

Nombre del proyecto



Creación de un curso virtual de programación de Controladores Lógicos Programables (PLC- TIA PORTAL-SIEMENS) a partir de página web administrable a los usuarios

Juan Sebastián Cuadrado Echeverry

Fabian Alfonso Ochoa Caballero

Sheyla Xiomara Lozano Duran

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

noviembre de 2024

Nombre del proyecto

## **Proyecto de investigación**

Creación de un curso virtual de programación de Controladores Lógicos Programables (PLC- TIA PORTAL-SIEMENS) a partir de página web administrable a los usuarios

Juan Sebastián Cuadrado Echeverry

Fabian Alfonso Ochoa Caballero

Sheyla Xiomara Lozano Duran

Asesor(a)

Deivi David Fuentes Doria

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

noviembre de 2024

## Contenido

1	Lista de tablas .....	5
2	Lista de figuras.....	6
3	Lista de anexos .....	7
4	RESUMEN .....	8
5	ABSTRAC.....	8
6	INTRODUCCIÓN .....	9
7	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
7.1	Descripción del problema.....	10
7.2	La pregunta de investigación .....	11
7.3	Los objetivos de investigación .....	11
7.3.1	Objetivo general.....	11
7.3.2	Objetivos específicos .....	11
7.4	Justificación de la investigación .....	12
8	MARCO DE REFERENCIA.....	13
8.1	Marco de Antecedentes .....	13
8.2	Marco Teórico.....	14
8.3	Marco conceptual .....	16
9	METODOLOGÍA.....	19
9.1	Enfoque y alcance de la investigación.....	19
9.2	Población y muestra.....	20
9.3	Instrumento(s) .....	21
9.4	Descripción del procedimiento.....	21
9.5	Análisis de la información.....	21
9.6	Consideraciones éticas .....	22
10	RESULTADOS.....	23
10.1	Datos recolectados.....	23
10.2	Codificación de datos .....	24
10.3	Descripción de procedimientos .....	24
11	CONCLUSIONES.....	32
11.1	Aspectos claves del estudio .....	32
11.2	Implicaciones conceptuales o teóricas.....	33
12	RECOMENDACIONES.....	35
12.1	Acciones Claves.....	35

Nombre del proyecto

12.2	Líneas Futuras de Investigación .....	35
12.3	Limitaciones del Estudio para Futuros Investigadores.....	35
13	ANEXOS .....	38
13.1	Encuesta: .....	38
13.2	Respuestas de encuestas, Cuadro de variables y Codificación.....	38
14	REFERENCIAS .....	36

Nombre del proyecto

**Lista de tablas**

Table 1. Profesiones e Instituciones educativas vs Conocimientos en PLC ..... 25

Table 2. Estudio actual y semestre vs Conocimientos en PLC. .... 26

Table 3. Profesión-Institucion de graduación-Experiencia laboral y Proyectos industriales independientes vs Viabilidad de capacitación en PLC. .... 27

**Lista de figuras**

Figura 1 Profesiones vs experiencia laboral. .... 29  
Figura 2. Profesiones vs Capacitación en proyectos Industriales..... 30  
Figura 3. Profesiones vs Conocimientos en PLC. .... 31

Nombre del proyecto

**Lista de anexos**

Anexo A ..... 38  
Anexo B ..... 38

## **RESUMEN**

El avance acelerado de la tecnología en los Controladores Lógicos Programables (PLC) no ha sido acompañado por una mejora equivalente en los conocimientos técnicos de los profesionales, tecnólogos y técnicos encargados de su programación. Esta brecha genera serios problemas para las empresas, que se ven obligadas a recurrir a servicios externos para realizar modernizaciones o mantenimientos en sus procesos productivos, incrementando significativamente los costos operativos. Las principales marcas de automatización industrial, como Siemens, Allen Bradley y Mitsubishi, ofrecen programas de formación en programación de PLC. Sin embargo, el costo elevado de estas capacitaciones limita el acceso para muchas personas, dejando a un amplio sector sin la posibilidad de adquirir estas habilidades esenciales. Para abordar esta problemática, se propone un proyecto de investigación enfocado en desarrollar un programa de capacitación accesible y virtual. Este programa estaría dirigido a estudiantes, técnicos y profesionales de áreas relacionadas con electricidad y electrónica. La modalidad virtual ofrecería flexibilidad horaria, permitiendo que cada participante adapte su proceso de aprendizaje a su disponibilidad, eliminando barreras económicas y de tiempo. Además, la demanda laboral de profesionales capacitados en automatización industrial y programación de PLC es alta, con salarios superiores al promedio. Por lo tanto, este proyecto no solo contribuye a cerrar la brecha de conocimientos, sino que también ofrece una oportunidad de desarrollo profesional en un sector con excelentes perspectivas laborales.

## **ABSTRAC**

The rapid advancement of technology in Programmable Logic Controllers (PLCs) has not been matched by an equivalent improvement in the technical knowledge of the professionals, technologists, and technicians responsible for their programming. This gap creates significant challenges for companies, which are often forced to rely on external services to carry out upgrades or maintenance on their production processes, substantially increasing operational costs. Major industrial automation brands, such as Siemens, Allen Bradley, and Mitsubishi, offer training programs for PLC programming. However, the high cost of these programs limits access for many individuals, leaving a large portion of the workforce unable to acquire these essential skills. To address this issue, a research project is proposed to develop an accessible and virtual training program. This program would target students, technicians, and professionals in fields related to electricity and electronics. The virtual format would offer scheduling flexibility, allowing each participant to tailor their learning process to their availability, thus removing economic and time constraints. Moreover, the demand for professionals skilled in industrial automation and PLC programming is high, with salaries above the market average. Therefore, this project not only helps bridge the knowledge gap but also provides an opportunity for professional growth in a sector with excellent job prospects.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la automatización industrial juega un papel fundamental en la optimización de procesos y en el aumento de la eficiencia en diversas áreas productivas. Los controladores lógicos programables (PLC) se han convertido en una herramienta esencial para la gestión y control de sistemas automatizados. Sin embargo, a pesar de su relevancia, existe una brecha significativa entre la demanda de profesionales capacitados en esta área y la oferta educativa disponible.

Con el auge de las tecnologías digitales y el aprendizaje en línea, se presenta una oportunidad única para desarrollar un curso virtual que no solo facilite el acceso al conocimiento sobre programación de PLC, sino que también permita a los usuarios interactuar con el contenido de manera dinámica y personalizada. La creación de una página web administrable por los usuarios se convierte en el recurso clave para este propósito, ya que permitirá a los estudiantes gestionar su propio aprendizaje, acceder a materiales didácticos actualizados y participar en foros de discusión.

Para el diseño y la creación de cursos virtuales de programación de controladores lógicos programables, la literatura científica y los estudios previos han explorado diversos métodos pedagógicos y enfoques que pueden ser muy útiles en los que se puede destacar el aprendizaje basado en proyectos (ABP) el cual involucra a los estudiantes en proyectos reales o simulaciones que requieren aplicar conocimientos técnicos en situaciones prácticas. (Thomas; 2000).

Al diseñar un curso virtual sobre programación, se puede considerar combinar varios de estos métodos para crear una experiencia rica y efectiva, la clave está en adaptar las estrategias a las necesidades específicas del contenido y el público objetivo. La implementación de este curso no solo contribuirá al desarrollo profesional de los participantes, sino que también impulsará a la capacitación de un sector clave para el crecimiento económico y tecnológico del país. A lo largo de este documento, se presentarán los objetivos del curso, la metodología a seguir, así como los recursos necesarios para su correcta ejecución.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

La literatura especializada destaca diversos desafíos asociados a la implementación y uso de controladores lógicos programables (PLC) en la industria. Uno de los problemas principales es la brecha en la formación de técnicos y profesionales para la correcta programación y manejo de esta tecnología. Enrique D. (s.f.), “el éxito de un proyecto basado en PLC depende en un 50% del hardware y otro 50% de la programación”, evidenciando que, aunque los equipos están disponibles, la formación de personal capacitado es limitada. Esto coincide con lo reportado en estudios relacionados con automatización industrial, donde se subraya que la falta de estandarización en los métodos de formación y evaluación es un obstáculo recurrente (Parra & Concha, 2021). Además, existe una subestimación de los desafíos que implica la integración de estos sistemas en diferentes contextos industriales, desde la adecuación a los procesos existentes hasta la resistencia al cambio organizacional (Edgar R. Aguilera, 2015). Otro problema relevante identificado en la literatura es el déficit de técnicos especializados, lo cual genera que muchas empresas deban subcontratar servicios de automatización, incurriendo en mayores costos y tiempos de espera. Este desbalance en la formación se traduce en una limitación para aprovechar al máximo las capacidades de automatización que los PLC pueden ofrecer, afectando la competitividad de las empresas y retrasando la adopción de nuevas tecnologías.

En el contexto real de la automatización industrial, observamos una desconexión significativa entre las necesidades de las empresas y las capacidades de su personal técnico. Aunque los PLC son herramientas potentes para optimizar procesos industriales, la falta de capacitación en su programación y manejo es evidente, especialmente en sectores donde se busca mayor eficiencia operativa. Esta carencia de formación técnica genera una dependencia hacia empresas externas de automatización, lo que no solo encarece los proyectos, sino que también aumenta los tiempos de implementación. Adicionalmente, hemos identificado que muchas organizaciones carecen de estrategias efectivas para integrar sistemas automatizados a sus operaciones existentes, lo que agrava los problemas de ineficiencia y costos operativos. Finalmente, este escenario resalta la urgencia de formar profesionales con habilidades técnicas específicas en la programación de PLC, una necesidad que responde tanto a los retos actuales

de la industria como a la demanda creciente de soluciones automatizadas que contribuyan a mejorar la productividad y la competitividad empresarial.

## **1.2 La pregunta de investigación**

La creación de un curso virtual de programación de controladores lógicos programables es una excelente oportunidad para proporcionar capacitación y educación a estudiantes y profesionales. ¿Cuáles son los pasos y consideraciones clave para diseñar y crear un curso virtual de programación de controladores lógicos programables (PLC) que sea efectivo y atractivo para estudiantes y profesionales con diferentes niveles de experiencia y conocimientos previos en programación y automatización industrial?

## **1.3 Los objetivos de investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Crear un curso virtual en programación de controladores lógicos programables (PLC) desde lo más básico hasta un nivel avanzado mediante una página web donde se pueda administrar la información del curso y donde se pueda dar soporte a los usuarios.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Establecer el currículo donde se desglose cada uno de los temas a tratar por cada nivel, desde el más básico hasta el más avanzado.

Desarrollar una plataforma virtual donde se pueda realizar la venta de los video tutoriales explicables de cada uno de los niveles del curso.

Administrar por medio de esta plataforma todo el proceso de venta del producto; así como la asesoría técnica, garantías y facturación.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

La creación de un curso virtual sobre la programación de PLC responde a la necesidad de ofrecer una alternativa educativa flexible, accesible y adaptada a las exigencias del mercado actual. A través de una plataforma web administrable, se proporcionará a los usuarios la oportunidad de aprender a su propio ritmo, lo que resulta especialmente valioso para aquellos que, debido a sus responsabilidades laborales o personales, no pueden asistir a cursos de manera presencial. Esta modalidad permite que el aprendizaje sea más inclusivo y alcance a un público más amplio.

El desarrollo de un curso virtual sobre programación de PLC tiene un enfoque práctico que permite a los participantes aplicar directamente los conocimientos adquiridos en situaciones reales. A través de simulaciones y proyectos prácticos, en los cuales los estudiantes podrán experimentar con la programación de PLC en un entorno controlado, lo que permitirá familiarizarse con las herramientas y técnicas utilizadas en la industria. Prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral, brindándoles habilidades que son altamente valoradas por los empleadores.

Desde el punto de vista social, contribuye a democratizar el acceso a la educación técnica en programación de PLC. La flexibilidad que ofrece una plataforma en línea permite que personas de diferente contextos socioeconómicos y geográficos accedan a formación especializada, independientemente de sus limitaciones de tiempo o recursos. Además, al fomentar el aprendizaje colaborativo a través de foros y actividades grupales, promueve una comunidad de aprendizaje que pueda generar redes profesionales y apoyo entre los participantes.

La metodología a seguir requiere establecer objetivos claros y medibles que guíen el aprendizaje, como la capacidad de programar un PLC específico, también requiere un diagnóstico inicial para identificar las competencias y habilidades para que los usuarios deseen adquirir la programación entre otras.

Desde el aspecto teórico, este estudio contribuye al campo del conocimiento sobre educación técnica y formación profesional al incorporar las últimas tendencias en enseñanza digital y automatización.

## MARCO DE REFERENCIA

### 1.5 Marco de Antecedentes

El estudio de Petruzella (2022), titulado *Programmable Logic Controllers*, tiene como objetivo analizar las características, aplicaciones y evolución de los PLC en el contexto industrial. Este trabajo se basa en una investigación documental, recopilando y analizando información técnica sobre los PLC y sus aplicaciones. Los resultados destacan que, desde su creación, los PLC han evolucionado significativamente, pasando de ser dispositivos básicos que reemplazaban relés mecánicos a sistemas avanzados con capacidades de comunicación y aplicación en la Industria 4.0. Las conclusiones señalan que la flexibilidad y capacidad de programación han posicionado a los PLC como herramientas esenciales en la automatización moderna. Se recomienda promover el aprendizaje de lenguajes estándar como Ladder para facilitar su adopción. Sin embargo, el estudio se limita a un análisis técnico y no profundiza en casos específicos de implementación.

Por su parte, John W. Webb, Ronald A. Reis. (1999), en su obra *Programmable Logic Controllers: Principles and Applications*, examina los principios básicos y las aplicaciones prácticas de los PLC en la industria. Su metodología consiste en la revisión de casos prácticos y ejemplos industriales. Los resultados muestran cómo los PLC han mejorado la eficiencia de los procesos industriales, permitiendo una automatización confiable y reconfigurable. Las conclusiones enfatizan que los PLC son la base de la automatización industrial moderna, recomendando su inclusión en programas educativos para ingenieros y técnicos. Este estudio, sin embargo, no aborda el impacto de tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT) en los PLC.

Chen, Zhang y Wang (2021), en su artículo *Advances in Programmable Logic Controllers in the Era of Industry 4.0*, investigan los avances tecnológicos de los PLC en el marco de la Industria 4.0. Utilizando una revisión sistemática de literatura, los autores destacan que los PLC modernos han integrado capacidades de conectividad IoT, análisis de datos y monitoreo remoto, convirtiéndose en piezas clave para la automatización inteligente. Las conclusiones subrayan que los PLC son fundamentales para la transformación digital de las industrias, recomendando el desarrollo de software que facilite su integración con sistemas inteligentes. Sin embargo, el estudio carece de validación empírica mediante casos reales.

En el ámbito de la innovación industrial, Schwab (2017), en su libro *The Fourth Industrial Revolution*, analiza el impacto de las tecnologías emergentes, incluidos los PLC, en la transformación de las industrias. A través de un análisis teórico, destaca cómo los PLC, al integrarse con sensores y sistemas inteligentes, han permitido procesos más eficientes y sostenibles. Las conclusiones resaltan que la integración de los PLC con big data e IoT es crucial para mantener la competitividad industrial. Como recomendación, se sugiere implementar estrategias de digitalización en sectores que aún usan sistemas convencionales. Sin embargo, el estudio no aborda las barreras específicas que enfrentan las pequeñas empresas para adoptar estas tecnologías.

Finalmente, Singh y Verma (2018), en su investigación *Enhancing Automation through Programmable Logic Controllers in Industrial Applications*, evalúan el impacto de los PLC en la industria manufacturera. Mediante un estudio empírico, los resultados revelan que la implementación de PLC ha reducido tiempos de producción, mejorado la precisión y aumentado la seguridad en entornos industriales. Las conclusiones confirman que los PLC son esenciales para optimizar la productividad, recomendando programas de actualización tecnológica en empresas. Como limitación, el estudio se enfoca exclusivamente en la industria manufacturera, dejando de lado otros sectores donde los PLC también son relevantes.

En conjunto, estos antecedentes destacan la evolución, el impacto y los desafíos asociados a los PLC en el ámbito industrial, resaltando su relevancia en la automatización moderna y su potencial en la era de la Industria 4.0.

## **1.6 Marco Teórico**

El Controlador Lógico Programable (PLC) ha revolucionado la forma en que se gestionan los procesos industriales, consolidándose como una herramienta esencial en la automatización. Desde su creación en 1968 por Dick Morley, los PLC han evolucionado para responder a las exigencias de la industria moderna, siendo fundamentales en el marco de la Industria 4.0 (Petruzella, 2022).

Un PLC es un dispositivo computarizado diseñado para controlar y automatizar procesos industriales mediante la ejecución de programas previamente configurados. Este dispositivo actúa como intermediario entre sensores y actuadores, recibiendo señales eléctricas (inputs),

procesándolas mediante un programa, y generando señales de salida (outputs) para activar elementos como motores, válvulas o resistencias John W. Webb, Ronald A. Reis. (1999). Gracias a estas funciones, los PLC han ganado relevancia en una amplia gama de aplicaciones, desde la manufactura hasta la gestión de servicios.

Entre sus principales características se encuentran la flexibilidad y modularidad, que permiten que el sistema se adapte a diferentes entornos y escalas operativas, siendo una herramienta versátil para múltiples industrias (Petruzella, 2022). Además, los PLC destacan por su robustez, al estar diseñados para operar en condiciones extremas como altas temperaturas, humedad, vibraciones o polvo (Chen, Zhang y Wang, 2021). Otra ventaja significativa es su capacidad de reprogramación, ya que el software asociado permite modificar las instrucciones del sistema para ajustarse a nuevas necesidades (Schwab, 2017). Por último, los PLC ofrecen un alto nivel de confiabilidad, operando en tiempo real para garantizar un control constante y preciso en los procesos industriales (Singh y Verma, 2018).

Los PLC se componen de varios elementos fundamentales que incluyen la Unidad Central de Proceso (CPU), encargada de procesar las señales de entrada, ejecutar el programa y generar las señales de salida. También cuentan con módulos de entrada y salida (E/S), que facilitan la interacción del PLC con los sensores y actuadores del sistema. Una fuente de alimentación asegura la energía necesaria para el funcionamiento del dispositivo, y el software de programación proporciona una herramienta esencial para el diseño, simulación y carga de programas (Miller, 2015).

Desde la aparición del primer PLC, el MODICON 084 en 1970, estos dispositivos han experimentado un desarrollo significativo. Según Chen, Zhang y Wang (2021), la integración de capacidades de conectividad como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de datos ha posicionado a los PLC como herramientas clave en la gestión avanzada de procesos. En la actualidad, los PLC no solo controlan procesos, sino que también son capaces de predecir fallos, optimizar recursos y mejorar la eficiencia operativa en tiempo real (Schwab, 2017).

La Industria 4.0 ha marcado un antes y un después en la automatización industrial al integrar tecnologías como big data, inteligencia artificial y sistemas ciberfísicos. En este contexto, los PLC han adoptado un papel crucial, al facilitar la conectividad entre diferentes sistemas y dispositivos, garantizando una interacción eficiente y segura. Singh y Verma (2018) señalan que los PLC modernos, al combinarse con tecnologías emergentes, han incrementado la precisión y

confiabilidad de los procesos industriales, lo que resulta en una mayor competitividad para las empresas.

De cara al futuro, los avances en los PLC se orientan hacia una mayor integración con sistemas inteligentes y el cumplimiento de objetivos de sostenibilidad. Schwab (2017) afirma que los PLC del futuro deberán ser más eficientes energéticamente y contar con capacidades avanzadas para adaptarse a las demandas de las industrias emergentes. Además, se espera que su uso se expanda a sectores no tradicionales como la agricultura inteligente y la gestión de ciudades, lo que abre nuevas oportunidades para la automatización.

En resumen, los PLC han sido y continuarán siendo elementos fundamentales para la automatización industrial. Su evolución está estrechamente vinculada al desarrollo tecnológico, consolidándose como una herramienta clave para la transformación digital de las industrias y como un componente esencial en la transición hacia la Industria 4.0.

## **1.7 Marco conceptual**

En el contexto de la automatización industrial, los Controladores Lógicos Programables (PLC) representan una de las tecnologías más importantes para garantizar la eficiencia, seguridad y flexibilidad en los procesos productivos. El desarrollo teórico y práctico de los PLC se sustenta en un marco conceptual que abarca sus definiciones, funciones, características y rol dentro de la industria moderna. Este marco ofrece una base para comprender su relevancia en el marco de la Industria 4.0 y su relación con las tecnologías emergentes.

Un PLC puede definirse como un dispositivo electrónico programable diseñado para monitorizar, controlar y automatizar procesos industriales. Este dispositivo actúa como intermediario entre los sensores que capturan datos del entorno y los actuadores que ejecutan acciones en respuesta a las condiciones detectadas. La principal función de los PLC es procesar las señales de entrada y generar señales de salida siguiendo un conjunto predefinido de instrucciones programadas. Esta capacidad los convierte en herramientas esenciales para garantizar la eficiencia operativa en tiempo real John W. Webb, Ronald A. Reis. (1999).

Entre las principales características de los PLC destacan su flexibilidad, modularidad y robustez. La flexibilidad permite reprogramarlos para adaptarse a nuevas exigencias o procesos. Su modularidad facilita la integración de diferentes componentes según las necesidades específicas

del sistema, mientras que su robustez garantiza un funcionamiento confiable incluso en condiciones adversas, como temperaturas extremas, vibraciones y ambientes con polvo o humedad (Chen, Zhang y Wang, 2021).

A lo largo de su evolución, los PLC han incorporado importantes avances tecnológicos. Desde el lanzamiento del primer dispositivo, el MODICON 084, en 1970, hasta los PLC actuales, estos sistemas han pasado de ser simples reemplazos de relés mecánicos a convertirse en plataformas avanzadas con capacidades de conectividad, análisis de datos y monitoreo remoto. Estos avances han permitido su integración en la Industria 4.0, donde los PLC desempeñan un papel clave en la transformación digital de las industrias. Actualmente, los PLC no solo controlan procesos, sino que también permiten optimizar recursos, predecir fallos y aumentar la sostenibilidad de las operaciones (Schwab, 2017).

El marco conceptual también destaca la importancia de los lenguajes de programación estandarizados, como Ladder, Texto Estructurado y Diagramas de Bloques Funcionales, regulados por la Norma IEC 61131-3. Estos lenguajes aseguran la interoperabilidad entre dispositivos de distintos fabricantes y facilitan la adopción de los PLC en diferentes sectores industriales (Petruzella, 2022). Además, las capacidades de reprogramación de los PLC han hecho posible su aplicación en una amplia gama de industrias, desde la manufactura hasta la gestión de servicios y la agricultura inteligente.

En el marco de la Industria 4.0, los PLC han evolucionado para integrar tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial. Esta integración ha permitido el desarrollo de sistemas ciberfísicos que conectan múltiples dispositivos, mejorando la eficiencia y precisión de los procesos industriales. Los PLC también se han convertido en piezas fundamentales para la gestión avanzada de procesos mediante el análisis de datos en tiempo real, lo que garantiza una mayor competitividad para las empresas en un entorno globalizado (Chen, Zhang y Wang, 2021; Singh y Verma, 2018).

En resumen, el marco conceptual de los PLC establece las bases para comprender su funcionamiento, aplicaciones y relevancia en la automatización industrial. Su flexibilidad, robustez y capacidad de integración con tecnologías emergentes los posicionan como herramientas esenciales en la transición hacia una industria más digitalizada, eficiente y sostenible. De cara al futuro, los avances en los PLC seguirán enfocándose en su adaptación a

las demandas de sectores emergentes, consolidando su papel en la evolución de la automatización global.

## METODOLOGÍA

La metodología que se va a utilizar en este proyecto de investigación es por medio de encuestas definir la cantidad de personas que requieren capacitación en temas relacionados con programación de controladores lógicos programables (PLC) y adicional estén dispuestos a pagar un bajo costo por el producto respecto a los precios del mercado, el cual estará a disposición del usuario constantemente en una página web destinada para este fin.

### 1.8 Enfoque y alcance de la investigación

El enfoque que se va a utilizar es un método cuantitativo con el que se va a identificar la cantidad de estudiantes, profesionales, técnicos y tecnólogos que consideren que deben de capacitarse mejor en las herramientas de programación de PLC'S para así mejorar sus habilidades en cuanto al desarrollo de proyectos de automatización industrial de procesos y además a un bajo costo en comparación con el mercado actual.

Se tiene en cuenta lo siguiente:

Práctico y aplicado este curso se centrará en la programación práctica de controladores lógicos programables, con ejemplos y ejercicios que reflejen situaciones reales en la industria. El curso se diseñará en colaboración con expertos de la industria y se centrará en las tecnologías y herramientas más comunes en la actualidad, con el fin de ser accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, y se ofrecerán diferentes formatos de contenido (vídeos, textos, ejercicios) para adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje.

El alcance de esta investigación estará enmarcado según Sampieri en una ruta cuantitativa exploratoria enfocado en los profesionales del área eléctrica, electrónica y afines de las empresas y en los estudiantes de instituciones de formación profesional y técnica de las carreras eléctrica, electrónica y afines y que se encuentren ubicadas en la ciudad de Medellín y su área metropolitana. Se realiza de la siguiente manera: El curso tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes y profesionales los conocimientos y habilidades necesarios para programar controladores lógicos programables de manera efectiva y eficiente, el cual cubrirá los siguientes temas:

- Introducción a los controladores lógicos programables

- Arquitectura y componentes de un PLC
- Lenguajes de programación para PLC (Ladder, Function Block, etc.)
- Programación de PLC para aplicaciones industriales
- Depuración y solución de problemas en PLC

Este curso está diseñado para estudiantes y profesionales que buscan adquirir conocimientos y habilidades en programación de controladores lógicos programables, incluyendo:

- Estudiantes de ingeniería y tecnología
- Técnicos y tecnólogos en automatización industrial
- Ingenieros y técnicos en mantenimiento y reparación de equipos industriales

tendrá una duración de 6 semanas, con un total de 12 módulos de contenido. Cada módulo incluirá videoconferencias, textos, ejercicios y actividades de aprendizaje.

### **1.9 Población y muestra**

La población de este proyecto de investigación estará enfocado o enmarcado en todas las personas que tienen como profesión todas las disciplinas relacionadas al área eléctrica electrónica y profesiones afines, al igual que todas las personas que se encuentran cursando una carrera técnica, profesional o tecnológica de la disciplina eléctrica, electrónica y afines. Se realizaron 298 encuestas a estudiantes y profesionales de la ciudad de Medellín y área metropolitana interesados en reforzar sus conocimientos en los temas relacionados con programación de PLC, mediante el programa TIA PORTAL de la marca Siemens. Según Sampieri (2018), la muestra de este proyecto de investigación que se encuentra en una ruta cuantitativa es del tipo probabilística, los criterios que se tendrán en cuenta para realizar la encuesta serán de la siguiente manera:

En la zona industrial se encuestará a todo el personal que labore en el área eléctrica y electrónica, desde los cargos de técnicos y tecnólogos hasta los cargos de ingenieros de las mismas disciplinas. En el campo institucional educativo se encuestarán todos los estudiantes de las disciplinas eléctrica, electrónica y afines que estén cursando el semestre que represente la mitad de su carrera para así garantizar los conocimientos mínimos requeridos para el aprendizaje de programación de controladores lógicos programables (PLC).

### **1.10 Instrumento(s)**

Como instrumento de recolección de la información y con la ayuda de la tecnología se realizará una encuesta virtual con la ayuda de las encuestas de Google las cuales se difundirán vía correo electrónico a las diferentes universidades de Medellín y su área metropolitana y empresas del sector industrial, otros de los mecanismos de difusión de estas encuestas son vía WhatsApp. Este instrumento esta aplicado en 298 personas que dieron su opinión en cuanto a que tan capacitados se sentían para ejecutar proyectos de automatización industrial de procesos de manera autónoma y que tan viable veían la opción de utilizar la página Web como herramienta de estudio

### **1.11 Descripción del procedimiento.**

Se presentan los procedimientos para realizar las encuestas sobre la creación del curso virtual de programación de controladores Lógicos Programables:

Identificar las necesidades y preferencias de la población interesada en relación con la programación de controladores Lógicos Programables.

Recopilar información sobre el interés y la demanda virtual sobre la programación PLC.

Se realizo el diseño de la encuesta con preguntas relevantes y claras, Luego se seleccionó la muestra para tener claro la población de estudio, las encuestas fueron enviadas a los participantes de manera virtual para su diligenciamiento vía correo y WhatsApp, se recopilaron los datos para luego almacenarse en el software JAMOVİ para ser analizadas las respuestas y poder interpretar los resultados sacando conclusiones sobre las necesidades y preferencias de los estudiantes y profesionales.

### **1.12 Análisis de la información**

Después de tener tabuladas las encuestas en un archivo de Excel se realiza un cuadro de variables el cual nos permite realizar la codificación de cada una de las respuestas para los 298 encuestados y así poder hacer la transferencia de esta información cualitativa y cuantitativa por medio de Software Jamovi. Mediante este software se realizarán tablas y graficas comparativas que nos permita dar una mejor interpretacion de la información recopilada

### **1.13 Consideraciones éticas**

Para las consideraciones éticas se tiene en cuenta la confidencialidad de las respuestas de los participantes, obtener el consentimiento informado de los participantes antes de realizar la encuesta, ser transparente sobre el propósito y el uso de datos recopilados, estimar el tiempo necesario para diseñar y analizar la encuesta, identificando los recursos necesarios.

Es de gran importancia el análisis estadístico de los datos recopilados y así presentar los resultados en un formato claro con la utilización de graficas para una mejor interpretación, por último, se debe realizar la conclusión y hacer recomendaciones basados de los resultados de las encuestas.

## RESULTADOS

Basado en el resultado de las encuestas podemos determinar estrategias para la satisfacción de las necesidades presentadas en la comunidad objetivo, como se observa a continuación:

### 1.14 Datos recolectados

Los datos de este estudio provienen de una encuesta como técnica de análisis en línea realizada a profesionales del área eléctrica, electrónica y profesiones afines. La encuesta, distribuida a través de Google Forms, fue enviada por correo electrónico a un total de 350 profesionales y estudiantes de la disciplina eléctrica y electrónica, de los cuales 298 respondieron. Este enfoque permitió una recolección de datos eficiente y accesible, asegurando una amplia participación dentro de la población objetivo.

La encuesta fue creada con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación “¿Cómo crear un curso virtual en programación de controladores lógicos programables (PLC) desde lo más básico hasta un nivel avanzado mediante una página web donde se pueda administrar la información del curso y donde se pueda dar soporte a los usuarios?”, a partir de un cuadro de variables, dimensiones e indicadores, con nueve preguntas formuladas que nos permitieran responder a esta pregunta investigativa.

La recolección de datos se llevó a cabo íntegramente en línea, lo que facilitó el acceso y la conveniencia para los participantes. Después de la recolección, las respuestas fueron descargadas en formato Excel para proceder con el proceso de depuración de las variables a evaluar. Este proceso incluyó en clasificar las variables en nominal dicotómica y politómica, ordinal.

Para el análisis de los datos, se utilizaron las herramientas como Google Forms y Jamovi, mientras que Excel se empleó para la limpieza, preparación y codificación de los datos, así con la ayuda de jamovi y la información de las encuestas codificadas se procede a evaluar una muestra confiable de 298 entrevistas. El etiquetado fueron pasos cruciales para garantizar la integridad y coherencia de los datos antes del análisis. La normalización de ciertas observaciones ayudó a mantener la consistencia en el conjunto de datos.

### **1.15 Codificación de datos**

Para el análisis y codificación de datos se utilizó Jamovi para el análisis de las variables, trabajando con datos continuos y variables cualitativas nominales, dicotómicas, politómicas y ordinales. Las variables incluyeron profesión, Institución de graduación, experiencia laboral, capacitación en proyectos industriales, Institución de estudio actual, semestre que cursa actualmente, conocimientos en PLC, proyectos industriales como independiente, y viabilidad de capacitarse en PLC (Controladores lógicos programables). Los datos recolectados se organizaron inicialmente en Excel antes de ser importados a Jamovi para su análisis.

Los datos se categorizaron en variables cualitativas se mantuvieron en su forma numérica original. Para las variables cualitativas, profesión e institución de graduación, se asignaron códigos numéricos en Jamovi; por ejemplo, en las profesiones la profesión de Ingeniero Eléctrico se codificó como '1', Ingeniero Electrónico se codificó como 2.

El proceso de codificación incluyó la carga de datos desde Excel a Jamovi, seguido por la asignación de códigos a cada categoría. Este proceso se realizó manualmente para asegurar la precisión y consistencia. Cada variable cualitativa fue etiquetada cuidadosamente en Jamovi, lo cual facilitó el análisis estadístico posterior. Las etiquetas asignadas fueron revisadas minuciosamente para verificar su correcta asignación.

La validación de la codificación fue un paso crucial para garantizar la exactitud de los datos. Se revisaron todas las etiquetas asignadas en Jamovi para asegurar que cada categoría estuviera correctamente representada. Cualquier discrepancia o error en la codificación fue corregido antes de proceder con el análisis. Los datos codificados se almacenaron en la base de datos de Jamovi y se realizaron análisis estadísticos para examinar las relaciones entre las variables y responder a las preguntas de investigación (Larson-Hall, J., & Mizumoto, A. (2019).

### **1.16 Descripción de procedimientos**

Las diferentes respuestas de la encuesta realizada con la herramienta de Google forms a la población del área industrial y educativa llegarán por correo electrónico las cuales podrán ser descargadas o exportadas a un archivo de Excel donde se le podrá dar el tratamiento adecuado a la información.

**Table 1. Profesiones e Instituciones educativas vs Conocimientos en PLC**

Variables	N	BAJO N = 107 (36%)	MEDIO N = 105 (35%)	ALTO N = 86 (29%)	p- value	q- value
Profesión	298				0.39	0.72
Ingeniero Eléctrico		18 (17%)	12 (11%)	14 (16%)		
Ingeniero Electrónico		23 (21%)	14 (13%)	16 (19%)		
Ingeniero Mecatrónico		20 (19%)	21 (20%)	19 (22%)		
Tecnólogo en Automatización		12 (11%)	20 (19%)	8 (9.3%)		
Técnico Electricista		18 (17%)	15 (14%)	17 (20%)		
Técnico en Electrónica		16 (15%)	23 (22%)	12 (14%)		
Institución de Graduación	298				0.72	0.72
Institución Universitaria Pascual Bravo		17 (16%)	17 (16%)	14 (16%)		
ITM		23 (21%)	17 (16%)	15 (17%)		
Politécnico Jaime Isaza Cadavid		18 (17%)	20 (19%)	13 (15%)		
Universidad de Antioquia		16 (15%)	17 (16%)	15 (17%)		
Universidad Nacional de Colombia		22 (21%)	16 (15%)	11 (13%)		
Otra		11 (10%)	18 (17%)	18 (21%)		

<sup>1</sup> n (%)<sup>2</sup> Pearson's Chi-squared test<sup>3</sup> false discovery rate correction for multiple testing

Fuente. Elaborado por medio de software JAMOVI

En la tabla 1 encontramos una encuesta realizada a 298 profesionales del área industrial, enfocando el estudio en el conocimiento de los Controladores Lógicos Programables, de la población total se obtuvo que, de 44 Ingenieros Eléctricos 17% (18) tiene un conocimiento bajo sobre los controladores lógicos programables, otro 11% (12) tiene un conocimiento medio y un 16% (14) tiene amplio conocimiento del tema. Los Ingenieros Electrónicos con una población de 53 profesionales nos arroja un 21% (23) con conocimiento bajo sobre los controladores lógicos programables, otro 13% (14) tiene un conocimiento medio y un 19% (16) tiene amplio conocimiento del tema. En cuanto a los Ingeniero Mecatrónicos encontramos que la población es de 60 profesionales de los cuales el 19% (20) tiene bajo conocimiento del tema, un 20% (21) que tiene conocimiento a medias y el 22% (19) tiene un amplio conocimiento en PLC.

Por otra parte, tenemos la población de las áreas tecnológicas y técnicas de sector industrial donde los Tecnólogos en Automatización con una población total de 40 personas representadas en un 11% (12) con bajo conocimientos en el tema de los PLC, otro 19% (20) con conocimientos medio y 9.3% (8) con amplios conocimientos sobre el tema. Los Técnicos Electricistas con una

población de 50 personas se obtiene que un 17% (18) con un conocimiento bajo, el 14% (15) con un conocimiento medio y 20% (17), con un conocimiento alto, por último los Técnicos en Electrónica con una población de estudio de 51 personas encontramos que un 15% (16) tiene bajo conocimiento en PLC, otro 22% (23) con un conocimiento medio y un 14% (12) con amplio conocimiento en el tema.

En cuanto al estudio en las instituciones educativas, enfocando el estudio en el conocimiento de los PLC, de la población total se obtuvo que, de 48 profesionales de la Institución Universitaria Pascual Bravo un (16%) (17) tiene un conocimiento bajo referente al tema, otros (16%) (17) tiene conocimiento medio y el 16% (14) conoce muy bien el tema; en el ITM de la población de estudio de 55 personas un 21% (23) tienen conocimiento bajo referente al tema, otro 16% (17) tiene conocimiento medio y 17% (15) con amplio conocimiento en el tema, en el Politécnico Jaime Isaza Cadavid la población de estudio 51 personas nos arroja que un 17% (18) tienen conocimiento bajo referente al tema, otro 19% (20) tiene conocimiento medio y un 15% (13) con amplio conocimiento en el tema, en la Universidad de Antioquia se entrevistaron 48 personas obteniendo que 15% (16) tienen conocimiento bajo referente al tema, 16% (17) tiene conocimiento medio y un 17% (15) con amplio conocimiento en el tema; los resultados obtenidos en la Universidad Nacional de Colombia donde se estudiaron 49 personas se obtuvo que un 21% (22) tienen conocimiento bajo referente al tema, 15% (16) tiene conocimiento medio y 13% (11) con amplio conocimiento en el tema, en otras Instituciones donde se aplicó el estudio se obtuvo que de la población participante de 47 personas en total un 10% (11) tienen conocimiento bajo referente al tema, 17% (18) tiene conocimiento medio y un 21% (18) con amplio conocimiento en el tema.

Table 2. Estudio actual y semestre vs Conocimientos en PLC.

Variables	N	BAJO N = 107 (36%)	MEDIO N = 105 (35%)	ALTO N = 86 (29%)	p-value	q-value
Estudio Actual	298				0.81	0.81
ITM		17 (16%)	24 (23%)	14 (16%)		
Politécnico Jaime Isaza Cadavid		23 (21%)	22 (21%)	18 (21%)		
Universidad de Antioquia		17 (16%)	14 (13%)	19 (22%)		
Otra		24 (22%)	22 (21%)	18 (21%)		
No aplica		26 (24%)	23 (22%)	17 (20%)		
Semestre Actual	298					

Variables	N	BAJO N = 107 (36%)	MEDIO N = 105 (35%)	ALTO N = 86 (29%)	p-value	q-value
SEMESTRE 1		14 (13%)	9 (8.6%)	8 (9.3%)		
SEMESTRE 2		10 (9.3%)	4 (3.8%)	6 (7.0%)		
SEMESTRE 3		11 (10%)	8 (7.6%)	12 (14%)		
SEMESTRE 4		11 (10%)	14 (13%)	10 (12%)		
SEMESTRE 5		6 (5.6%)	5 (4.8%)	4 (4.7%)		
SEMESTRE 6		13 (12%)	14 (13%)	3 (3.5%)		
SEMESTRE 7		8 (7.5%)	9 (8.6%)	8 (9.3%)		
SEMESTRE 8		9 (8.4%)	9 (8.6%)	13 (15%)		
SEMESTRE 9		7 (6.5%)	9 (8.6%)	4 (4.7%)		
SEMESTRE 10		8 (7.5%)	11 (10%)	9 (10%)		
No aplica		10 (9.3%)	13 (12%)	9 (10%)		

Fuente. Elaborado por medio de software JAMOV

La tabla titulada "Estudio actual y semestre vs Conocimientos en PLC" presenta un análisis de los niveles de conocimiento en PLC (bajo, medio y alto) en función de la institución educativa y el semestre actual de los participantes. En cuanto a las instituciones, se incluye el ITM, el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, la Universidad de Antioquia, "Otro", y "No aplica", observándose que los porcentajes de conocimiento en cada nivel varían, pero sin diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). Por ejemplo, en el ITM, el 25% de los participantes tiene conocimientos bajos, el 24% medios y el 14% altos. En términos de semestre, se analizaron desde el Semestre 1 hasta el Semestre 10, además de la categoría "No aplica". Los resultados también indican una distribución heterogénea de conocimientos entre los niveles, como en el Semestre 2, donde el 18% tiene conocimientos bajos, el 8% medios y el 6% altos. Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson con corrección de Holm para múltiples comparaciones, pero no se encontraron diferencias significativas.

Tabla 3. Profesión-Institución de graduación-Experiencia laboral y Proyectos industriales independientes vs Viabilidad de capacitación en PLC.

Variables	N	1. No es viable N = 95 (32%)	2. Es viable N = 112 (38%)	3. Muy viable N = 91 (31%)	p-value	q-value
Profesión	298				0.071	0.29
Ingeniero Eléctrico		17 (18%)	12 (11%)	15 (16%)		
Ingeniero Electrónico		16 (17%)	28 (25%)	9 (9.9%)		
Ingeniero Mecatrónico		23 (24%)	17 (15%)	20 (22%)		
Tecnólogo en Automatización		8 (8.4%)	15 (13%)	17 (19%)		
Técnico Electricista		19 (20%)	18 (16%)	13 (14%)		

Variables	N	1. No es viable N = 95 (32%)	2. Es viable N = 112 (38%)	3. Muy viable N = 91 (31%)	p- value	q- value
Técnico en Electrónica		12 (13%)	22 (20%)	17 (19%)		
Institución de Graduación	298				0.30	0.43
Institución Universitaria Pascual Bravo		16 (17%)	19 (17%)	13 (14%)		
ITM		12 (13%)	20 (18%)	23 (25%)		
Politécnico Jaime Isaza Cadavid		19 (20%)	23 (21%)	9 (9.9%)		
Universidad de Antioquia		19 (20%)	17 (15%)	12 (13%)		
Universidad Nacional de Colombia		14 (15%)	19 (17%)	16 (18%)		
Otra		15 (16%)	14 (12%)	18 (20%)		
Experiencia Laboral	298				0.32	0.43
0-1 año		23 (24%)	28 (25%)	18 (20%)		
1-5 años		24 (25%)	40 (36%)	24 (26%)		
5-10 años		23 (24%)	22 (20%)	19 (21%)		
más de 10 años		25 (26%)	22 (20%)	30 (33%)		
Proyectos Industriales Independientes	298				0.90	0.90
Si		48 (51%)	58 (52%)	49 (54%)		
No		47 (49%)	54 (48%)	42 (46%)		

Fuente. Elaborado por medio de software JAMOVI

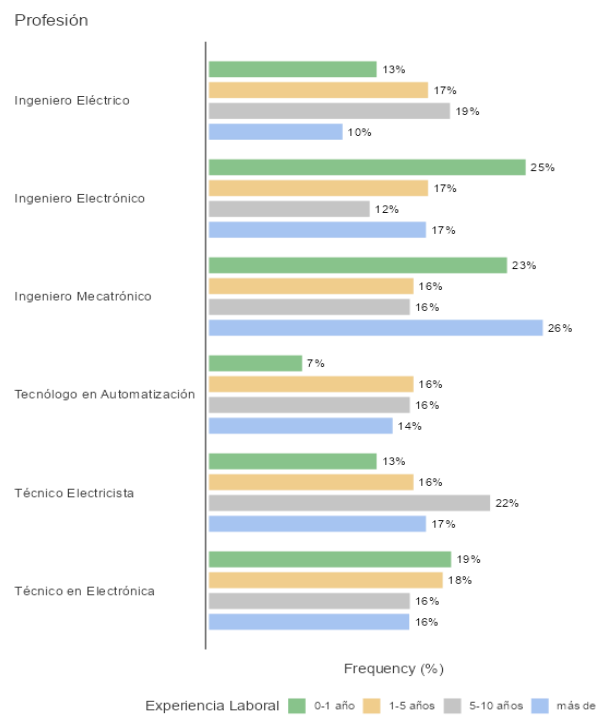
La tabla N° 3 presenta un análisis de viabilidad categorizado en tres niveles: "No es viable" (29%), "Es viable" (38%) y "Muy viable" (31%), considerando variables como profesión, institución de graduación, experiencia laboral y participación en proyectos industriales independientes. En cuanto a la profesión, los ingenieros eléctricos tienen un 18% en la categoría "No es viable", un 15% en "Es viable" y un 19% en "Muy viable". Los técnicos en electrónica muestran una mayor proporción en "Muy viable" (20%), indicando una percepción más positiva de viabilidad en este grupo. Sin embargo, las diferencias entre profesiones no resultan estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). En la institución de graduación, los porcentajes están distribuidos de manera uniforme entre las categorías, sin mostrar un impacto claro en la viabilidad. Instituciones como el Politécnico Jaime Isaza Cadavid y la Universidad de Antioquia presentan proporciones similares entre las tres categorías, con un valor p de 0,43, lo que indica que estas diferencias tampoco son significativas. Respecto a la experiencia laboral, los participantes con 0-1 año de experiencia tienen un 24% en "No es viable", un 28% en "Es viable" y un 23% en "Muy viable". Los que tienen más de 10 años de experiencia presentan un 30% en

"No es viable", pero un mayor porcentaje en "Muy viable" (37%), sugiriendo que la experiencia puede influir ligeramente en la percepción de viabilidad. No obstante, el valor p (0,32) indica que esta tendencia no es significativa.

Finalmente, en los proyectos industriales independientes, quienes han participado presentan mayores porcentajes en "Es viable" (42%) y "Muy viable" (29%), mientras que aquellos que no han participado tienen mayores proporciones en "No es viable" (49%). Sin embargo, estas diferencias tampoco son estadísticamente significativas ( $p = 0,50$ ).

En general, aunque se observan ciertas tendencias en las variables analizadas, ningún resultado presenta diferencias estadísticamente significativas, como lo indican los valores p superiores a 0,05.

Figura 1 Profesiones vs experiencia laboral.

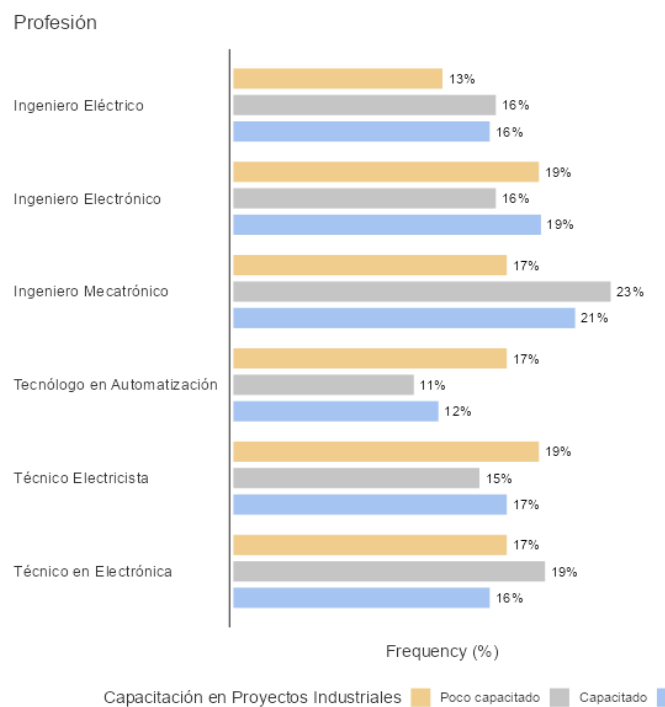


Fuente. Elaborado por medio de software JAMOVI

La gráfica 1 muestra la distribución porcentual de la experiencia laboral según diferentes profesiones técnicas e ingenieriles. Los niveles de experiencia se clasifican en cuatro categorías: 0-1 año, 1-5 años, 5-10 años y más de 10 años.

Se observa que los ingenieros eléctricos presentan una mayor frecuencia en el rango de más de 10 años (18%), aunque también tienen una proporción destacable en los rangos intermedios. Los ingenieros electrónicos muestran un perfil con mayor representación en la categoría de más de 10 años (25%). Los ingenieros mecánicos destacan con una distribución balanceada, teniendo el 26% en el rango más alto de experiencia. En el caso de los tecnólogos en automatización, el nivel más alto de experiencia (más de 10 años) alcanza el 26%, mientras que las categorías iniciales tienen valores menores. Los técnicos electricistas tienen una representación significativa en los rangos de 1-5 años y más de 10 años, mientras que los técnicos en electrónica muestran una distribución equilibrada, aunque la experiencia de más de 10 años predomina con 22%.

Figura 2. Profesiones vs Capacitación en proyectos Industriales.

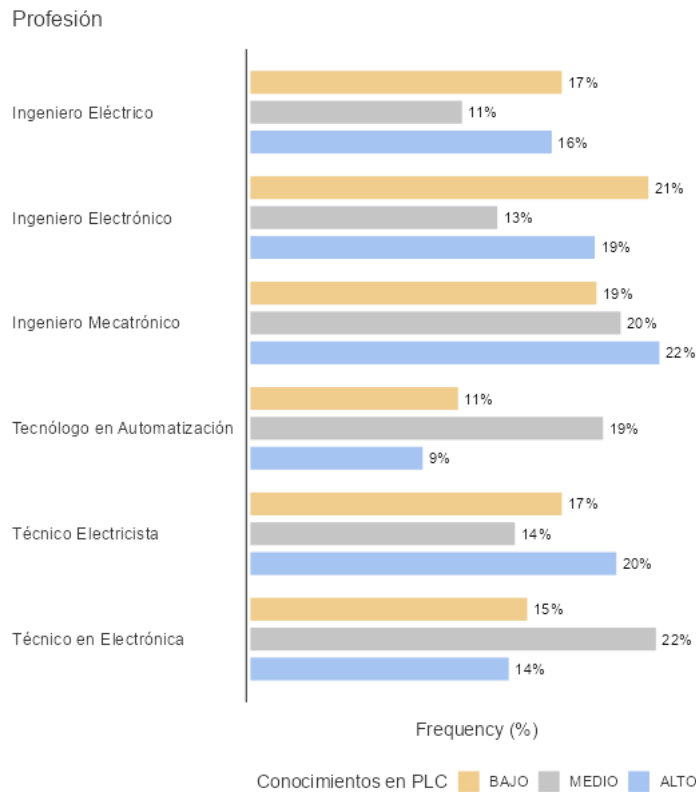


Fuente. Elaborado por medio de software JAMOVI

En la gráfica 2 se muestra la comparación entre las profesiones vs la capacitación en proyectos industriales, donde se observa el porcentaje por cada profesión entre las variables Poco capacitado (color miel), capacitado (color gris) y muy capacitado (color azul) donde se pudo determinar que los Ingenieros Eléctricos tienden a estar capacitados 16% o muy capacitados 16%, mientras que los Ingenieros Electrónicos destacan por un equilibrio entre la poca capacitación 19% y estar muy capacitados 19%, la profesión que resalta por el mayor porcentaje

de capacitación son los Ingenieros Mecatrónicos con un 23% y un 21% muy capacitados, en los niveles de estudio Tecnólogos en automatización y Técnicos Electricistas hay una tendencia a la poca capacitación con un 17% y 19% respectivamente, por otro lado en los Técnicos en Electrónica resalta el porcentaje de capacitación 19%.

Figura 3. Profesiones vs Conocimientos en PLC.



Fuente. Elaborado por medio de software JAMOVI

En esta grafica se muestran los porcentajes de profesiones vs conocimientos en PLC, donde se observan los niveles Bajo (color miel), Medio (color gris) y Alto (color azul), podemos determinar que los Ingenieros Eléctricos tienden al poco conocimiento 17% y otro 16% a un alto conocimiento, en la población de los Ingenieros Electrónicos también podemos observar que en su mayoría tienen poco conocimiento el 21% de la población de estudio y otro 19% tienen un alto conocimiento del tema, los Ingenieros Mecatrónicos en su mayoría tienen alto conocimientos sobre los PLC con 22%, otro 20% tiene conocimiento medio, los Tecnólogos en Automatización con un 19% tienen un conocimiento medio del tema, para los Técnicos Electricista la tendencia

es del 20% en Alto conocimientos, y el 22% de los Técnicos en Electrónica tienen un conocimientos Medio sobre los PLC.

## CONCLUSIONES

### 1.17 Aspectos claves del estudio

La mayoría de las respuestas se distribuyen de manera relativamente equilibrada entre las categorías "No es viable" (29%), "Es viable" (38%) y "Muy viable" (31%), aunque los técnicos en electrónica destacan con una mayor proporción en la categoría "Muy viable" (20%), las diferencias entre profesiones no son estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ), además no se observa un impacto claro de la institución en la percepción de viabilidad, con distribuciones similares entre las categorías. Instituciones como el Politécnico Jaime Isaza Cadavid y la Universidad de Antioquia muestran proporciones uniformes, respaldadas por un valor  $p$  de 0,43.

La experiencia laboral parece influir ligeramente en la viabilidad percibida: quienes tienen más de 10 años de experiencia presentan una mayor proporción en "Muy viable" (37%), mientras que los participantes con menor experiencia (0-1 año) tienen porcentajes más bajos. Sin embargo, estas diferencias tampoco son significativas ( $p = 0,32$ ), por otro lado, los participantes con experiencia en proyectos industriales independientes muestran mayores porcentajes en "Es viable" (42%) y "Muy viable" (29%), mientras que los que no tienen esta experiencia se concentran más en "No es viable" (49%). Aun así, estas diferencias no son estadísticamente significativas ( $p = 0,50$ ).

Aunque se identifican tendencias en los datos que sugieren posibles influencias de la profesión, la experiencia laboral y la participación en proyectos industriales independientes sobre la viabilidad percibida, ninguna de estas diferencias es estadísticamente significativa, como lo indican los valores  $p$  superiores a 0,05. Esto implica que no se puede establecer una relación concluyente entre las variables analizadas y la percepción de viabilidad; la mayoría de las profesiones analizadas presentan una alta representación en el rango de experiencia de más de 10 años, lo que sugiere una tendencia hacia una fuerza laboral madura y consolidada en estas áreas técnicas e ingenieriles, las diferencias específicas por profesión como los Ingenieros electrónicos tienen la mayor proporción en el rango de más de 10 años (25%), los Ingenieros mecatrónicos y tecnólogos en automatización destacan con un 26% en este mismo rango,

mostrando una distribución similar, por otro lado las carreras Tecnológicas y técnicas como los Técnicos electricistas tienen una representación balanceada en los rangos de 1-5 años y más de 10 años, los Técnicos en electrónica también presentan una distribución equilibrada, aunque predomina el rango de más de 10 años con un 22%.

Además, existe una distribución balanceada en algunas profesiones como los ingenieros mecánicos y los técnicos en electrónica muestran un equilibrio en la experiencia, indicando posibles oportunidades de desarrollo profesional en todas las etapas de la carrera; en general, los datos reflejan una predominancia de profesionales experimentados, especialmente en áreas de ingeniería electrónica, mecánica y automatización.

La gran parte de las profesiones analizadas presentan una alta representación en el rango de experiencia de más de 10 años, lo que sugiere una tendencia hacia una fuerza laboral madura y consolidada en estas áreas técnicas e ingenieriles, las diferencias específicas por profesión como los Ingenieros electrónicos tienen la mayor proporción en el rango de más de 10 años (25%), los Ingenieros mecánicos y tecnólogos en automatización destacan con un 26% en este mismo rango, mostrando una distribución similar, por otro lado las carreras Tecnológicas y técnicas como los Técnicos electricistas tienen una representación balanceada en los rangos de 1-5 años y más de 10 años, los Técnicos en electrónica también presentan una distribución equilibrada, aunque predomina el rango de más de 10 años con un 22%.

Además, existe una distribución balanceada en algunas profesiones como los ingenieros mecánicos y los técnicos en electrónica muestran un equilibrio en la experiencia, indicando posibles oportunidades de desarrollo profesional en todas las etapas de la carrera; en general, los datos reflejan una predominancia de profesionales experimentados, especialmente en áreas de ingeniería electrónica, mecánica y automatización.

### **1.18 Implicaciones conceptuales o teóricas**

La creación de un curso virtual de programación de Controladores Lógicos Programables (CLP) tiene varias implicaciones teóricas y conceptuales, tanto en términos de diseño educativo como de contenidos técnicos que abordan principales implicaciones, como la Teoría del Aprendizaje y Enseñanza en Entornos Virtuales, dentro de esta teoría se encuentra el Constructivismo, esta teoría nos dice que los estudiantes construyen su conocimiento a partir de su interacción con el entorno. En el contexto de un curso virtual, se promovería el aprendizaje activo, donde los

estudiantes resuelvan problemas prácticos de programación de CLP como la creación de diagramas de escalera y que apliquen sus conocimientos en simuladores o proyectos reales. también se encuentra el Aprendizaje Autónomo este se da en un entorno virtual, los estudiantes deben ser capaces de gestionar su propio aprendizaje, lo cual implica diseñar el curso de manera que ofrezca materiales accesibles, pero también oportunidades para que los estudiantes exploren y resuelvan problemas de forma independiente, con feedback automático y recursos de apoyo como foros de discusión o tutorías.

La Teoría del Aprendizaje Multimedial se basa en incorporar texto, imágenes, videos y simuladores en el curso, con el fin de ayudar a los estudiantes a entender mejor conceptos abstractos como la programación en lenguaje Ladder, la lógica secuencial y los diagramas de bloques.

También encontramos la Teoría de Diseño Instruccional en donde el Enfoque Modular y Escalable está estructurado en módulos, de manera que los estudiantes puedan dominar los conceptos básicos antes de abordar temas más complejos. Se puede incluir una serie de lecciones que cubran desde los fundamentos de los CLP hasta aplicaciones más avanzadas en la automatización industrial. Dentro de esta teoría se encuentra el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), La programación de CLP. Esta teoría es fundamentalmente práctica, por lo que el curso debe integrar ejercicios prácticos y proyectos que simulen situaciones reales.

Por último, encontramos la evaluación Formativa y Sumativa, esta evaluación debe ser continua, permitiendo que los estudiantes reciban retroalimentación regular para corregir errores y mejorar. Además de exámenes y pruebas, las evaluaciones podrían incluir la resolución de problemas prácticos o la creación de proyectos que demuestren el dominio del contenido.

La creación de un curso virtual de programación de CLPs plantea una serie de implicaciones teóricas y conceptuales relacionadas con el diseño de la instrucción, el uso de tecnologías interactivas, el aprendizaje autónomo, y la accesibilidad de los contenidos. Un curso bien diseñado no solo transmitirá conocimientos técnicos, sino que también fomentará un aprendizaje activo, autónomo y colaborativo que permitirá a los estudiantes aplicar de manera efectiva lo aprendido en situaciones prácticas.

## **RECOMENDACIONES**

### **1.19 Acciones Claves**

Diseñar planes de pago flexibles o becas para quienes no puedan cubrir el costo de los cursos, asegurando que el proyecto alcance a sectores económicamente vulnerables difundiendo los beneficios de la capacitación virtual para romper barreras como la falta de tiempo o ubicación geográfica incluyendo estrategias de marketing digital y convenios con empresas para facilitar el acceso a los cursos, así como también se pueden dividir los cursos en módulos cortos y autónomos para permitir a los usuarios avanzar a su propio ritmo y según su disponibilidad, implementando simuladores virtuales y recursos que permitan la práctica de programación de PLC en un entorno seguro considerando opciones para prácticas presenciales con socios industriales, además de ofrecer tutorías o foros en línea donde los estudiantes puedan resolver dudas y recibir apoyo adicional de expertos en la materia.

### **1.20 Líneas Futuras de Investigación**

Un factor determinante para futuras investigaciones es analizar cómo la capacitación en automatización industrial influye en las oportunidades laborales y el desarrollo profesional de los participantes, explorando la eficacia comparativa entre los métodos de enseñanza virtual y presencial en la programación de PLC, estudiando nuevas tecnologías educativas, como la realidad aumentada o la inteligencia artificial, para enriquecer la experiencia de aprendizaje, Por otro lado, Evaluar cómo hacer los cursos más inclusivos para personas con discapacidades u otras limitaciones particulares, analizando la viabilidad de incluir otros temas relacionados con la automatización industrial y la industria 4.0.

### **1.21 Limitaciones del Estudio para Futuros Investigadores**

Uno de los condicionantes del tema son que no todos los interesados tienen acceso a dispositivos adecuados o conexión a internet de calidad, lo que puede limitar su participación, así como algunos usuarios pueden tener dificultades para adaptarse a la modalidad virtual, especialmente aquellos con poca experiencia tecnológica, además, aunque los cursos sean

económicos, puede haber una saturación de ofertas similares, lo que requiere estrategias sólidas de diferenciación.

Asimismo, los simuladores no siempre logran replicar todas las condiciones de un entorno industrial real, lo que puede limitar el aprendizaje práctico y la personalización y el soporte continuo pueden ser difíciles de mantener a medida que crece el número de participantes, con base en lo anterior estas recomendaciones y consideraciones ayudarán a guiar el desarrollo y el alcance del proyecto, asegurando una implementación efectiva y sostenible.

## REFERENCIAS

- Enrique D. (2017.). Programar PLC: Una destreza vital para el profesional de la automatización industrial. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/programar-plc-una-destreza-vital-para-el-profesional-enrique>
- Automation & Instrumentation, Industry 4.0 Mentoring. (2018, junio, 25). Programar PLC: Una destreza vital para el profesional de la automatización industrial [Publicación]. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/programar-plc-una-destreza-vital-para-el-profesional-enrique>
- Automatizacion Industrial, Robótica e Industria 4.0 InfoPLC. (2023, Julio, 29). Curso iniciación a los autómatas PLC-1-antecedentes. InfoPLC. <https://www.infoplac.net/documentacion/5-automatas/3482-curso-iniciacion-autmatas-1-antecedentes>
- Curso iniciación a los autómatas PLC-1-antecedentes <https://www.infoplac.net/documentacion/5-automatas/3482-curso-iniciacion-autmatas-1-antecedentes>
- Delgado, Martínez. E. (2017, octubre, 17). MAS DE 50 AÑOS DEL PLC DE DICK MORLEY. Enrique Delgado Martínez Especialista en ingeniería de Instrumentación, Control y Automatización de Procesos Industriales. <https://intrave.wordpress.com/2017/10/17/dick-morley-a-50-anos-del-plc/>
- Mas de 50 años del PLC de Dick Morley. (17 octubre del 2017). Retrospectiva de Richard Dick Morley como el padre del PLC. <https://intrave.wordpress.com/2017/10/17/dick-morley-a-50-anos-del-plc/>
- [rubenasquez](https://www.youtube.com/watch?v=koVQjEv9qro) (2020, Julio 31). Norma IEC61131 para PLCs. [Vídeo]. youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=koVQjEv9qro>
- Politecnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. (2020, Julio 31). Explicación del origen y conceptos de la norma IEC61131. [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=koVQjEv9qro>

- Sampieri, R. H. (2018). Definición del alcance de la investigación en la ruta cuantitativa: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. McGraw-Hill interamericana. <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.uniminuto.edu/stage.aspx?il=6443&pg=264&ed=>
- Sampieri, R. H y Mendoza Torres, C. P. (Eds.). (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill interamericana. <https://www-ebooks7-24-com.ezproxy.uniminuto.edu/stage.aspx?il=6443&pg=264&ed=>
- Petruzella, F. D. (2022). Programmable Logic Controllers. New York: McGraw-Hill Education. <https://es.slideshare.net/slideshow/controladores-lgicos-programables-por-frank-d-petruzellapdf-251613584/251613584>
- John W. Webb, Ronald A. Reis. (1999). Programmable Logic Controllers: Principles and Applications. Upper Saddle River: Prentice Hall. [https://www.google.com.co/books/edition/Programmable\\_Logic\\_Controllers/z9dSAAAAMAAJ?hl=es-419&gbpv=0&bsq=Programmable%20Logic%20Controllers:%20Principles%20and%20Applications.%20Upper%20Saddle%20River:%20Prentice%20Hall](https://www.google.com.co/books/edition/Programmable_Logic_Controllers/z9dSAAAAMAAJ?hl=es-419&gbpv=0&bsq=Programmable%20Logic%20Controllers:%20Principles%20and%20Applications.%20Upper%20Saddle%20River:%20Prentice%20Hall).
- Chen, L., Zhang, J., & Wang, H. (2021). Advances in programmable logic controllers in the era of Industry 4.0. Journal of Industrial Automation and Control, 45(2), 123–134. [https://www.researchgate.net/publication/342755816\\_Programmable\\_Logic\\_Controllers\\_in\\_the\\_Context\\_of\\_Industry\\_4\\_0](https://www.researchgate.net/publication/342755816_Programmable_Logic_Controllers_in_the_Context_of_Industry_4_0)
- Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum. [https://www.google.com.co/books/edition/La\\_cuarta\\_revoluci%C3%B3n\\_industrial/BRonDQAAQBAJ?hl=es-419](https://www.google.com.co/books/edition/La_cuarta_revoluci%C3%B3n_industrial/BRonDQAAQBAJ?hl=es-419)

## ANEXOS

### 1.22 Encuesta:

#### Anexo A

[https://docs.google.com/forms/d/11Pj7PypKQnlifWlHS\\_PNmmH6KgIMMEGMxt\\_UTYNNVZ4/prefill](https://docs.google.com/forms/d/11Pj7PypKQnlifWlHS_PNmmH6KgIMMEGMxt_UTYNNVZ4/prefill)

### 1.23 Respuestas de encuestas, Cuadro de variables y Codificacion.

#### Anexo B

[https://uniminuto0-my.sharepoint.com/:x/r/personal/juan\\_cuadrado-e\\_uniminuto\\_edu\\_co/\\_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B72000421-5506-4B3E-AC93-6357937CF40A%7D&file=Encuesta\\_Antioquia.xlsx&action=default&mobileredirect=true](https://uniminuto0-my.sharepoint.com/:x/r/personal/juan_cuadrado-e_uniminuto_edu_co/_layouts/15/Doc.aspx?sourcedoc=%7B72000421-5506-4B3E-AC93-6357937CF40A%7D&file=Encuesta_Antioquia.xlsx&action=default&mobileredirect=true)Anexo C