência & Saúde Coletiva*, *29*, e06192024. https://doi.org/10.1590/1413-812320242911.06192024ESP

Saavedra-Montes, A. J., & Zuluaga, G. J. S. (2022). Método de enseñanza/aprendizaje aplicado a los sistemas de energía eléctrica: Teaching/learning method applied to electrical energy systems. *Scientia et Technica*, *27*(1), 7–14. https://doi.org/10.22517/23447214.24546

Vallejo, B. M., & Vallejo, S. B. (2006). Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico - Farmacéuticas*, *35*(1), 47–63.