

Uso de un laboratorio virtual de automatización industrial y su relación con la actitud hacia el aprendizaje de estudiantes de ingeniería

Salvador Acosta Haro

*Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
en el Tecnológico Nacional de México/Campus Los Mochis (México)*
salvador.ah@mochis.tecnm.mx | <https://orcid.org/0000-0002-9101-6467>

Extracto

Actualmente vivimos en un entorno muy competitivo en todos los aspectos de la vida, en especial en la educación superior; por ello, los estudiantes (hombres y mujeres) de ingeniería deben prepararse para afrontar los retos de un mundo cada vez más globalizado, por lo que es necesario promover la calidad educativa en las instituciones de educación superior, algo que se enmarca en el objetivo 4 de desarrollo sostenible promovido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). El objetivo de este trabajo de investigación es determinar la relación del uso de un laboratorio virtual de automatización industrial y la actitud hacia el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Los Mochis. El *software* utilizado para la programación es LabVIEW y, para recrear virtualmente los procesos industriales y la simulación de planta, se usó Factory I/O. Respecto a la metodología, se basa en un enfoque cuantitativo con alcance correlacional. Para la recolección de los datos se tomó una muestra intencionada de 34 estudiantes de la asignatura Control de Procesos a través de una actividad práctica con un laboratorio físico tradicional y de otra actividad en la que se utilizó un laboratorio virtual de automatización. El diseño empleado fue con un grupo experimental con preprueba y posprueba. Para la recolección de los datos se utilizó un instrumento con escala tipo Likert. Los resultados indican un impacto positivo; un incremento estadísticamente significativo en la dimensión «confianza y seguridad»; un incremento positivo en las dimensiones «autonomía en el aprendizaje», «percepción de utilidad» y «trabajo individual y en equipo»; y una disminución estadísticamente no significativa en la dimensión «interés y motivación».

Palabras clave: educación superior; calidad educativa; laboratorio virtual; automatización; actitud del estudiante; aprendizaje; simulación.

Recibido: 25-01-2025 | Aceptado: 08-05-2025 | Publicado (por anticipado): 22-07-2025

Cómo citar: Acosta Haro, S. (2025). Uso de un laboratorio virtual de automatización industrial y su relación con la actitud hacia el aprendizaje de estudiantes de ingeniería. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 32, 210-234. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24325>

Use of virtual lab of industrial automation and its relationship with learning attitudes in engineering students

Salvador Acosta Haro

*Chair of the Department of Electrical and Electronic Engineering
at the Tecnológico Nacional de México/Campus Los Mochis (Mexico)*
salvador.ah@mochis.tecnm.mx | <https://orcid.org/0000-0002-9101-6467>

Abstract

Currently, we live in a highly competitive environment in all aspects of life, particularly in higher education. Therefore, engineering students (men and women) must prepare to face the challenges of an increasingly globalized world, making it essential to promote educational quality in higher education institutions, which is currently aligned with goal 4 of the sustainable development goals promoted by the United Nations (UN). The objective of this study was to determine the relationship between the use of a virtual industrial automation laboratory and the attitude towards learning among mechatronics engineering students at the Instituto Tecnológico de Los Mochis. The software used for programming was LabVIEW, while Factory I/O was utilized to virtually recreate industrial processes and plant simulation. Regarding the methodology, the study followed a quantitative approach. Data collection involved a purposive sample of 34 students enrolled in the Process Control course. These students participated in a practical activity using both a traditional physical laboratory and a virtual automation laboratory. The design employed was an experimental group with pretest and posttest measurements. The study was designed as an experimental group with a pre-test and post-test, and data were collected using a Likert-scale instrument. The results indicate a positive impact and a statistically significant increase in the «confidence and security» dimension, as well as a positive increase in the dimensions of «autonomy in learning», «perception of usefulness», and «individual and team work». However, there was a statistically non-significant decrease in the «interest and motivation» dimension.

Keywords: higher education; quality of education; virtual laboratory; automation; student attitude; learning; simulation.

Received: 25-01-2025 | Accepted: 08-05-2025 | Published (preview): 22-07-2025

Citation: Acosta Haro, S. (2025). Use of virtual lab of industrial automation and its relationship with learning attitudes in engineering students. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 32, 210-234. <https://doi.org/10.51302/tce.2025.24325>

Sumario

1. Introducción
 2. Objetivo
 - 2.1. Laboratorios virtuales
 - 2.2. Clasificación de los laboratorios virtuales
 - 2.3. Relación con las teorías educativas
 - 2.3.1. Interés y motivación
 - 2.3.2. Confianza y seguridad
 - 2.3.3. Autonomía en el aprendizaje
 - 2.3.4. Percepción de utilidad
 - 2.3.5. Trabajo individual y en equipo
 3. Método
 - 3.1. Tipo de estudio
 - 3.2. Población y muestra
 - 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos
 - 3.4. Técnicas de análisis
 - 3.5. Descripción de la actividad práctica
 4. Resultados
 - 4.1. Fiabilidad del instrumento
 - 4.2. Prueba de normalidad de los datos
 - 4.3. Resultados promedio por dimensión
 - 4.4. Prueba de significancia estadística
 - 4.5. Análisis de correlaciones de Pearson para el laboratorio físico tradicional
 - 4.6. Análisis de correlaciones de Pearson para el laboratorio virtual
 5. Discusión
 6. Conclusión
- Referencias bibliográficas

Nota: el autor del artículo declara que todos los procedimientos llevados a cabo para la elaboración de este trabajo de investigación se han realizado de conformidad con las leyes y directrices institucionales pertinentes. Asimismo, el autor del artículo ha obtenido el consentimiento informado (libre y voluntario) por parte de todas las personas intervinientes en este estudio de investigación.

1. Introducción

En la actualidad, el uso de la tecnología ha impactado en todos los ámbitos de la vida, sobre todo en la educación, donde el empleo de ordenadores en los procesos de enseñanza-aprendizaje se ha incrementado drásticamente. Asimismo, retomando el modelo educativo del siglo XXI, que incluye, dentro de sus planteamientos, el desarrollo de competencias profesionales, se destaca la importancia del docente en el proceso formativo del estudiante. En este contexto, el profesorado debe impulsar entornos de aprendizaje más innovadores, los cuales tengan en cuenta nuevas pedagogías que formen a los estudiantes para que estos sean capaces de dar respuesta a las exigencias de la vida cotidiana y del trabajo (Gurría *et al.*, 2019).

Según Yildirim (2021) y Rosli e Ishak (2024), se plantean nuevos retos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, particularmente en lo referente a la integración de elementos multimedia en las actividades educativas, que aseguren el ritmo tecnológico en las aulas. El aprendizaje será más significativo si en alguna etapa del proceso el estudiante participa activamente a través del análisis, la experimentación y la toma de decisiones. Los resultados de aprendizaje mejoran de manera notable con el uso de las herramientas computacionales, sobre todo cuando se utilizan como base para el aprendizaje de las ciencias e ingeniería, las cuales, para su correcta interiorización, requieren tanto de teoría como de actividades prácticas. Estas actividades se llevan a cabo habitualmente en un laboratorio físico tradicional (Betancourt Ramos *et al.*, 2023).

Por otro lado, al experimentar con laboratorios virtuales, el estudiante desarrolla habilidades cognitivas y destrezas prácticas que le facilitan la aplicación de los conocimientos adquiridos en la resolución de los problemas del mundo que le rodea. Sin embargo, a pesar de que el laboratorio virtual es un entorno ideal para la experimentación, también presenta limitaciones, tales como la falta de infraestructura tecnológica, específicamente la relativa a un equipo de cómputo con las características adecuadas, la conexión a internet, además de una óptima preparación y capacitación del personal docente que permita maximizar el potencial de los laboratorios virtuales (Jaime Torres e Ibarra Padilla, 2024).

Los estudiantes, al interactuar en laboratorios físicos tradicionales con elementos de diferente tipo, se enfrentan a situaciones en las que se pone en riesgo su seguridad, ya que, normalmente, manipulan materiales peligrosos, o bien se exponen a diferentes variables físicas peligrosas, sin olvidarnos del costo elevado de los equipos industriales. Esto no implica que estas actividades dejen de llevarse a cabo, pero sí es necesario una preparación

previa por parte de los estudiantes para que estos conozcan el comportamiento de las variables físicas. Ahí radica la importancia de los laboratorios virtuales, pues, a través del uso de *softwares*, se simulan los procesos de manera virtual, manipulando e identificando los efectos de las variables. Estas herramientas son de gran apoyo cuando no se dispone del equipo necesario en los laboratorios físicos debido a su alto precio. Esto es lo que ocurre en el caso del aprendizaje de la automatización industrial, donde se hace uso de diferentes tipos de sensores, actuadores y maquinaria inaccesible para muchos laboratorios en las instituciones educativas de educación superior. Los laboratorios virtuales no pretenden reemplazar ni competir con los laboratorios físicos tradicionales, sin embargo, son una alternativa capaz de proporcionar a los estudiantes beneficios de aprendizaje, tales como realizar predicciones, mejorar la capacidad para resolver problemas prácticos, probar metodologías científicas y observar resultados inmediatos (Akinola y Odalejo, 2020).

2. Objetivo

El objetivo general (OG) de la presente investigación es el siguiente:

OG. Analizar la relación entre el uso de un laboratorio virtual de automatización industrial con la actitud hacia el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.

La actividad en el laboratorio virtual fue diseñada con el *software* LabVIEW. Para la visualización de la planta y el proceso industrial se utilizó Factory I/O. La pregunta de investigación planteada es la siguiente:

¿Cómo impacta el uso de un laboratorio virtual en la actitud hacia el aprendizaje de la automatización industrial en estudiantes de ingeniería?

La respuesta a la pregunta de investigación se inicia con una revisión teórica y conceptual sobre los temas de laboratorios virtuales y actitud hacia el aprendizaje. En la primera parte del documento se analiza la teoría existente sobre estos tipos de laboratorio; posteriormente, los aspectos pedagógicos que intervienen en el desarrollo de las actividades y las dimensiones de la variable dependiente, la cual es identificada como la actitud hacia el aprendizaje de la automatización industrial. Por otro lado, la variable independiente identificada como el uso de un laboratorio para el aprendizaje de automatización industrial fue, en este caso, un laboratorio físico tradicional y uno virtual. La investigación es pertinente, ya que se encuadra en la línea de investigación de la automatización industrial y se justifica porque se enmarca dentro de uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible de la ONU:

educación de calidad. La hipótesis planteada es que el laboratorio virtual de automatización impacta de manera positiva e incrementa significativamente la actitud hacia el aprendizaje del tema de la automatización industrial.

2.1. Laboratorios virtuales

Según Rosli y Ishak (2024), el uso de las herramientas del laboratorio virtual en contextos educativos ofrece numerosas ventajas, ya que se apoya en elementos contextuales, simulaciones y animaciones que tienen como objetivo el desarrollo de habilidades blandas, como la creatividad y el pensamiento crítico (Singhai, 2019). En el informe sobre los laboratorios virtuales llevado a cabo por expertos de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), este organismo los define como «un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías difundidas de información y comunicación» (UNESCO, 2000, p. 3).

Además, en este informe, la UNESCO señala que los objetivos pedagógicos de un laboratorio virtual son diferentes de los laboratorios físicos tradicionales y hace especial énfasis en que un laboratorio virtual no suplanta a un laboratorio físico tradicional, y tampoco compiten entre ellos. Los laboratorios virtuales abren nuevas perspectivas, aún sin explorar totalmente en los laboratorios físicos tradicionales, además de los costos que estos últimos conllevan. El «laboratorio virtual» se describe como un medio digital que se utiliza para la realización de prácticas que pueden ser controladas por computadoras o dispositivos móviles con la finalidad de alcanzar objetivos de aprendizaje sin la necesidad de utilizar equipos industriales reales (Solikhin *et al.*, 2022).

En los laboratorios virtuales se utilizan componentes virtuales simulados, lo que permite, en el área de automatización, visualizar los elementos de una planta, tales como botones de arranque y paro, bandas, diferentes tipos de sensores, pistones, etc. Uno de los beneficios del uso de laboratorios virtuales es que no requieren espacio físico, el precio es menor y son fácilmente escalables. Triana Ortiz *et al.* (2020) concluyen que los laboratorios remotos y virtuales complementan la formación experimental del estudiante en el aprendizaje de las ciencias y de la ingeniería. Además, se han identificado ventajas, como la reducción de costes para las universidades y la posibilidad de visualizar con mayor claridad las variables estudiadas, lo que permite un nivel alto de apropiación del conocimiento.

De acuerdo con García Moreno (2020), la «automática» es la ciencia y la técnica que aborda la automatización, integrando distintas áreas teóricas y tecnológicas que se enfocan en el diseño, el desarrollo y el uso de sistemas automáticos, la cual se relaciona con las matemáticas, la estadística, la teoría de la información, la informática y las técnicas de ingeniería, que integra en su conjunto los elementos y dispositivos tecnológicos que aseguran el control y el buen comportamiento de un proceso industrial. Además, Michelena Grandío *et al.* (2022) indican que el propósito de la automatización ha sido la disminución

de los precios de fabricación, el aumento de la calidad en la producción y la disminución de la carga de actividades repetitivas, peligrosas e insalubres realizadas por las personas en la industria. Los elementos tecnológicos utilizados en la implementación de automatismos, tales como sensores, actuadores, transductores y dispositivos funcionales de aplicación específica, están al alcance de los estudiantes a través del laboratorio virtual propuesto en la presente investigación.

En los últimos años, países como México, Perú y España han incrementado la demanda de personal capacitado en las áreas de automatización industrial. Este aumento también se observa en la región norte de Sinaloa, que ofrece los servicios educativos al Tecnológico Nacional de México/Campus Los Mochis, por lo que la necesidad de tener laboratorios que dispongan de plantas reales es indispensable. Sin embargo, la realidad que se observa en muchas instituciones, sobre todo en ciudades pequeñas, es la escasez o la inexistencia de estos equipos. Un ejemplo que conocemos gracias a Borjas y Borjas (2019) es el de la Universidad Alonso de Ojeda (Venezuela), que no contaba con este tipo de laboratorios y donde la necesidad estaba latente, por lo que se vieron en la obligación de implementar laboratorios virtuales. Estos laboratorios virtuales promueven una cultura de innovación y experimentación en la que los estudiantes pueden realizar pruebas y experimentos sin el riesgo de dañar equipos costosos, y fomentan una mayor exploración y creatividad en los procesos de aprendizaje. Esta libertad para experimentar es fundamental para el desarrollo de habilidades críticas en el ámbito de la automatización industrial, donde la resolución de problemas y la capacidad de adaptación son esenciales.

Estudios documentales como el de Piñeres Retamoza (2022), en el que se analizó el efecto de los laboratorios virtuales en la motivación y el desempeño de los estudiantes, indican que este tipo de laboratorios permiten aumentar el interés, facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje y, además, desarrollan habilidades blandas, tales como responsabilidad, trabajo en equipo y autoaprendizaje. Otra experiencia de uso de laboratorios virtuales, como la planteada por Hurtado Chong *et al.* (2023), describe los avances y beneficios logrados en la docencia relacionada con las áreas de ingeniería. Este estudio se enfocó en la implementación de modelos virtuales de máquinas físicas en los temas de neumática y pruebas mecánicas. Los resultados evidenciaron el poder didáctico de los laboratorios virtuales para la comprensión de conceptos relacionados con la ingeniería, además de otros beneficios colaterales, tales como que el equipo virtual no es susceptible de sufrir daños; la seguridad en el uso, al no haber riesgo de accidentes; y el ahorro de costos de mantenimiento del equipo físico. Algunos experimentos han reportado que la implementación de laboratorios virtuales podría causar fatiga visual entre los estudiantes y problemas ergonómicos debido al tiempo prolongado frente a las pantallas del ordenador y por la falta de pausas durante las actividades prácticas (Akinola y Odalejo, 2020; Rosli y Ishak, 2024).

Finalmente, investigaciones recientes desarrolladas por Sapriati *et al.* (2023) revelaron la efectividad de los laboratorios virtuales utilizados con asignaturas en la modalidad virtual. En este estudio se observaron incrementos positivos en aspectos como el desempeño de los estudiantes y una mejor experiencia social activa.

2.2. Clasificación de los laboratorios virtuales

Según Heradio *et al.* (2015), los laboratorios se dividen de acuerdo con su ubicación –acceso local o remoto– y según la interacción con ellos –entorno real o simulado– (véanse cuadro 1 y figura 1):

- **Laboratorio con acceso local y entorno real (laboratorio físico tradicional).** Este tipo es el más conocido y utilizado, ya que se usa de manera tradicional. La interactividad con los materiales y elementos que lo componen es real. Normalmente, es el más recomendado para lograr las competencias de los programas educativos en todos los niveles; sin embargo, y por cuestión de recursos, para muchas instituciones educativas no es posible mantener en buenas condiciones este tipo de laboratorios. Además, existe la limitación de no poder contar con todos los elementos de una planta real dentro del centro educativo, por lo que los estudiantes solo pueden tener contacto físico con algunos equipos y ordenadores que controlan el proceso de la planta real.
- **Laboratorio con acceso local y entorno simulado (laboratorio virtual con acceso local).** Los laboratorios presenciales con plantas simuladas normalmente son accesibles a través de ordenadores localizados en espacios, como centros de cómputo, o bien a través de los ordenadores personales de los estudiantes. Utilizan *softwares* para recrear plantas de experimentación donde se utilizan de forma virtual los elementos que se encontrarían en una planta industrial. El estudiante experimenta en un entorno basado en un *software*. La interfaz de experimentación es simulada.

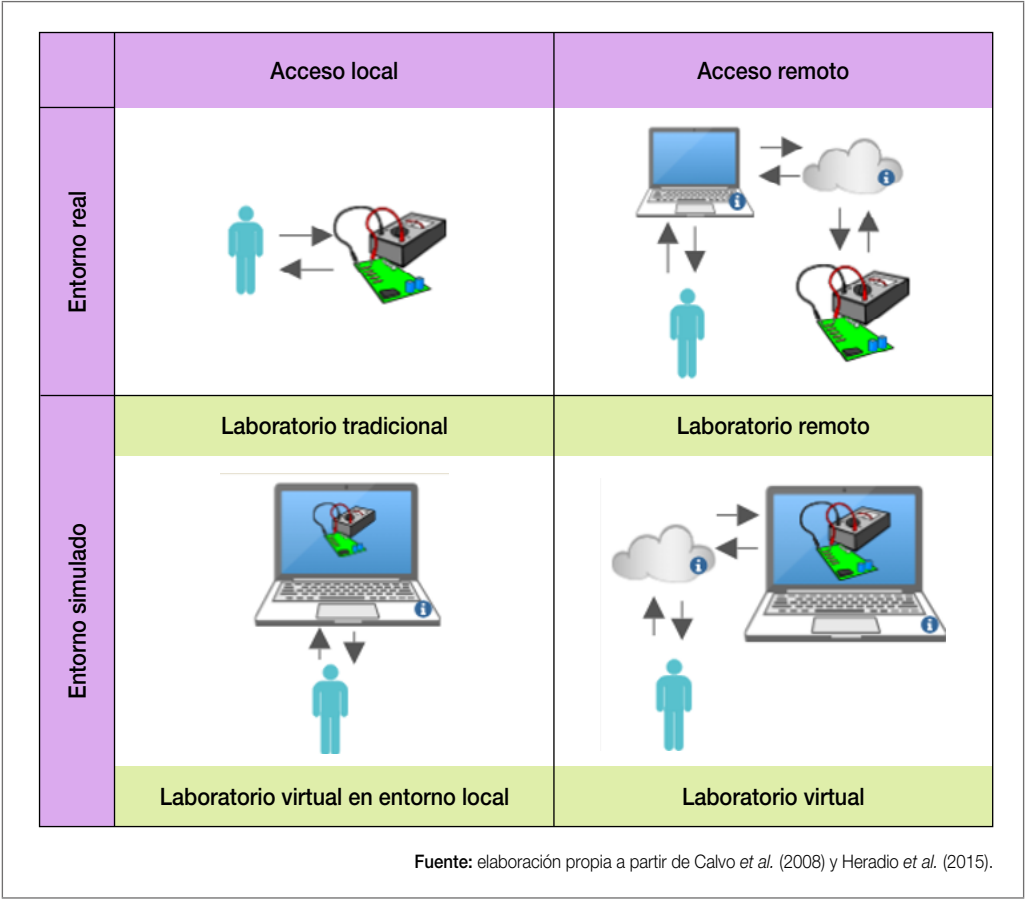
Este tipo de laboratorios también es conocido como «laboratorio virtual mono-usuario», ya que el estudiante posee su propio equipo y acceso al entorno virtual de manera individual.
- **Laboratorio con acceso remoto y entorno real (laboratorio remoto).** La característica principal de este laboratorio es que se trata de una planta real a la que se accede de manera remota a través de internet. Utiliza *hardwares*, como *webcams*, robots, tarjetas de adquisición de datos, etc., y *softwares* para la sensación de proximidad con el equipo. El estudiante puede operar y controlar la planta de experimentación real.
- **Laboratorio con acceso remoto y entorno simulado (laboratorio virtual).** A este laboratorio se accede normalmente a través de internet. Utiliza tecnología computacional para la recreación de fenómenos físicos a través de diferentes lenguajes de programación. Es ampliamente utilizado para el aprendizaje de las ciencias. El estudiante opera con la interfaz de experimentación en una plataforma virtual a través de internet. Una de las características de dicha interfaz es que puede ser utilizada de manera simultánea por varios usuarios.

Cuadro 1. Tipos de laboratorios

		Interacción	
		Entorno real	Entorno simulado
Ubicación	Acceso local	Laboratorio presencial con plantas reales (laboratorio físico tradicional).	Laboratorio presencial con plantas simuladas (laboratorio virtual con acceso local).
	Acceso remoto	Teleoperación de una planta real (laboratorio remoto).	Laboratorio remoto con plantas simuladas (laboratorio virtual).

Fuente: Heradio *et al.* (2015).

Figura 1. Clasificación de los laboratorios



Para la presente investigación se trabajará con el tipo de laboratorio denominado «laboratorio virtual en entorno local», ya que los estudiantes tendrán acceso al *software* de programación y al de simulación de la planta de automatización industrial a través de sus ordenadores.

2.3. Relación con las teorías educativas

Abordar el aprendizaje en sus procesos virtuales es retomar la teoría del aprendizaje constructivista. Según la Real Academia Española (RAE), el «aprendizaje» es la acción y el efecto de aprender algún arte, oficio u otras cosas. Desde el punto de vista constructivista, el aprendizaje se construye. El estudiante va formando sus conocimientos a partir de su propia forma de pensar, de ser y de describir la información, y es el responsable final de participar activamente en su proceso de aprendizaje. La teoría constructivista ha sido concebida por varios autores. Uno de los pioneros fue Piaget, quien consideraba que los individuos forman su propia manera de comprender el mundo que los rodea a partir de sus vivencias y experiencias, además de sus conocimientos previos, por lo que el aprendizaje se considera como un proceso social, activo y contextualizado, en el cual el individuo participa de forma activa en la construcción de su conocimiento (Geels, 2020). Por otro lado, Sánchez Sánchez (2019) y Martínez-Alvarez y Martínez-López (2024) señalan las aportaciones de Vigosky, para quien el aprendizaje es un proceso más social, lo cual da importancia a la interacción social del estudiante. Estos autores indican que el punto de partida para lograr el aprendizaje duradero y significativo son los conocimientos y las experiencias previas, además de la interacción con otros estudiantes, donde destaca el impacto del entorno en el aprendizaje.

Díaz Barriga Arceo y Hernández Rojas (2010) sostienen que el aprendizaje posee un fuerte componente afectivo, por lo que las actitudes juegan un papel crucial. Entre ellas está el autoconocimiento, el establecimiento de motivos, las metas personales y la disposición por aprender. Además, estos autores señalan que el aprendizaje debe contextualizarse, por lo que es necesario que los estudiantes practiquen en entornos realistas como los proporcionados por los laboratorios virtuales.

Por otro lado, la teoría de Mayer (2014) sobre el aprendizaje multimedia indica que un sujeto logra la construcción de representaciones mentales ante una presentación multimedia; es decir, logra construir conocimiento. Mayer define textualmente el término «multimedia» como la presentación de material verbal y pictórico. El «material verbal» se refiere a las palabras, como texto impreso o texto hablado, y el «material pictórico» abarca imágenes estáticas (ilustraciones, gráficas, diagramas, mapas, fotografías, etc.) y también imágenes dinámicas (animaciones, simulaciones o videos).

Además, Mayer señala la importancia de explorar diferentes formas de presentación de los contenidos a los estudiantes. Indica que hacer un uso excesivo de palabras o textos

llega a saturar el procesamiento de información y, por tanto, la asimilación de esta. Como consecuencia, se limita el aprendizaje significativo. El uso de los laboratorios virtuales se sustenta en la teoría multimedia, ya que se contextualiza el proceso de aprendizaje porque este adquiere un sentido. Además, en este tipo de laboratorios se expone al estudiante a diferentes formas de estimulación sensorial al procesar texto, imágenes, simulaciones, procesos mentales y cognitivos que aportan a la construcción del conocimiento y, por ende, al aprendizaje significativo.

A continuación, se analizan las dimensiones de la variable dependiente utilizada en la presente investigación, la cual está definida como «actitud hacia el aprendizaje de la automatización industrial con un laboratorio virtual».

2.3.1. Interés y motivación

Díaz Barriga Arceo y Hernández Rojas (2010) sostienen que lograr el aprendizaje significativo no solo depende de factores intelectuales, sino que también es importante y necesaria la disposición y la voluntad por aprender, por lo que, sin este componente, cualquier esfuerzo estará destinado al fracaso. Esta motivación no depende exclusivamente del estudiante, sino que también es responsabilidad del docente, pues este ha de crear un ambiente adecuado para que el aprendizaje se dé, sin tener que llegar a aplicar esquemas de tipo conductista. El docente es responsable de crear las actividades académicas, los recursos y apoyos didácticos, y de decidir la forma de evaluar con la finalidad de que el estudiante logre el interés y la motivación para apropiarse de los conocimientos. De acuerdo con Yildirim (2021), los estudiantes, al hacer uso de laboratorios virtuales, obtienen mejores resultados, ya que se les facilita el aprendizaje por la representación visual de los conceptos teóricos y los procesos prácticos, lo que provoca un efecto positivo en el interés, el entusiasmo y la motivación. Los laboratorios virtuales son herramientas didácticas que permiten adquirir conocimiento, provocando el interés por el aprendizaje de los temas de las ciencias y la ingeniería, además de que generan interés y mejoran la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias.

2.3.2. Confianza y seguridad

En muchas asignaturas de los diferentes programas de estudio de ciencias e ingeniería se requieren actividades prácticas. Cuando el estudiante se expone a este tipo de actividades directamente en un laboratorio físico tradicional, con plantas reales, es decir, donde el estudiante manipula los materiales y las herramientas con sus manos, en muchas ocasiones no siente la confianza suficiente, ya que hay muchos utensilios y diferentes variables que pueden suponer un riesgo. Utilizar los laboratorios virtuales como paso previo a prácticas reales es de gran utilidad porque permite transmitir confianza al estudiante en relación con diversas variables físicas que manejará posteriormente, aumentando con esto la experien-

cia y el conocimiento adquirido en la actividad práctica. Existen diferentes situaciones en las que el uso del laboratorio virtual aumentará la seguridad del estudiante (por ejemplo, al presionar un botón que podría ser incorrecto, al hacer una conexión equivocada, al realizar un mal cálculo que podría provocar un cortocircuito, al manejar de forma insegura algunos materiales, etc.), lo que al final repercutirá en que realice una actividad práctica sin miedo, y esto generará el ambiente adecuado para un aprendizaje significativo. Ambusaidi *et al.* (2018) señalan que el nacimiento de los laboratorios virtuales se debe a que los laboratorios físicos tradicionales cuentan con tres limitaciones: los estudiantes solo pueden realizar un número limitado de pruebas y ejercicios de laboratorio por la escasa disponibilidad de tiempo y los recursos limitados; la falta de garantía de seguridad de los estudiantes mientras trabajan en las prácticas; y el alto precio de los materiales, de los instrumentos y de los equipos.

2.3.3. Autonomía en el aprendizaje

Los laboratorios virtuales, como herramienta pedagógica innovadora, fortalecen el autoaprendizaje. Desde la teoría constructivista, los estudiantes, cuando interactúan con estas herramientas tecnológicas, construyen de manera activa el conocimiento al permitirles explorar conocimientos técnicos de manera repetida y sin limitaciones. Además, desde la perspectiva de la teoría del aprendizaje autónomo, que permite conocer cómo el estudiante puede responsabilizarse de su propio aprendizaje, Zaldivar Colado (2019) –basándose en las aportaciones de Jonnasen y Rorher-Murphy (1999)– señala que el aprendizaje autónomo es esencial, ya que el estudiante debe asumir un rol activo en el proceso de aprendizaje como constructor de su propio conocimiento. La tecnología juega un papel muy importante en el aprendizaje activo dentro de entornos virtuales, específicamente, en los laboratorios virtuales, como herramienta mediadora que potencia el pensamiento crítico y activo en el estudiante. También se destacan los siguientes principios clave para lograr un exitoso aprendizaje autónomo en los estudiantes: aprender haciendo, uso intencional de la tecnología, resolución de problemas, diseño de ambientes constructivistas e intencionalidad y reflexión. Estos principios son proporcionados con la implementación de los laboratorios virtuales.

2.3.4. Percepción de utilidad

Este punto señala la percepción que tiene el estudiante cuando usa este tipo de laboratorios: le ayuda a desarrollar habilidades prácticas, a aprender símbolos, a conocer piezas y partes de elementos de un proceso de automatización, a relacionar la teoría con la práctica y a predecir posibles resultados. Los laboratorios virtuales contribuyen a desarrollar habilidades de investigación y de análisis, a adquirir conocimientos en temas de ingeniería, y permiten desarrollar conceptos y aumentar la capacidad de análisis. Estudios relacionados con la percepción y utilidad de los laboratorios virtuales sostienen que los estudiantes dan valor a esta herramienta como un paso importante de la teoría a la práctica, el cual pone a prueba los modelos estudiados. Dichos resultados dan relevancia al uso de estas herramientas como estrategia didáctica (Colmenares, *et al.*, 2018).

2.3.5. Trabajo individual y en equipo

Finalmente, el trabajo individual y en equipo orientado al logro, así como la posibilidad de compartir información de los resultados obtenidos, representan algunas de las principales ventajas de las actividades prácticas realizadas en los laboratorios virtuales. En esta dimensión se identifica cómo fueron las experiencias individuales y colaborativas desarrolladas. Díaz Barriga Arceo y Hernández Rojas (2010) destacan que el aprendizaje es un proceso ciertamente individual, el cual se potencia de manera significativa mediante la interacción social y la colaboración. Ya señalaba Vygotsky que el aprendizaje es un proceso de interacción social y la base del aprendizaje, sobre todo cuando existen estudiantes más especializados, lo que permite que se comparta el conocimiento dentro del grupo de trabajo, por lo que la interacción que los estudiantes tienen al utilizar los laboratorios virtuales puede promover un aprendizaje más profundo, significativo, y potenciarse más si este se trabaja en equipo.

3. Método

3.1. Tipo de estudio

Este estudio de investigación parte de un paradigma positivista con un enfoque cuantitativo y un alcance correlacional, ya que se busca determinar la relación de la variable independiente –uso de un laboratorio virtual de automatización– con la variable dependiente –actitud hacia el aprendizaje–. Para determinar tal relación se usó un diseño preexperimental con grupo experimental, así como preprueba y posprueba (véase cuadro 2).

Cuadro 2. Diseño de investigación

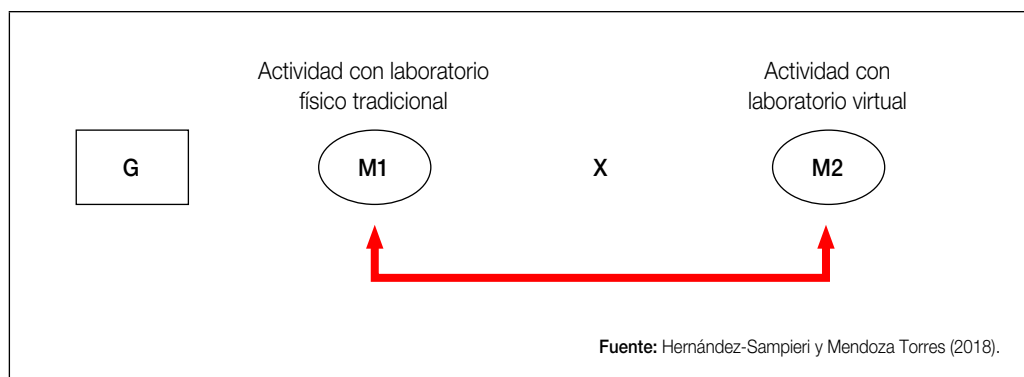
Prueba	Variable independiente	Grupo	Variable dependiente
Preprueba	Actividad propuesta de práctica utilizando un laboratorio físico tradicional de automatización industrial.	Experimental	Actitud hacia el aprendizaje de automatización industrial.
Posprueba	Actividad propuesta de práctica utilizando un laboratorio virtual de automatización industrial.	Experimental	Actitud hacia el aprendizaje de automatización industrial.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el cuadro 2, en el diseño se propone, en primer lugar, una actividad relacionada con la automatización industrial, haciendo uso de un laboratorio físico tradicio-

nal de automatización, donde el estudiante interactúa de manera física con los elementos y materiales del laboratorio. Esta actividad se identifica como la preprueba, aplicando, al terminar, el instrumento de actitud hacia el aprendizaje. La misma actividad propuesta es aplicada utilizando el laboratorio virtual de automatización industrial, la cual se identifica como la posprueba, aplicando, al final, el instrumento de actitud hacia el aprendizaje de automatización industrial. La finalidad es analizar la relación existente entre la actitud hacia el aprendizaje entre las dos modalidades de laboratorios. El diseño propuesto se toma de Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018), quienes proponen un diseño preexperimental con preprueba y posprueba con un solo grupo (véase figura 2).

Figura 2. Diseño de la investigación



Como se observa en esta figura, al grupo experimental G, el cual está formado por un grupo de estudiantes seleccionados para el estudio, se le aplica la medición M1 (instrumento de medición de la actitud hacia el aprendizaje) con la actividad práctica de laboratorio físico tradicional. Posteriormente, se realiza la misma actividad práctica haciendo uso de un laboratorio virtual, que se identifica como el estímulo X, y, por último, se aplica el instrumento M2 (medición de la actitud hacia el aprendizaje).

3.2. Población y muestra

Debido a la naturaleza del diseño preexperimental donde se realiza la exploración de causalidad de las variables y de acuerdo con el procedimiento de toma de muestra en la ruta cuantitativa propuesto por Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018), para el presente estudio se eligió el tipo de muestra no probabilístico o dirigida. La unidad de análisis son los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica que cursaron la asignatura Control de Procesos. El grupo, constituido por 34 estudiantes, fue seleccionado para el análisis por conveniencia más que por un criterio estadístico de generalización. Esto fue debido a la orientación y a las características del estudio.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada fue una encuesta con escala tipo Likert. Las posibles respuestas del instrumento se identificaron como 1 (completamente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (ni de acuerdo, ni en desacuerdo), 4 (de acuerdo) y 5 (completamente de acuerdo). Cabe señalar que este instrumento fue previamente aplicado y validado en un estudio realizado por Ambusaidi *et al.* (2018), quien midió la actitud hacia el aprendizaje utilizando laboratorios virtuales. Para la aplicación de dicho instrumento en la presente investigación se realizó una adaptación y un dimensionamiento de la variable que se puede observar en el cuadro 3.

Cuadro 3. Sistema de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Actitud hacia el aprendizaje utilizando laboratorios virtuales	Interés y motivación.	Ítems 1, 3, 8, 11, 15, 17, 21, 29 y 31.
	Confianza y seguridad.	Ítems 2, 4, 9, 12, 24 y 26.
	Autonomía en el aprendizaje.	Ítems 5, 16 y 27.
	Percepción de utilidad.	Ítems 6, 13, 14, 28, 19, 21 y 22.
	Trabajo individual y en equipo.	Ítems 7, 10, 31, 32, 33 y 34.

Fuente: elaboración propia.

3.4. Técnicas de análisis

La técnica de análisis estadística realizada para determinar el impacto del uso del laboratorio virtual de automatización de la muestra entre el promedio de la preprueba y posprueba sobre la variable dependiente (actitud hacia el aprendizaje con laboratorio virtual) fue la prueba *t* de Student para muestras relacionadas. Además, se realizó la prueba *rho* de Spearman para determinar las correlaciones entre dimensiones.

3.5. Descripción de la actividad práctica

A continuación, se describe la actividad y los materiales y equipos utilizados para llevar a cabo la práctica propuesta. De acuerdo con la metodología antes mencionada, esta actividad práctica, denominada «sistema de conteo de cajas en una banda transportadora», se llevó a cabo en un laboratorio físico tradicional y en un laboratorio virtual de automatización industrial. El material y el equipo necesarios para desarrollar la práctica fueron dos bandas transportadoras, un sensor reflexivo, un tablero eléctrico para interruptores (arranque, paro y paro de emergencia) y una pantalla para visualización de conteo. Es necesario señalar que

en el laboratorio físico tradicional algunos materiales y equipos fueron simulados (por ejemplo, las bandas transportadoras), ya que no se disponía de los mismos en el laboratorio de automatización industrial. En la figura 3 se pueden ver los equipos y el sistema de control de la actividad haciendo uso del laboratorio virtual de automatización.

Figura 3. Actividad en el laboratorio virtual



Fuente: elaboración propia.

4. Resultados

4.1. Fiabilidad del instrumento

Para el análisis de fiabilidad del instrumento se usó el coeficiente de Cronbach. De acuerdo con Oviedo Campo (2005), el coeficiente de Cronbach de un instrumento es adecuado si está en el rango de 0,70 a 0,90. Tomando como base el resultado del alfa de Cronbach, el instrumento aplicado a los estudiantes para la actividad de laboratorio físico tradicional de automatización resultó ser de 0,884, lo que indica la fiabilidad adecuada del instrumento. Por otro lado, el mismo instrumento fue aplicado para la actividad utilizando el laboratorio virtual de automatización, lo que resultó en un alfa de Cronbach de 0,935, que corresponde a una excelente fiabilidad, cumpliendo para ambas aplicaciones con los rangos adecuados de alfa de Cronbach (véase cuadro 4).

Cuadro 4. Fiabilidad del instrumento

Instrumento de actitud hacia el aprendizaje	Alfa de Cronbach	Número de ítems
Laboratorio físico tradicional de automatización.	0,884	34
Laboratorio virtual de automatización	0,935	34

Fuente: elaboración propia.

4.2. Prueba de normalidad de los datos

En el cuadro 5 se muestra la prueba de normalidad de los datos usando la prueba de Shapiro-Wilks (muestras menores a 50). Como podemos observar, los resultados del p -valor se identifican como p -valor $\geq 0,05$. La hipótesis de normalidad de los datos se cumple, por lo que se requiere de pruebas estadísticas paramétricas para el análisis de significancia estadística.

Cuadro 5. Prueba de normalidad de los datos

Prueba de normalidad	Shapiro-Wilks (p-valor)
Laboratorio físico tradicional de automatización.	0,220
Laboratorio virtual de automatización.	0,778

Fuente: elaboración propia.

4.3. Resultados promedio por dimensión

En el cuadro 6 se muestran los resultados de los promedios de cada dimensión para el instrumento aplicado durante la actividad de laboratorio físico tradicional de automatización y para la actividad aplicando el laboratorio virtual de automatización.

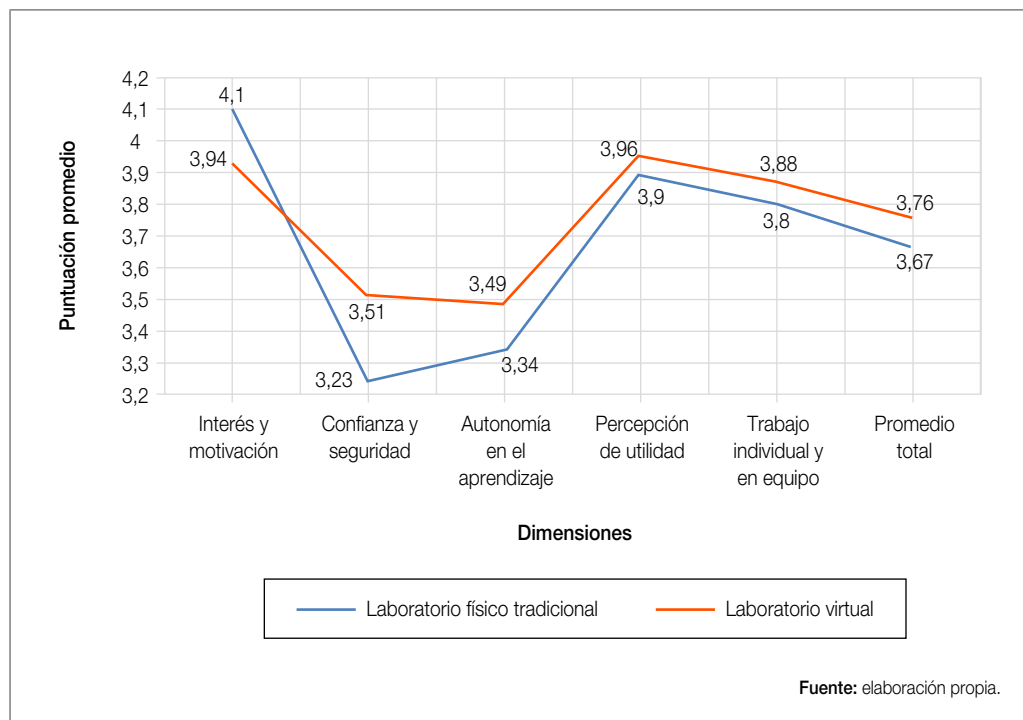
Cuadro 6. Resultados promedio por dimensión

Dimensión	Laboratorio físico tradicional de automatización	Laboratorio virtual de automatización	Porcentaje de impacto
Interés y motivación.	4,10	3,94	-4,06 %
Confianza y seguridad.	3,23	3,51	+8,67 %
Autonomía en el aprendizaje.	3,34	3,49	+4,49 %
Percepción de utilidad.	3,90	3,96	+1,54 %
Trabajo individual y en equipo.	3,80	3,88	2,11 %
Promedio total	3,67	3,76	2,45 %

Fuente: elaboración propia.

Como podemos observar en dicho cuadro 6, el porcentaje de impacto de la dimensión «interés y motivación» es levemente mayor en los laboratorios físicos tradicionales, siendo un 4 % más. Para las restantes dimensiones, resultó tener un impacto positivo el uso del laboratorio virtual. En el caso de la dimensión «confianza y seguridad», el porcentaje fue de un 8,67%; para la dimensión «autonomía en el aprendizaje», un 4,49 %; para la dimensión «percepción de utilidad», un 1,54 %; para la dimensión «trabajo individual y en equipo», un 2,11 %; y, finalmente, el uso del laboratorio virtual, en general, resultó tener un impacto positivo, con un 2,45 % (véase la representación gráfica en la figura 4). De esta manera, se cumple la hipótesis del impacto positivo que tienen los laboratorios virtuales en el aprendizaje de la automatización industrial. Para determinar la significancia estadística de los resultados se requiere realizar la prueba *t* de Student para muestras relacionadas.

Figura 4. Comparación de puntuaciones entre laboratorios



4.4. Prueba de significancia estadística

Para determinar si existe un impacto positivo y un incremento significativo en la variable dependiente, que se identifica como actitud hacia el aprendizaje de la automatización indus-

trial con un laboratorio virtual, se usará la prueba estadística *t* de Student de tipo paramétrica para muestras relacionadas, ya que se cumple el requisito de normalidad de los datos.

Cuadro 7. Prueba *t* de Student para muestras relacionadas

Dimensión	<i>t</i>	g (grados de libertad)	p-valor
Interés y motivación.	1,059	33	0,297
Confianza y seguridad.	-2,503	33	0,017 (< 0,05)
Autonomía en el aprendizaje.	-1,100	33	0,279
Percepción de utilidad.	-0,558	33	0,581
Trabajo individual y en equipo.	-0,844	33	0,405

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro 7 se muestran los resultados de significancia estadística, para la cual se utilizó la prueba *t* de Student para muestras relacionadas. Se observa que la dimensión «interés y motivación» tiene un decremento, pero este no es estadísticamente significativo (*p*-valor 0,297). En el caso de la dimensión «confianza y seguridad» tiene un incremento estadísticamente significativo (*p*-valor 0,017), por lo que para esta dimensión se cumple con la hipótesis de que el uso del laboratorio virtual impacta de manera positiva e incrementa significativamente la actitud hacia el aprendizaje de la automatización industrial. Por otro lado, la dimensión «autonomía en el aprendizaje» impacta de manera positiva, pero el incremento no es significativo (*p*-valor 0,279), al igual que la «percepción de utilidad» (*p*-valor 0,581) y, finalmente, el «trabajo individual y en equipo», que también impacta de modo positivo, pero donde el incremento tampoco es significativo (*p*-valor 0,405).

4.5. Análisis de correlaciones de Pearson para el laboratorio físico tradicional

Para la fundamentación de esta parte de la investigación se ha seguido la interpretación del grado de correlación de Dancey y Reidy (2007), quienes definen valores de 1 y -1 para una correlación perfecta; 0,70 y 1, para una correlación fuerte; 0,4 y 0,7, para una correlación moderada; entre 0,1 y 0,4, para una correlación débil; y, por último, entre 0 y 0,1, para una correlación insignificante o nula. De acuerdo con esta interpretación, en el cuadro 8 se observan las correlaciones entre las dimensiones en la prueba con laboratorio tradicional

de automatización. Se obtienen en general correlaciones moderadas y débiles. Llama la atención que las correlaciones positivas y moderadas aparecen entre las dimensiones «interés y motivación» y «percepción de utilidad». También las dimensiones «autonomía en el aprendizaje» y «confianza y seguridad» tienen una correlación positiva moderada.

Cuadro 8. Correlaciones de dimensiones en la actividad de laboratorio físico tradicional

	Interés y motivación	Confianza y seguridad	Autonomía en el aprendizaje	Percepción de utilidad	Trabajo individual y en equipo
Interés y motivación	1,000	0,150	0,108	0,356	0,402
Confianza y seguridad	0,150	1,000	0,647	0,567	0,435
Autonomía en el aprendizaje	0,108	0,647	1,000	0,502	0,396
Percepción de utilidad	0,356	0,567	0,502	1,000	0,498
Trabajo individual y en equipo	0,402	0,435	0,396	0,498	1,000

Fuente: elaboración propia.

4.6. Análisis de correlaciones de Pearson para el laboratorio virtual

En el cuadro 9 se determinaron las correlaciones de la actividad con laboratorio virtual de automatización. Como se puede observar, los valores obtenidos en todas las dimensiones tienen una correlación fuerte. La dimensión «interés y motivación» está altamente correlacionada con la dimensión «percepción de utilidad», por lo que se puede decir que, cuanto más interés y motivación tengan los estudiantes, mayor será la percepción y utilidad de los laboratorios virtuales. El otro caso con mayor grado de correlación son las dimensiones «trabajo individual y en equipo» y «percepción de utilidad». Es decir, cuanto mayor sea la percepción de utilidad, mayor será el trabajo individual y en equipo realizado. En general, las dimensiones analizadas tienen una correlación fuerte.

Cuadro 9. Correlaciones de dimensiones en la actividad de laboratorio virtual

	Interés y motivación	Confianza y seguridad	Autonomía en el aprendizaje	Percepción de utilidad	Trabajo individual y en equipo
Interés y motivación	1,000	0,440	0,681	0,850	0,700
Confianza y seguridad	0,440	1,000	0,614	0,630	0,523
Autonomía en el aprendizaje	0,681	0,614	1,000	0,764	0,641
Percepción de utilidad	0,850	0,630	0,764	1,000	0,814
Trabajo individual y en equipo	0,700	0,523	0,641	0,814	1,000

Fuente: elaboración propia.

5. Discusión

Los laboratorios virtuales juegan un papel muy importante en la contextualización de la educación, sobre todo en las áreas relacionadas con las ciencias y la ingeniería. Son un complemento a la formación y una herramienta didáctica poderosa (Hurtado Chong *et al.*, 2023). La experimentación en laboratorios físicos tradicionales es esencial para desarrollar en los estudiantes las habilidades prácticas que no pueden ser obtenidas mediante laboratorios virtuales (Triana Ortiz *et al.*, 2020).

Los hallazgos del estudio permiten aclarar cómo y en qué aspectos los laboratorios virtuales impactan en la motivación hacia el aprendizaje de los estudiantes. Los resultados obtenidos plantean que el uso de laboratorios virtuales impacta de manera positiva en la actitud hacia el aprendizaje e incrementa de manera estadísticamente significativa la dimensión «confianza y seguridad», lo cual coincide con los resultados de Ambusaidi *et al.* (2018), quienes destacan los principales desafíos que tienen los laboratorios físicos tradicionales respecto a los virtuales (la garantía de seguridad de los estudiantes mientras trabajan en sus prácticas, los materiales y equipos que se requieren tienen un alto costo y la disponibilidad de recursos limitada). Los resultados de las dimensiones de «autonomía en el aprendizaje», «percepción de utilidad» y «trabajo individual y en equipo» tuvieron un impacto positivo, pero

estadísticamente no significativo. En la dimensión «interés y motivación» se detectó una pequeña disminución respecto al uso de laboratorios virtuales, la cual fue estadísticamente no significativa. Esto resalta la importancia que los estudiantes dan al uso de los laboratorios físicos tradicionales. Los resultados indican que los estudiantes perciben los laboratorios virtuales como un complemento a los laboratorios físicos, ya que les genera confianza poder usar en ellos recursos que no se tienen disponibles en los laboratorios físicos. Este aspecto, sin duda, es un potenciador del aprendizaje, sobre todo en áreas de ingeniería, como la automatización, donde los elementos de un laboratorio físico tienen un alto costo, por lo que normalmente no se tienen todos los elementos necesarios para realizar las actividades prácticas, razón por la que surge la necesidad de crear laboratorios virtuales (Borjas, 2019).

Mayer (2014), en su teoría del aprendizaje multimedia, destaca la importancia de explorar diferentes formas de exponer los contenidos de aprendizaje a los estudiantes por parte del docente. Es en este punto donde los laboratorios virtuales juegan un papel muy importante para lograr el aprendizaje significativo (Díaz Barriga Arceo y Hernández Rojas, 2010), algo que se ve reflejado en los resultados de las correlaciones de Pearson entre las dimensiones analizadas, en la cuales se obtuvieron resultados de correlaciones fuertes con el uso de laboratorios virtuales, sobre todo en la dimensión «percepción de utilidad» respecto a la dimensión «interés y motivación». Esto indica que los estudiantes encuentran más uniformidad en el valor percibido realizando la actividad con laboratorios virtuales. Estos laboratorios potencian el aprendizaje y son un complemento para los laboratorios físicos tradicionales, sobre todo en áreas que requieren la manipulación de materiales peligrosos y equipos especializados a los que las instituciones de educación no pueden acceder por sus altos costos (Triana Ortiz *et al.*, 2020).

6. Conclusión

Respecto al objetivo propuesto –analizar la relación entre el uso de un laboratorio virtual en el aprendizaje de la automatización industrial y la relación con la actitud hacia el aprendizaje de estudiantes de ingeniería–, se puede concluir que, en general, los laboratorios virtuales mejoran la actitud hacia el aprendizaje –lo que coincide con la opinión de Campos Mera y Benarroch Benarroch (2024) y Piñeres Retamoza (2022)– y que los estudiantes los perciben como un complemento a los laboratorios físicos tradicionales. Sin embargo, es importante destacar cómo el uso del laboratorio virtual tiene un alto impacto en la construcción de los aprendizajes, algo que se debe a las fuertes correlaciones entre las dimensiones analizadas, sobre todo entre el «interés y motivación» y la «percepción de utilidad»; es decir, los estudiantes manifestaron tener motivación e interés por la percepción de utilidad al realizar la actividad práctica en un entorno de laboratorio virtual. La hipótesis planteada fue estadísticamente significativa solo en la dimensión «confianza y seguridad», quedando como impacto positivo en las otras dimensiones analizadas.

Una limitación del estudio realizado fue que se llevó a cabo sobre una muestra pequeña de estudiantes y únicamente en la asignatura Control de Procesos, por lo que no cumple

con el criterio de generalización. Sin embargo, los resultados se pueden extrapolar a otras asignaturas en diferentes áreas de estudio. Otra desventaja es que las correlaciones obtenidas no implican causalidad entre las dimensiones analizadas.

La relevancia de los hallazgos permite conocer los aspectos en que el uso de los laboratorios virtuales mejora el desarrollo de competencias de los estudiantes y potencia el aprendizaje y la comprensión de conceptos, previo al uso de laboratorios físicos. Como áreas de investigación futuras se propone realizar un análisis cualitativo del uso de laboratorios virtuales en las áreas de ingeniería y automatización con el fin de explorar la experiencia de los estudiantes y docentes a través de la técnica de observación participante con la finalidad de enriquecer el estudio. Por otro lado, también existen áreas de oportunidad en investigación de laboratorios híbridos (Torres *et al.*, 2021), ya que este tipo de laboratorios desarrollan tanto la parte física tradicional como la virtual de la actividad práctica, lo cual tendría un mayor impacto en los procesos de aprendizaje y en la contextualización de la educación, aportando educación de calidad (objetivo estratégico de la ONU).

Como recomendación, se sugiere utilizar los laboratorios virtuales en aquellas asignaturas donde la comprensión de conceptos fundamentales sea esencial y permita el mejor aprovechamiento de actividades prácticas con el uso de instrumentos y equipos reales. Por otro lado, es importante destacar la adecuada capacitación de los docentes en el uso de laboratorios virtuales para el mejor aprovechamiento de estas herramientas. Asimismo, se recomienda el uso de estas herramientas en asignaturas teóricas que permitan desarrollar en los estudiantes el aprendizaje contextualizado y significativo.

Referencias bibliográficas

- Akinola, V. O. y Oladejo, A. I. (2020). Virtual laboratory. A viable and sustainable alternative to traditional physical laboratory. *Journal of Educational Research and Development*, 15(2), 13-29.
- Ambusaidi, A., Al Musawi, A., Al Balushi, S. y Al-Balushi, K. (2018). The impact of virtual lab learning experiences on 9th grade students' achievement and their attitudes towards science and learning by virtual lab. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 13-29. <https://doi.org/10.36681/>
- Betancourt Ramos, P. A., Alzate, L. A. y Ardila Suarez, J. D. (2023). Efectos de laboratorios virtuales en competencias procedimentales de ciencias naturales de estudiantes de octavo grado. *EDUWEB*, 17(4), 55-64. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.04.6>
- Borjas, H. y Borjas, W. (2019). Laboratorio virtual en entorno de programación Labview para adiestramiento en el área de automatización de la Universidad Alonso de Ojeda. *Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, 18(2), 19-39.
- Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U. y López, J. M. (2008). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. *Ikastorratza, e-Revista de Didáctica*, 3, 1-21.
- Campos Mera, G. y Benarroch Benarroch, A. (2024). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(2), 109-129. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6040>

- Colmenares, J. E., Héndez, N. R. y Celis-Giraldo, J. (2018). Percepciones de los estudiantes sobre el uso de los laboratorios virtuales en mecánica de suelos. *Revista Educación en Ingeniería*, 13(25), 88-101. <https://doi.org/10.26507/rei.v13n25.880>
- Dancey, C. P. y Reidy, J. (2007). *Statistics without Maths for Psychology*. Pearson Education.
- Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (3.ª ed.). McGraw-Hill.
- García Moreno, E. (2020). *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Geels, F. W. (2020). Micro-foundations of the multi-level perspective on socio-technical transitions: developing a multi-dimensional model of agency through crossovers between social constructivism, evolutionary economics and neo institutional theory. *Technological Forecasting and Social Change*, 152. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518316111>
- Gurría, A., Schleicher, A. y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2019). *El trabajo de la OCDE sobre educación y competencias*. Dirección de Educación y Competencias, OCDE. https://www.cna.gov.co/1779/articles-401134_documento.pdf
- Heradio, R., Torre, L. de la, Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E. y Dormido, S. (2015). Virtual and remote labs in education: a bibliometric analysis. *Computers & Education*, 98, 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.010>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Education.
- Hurtado Chong, G., Garza Vázquez, A. y Bautista Blanco. (2023). Experiencias con el uso de laboratorios virtuales para mejorar el aprendizaje. *Memorias del XXIX Congreso Internacional Anual de la SOMIM*, 20 al 22 de septiembre, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. https://somim.org.mx/memorias/memorias2023/articulos/M56-A5_67.pdf
- Jaime Torres, M. G. e Ibarra Padilla, R. C. (2024). Uso de laboratorios virtuales para la enseñanza de la ciencia, nivel secundaria. *Revista Electrónica Desafíos Educativos-REDECI*, 7, 73-82. <https://revista.ciinsev.com/assets/pdf/revistas/REVISTA15/6.pdf>
- Jonassen, D. y Rorher-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47, 61-79. <https://doi.org/10.1007/BF02299477>
- Martínez-Alvarez, N. y Martínez-López, L. (2024). Sinergia Piaget, Vygotsky y la inteligencia artificial en la educación universitaria. *Vinculatégica EFAN*, 10(4), 70-84. <https://doi.org/10.29105/vtga10.4-948>
- Mayer, R. E. (2014). Introduction to multimedia learning. En R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (2.ª ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369>
- Michelena Grandío, Á. M., Casteleiro Roca, J. L., Jove Pérez, E., Zayas Gato, F., Quintián Pardo, H. y Calvo Rolle, J. L. (2022). *Creación de laboratorios virtuales para asignaturas de control con Factory I/O® y Simulink®*. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498371>
- Oviedo, H. C. y Campos Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcpv/v34n4/v34n4a09.pdf>

- Piñeres Retamoza, R. J. (2022). Efectos del laboratorio virtual en la motivación y el desempeño de los estudiantes. *Gaceta de Pedagogía*, 42(núm. extraordinario), 107-128. <https://doi.org/10.56219/rgp.vi42.510>
- Rosli, R. e Ishak, N. A. (2024). Integration of virtual labs in science education: a systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 14(1), 81-103. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol14.1.8.2024>
- Sánchez Sánchez, R. (2019). El pensamiento de Vygotsky y su influencia en la educación. *Latin-American Journal of Physics Education*, 13(4), 1-3.
- Sapriati, A., Suhandoko, A. D. J., Yundayani, A., Karim, R. A., Kusmawan, U., Adnan, A. H. M. y Suhandoko, A. A. (2023). The effect of virtual laboratories on improving students' SRL: an umbrella systematic review. *Education Sciences*, 13(3), 1-13. <https://doi.org/10.3390/educsci13030222>
- Singhai, R. (2019). Virtual lab: a powerful learning tool in science. *International Journal of Recent Trends in Science and Technology*, núm. especial, 51-58.
- Solikhin, F., Sugiyarto, K. H. e Ikhsan, J. (2022). Using virtual laboratory: a profile of students' self-efficacy on electrochemistry. *Acta Chimica Asiana*, 5(1), 193-201. <https://doi.org/10.29303/aca.v5i1.116>
- Torres, A., Jara, C. A., Pomares, J., García, G. J., Ramón, J. L., Úbeda, A. y Díaz, C. S. (2021). Desarrollo de laboratorios híbridos de sistemas industriales para el aprendizaje interactivo de automatización y control. *XL Jornadas de Educación Automática* (pp. 354-359), del 4 al 6 de septiembre, Ferrol. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497169.354354>
- Triana Ortiz, K. N., Herrera Muñoz, D. C. y Mesa Mendoza, W. N. (2020). Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior. *Documentos de Trabajo ECBTI*, 1(1). <https://doi.org/10.22490/ECBTI.3976>
- UNESCO. (2000). *Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales*. Instituto Internacional de Física Teórica y Aplicada.
- Yildirim, F. S. (2021). The effect of virtual laboratory applications on 8th grade students' achievement in science lesson. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 7(2), 171-181. <https://doi.org/10.21891/jeseh.837243>
- Zaldívar Colado, A. (2019). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación. *IE Revista de Investigación Educativa de la Rediech*, 10(18), 9-22. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454



Salvador Acosta Haro. Egresado de la carrera de Ingeniería Electrónica, con especialidad en Sistemas Digitales, obtuvo los grados de Maestro en Ciencias Administrativas por la Universidad Autónoma de Occidente (México) y de Maestro en Educación Media y Superior. Actualmente, es doctor en Innovación Educativa por el Instituto Tecnológico Superior de Los Mochis (México) y pertenece al Sistema Sinaloense de Investigadores y Tecnólogos (SSIT). Asimismo, también ejerce como profesor del área de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Mecatrónica en el Tecnológico Nacional de México/Campus Los Mochis y en la Unidad Académica de Negocios de la Universidad Autónoma de Sinaloa (México).

Declaración de uso de inteligencia artificial. El autor de este estudio de investigación declara que ha utilizado la plataforma www.perplexity.ai/ de inteligencia artificial para la búsqueda y validación de fuentes científicas.