

**Creación de un entorno virtual de aprendizaje de laboratorios virtuales para la  
enseñanza de la Física en programas de Ingeniería Industrial**

Laura Daniela Neira Quintero

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Industrial

Director

Freddy Alexander Torres Payoma

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería-ECBTI

Ingeniería Industrial

2024

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradezco a Dios, por iluminar mi camino con sabiduría, inteligencia y brindarme la fortaleza necesaria para superar y culminar con éxito este proceso educativo.

A mi querido hermano Julián, quien ha sido mi fuente de inspiración, mi sólido pilar y un ejemplo de valentía y perseverancia. A pesar de los obstáculos diarios que enfrenta, su amor, alegría y determinación son la luz que ilumina mi camino. Esta tesis es gracias a ti, querido hermano, en reconocimiento a tu inquebrantable fortaleza y valentía. Tu espíritu nos enseña que ningún desafío ni discapacidad es insuperable cuando se cuenta con amor y voluntad. Gracias por ser mi inspiración y mi mayor maestro.

A mi querida madre Leonor, cuyo amor incondicional y respaldo constante han constituido los cimientos fundamentales de mi vida y carrera profesional. Desde los primeros pasos en este viaje académico hasta este logro, tu sabiduría, paciencia y sacrificio han sido mi mayor inspiración.

A mi padre Henry, quien, con su apoyo constante, aliento y amor incondicional ha respaldado mi desarrollo durante este proceso. La confianza que me ha brindado, así como sus consejos y amor, han desempeñado un papel fundamental en mi búsqueda de conocimiento.

A mi docente Dr. Freddy Torres Payoma, por su tiempo y conocimientos para orientarme, apoyarme y animarme en este proceso educativo. Sus valiosas sugerencias y guía han contribuido de manera significativa a mejorar mi trabajo y han sido esenciales para mi crecimiento académico, profesional y personal.

## Resumen

El presente proyecto surge como respuesta a la necesidad de incentivar la práctica experimental de la física en el ámbito de la Ingeniería Industrial en función de los diversos avances tecnológicos y las demandas cambiantes de la educación actual. La creación de un entorno virtual de aprendizaje busca fomentar la experimentación virtual y remota como herramienta clave para el proceso de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, se propone el uso del método de enseñanza ABI (Aprendizaje Basado en Indagación), el cual se fundamenta en estimular el pensamiento crítico e investigación por parte de los estudiantes. Este enfoque no solo busca transmitir conocimientos teóricos, sino también promover el desarrollo de habilidades y la aplicación práctica de los conceptos aprendidos. El diseño del entorno virtual permitirá a los estudiantes de Ingeniería Industrial acceder a experiencias de laboratorio de manera flexible utilizando una plataforma atractiva; los estudiantes podrán explorar la colección de experimentos, explorar conceptos físicos y aplicar los principios teóricos en situaciones prácticas.

El proyecto se dividió en dos etapas: diseño e implementación del entorno EVA. En la fase inicial de diseño, se identificaron las competencias necesarias para comprender los fenómenos físicos, y se estructuró el EVA en fases que se alinean tanto con el currículo de física en Ingeniería Industrial como con la metodología ABI. Estas fases incluyen: Inicio, Orientación, Conceptualización, Investigación, Discusión y Conclusión.

En la segunda fase, el EVA se implementó en el curso de Física General con estudiantes del programa de Ingeniería Industrial, demostrando su efectividad en la mejora del aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades analíticas. El análisis posterior mostró que los estudiantes

obtuvieron un aprendizaje más práctico y aplicado gracias a la integración de herramientas tecnológicas y actividades interactivas. Sin embargo, también se identificaron áreas de mejora.

Además, el estudio reveló que el EVA se presenta como un recurso educativo innovador en la enseñanza de la física, proporcionando un entorno que potencia el aprendizaje práctico y desarrolla competencias técnicas esenciales en los estudiantes de Ingeniería Industrial, destacando la importancia de fortalecer el contenido práctico dentro del EVA. Los resultados de este análisis subrayan tanto las fortalezas del EVA como las oportunidades para optimizar su implementación en el futuro, con el fin de maximizar su impacto en la formación de profesionales capacitados para enfrentar los retos tecnológicos e industriales actuales.

***Palabras Claves:*** Entorno virtual de aprendizaje, Laboratorios Remotos, Laboratorios virtuales, Aprendizaje Basado en Indagación

## Abstract

This project arises in response to the need to promote experimental practice in physics within the field of industrial engineering, taking into account the various technological advancements and the changing demands of current education. The creation of a virtual learning environment aims to foster virtual and remote experimentation as a key tool for the teaching and learning process. In this context, the use of the Inquiry-Based Learning (ABI) method is proposed, which is based on stimulating critical thinking and research among students. This approach not only seeks to convey theoretical knowledge but also to promote the development of skills and the practical application of learned concepts.

The design of the virtual environment will allow industrial engineering students to access laboratory experiences flexibly using an engaging platform. Students will be able to explore a collection of experiments, investigate physical concepts, and apply theoretical principles in practical situations.

The project was divided into two stages: the design and implementation of the EVA. In the initial design phase, the necessary competencies to understand physical phenomena were identified, and the EVA was structured in phases that align with both the physics curriculum in industrial engineering and the ABI methodology. These phases include Initiation, Orientation, Conceptualization, Investigation, Discussion, and Conclusion.

In the second phase, the EVA was implemented in the General Physics course with students from the Industrial Engineering program, demonstrating its effectiveness in enhancing practical learning and developing analytical skills. Subsequent analysis showed that students achieved a more practical and applied learning experience due to the integration of technological tools and interactive activities. However, areas for improvement were also identified.

Furthermore, the study revealed that the EVA serves as an innovative educational resource in the teaching of physics, providing an environment that enhances practical learning and develops essential technical competencies in industrial engineering students, highlighting the importance of strengthening practical content within the EVA. The results of this analysis underscore both the strengths of the EVA and the opportunities to optimize its implementation in the future, with the aim of maximizing its impact on training professionals equipped to tackle current technological and industrial challenges.

**Keywords:** Virtual learning environment, Remote Laboratories, Virtual laboratories, virtual laboratories, inquiry-based learning

## Tabla de Contenido

Introducción .....	13
Problema de investigación .....	19
Justificación .....	22
Objetivos .....	26
Objetivo General .....	26
Objetivos Específicos.....	26
Situación Actual de los Programas de Ingeniería Industrial en Colombia.....	27
Estado de la Oferta del Programa de Ingeniería Industrial .....	28
Principales Asignaturas de Física en la Formación del Ingeniero Industrial en Colombia	36
Revisión de las Prácticas Experimentales en el Área de Física en Colombia.....	41
Diseño del Entorno Virtual de Aprendizaje .....	44
Creación de la Base de Datos de Laboratorios Virtuales y Remotos de Acceso Libre .....	44
Selección de la Plataforma de Desarrollo Web para la Creación del Entorno Virtual de aprendizaje. ....	48
Diseño y Desarrollo Integral de la Página Web en Wix .....	50
Elección de un Dominio Web gratuito de Wix: .....	50
Selección de una Plantilla Web Dinámica y Personalización: .....	51
Personalización de la Página Web .....	52
Incorporación de Laboratorios Remotos y Virtuales.....	52
Revisión de la Calidad del Sitio antes de la Publicación .....	53
Publicación del Sitio Web.....	54
Requerimientos Funcionales y no Funcionales del Sistema .....	54

Requerimientos Funcionales .....	54
Requerimientos no Funcionales .....	56
Diseño final del Espacio Virtual de Aprendizaje .....	58
Navegabilidad del entorno virtual de aprendizaje en Wix .....	60
Diseño de curso de Física Mecánica a Partir de ABI .....	66
Descripción del curso de Física Mecánica .....	67
Inicio .....	67
Orientación .....	68
Conceptualización .....	69
Investigación .....	70
Discusión .....	71
Conclusión .....	72
Implementación del Proyecto World Pendulum Alliance en el Entorno Virtual de Aprendizaje .....	73
Control de Calidad del Laboratorio World Pendulum Alliance .....	76
Contexto del Proyecto World Pendulum Alliance .....	76
Referencias Normativas .....	77
Aplicación de Normativas en el Proyecto World Pendulum Alliance .....	79
Metodología de Evaluación Inicial .....	81
Conectividad del Proyecto World Pendulum Alliance .....	82
Red pendular World Pendulum Alliance .....	82
Implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Industrial en el curso de Física General .....	85

Descripción Demográfica y de la Población Objetivo.....	85
Resultados obtenidos de la implementación del EVA .....	94
Análisis de la Implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje para Estudiantes de Ingeniería Industrial en el Curso de Física General .....	94
Conclusiones .....	108
Recomendaciones .....	111
Anexos .....	113

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Funcionamiento de los laboratorios remotos y virtuales</i> .....	16
<b>Figura 2</b> <i>Estadísticas de (SNIES, 2023)</i> .....	28
<b>Figura 3</b> <i>Instituciones de carácter privado y oficial</i> .....	30
<b>Figura 4</b> <i>Modalidad de las universidades colombianas</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Universidades con programas de Ingeniería Industrial activos e inactivos</i> .....	32
<b>Figura 6</b> <i>Reconocimiento del ministerio</i> .....	35
<b>Figura 7</b> <i>Asignaturas de física más comunes entre universidades</i> .....	40
<b>Figura 8</b> <i>Distribución de Laboratorios Virtuales y Remotos</i> .....	45
<b>Figura 9</b> <i>Páginas de origen laboratorios virtuales</i> .....	46
<b>Figura 10</b> <i>Páginas de origen laboratorios remotos</i> .....	46
<b>Figura 11</b> <i>Idioma de los laboratorios virtuales y remotos analizados</i> .....	48
<b>Figura 12</b> <i>Interfaz inicial del entorno virtual</i> .....	60
<b>Figura 13</b> <i>Menú de navegación</i> .....	61
<b>Figura 14</b> <i>Botones de acceso rápido a los cursos del EVA diseñado</i> .....	62
<b>Figura 15</b> <i>Botones de acceso rápido a la sección de laboratorios</i> .....	62
<b>Figura 16</b> <i>Sección de laboratorios remotos de la página web</i> .....	64
<b>Figura 17</b> <i>Interfaz de la sección de laboratorios virtuales</i> .....	65
<b>Figura 18</b> <i>Relación entre oscilaciones y precisión en el cálculo de la gravedad</i> .....	74
<b>Figura 19</b> <i>Portada del Manual de Gestión de la Calidad de la Red Experimental</i> .....	81
<b>Figura 20</b> <i>Análisis del Sexo de los Estudiantes</i> .....	88
<b>Figura 21</b> <i>Distribución de la edad de los estudiantes</i> .....	89
<b>Figura 22</b> <i>Distribución de Estudiantes por zona de la UNAD</i> .....	90

<b>Figura 23</b> <i>Análisis de los resultados obtenidos en la pregunta 1</i> .....	95
<b>Figura 24</b> <i>Análisis de los resultados obtenidos en las preguntas 2 y 3</i> .....	96
<b>Figura 25</b> <i>Análisis de los resultados obtenidos en las preguntas 4 y 5</i> .....	97
<b>Figura 26</b> <i>Análisis de los resultados obtenidos en la pregunta 6</i> .....	98
<b>Figura 27</b> <i>Matriz de factores DOFA</i> .....	101
<b>Figura 28</b> <i>Matriz 1: Estrategias adaptativas</i> .....	103
<b>Figura 29</b> <i>Matriz 2: Estrategias Defensivas</i> .....	105
<b>Figura 30</b> <i>Matriz 3: Estrategias de Supervivencia</i> .....	106

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Justificación de los programas que tienen un estado inactivo</i> .....	33
<b>Tabla 2</b> <i>Algunas de las universidades analizadas en el estudio de pensum</i> .....	37
<b>Tabla 3</b> <i>Requerimientos no funcionales del sistema.</i> .....	54
<b>Tabla 4</b> <i>Requerimientos no funcionales de interfaz.</i> .....	56
<b>Tabla 5</b> <i>Requerimientos no funcionales del hardware y software</i> .....	57
<b>Tabla 6</b> <i>Red pendular UNAD</i> .....	83
<b>Tabla 7</b> <i>Relación entre preguntas formuladas en el pre-test y el post-test</i> .....	91

## Introducción

Con los constantes avances tecnológicos y las demandas educativas, surge la necesidad de actualizar los métodos de enseñanza, especialmente en áreas tan cruciales como la física. En este contexto, surge la idea de desarrollar estrategias educativas innovadoras que no solo se adapten a la actualidad, sino que también fomenten la práctica experimental. Este proyecto se presenta como una respuesta a la necesidad de diseñar e implementar nuevas herramientas tecnológicas que motiven al ingeniero industrial en formación, proponiendo la creación de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) basado en el modelo del Aprendizaje Basado en Indagación (ABI).

Además, el diseño e implementación de un EVA apoya el desarrollo de habilidades cognitivas en la enseñanza de la física, puesto que, al aplicar este tipo de estrategias es posible mejorar las capacidades de pensamiento crítico y científico, la toma de decisiones, la comunicación interpersonal y la expresión oral de los futuros ingenieros (González y otros, 2011).

El ABI se basa en la idea de que el aprendizaje se produce de manera más efectiva cuando los estudiantes se involucran activamente en la búsqueda de soluciones a problemas o preguntas relevantes. Esta metodología no solo promueve la exploración activa, la investigación y el descubrimiento, sino que también estimula su capacidad para abordar los diferentes desafíos del mundo real de una forma más creativa. Al fomentar el aprendizaje activo y significativo, el ABI busca transmitir conocimientos teóricos y también fortalecer habilidades prácticas además de, promover la aplicación efectiva de los conceptos aprendidos.

Según (Cárdenas & Saavedra, 2017) “la indagación es la capacidad de formular preguntas, realizar procedimientos, ordenar e interpretar datos pertinentes para dar respuestas, es

la capacidad de formular hipótesis, encontrar variables, realizar procedimientos y ordenar resultados”.

En el ámbito de la Ingeniería Industrial, donde la práctica y la experimentación son fundamentales, el ABI cobra relevancia ya que los estudiantes no solo adquieren conocimientos, sino que también contribuyen al desarrollo de habilidades prácticas que serán cruciales en su carrera profesional. Por lo tanto, el diseño de un EVA que integre el ABI se presenta como una oportunidad única para proporcionar a los estudiantes una experiencia educativa adaptada con las demandas del mercado laboral actual. En este sentido, el diseño del entorno virtual propuesto facilitará a los estudiantes de Ingeniería Industrial acceder a experiencias de laboratorio de manera flexible, eliminando las limitaciones de tiempo y espacio asociadas con los laboratorios físicos tradicionales.

Por otra parte, en la nueva era digital se hace indispensable formar a los formadores con nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de cursos de ciencias básicas en tecnologías e ingenierías, presentando un reto para aquellos docentes que no tienen formación en pedagogía implementar estrategias basadas en el manejo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Según Carrillo, la formación en Ingeniería Industrial permite a los profesionales contribuir positivamente a la sociedad a través de la docencia aplicando competencias pedagógicas. Los ingenieros docentes pueden involucrarse en diversos procesos educativos, aplicando su experiencia técnica para mejorar y gestionar estos procesos de manera eficaz. Esta combinación de docencia e ingeniería ofrece una oportunidad para influir en la educación y, por ende, en el desarrollo social, mediante una práctica pedagógica bien fundamentada (Carrillo y otros, 2010).

El presente trabajo se fundamenta a través del proyecto World Pendulum Alliance, cuyo objetivo es mejorar la calidad de la educación superior en los campos de las matemáticas y las

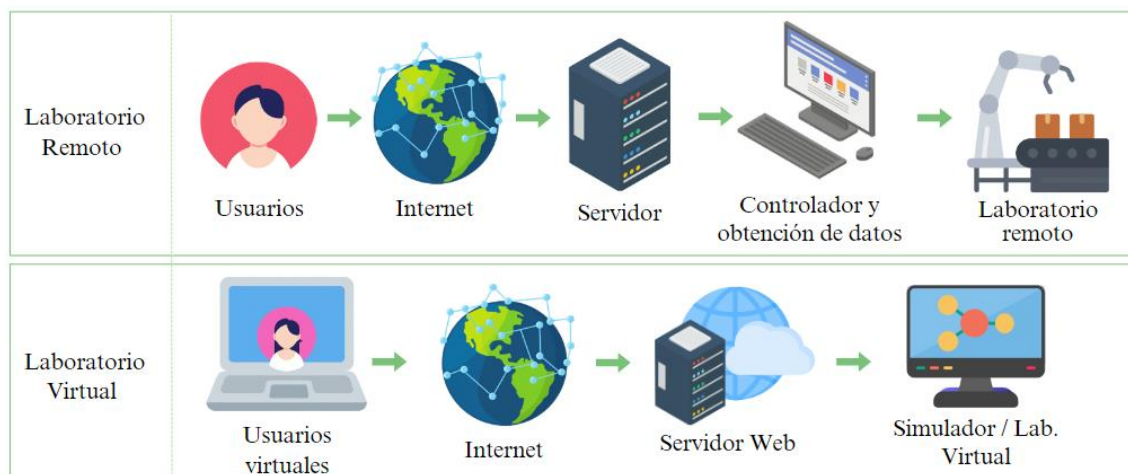
ciencias mediante el despliegue de una red mundial de experimentos remotos (WPA,2024). A través de esta plataforma, los estudiantes pueden acceder a una variedad de experimentos que promueven el aprendizaje práctico. El World Pendulum Alliance ofrece un entorno interactivo que opera mediante Internet y facilita las actividades científicas en campos tan variados como la física, la ingeniería y la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Al permitir que los estudiantes experimenten con conceptos científicos en un entorno controlado y remoto (Maurel, 2015).

Desde la formación como Ingeniero Industrial, se incorporan competencias técnicas y metodológicas que permiten diseñar y gestionar eficazmente sistemas complejos, adaptándolos al contexto educativo. Estas habilidades incluyen la capacidad para optimizar procesos, implementar tecnologías innovadoras y gestionar recursos de manera eficiente, aspectos cruciales para el desarrollo de los EVA. El uso de laboratorios remotos y virtuales ha transformado la educación y la investigación científica al brindar acceso remoto a experimentación y prácticas, superando limitaciones geográficas.

El funcionamiento de ambos laboratorios se observa en la **Figura 1**. Los laboratorios remotos emplean dispositivos y equipos reales controlados por Internet, permitiendo a los usuarios interactuar, manipular variables y obtener datos en tiempo real. Esta experiencia se asemeja a estar presente en un laboratorio físico sin necesidad de desplazarse físicamente (Triana y otros, 2020).

**Figura 1**

*Funcionamiento de los laboratorios remotos y virtuales*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

El concepto de laboratorio virtual ha revolucionado la educación y la investigación científica al proporcionar acceso remoto a la experimentación y prácticas. Con la ayuda de dispositivos y equipos controlados por Internet, los estudiantes pueden interactuar, manipular variables y obtener datos en tiempo real, todo ello desde la comodidad de sus propios hogares. Esta experiencia, que se asemeja a estar presente en un laboratorio físico, ofrece una alternativa viable y eficaz a los laboratorios tradicionales, que a menudo enfrentan limitaciones de recursos y espacio.

Los laboratorios virtuales y remotos surgen de la necesidad de desarrollar sistemas para ayudar a los profesores a promover el aprendizaje práctico, optimizar el uso del tiempo y los recursos en un entorno controlado, garantizar la seguridad de los estudiantes, además de apoyar las nuevas tecnologías de la información.

Los laboratorios virtuales surgieron en respuesta a la necesidad de desarrollar sistemas que asistan a los docentes en la promoción del aprendizaje práctico, optimizando el uso del tiempo y recursos en un entorno seguro y controlado, además se destacan por

atractivo visual y animaciones que imitan el escenario de un laboratorio real (Infante Jiménez, 2014).

La interactividad que brindan los entornos (EVA) se convierte en un elemento crucial, permitiendo una experiencia educativa en línea más dinámica y participativa. La utilización de recursos informáticos que facilitan la comunicación y el intercambio de ideas entre profesores y estudiantes, creando un entorno flexible para el aprendizaje.

Además de los beneficios prácticos, los laboratorios virtuales también ofrecen una serie de ventajas pedagógicas. La interactividad y la inmersión que proporcionan estos entornos virtuales fomentan una experiencia educativa más dinámica y participativa. A su vez, la flexibilidad y la accesibilidad de estos laboratorios conectados a internet permiten a los estudiantes adaptar su aprendizaje a sus propias necesidades y preferencias, lo que fomenta el aprendizaje autónomo característico de la educación a distancia.

En este contexto, el desarrollo de un Entorno Virtual de Aprendizaje se presenta como una solución creativa y efectiva al integrar los recursos que hoy en día se encuentran disponibles, lo que conducirá a minimizar las limitaciones económicas y tecnológicas asociadas con la educación tradicional en ciencias. Este entorno, diseñado específicamente para facilitar el acceso a experimentos virtuales y remotos, contribuyendo a que los estudiantes exploren los conceptos físicos de manera práctica minimizando las restricciones de tiempo y espacio en comparación a los laboratorios físicos tradicionales.

La implementación de un EVA basado en el ABI busca mejorar el acceso a la educación en ciencias y promover el desarrollo de habilidades críticas y el pensamiento creativo. Al proporcionar una plataforma intuitiva de usar y óptima para el aprendizaje práctico, el desarrollo de este entorno representa un paso hacia el futuro en la educación en ciencias en la formación de los futuros ingenieros. Al combinar tecnología innovadora con principios pedagógicos sólidos,

este enfoque ofrece a los estudiantes una experiencia educativa complementaria a los temas adquiridos a lo largo de su formación, lo que a su vez los preparará para tener éxito en un mundo impulsado por la ciencia y la tecnología.

### **Problema de investigación**

La formación de ingenieros industriales enfrenta el desafío crítico de integrar competencias prácticas y teóricas de manera efectiva. A pesar de la reconocida importancia de las prácticas de laboratorio para aplicar conocimientos teóricos y adquirir habilidades técnicas, las instituciones educativas a menudo se encuentran limitadas por altos costos de mantenimiento y actualización de equipos de laboratorio. Esta situación plantea la pregunta de cómo las universidades pueden proporcionar experiencias prácticas relevantes sin incurrir en gastos adicionales (Calderón y otros, 2015).

En primer lugar, es fundamental enfatizar que el componente práctico es esencial en la formación de los ingenieros, sin embargo, los laboratorios tradicionales con frecuencia se enfrentan a limitaciones debido a la falta de infraestructura adecuada, recursos financieros o personal no calificado, lo que afecta el rendimiento estudiantil y académico (Martinez & Livingston, 2018).

La formación práctica y experimental ha adquirido gran relevancia en la actualidad, y se ha convertido en un elemento crucial para acceder al campo laboral. Cada vez más empresas y organizaciones del sector valoran a profesionales con aptitudes prácticas y conocimientos técnicos sólidos, lo que ha llevado a una creciente demanda de ingenieros bien capacitados. Las prácticas de laboratorio también promueven la colaboración y el trabajo en equipo, habilidades esenciales en la industria, donde los proyectos a menudo involucran la coordinación de diferentes áreas y especialidades (Martin Llanos y otros, 2018).

En el caso de los ingenieros industriales, la experiencia de laboratorio no solo les proporciona un mejor entendimiento de los conceptos teóricos, sino que también les permite apropiarse de las mejores prácticas de seguridad y regulaciones que son fundamentales en el

ámbito industrial (Medina y otros, 2011). Como resultado de esta formación práctica, no solo aumenta su empleabilidad, sino que también los prepara de manera más efectiva para superar los desafíos presentes en el entorno laboral de la Ingeniería Industrial. Este aspecto es crucial, ya que los ingenieros industriales deben estar preparados para manejar situaciones complejas y tomar buenas decisiones (Fajardo y otros, 2015).

En el contexto educativo de la Ingeniería Industrial, las prácticas experimentales en especial del área de física juegan un papel crucial al complementar los conocimientos teóricos con experiencias prácticas. Sin embargo, la disponibilidad de los laboratorios físicos tradicionales es limitada debido a las restricciones de infraestructura y recursos financieros que afecta negativamente la calidad del aprendizaje como lo demuestra la investigación realizada por en la Universidad Tecnológica de Pereira. Según este estudio, el mantenimiento del laboratorio de Sistemas Dinámicos en esta universidad tiene un costo total de \$20.957.389, mientras que el mantenimiento del Laboratorio de Resistencia de Materiales, que cuenta con equipos más modernos, asciende a un total de \$62.336.800. Estos montos reflejan la necesidad de asignar recursos considerablemente altos para asegurar correcto funcionamiento de los equipos (Montealegre, 2018).

En este contexto, los laboratorios virtuales y remotos se presentan como herramientas clave para la formación de los estudiantes. Estos entornos de aprendizaje ofrecen a los estudiantes la posibilidad de involucrarse en actividades prácticas, experimentar con conceptos teóricos y resolver problemas complejos que se asemejan a situaciones del mundo real, todo ello asumir los altos costos asociados con los laboratorios tradicionales (Jara y otros, 2007).

En este contexto, el desarrollo del entorno virtual surge como una solución innovadora ante estas limitaciones económicas. Un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) que integre

prácticas experimentales virtuales y remotas tiene el potencial de facilitar y guiar a los estudiantes en el uso de laboratorios virtuales, permitiendo la realización de experimentos que simulan las condiciones de un laboratorio tradicional. Este enfoque ofrece una experiencia práctica segura y accesible, promoviendo un aprendizaje significativo.

Este entorno virtual EVA no solo contribuye a la reducción de los costos asociados con el mantenimiento de equipos físicos, sino que también mejora la accesibilidad al permitir la participación de los estudiantes desde cualquier ubicación y en horarios flexibles. De esta manera, enriquece el proceso de aprendizaje mediante la incorporación de tecnologías avanzadas. Además, el entorno virtual proporciona acceso a simulaciones detalladas que replican fielmente las condiciones y desafíos de los laboratorios físicos, lo permite a los estudiantes interactuar con los laboratorios virtuales y remotos de una forma guiada en un ambiente controlado y seguro.

A partir de lo anterior, se plantea la pregunta problema de investigación: *¿cómo construir un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) implementando el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) en la enseñanza de la física para estudiantes de Ingeniería Industrial, haciendo uso de la experimentación virtual y remota?*

## Justificación

En primer lugar, es fundamental enfatizar que la formación experimental es un componente esencial en la formación de ingenieros industriales. Esto les ofrece la oportunidad de fomentar competencias prácticas, aplicar los conceptos teóricos aprendidos en su formación profesional. La importancia de las prácticas de laboratorio es aún más evidente en el caso de los futuros ingenieros, puesto que estas prácticas no solo les facilitan aplicar los conocimientos teóricos obtenidos en el entorno académico, sino que también les brindan la posibilidad de adquirir conocimientos especializados que son cruciales en el entorno laboral, además las experiencias prácticas les ofrecen a los estudiantes la posibilidad de trabajar con equipos y herramientas similares a las empleadas en la industria, por lo tanto, proporciona a los estudiantes una experiencia práctica de gran valor en la operación y mantenimiento de maquinaria, la mejora de procesos y la solución de desafíos técnicos reales.

Un problema de optimización asociado a las prácticas presenciales es la coordinación de horarios y espacios físicos, lo cual puede ser una barrera para muchos estudiantes de universidades abiertas, a distancia y presenciales. La rigidez de los horarios puede dificultar que los estudiantes que trabajan o tienen otras responsabilidades participen plenamente en estas prácticas.

Además, los laboratorios remotos y virtuales han demostrado ser una herramienta valiosa e inclusiva en el campo educativo destinado a personas con discapacidad, estas tecnologías ofrecen ventajas significativas al superar barreras físicas y permitir que estudiantes con diversidad funcional y/o discapacidad accedan a experiencias prácticas de aprendizaje de manera efectiva. En el ámbito de personas con discapacidad física, la oportunidad de interactuar con

equipos de laboratorio de forma remota les permite participar en prácticas experimentales, superando las restricciones de movilidad que puedan tener (Rey Mendoza, 2015).

Según (Méndez-Estrada y otros, 2003), el uso de las nuevas tecnologías en la educación facilita la interacción, el aprendizaje autónomo y una educación integral con un enfoque humanista, crítico, creativo y comprometido con la sociedad, esta metodología busca mejorar el acceso a la educación superior, especialmente para aquellos que enfrentan barreras económicas, sociales, geográficas, culturales, de edad, discapacidad o de género, brindándoles oportunidades equitativas para una integración efectiva en la sociedad.

Además, estas prácticas promueven el trabajo colaborativo que es esencial en la industria, en la cual, los proyectos a menudo involucran la coordinación de diferentes áreas y especialidades, como resultado de esta formación práctica, no solo aumenta su empleabilidad, sino que también los prepara para enfrentar los desafíos presentes en el entorno laboral de la Ingeniería Industrial. En este sentido, el desarrollo de un EVA es una forma creativa y efectiva de minimizar las limitaciones económicas y tecnológicas, gracias a esta iniciativa los estudiantes podrán realizar experimentos virtuales que se asemejan a las condiciones de un laboratorio físico presencial a través de un entorno virtual lo que a su vez les dará la oportunidad de experimentar de manera segura, refinar procesos, investigar varias configuraciones y realizar análisis de datos de manera efectiva y eficiente (Gómez de la Fuente, 2016).

El desarrollo de este EVA se presenta una oportunidad para reestructurar la educación para los ingenieros, se lograría gracias a la infraestructura tecnológica que respalda el funcionamiento del entorno. A medida que los estudiantes interactúan con esta plataforma, sus experiencias educativas enriquecen el ambiente digital, en el que la tecnología se convierte en una herramienta esencial para guiar, facilitar y personalizar su proceso de aprendizaje. Esta forma de aprendizaje virtual trasciende las limitaciones físicas, permitiendo a los estudiantes participar activamente desde cualquier ubicación y en cualquier momento, en este sentido, al

combinar recursos digitales con estrategias pedagógicas efectivas, el EVA brinda una oportunidad única para una educación más dinámica y personalizada (Suárez Guerrero, 2016).

La integración del Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) dentro del EVA es otro aspecto esencial de esta propuesta. El ABI motiva a los estudiantes a reflexionar sobre sus conocimientos, cuestionarlos y construir nuevas ideas basadas en experiencias compartidas. Esta metodología fomenta el desarrollo de competencias como el análisis crítico, la gestión de problemas y la toma consciente de decisiones, habilidades que son cruciales en la formación de ingenieros industriales altamente capacitados. El ABI también fomenta la curiosidad y el deseo de aprender de los estudiantes, alentándolos a explorar y descubrir de manera autónoma, lo cual es vital para su desarrollo profesional continuo. La combinación de un EVA con el ABI ofrece una solución efectiva para los desafíos de la formación experimental en Ingeniería Industrial. Esta propuesta no solo aborda las limitaciones económicas, sino que también enriquece la adquisición de conocimientos nuevos, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del contexto laboral actual. Al proporcionar un entorno de aprendizaje flexible y accesible, los estudiantes pueden adaptar su aprendizaje a sus necesidades individuales y avanzar a su propio ritmo, lo que puede mejorar significativamente su comprensión y retención de los conocimientos.

Además, el potencial del EVA se extiende a la interacción entre los estudiantes. Al ofrecer múltiples canales de comunicación y colaboración, el EVA crea un espacio en el que los estudiantes y docentes pueden involucrarse en debates, discusiones y proyectos conjuntos con flexibilidad y diversidad, las barreras geográficas dejan de ser obstáculos, lo que facilita que los estudiantes participen en interacciones enriquecedoras con compañeros de diversas regiones y culturas.

El diseño y desarrollo del EVA debe considerar varios aspectos fundamentales. En primer lugar, es necesario identificar claramente los objetivos de aprendizaje específicos que se pretenden alcanzar con la implementación de este entorno virtual, estos objetivos deben alinearse estrechamente con las competencias requeridas por los ingenieros en formación, como el pensamiento analítico, la gestión de problemas complejos y la aplicación práctica de teorías científicas en entornos reales.

Por otro lado, la accesibilidad del EVA juega un papel crucial en su efectividad, este debe ser diseñado para ser accesible desde diferentes dispositivos y plataformas, asegurando que todos los estudiantes, independientemente de su ubicación geográfica o limitaciones físicas, puedan participar activamente en las actividades experimentales y educativas propuestas. Esto incluye la adaptación del contenido para estudiantes con discapacidad, asegurando que todos tengan igualdad de oportunidades para acceder y beneficiarse del entorno virtual de aprendizaje.

Según Quirós-Ramírez (2017) la accesibilidad característica de los laboratorios virtuales ofrece un apoyo significativo a los estudiantes que enfrentan limitaciones físicas, como las sillas de ruedas u otras condiciones a realizar experimentos sin enfrentar los obstáculos típicos de un entorno tradicional. Además, para las personas con discapacidades visuales o auditivas, los laboratorios virtuales ofrecen la ventaja al contar con recursos multimedia adaptados, como videos explicativos y animaciones con subtítulos o interpretación en lenguaje de señas, haciendo más accesible la obtención de información. y permitiendo que los estudiantes con discapacidades sensoriales comprendan los conceptos y procedimientos de manera efectiva (Quirós-Ramírez, 2017).

## Objetivos

### Objetivo General

Crear un Entorno Virtual de Aprendizaje que integre laboratorios virtuales y remotos para la enseñanza de la física en programas de Ingeniería Industrial, aplicando el enfoque de Aprendizaje Basado en Indagación.

### Objetivos Específicos

Realizar un análisis de la oferta de programas de Ingeniería Industrial en Colombia, evaluando las prácticas de laboratorio en los cursos de física en función de las necesidades formativas del Ingeniero Industrial.

Diseñar un entorno virtual de aprendizaje que integre laboratorios virtuales y remotos de física mecánica que permita a los estudiantes de Ingeniería Industrial adquirir habilidades prácticas en la simulación y análisis de fenómenos físicos relevantes para su formación profesional.

Implementar el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) en el curso de física general de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y aplicar un cuestionario de percepción en los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Realizar un análisis estadístico de los resultados obtenidos de la implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) a través del cuestionario de percepción, con el fin de evaluar la calidad y efectividad del EVA implementado en los cursos de física para estudiantes de Ingeniería Industrial en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

## **Situación Actual de los Programas de Ingeniería Industrial en Colombia**

El programa de Ingeniería Industrial se fundamenta en el aprendizaje y las habilidades especializadas en las ciencias sociales, ciencias físicas y matemáticas, así como en los métodos de análisis y diseño de ingeniería que permiten la valoración de los resultados alcanzados a partir de los sistemas diseñados con el fin de diseñar y construir máquinas y herramientas para optimizar la eficiencia en los procesos productivos y garantizar el correcto funcionamiento de la cadena de suministro.

El programa de Ingeniería Industrial está orientado a la formación de profesionales con dominio teórico y destrezas técnicas y sistemáticas además de poseer una sólida base científica, capaces de investigar, crear, analizar y sintetizar, críticamente, con actitud de liderazgo, conciencia humana, responsabilidad social y emprendimiento, la oferta académica en Ingeniería Industrial está dirigida a profesionales que diseñan, desarrollan y mejoran los sistemas de producción utilizados en la industria con énfasis en la investigación del sistema de producción industrial respaldada por conocimientos tecnológicos modernos de automatización industrial. La oferta académica del programa de Ingeniería Industrial de Colombia inicialmente tuvo como objetivo producir líderes en nuevos sectores organizacionales con sólidos fundamentos de gestión y métodos de trabajo altamente estandarizados, y luego, a medida que se hizo popular, tuvo como objetivo producir ingenieros de nivel medio y, en última instancia, con la introducción del discurso global, facilitar la educación interdisciplinaria en campos como la gestión de servicios y la logística, lo cual está cuestionando los procedimientos de automatización en la manufactura. Esto capacita a los graduados para ocupar una amplia gama de roles y responsabilidades en cualquier nivel dentro de una organización (Valbuena, 2016).

## Estado de la Oferta del Programa de Ingeniería Industrial

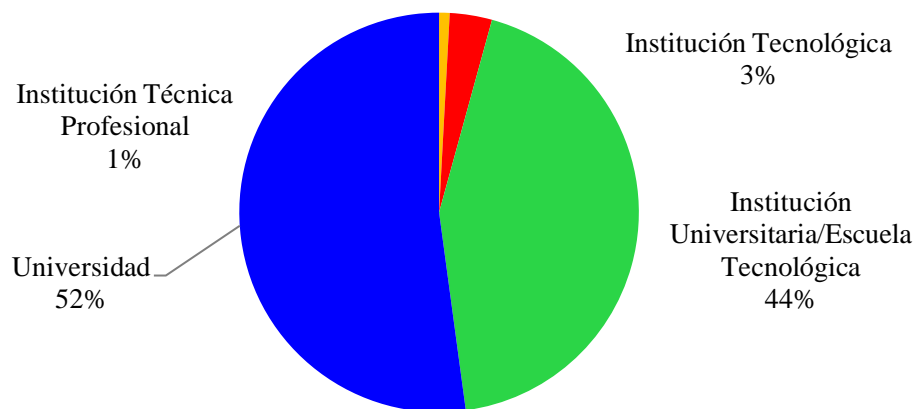
En Colombia, el Sistema Nacional de Información para la Educación Superior de Colombia - SNIES, entre otras cosas, brinda estadísticas e información sobre diversos programas a nivel nacional en todos los niveles (Nupia y otros, 2014). En la base de datos del SNIES se realizan consultas sobre diversos programas industriales en Colombia (SNIES, 2023). Los criterios de búsqueda se establecieron en base al título del programa "Ingeniería Industrial".

En la

**Figura 2** se presentan los resultados obtenidos en la búsqueda de los programas relacionados con las instituciones que imparten la Ingeniería Industrial, donde el 1% pertenece a las Instituciones Técnicas Profesionales, 3% Instituciones Tecnológicas, 44 % Instituciones Universitarias/Escuelas Tecnológicas y 52% pertenecen a Universidades, con un total de 117 universidades que brindan el programa de Ingeniería Industrial.

### Figura 2

*Estadísticas de (SNIES, 2023).*



*Nota.* Elaboración propia, 2024. Datos recopilados del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2023).

Con base en la información anterior, es posible determinar que la carrera de Ingeniería Industrial es ofrecida por las diferentes instituciones del país, variando el carácter de la institución, siendo más impartida por instituciones educativas de carácter universitario con un total de 172 universidades, mientras que solo 1 Institución de carácter técnica profesional imparte este pregrado.

Instituciones colombianas de educación superior se clasifican según su naturaleza académica y jurídica. El carácter académico define el ámbito que le permite desarrollar e impartir cursos de educación superior, y en este campo encontramos instituciones técnicas especializadas que están autorizadas para desarrollar cursos técnicos, Estos cursos técnicos que se ofrecen en estas instituciones y su educación promueven la exploración y los conocimientos técnicos (Cortes Piraquive A. L., 2013)

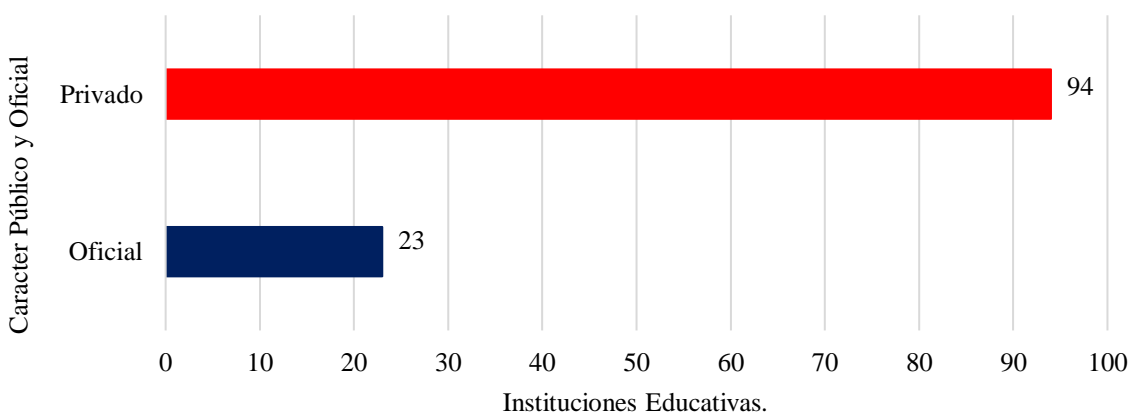
Las instituciones técnicas solo pueden ofrecer cursos preparatorios en las áreas de ingeniería, informática y gestión, por otro lado, las instituciones universitarias o escuelas técnicas se caracterizan por sus carreras científicas y de investigación, las cuales ofrecen carreras de un carácter técnico, finalmente encontramos que las universidades que contribuyen a la formación académica en una profesión o disciplina, la formación académica y la investigación científica o técnica en una profesión o disciplina.

El sistema de educación superior de Colombia juega un papel vital y tiene un impacto directo en el desarrollo político, económico y social del país; por lo tanto, es fundamental que las instituciones sean capaces de contribuir a la formación de generaciones capaces de promover un país más justo y equitativo para todos con compromiso y responsabilidad; Una institución que promueve el desarrollo del conocimiento orientado a la educación general. Personas, líderes y

emprendedores que contribuyen a solucionar los problemas del país, en la **Figura 3** se observan las instituciones de carácter privado y oficial que imparten el programa de Ingeniería Industrial.

**Figura 3**

*Instituciones de carácter privado y oficial*



*Nota.* Elaboración propia, 2024. Datos recopilados del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2023).

La universidad privada en Colombia desempeña un rol fundamental en el desarrollo académico del país; esta representa un 80% de la población total de las instituciones académicas que imparten el programa de Ingeniería Industrial, mientras que solo 23 son oficiales, las cuales representan el 20% de todas las instituciones del país.

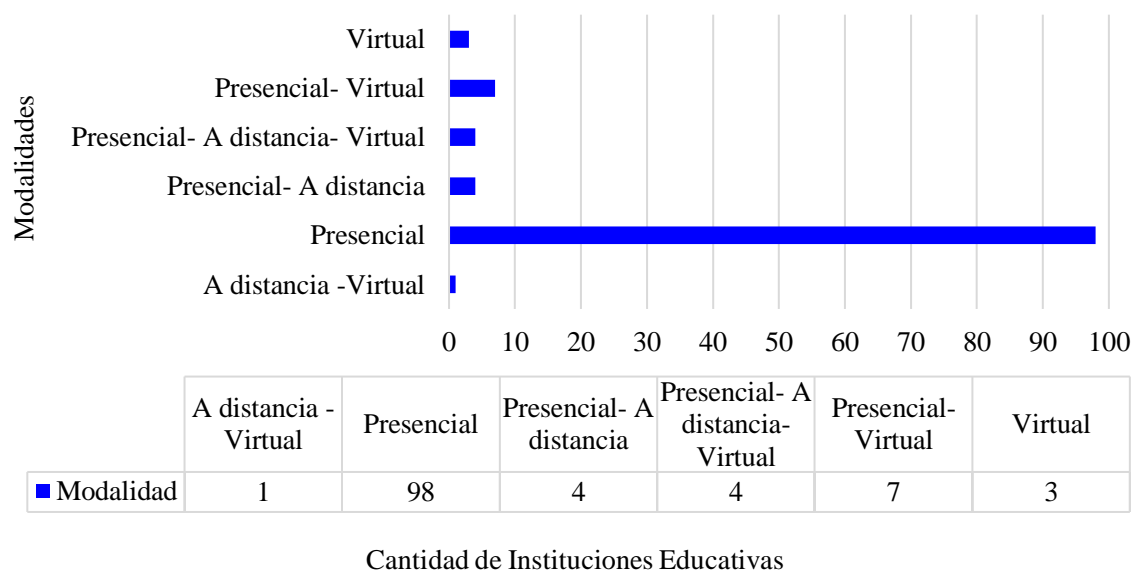
Las universidades públicas y privadas sufrieron cambios importantes desde la década de 1990 hasta la actualidad, que afectaron directamente el crecimiento del recurso humano colombiano y su competitividad. Entre los más importantes de estos cambios se encuentra un aumento significativo en la cobertura, el reconocimiento institucional, el registro de elegibilidad, el establecimiento de grupos de investigación, la mejora del nivel educativo, la creación de nuevos programas de posgrado, maestrías y doctorados, además de la realización de programas

bilingüismo, intercambio universitario, internacionalización, patrocinio universitario e integración de nuevas tecnologías (Cortes Piraquive A. L., 2013).

Otro aspecto importante es el carácter virtual y presencial de las instituciones, en los últimos años, se presenta un fenómeno interesante relacionado con los nuevos desafíos de la educación. La tecnología de la comunicación y la información se ha incluido en la virtualización, así como otros nuevos métodos de enseñanza para el proceso de formación. En la **Figura 4** se presentan las universidades según su modalidad.

**Figura 4**

*Modalidad de las universidades colombianas*



*Nota.* Elaboración propia, 2024. Datos recopilados del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2023).

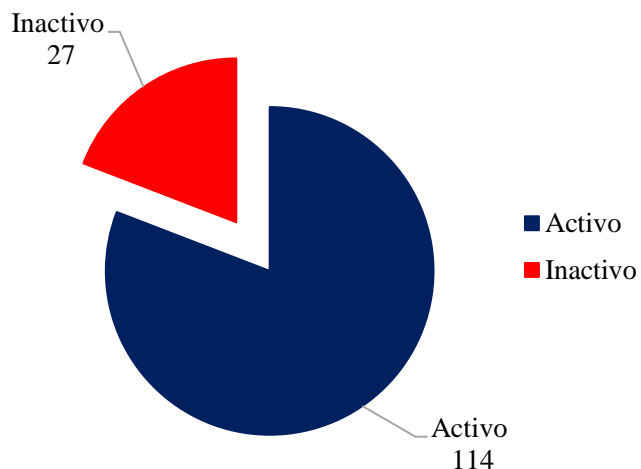
En la **Figura 4** se enlistan las universidades según su modalidad, de las cuales 4 son de carácter presencial - a distancia, 4 son presencial- A distancia- Virtual, 3 de estas son virtuales, 7 son Presencial-Virtual, 98 presenciales siendo estas el 90% del total de las universidades y finalmente solo 1 de estas universidades de carácter Presencial- A distancia- Virtual, siendo la

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD; en la Ingeniería Industrial, las estrategias metodológicas para las modalidades presencial y virtual son similares, siendo la principal diferencia el uso de simuladores virtuales en lugar de experimentos, apoyadas en manuales prácticos adaptados a equipos de laboratorio.

Por otra parte, del estudio realizado a las universidades colombianas que actualmente imparten la carrera de Ingeniería Industrial observamos una variación interesante y es la inactividad del programa de las diversas instituciones educativas, en la **Figura 5** se establece la relación que existe entre universidades con programas activos e inactivos, en donde se presentan 114 programas activos y 27 inactivos, sin embargo cabe resaltar que puede que haya más de un programa inactivo en la misma universidad.

### Figura 5

*Universidades con programas de Ingeniería Industrial activos e inactivos*



*Nota.* Elaboración propia, 2024. Datos recopilados del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2023).

La inactividad de los programas de Ingeniería Industrial varía dependiendo de diversos factores, siendo la más recurrente la inactivación por vencimiento de registro calificado, en la

**Tabla 1** se observan las justificaciones detalladas de todas las universidades que actualmente tienen su estado en inactivo.

**Tabla 1**

*Justificación detallada de los programas que actualmente tienen un estado inactivo*

Acción o Situación	Justificación detallada
Cambia de estado	Modificación en el estado de un programa académico, ya sea de activo a inactivo o viceversa.
Inactivar por RC negado	Inactivación del programa por la denegación de su solicitud de registro calificado.
Inactivar por vencimiento	Inactivación del programa cuyo registro calificado ha expirado sin renovación.
Revisión minuciosa de programas	Evaluación de programas académicos, resultando en la no continuidad del programa.
Registro calificado no renovado	Inactivación debido a la falta de renovación del registro calificado.
Renovación y autenticación de RC negado	Solicitud de renovación y autenticación del registro calificado denegada.
Renovación de registro calificado negado	Solicitud de renovación del registro calificado denegada.
Renovación RC res 3307 de 14/03/2014	Activación o renovación mediante la Resolución RC 3307 del 14 de marzo de 2014.
Se inactiva por solicitud de la IES 2020-er-330664	Inactivación a solicitud de la Institución de Educación Superior (IES) en 2020.
Se inactiva por vencimiento de registro calificado	Inactivación debido al vencimiento del registro calificado.
Tiene registro calificado resolución 6520 del 09 de agosto de 2011	Programa con registro calificado válido según la Resolución 6520 del 09 de agosto de 2011.

*Nota.* Esta tabla muestra la justificación detallada de los programas que actualmente tienen un estado inactivo. *Fuente.* Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2023).

Otro elemento para destacar es la acreditación de las instituciones educativas que actualmente imparten el programa de Ingeniería Industrial, el artículo 53 de la Ley N° 30 estableció el Sistema de Acreditación del Estado (VNA) para garantizar la calidad de las instituciones de educación superior en la sociedad, pero solo para aquellas instituciones que de manera voluntaria se someten al proceso de acreditación, que por supuesto son un número reducido, de las instituciones de educación superior privadas y algunas instituciones públicas con alta financiación oficial. El objeto de la acreditación es obtener una certificación a nivel nacional de la calidad de un programa o institución que libre y voluntariamente se somete al proceso (Gómez, 2016).

El propósito básico de las instituciones académicas es educar en sus campos asignados. Las universidades buscan el reconocimiento público para poder cumplir con su visión de impartir conocimientos, y esto solo se puede lograr a través de la acreditación; esto no es más que una prueba de alta calidad, que busca verificar el cumplimiento de los estándares, normas y reglamentos necesarios para la educación de los estudiantes.

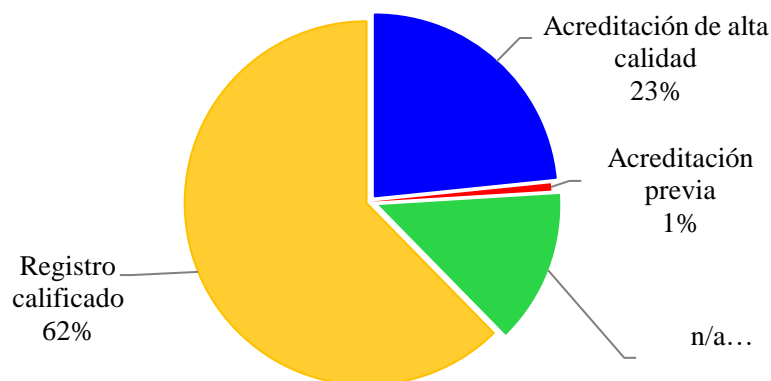
En este sentido, la acreditación de instituciones de educación superior permite, entre otras cosas, comparar la educación impartida. Busca garantizar estándares mínimos de calidad en los programas ofrecidos y fomentar la mejora continua. La acreditación suele ser una decisión voluntaria. Lo más importante es demostrar la calidad de enseñanza de la institución o programa educativo dado; esta autoevaluación se realiza por expertos externos.

Además, este proceso fomenta la transparencia y la rendición de cuentas ante la comunidad educativa y la sociedad en general. Permite identificar fortalezas y áreas de mejora, orientando esfuerzos hacia el cumplimiento de estándares internacionales. También genera confianza en los estudiantes y empleadores al garantizar una formación académica de calidad.

Por otro lado, promueve la competencia saludable entre instituciones, incentivando la innovación y la actualización de los programas. Esto, a su vez, contribuye al desarrollo de políticas educativas basadas en evidencias obtenidas durante el proceso de evaluación, en la **Figura 6** se recolecta el porcentaje de universidades que poseen un reconocimiento del Ministerio.

**Figura 6**

*Reconocimiento del ministerio*



*Nota.* Elaboración propia, 2024. Datos recopilados del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2023).

En la **Figura 6**, se presenta las universidades según su reconocimiento frente al ministerio de educación, donde el 62% de estas instituciones educativas presentan un registro calificado, el 23% posee una acreditación de alta calidad, el 1% posee una acreditación previa. Sin duda, el reconocimiento en las universidades significa los desafíos que se enfrentan para alcanzar la excelencia académica. Sin embargo, el 14% de todas las instituciones educativas no posee ningún reconocimiento del ministerio, la acreditación se lleva a cabo sobre la base del acto de acreditación emitido por el Ministerio de Educación Nacional sobre la base del concepto técnico del Consejo Nacional de Acreditación. Este reconocimiento otorga a un programa o

institución un estatus en términos de calidad. Sin embargo, las tradiciones y los logros también pueden adquirir este estatus sin una evaluación formal” (Valencia & McCann, 2012).

Cabe señalar que la acreditación es voluntaria, no obligatoria para todos los programas y organizaciones educativas, por lo que la única recompensa o valor agregado de la acreditación es el estatus académico y el valor social que le otorga a la institución.

### **Principales Asignaturas de Física en la Formación del Ingeniero Industrial en Colombia**

La enseñanza de la física en Colombia, particularmente para los futuros ingenieros industriales, desempeña un papel fundamental en la formación de profesionales calificados y versátiles. Es crucial que tanto los estudiantes como los profesores y los directivos sean conscientes del papel social que desempeña un ingeniero y de la importancia de la física en su desarrollo académico y profesional. Los ingenieros son aquellos que realizan investigaciones y crean soluciones prácticas y rentables para problemas técnicos complejos utilizando las teorías y principios de la ciencia y las matemáticas. Por lo tanto, la comprensión profunda de la física es esencial para su capacidad de abordar eficazmente los retos científicos y tecnológicos en la industria y contribuir al progreso de la sociedad (Duarte y otros, 2013).

En este contexto, para poder determinar qué fundamentos físicos son impartidos a los estudiantes de Ingeniería Industrial se examinaron detenidamente los planes de estudio (pénsum) ofrecidos por las universidades que ofertan este programa en la actualidad a nivel nacional. Para ello se estudiaron un total de 107 instituciones educativas de carácter superior, que actualmente tienen sus pénsum (planes de estudio) accesibles en la web, de las cuales destacan universidades como la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Industrial de Santander y nuestra universidad, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, en la **Tabla 2** se enumeran algunas de las universidades analizadas, representativas de la muestra completa de 107

instituciones. Esto permite proporcionar un panorama general sin abrumar con la totalidad de datos, facilitando así la comprensión y el análisis focalizado en las características más relevantes de los p ensum (planes de estudio) estudiados.

**Tabla 2**

*Algunas universidades analizadas en el estudio de pensum de Ingeniería Industrial*

UNIVERSIDADES QUE IMPARTEN EL PROGRAMA	
Instituciones con el pensum visible en la web	Instituciones con el pensum No visible en la web
Universidad Nacional de Colombia	Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Uptc	Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo -Cide-
Universidad de Cordoba	Corporación Universitaria de Ciencias Empresariales, Educación y Salud - Unicorsalud-
Universidad Militar-Nueva Granada	Eseit - Escuela Superior de Empresa, Ingeniería y Tecnología
Universidad Tecnológica del Choco-Diego Luis Córdoba	Fundación Universidad Autonoma de Colombia -Fuac-
Universidad de Antioquia	Fundación Universitaria Cervantes San Agustín - Unicervantes
Universidad Industrial de Santander	Fundación Universitaria San Martin
Universidad Francisco de Paula Santander	Universidad Católica de Oriente -Uco
Universidad del Magdalena - Unimagdalena	Universidad de Pamplona
Universidad de Cundinamarca-Udec	Universidad del Valle
Universidad de La Guajira	Universidad Tecnológica de Pereira - Utp

*Nota:* Esta tabla muestra algunas de las universidades analizadas en el estudio de pensum de Ingeniería Industrial. Es importante destacar que existen un total de 107 instituciones con el

pensum de estudios visible en la web. Para simplificar la tabla, se han resaltado únicamente algunas de ellas. *Fuente*. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2023).

Este análisis proporciona una visión general sobre cómo estas instituciones educativas preparan a los futuros ingenieros industriales para enfrentar las dificultades y oportunidades que presenta un mundo en constante cambio. La física desempeña un rol fundamental y esencial en la formación de un ingeniero, ya que le brinda una comprensión del mundo y establece una base científica y metodológica crucial para entender los fenómenos y habilidades técnicas que requerirá en su carrera profesional.

La enseñanza de la física es esencial, ya que ayuda a los estudiantes a comprender los principios tecnológicos subyacentes a muchos procesos industriales. Del mismo modo, es fundamental dominar las matemáticas y la estadística, ya que estas disciplinas son cruciales para realizar estudios de mercado y análisis cuantitativos, herramientas vitales para la toma de decisiones en el ámbito industrial (Urbina y otros, 2014).

El punto de partida para este análisis fue el plan de estudios del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), donde se evidencia que los estudiantes deben cursar el curso obligatorio de Física General (código 100413). En este curso se abordan temáticas esenciales como cinemática, dinámica, energía, y teoremas de conservación, que son fundamentales para la formación de ingenieros industriales.

Basándonos en este marco, se procedió a analizar los planes de estudio de otras 107 universidades a nivel nacional que imparten el programa de Ingeniería Industrial cuya información esté accesible en la web. Si bien existen más universidades en Colombia que poseen

este programa, se descartaron aquellas cuyos planes de estudio no estaban disponibles públicamente.

En el caso de las instituciones y planes de estudios analizados, se identificaron y evaluaron más de 277 asignaturas relacionadas con el área de la física. Estas asignaturas fueron seleccionadas mediante un exhaustivo proceso de revisión de los planes de estudio, donde se clasificaron aquellas materias que incluyen contenido teórico y práctico de física. Se consideraron relevantes aquellas asignaturas que abordaban temas fundamentales para la Ingeniería Industrial, tales como mecánica, termodinámica, electromagnetismo, y análisis de materiales, entre otros.

En el análisis se identificaron inicialmente más de 277 asignaturas relacionadas con el área de la física. Sin embargo, para garantizar una presentación de datos más clara, se optó por seleccionar únicamente 224 de estas asignaturas. Esta selección se basó en un proceso de revisión exhaustivo, donde se agruparon las asignaturas que compartían nombres similares, dado que múltiples universidades utilizan denominaciones idénticas para sus cursos de física. Durante este proceso, se evaluaron los contenidos de las asignaturas para determinar su relevancia dentro del análisis. Como resultado, se excluyeron 53 asignaturas que no se repitieron en el estudio, lo que ayudó a simplificar la presentación y a evitar redundancias. Este enfoque permitió depurar los datos y resaltar las tendencias comunes en los planes de estudio.

De las asignaturas 224 seleccionadas, se realizó una agrupación temática que permitió identificar patrones clave y presentar una representación más completa y significativa de los datos, como se ilustra en la **Figura 7**. Este análisis estructurado proporciona una visión más clara de cómo se integra el área de la física en la formación de Ingeniería Industrial a nivel nacional.



## **Revisión de las Prácticas Experimentales en el Área de Física en Colombia**

La enseñanza de la física es un componente fundamental en la educación científica y tecnológica de cualquier país. La comprensión de los principios físicos subyacentes es esencial para el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. En Colombia, se han desarrollado diversas estrategias pedagógicas con el fin de optimizar el proceso de enseñanza de las ciencias, dado que la Física es una disciplina que se dedica a estudiar y explicar una amplia gama de fenómenos naturales, algunos de los cuales son bastante complejos, históricamente ha representado un desafío tanto para los estudiantes que la aprenden como para los docentes que la enseñan. Por lo que hoy en día, algunos profesores han enriquecido estas prácticas mediante la incorporación de herramientas adicionales, tales como la implementación de entornos virtuales, simulaciones, softwares especializados y la aplicación de laboratorios remotos o virtuales (López Suspes, 2021).

Es por esto que desde el año 2006 en adelante, entidades como el ICFES, el MEN y distintas universidades del país (específicamente las pertenecientes al Sistema Universitario Estatal y otras privadas como la Universidad de la Salle), se han preocupado por indagar cómo afectarían estas prácticas experimentales en el sector estudiantil de la educación superior, siendo este el de mayor deserción de los diferentes niveles de formación en educación (García Casado, 2023). Desde esta perspectiva se han venido diversas prácticas experimentales implementando a lo largo del pregrado, en donde se permitan a estudiantes y docentes realizar un acercamiento sistemático de información y conocimiento práctico, entendiendo científicamente los fenómenos fundamentales de los distintos campos científicos.

Por su parte las políticas educativas promovidas por el Ministerio de Educación Nacional en Colombia tienen como objetivo principal fortalecer las competencias analíticas de los

estudiantes. A través de la ciencia, se busca que los estudiantes sean capaces de comprender y analizar eventos y fenómenos que ocurren en su entorno (Mueses Palacios, 2018) . Para lograr esto, es esencial que los docentes desarrollen nuevas estrategias de enseñanza que fomenten la participación de los estudiantes en experiencias prácticas. Estas actividades experimentales tienen como propósito el cuestionamiento de teorías existentes, lo que permite la adquisición de nuevos conocimientos.

Según (Yepes Espinosa, 2013) las prácticas de laboratorio son una estrategia pedagógica efectiva para enseñar y aprender sobre las diferentes ciencias, estas prácticas permiten a los estudiantes adquirir competencias científicas, como el correcto manejo de insumos de laboratorio, recolección de datos teóricos y empíricos, creación y desarrollo de ejercicios prácticos y elaboración de hipótesis, problemas y conclusiones basadas en los conceptos científicos estudiados (Rodríguez-Llerena & Llovera-González, 2014).

El Ministerio de Educación Nacional busca transformar la enseñanza de las ciencias mediante la incorporación de actividades que conecten la vida cotidiana con los conceptos y teorías estudiados en el aula. La Física, como una de las ramas más aplicables, ofrece la oportunidad de hacer que el conocimiento sea accesible para todos los estudiantes. Por esta razón, se proponen una serie de prácticas experimentales en el campo de la física que tienen como objetivo establecer un vínculo sólido entre la teoría y la práctica. Estas prácticas se basan en el uso de materiales y guías de experimentación simples para facilitar la comprensión de los conceptos (Arias Suárez & Carmona Pulgarín, 2008).

Por lo tanto, surge la necesidad apremiante de diseñar y aplicar herramientas educativas que aborden este vacío, incorporando no solo contenidos teóricos, sino también enfoques prácticos que permitan a los estudiantes desarrollar un entendimiento significativo de los conceptos físicos. Esta medida no solo tiene el potencial de mejorar el desempeño académico en

física, sino que también fomenta un mayor interés y motivación por la ciencia en general, contribuyendo así al crecimiento de una generación más capacitada en estos campos esenciales.

Por lo anterior, al ver la relevancia e importancia de los cursos en física para la implementación del EVA en programas de Ingeniería Industrial, se selecciona el curso con mayor relevancia en la formación de ingenieros, los cuales parten de la base de mecánica y dinámica.

Para el caso de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) se implementa el EVA en el curso de Física General (100413).

## **Diseño del Entorno Virtual de Aprendizaje**

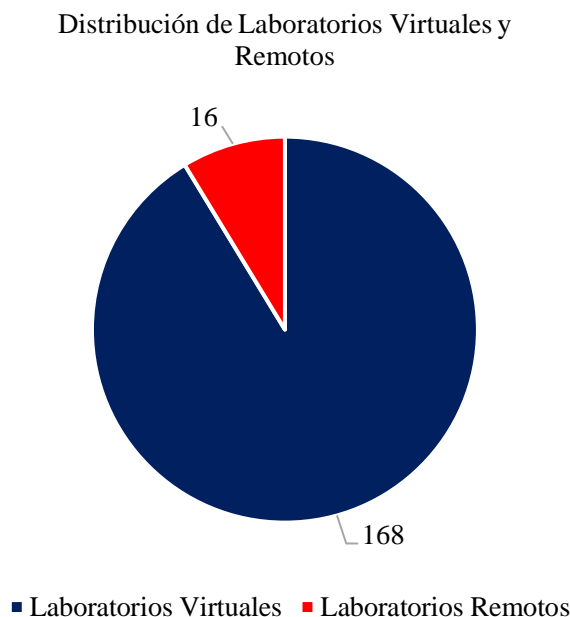
La creación del entorno (EVA) representa una oportunidad única para transformar la experiencia educativa y promover la interactividad, la colaboración y la motivación entre estudiantes y docentes (Rodríguez Mora, 2019). El proceso de diseño del EVA se estructuró en tres (3) etapas fundamentales donde se establece el análisis, diseño y mejoras del entorno.

### **Creación de la Base de Datos de Laboratorios Virtuales y Remotos de Acceso Libre**

Inicialmente se llevó a cabo la creación de una base de datos que recopiló la información detallada sobre diversos laboratorios virtuales y remotos disponibles en la red, con un enfoque específico en el tema de Física Mecánica de acceso libre. Este análisis reveló un total de 168 laboratorios virtuales y 16 remotos, como se observa en la **Figura 8**.

Los laboratorios remotos y virtuales son herramientas que ayudan a complementar la educación en ciencias experimentales e ingeniería, ofreciendo múltiples beneficios logísticos que optimizan los recursos institucionales. Entre estos beneficios destacan la reducción significativa de costos operativos y de mantenimiento, ya que se minimiza la necesidad de infraestructura física y materiales costosos, permitiendo a las instituciones destinar recursos a otros aspectos del proceso educativo.

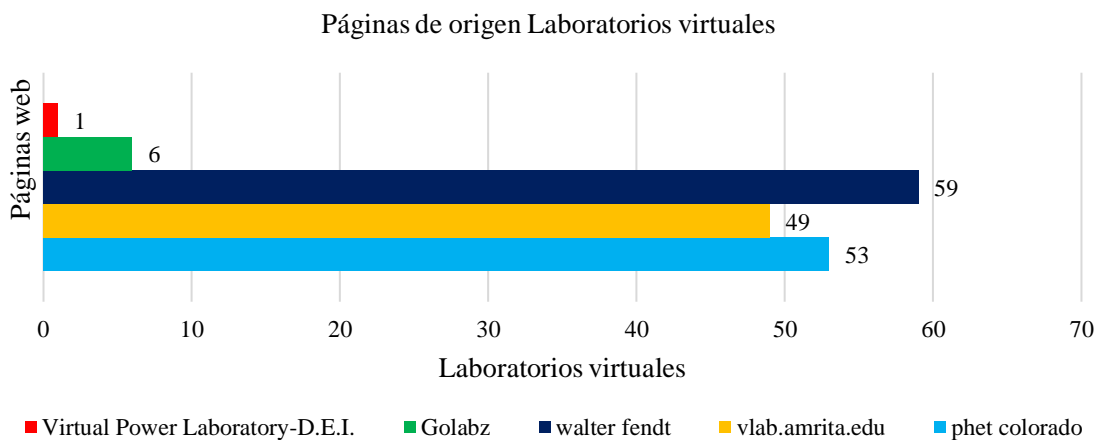
No obstante, para maximizar la efectividad del aprendizaje experimental que estos laboratorios ofrecen, es crucial contar con plataformas tecnológicas intuitivas y bien diseñadas que faciliten la interacción del estudiante con los contenidos teóricos. Además, el papel del docente se convierte en un factor clave dentro de esta dinámica, ya que su supervisión y orientación son esenciales para guiar a los estudiantes en los ejercicios prácticos, asegurando que mantengan el interés, comprendan los conceptos y logren aplicar sus conocimientos de manera adecuada. (Ortiz y otros, 2020).

**Figura 8***Distribución de Laboratorios Virtuales y Remotos*

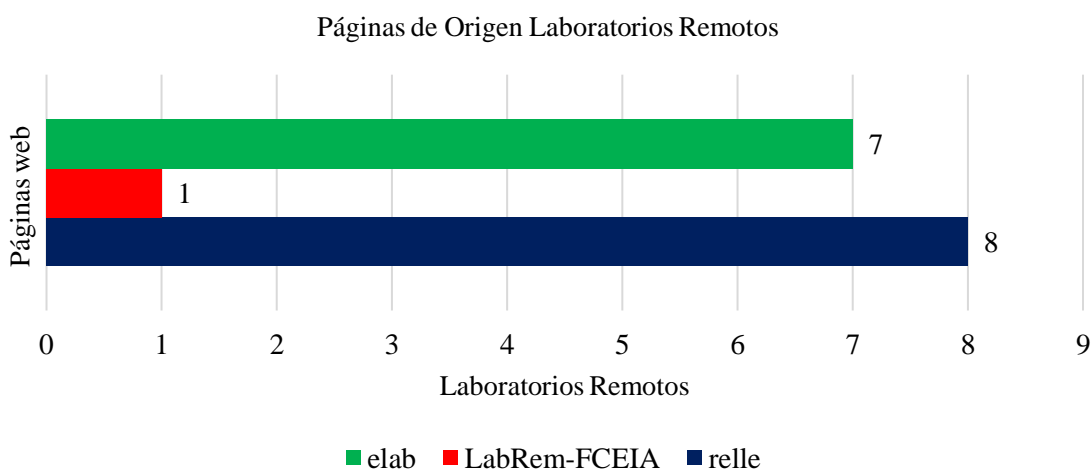
*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Además de recopilar información sobre los laboratorios virtuales y remotos disponibles en línea, esta fase también incluyó un análisis de las páginas web originales de los laboratorios evaluados. En este proceso, se examinaron aspectos como la cantidad de recursos disponibles y la organización de los contenidos.

Como resultado de este análisis, se determinó que la página de Walter Fendt ofrece la mayor cantidad de laboratorios virtuales gratuitos, destacándose por su amplia variedad de opciones, como se muestra en la **Figura 9**. Estos resultados indican que Walter Fendt es una fuente muy rica y diversa de recursos educativos en línea para estudiantes y docentes que necesitan experimentos virtuales en ciencias e ingeniería (Carniel y otros, 2008).

**Figura 9***Páginas de origen laboratorios virtuales**Nota.* Elaboración propia, 2024.

Por otro lado, es importante señalar que el sitio web de [relle.ufsc.br](http://relle.ufsc.br) alberga la mayor cantidad de laboratorios remotos gratuitos disponibles en Internet, como se muestra en la **Figura 10**.

**Figura 10***Páginas de origen laboratorios remotos**Nota.* Elaboración propia, 2024.

Estos datos brindan más información sobre la disponibilidad de recursos educativos en línea, señalando la importancia de plataformas como relleno para promover el acceso gratuito a los experimentos remotos. Aunque existen muchos más sitios web que albergan mayor variedad de colecciones de laboratorios remotos es importante tener en cuenta que muchos de ellos no están disponibles para su uso gratuito, para poder acceder a ellos se debe comprar una licencia.

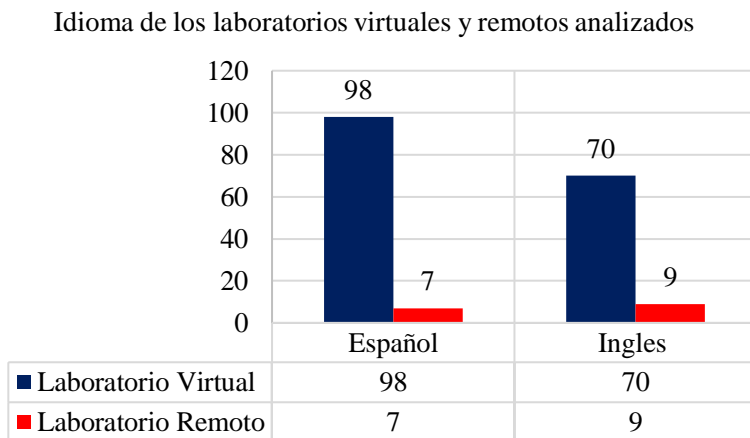
En este sentido, una de las posibles razones por las cuales no son gratuitos estos sistemas es que en cuanto mayor sea la complejidad del software y hardware utilizados en los laboratorios remotos, mayores serán los costos de desarrollo y mantenimiento, haciendo que posible su uso gratuito dadas las inversiones y requeridos necesarios para su funcionamiento (Calvo y otros, 2008).

Este análisis tuvo en cuenta varios aspectos importantes, incluido el lenguaje dominante de los laboratorios virtuales y remotos, la calidad de los recursos proporcionados y su disponibilidad. Cabe señalar que la mayoría de los laboratorios virtuales analizados están disponibles en español, lo que sugiere que muchos desarrolladores de estos laboratorios traducen el contenido para proporcionar mayor disponibilidad de recursos para los usuarios de habla hispana.

Sin embargo, se encontró que la mayoría de los laboratorios remotos disponibles en línea operan en inglés. Este hecho puede constituir una barrera significativa de acceso para aquellos usuarios que no dominan el idioma, limitando su capacidad para interactuar plenamente con los recursos y aprovechar al máximo las experiencias de aprendizaje ofrecidas. Este análisis de idioma se observa en la **Figura 11**.

**Figura 11**

*Idioma de los laboratorios virtuales y remotos analizados.*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

La recopilación de esta información proporcionó una base sólida para seleccionar y luego integrar los laboratorios en la plataforma de aprendizaje.

### **Selección de la Plataforma de Desarrollo Web para la Creación del Entorno Virtual de aprendizaje.**

La elección de la plataforma de desarrollo web para la creación del entorno virtual de aprendizaje (EVA) dependió de varios factores clave, incluidas las necesidades específicas del proyecto, los recursos disponibles, el grado de personalización requerido y las habilidades técnicas del equipo. A continuación, se describen algunas plataformas de desarrollo web comunes que se consideraron para este proyecto:

- **GoDaddy:** Es la empresa de registro de dominios y alojamiento más grande del mundo y conocida por sus servicios de registro de dominios y alojamiento web (García Martínez, 2017). Su plataforma de desarrollo web puede ser limitada en términos de flexibilidad y características específicas, según algunas opiniones de la web, el soporte de GoDaddy puede ser lento e ineficaz para resolver problemas complejos de desarrollo de sitios web.

Aunque ofrece herramientas de creación de sitios web sencillas y rápidas, algunos usuarios encuentran que las opciones de personalización son limitadas en comparación con otras plataformas. Además, los planes de Godaddy pueden considerarse costosos en comparación con otras alternativas en la web, especialmente si solo se necesita herramientas básicas para crear un sitio web sencillo.

- **WordPress:** es un servicio centrado en la creación de blogs que permite el alojamiento gratuito o de pago, proporcionado por la empresa de desarrollo de WordPress Automattic, que alojar las páginas en sus servidores (Rodríguez, 2021). Aunque WordPress es una plataforma muy versátil y se usa ampliamente para crear sitios web, es posible que se requiera un mayor nivel de conocimiento técnico para personalizar y configurar adecuadamente el entorno de aprendizaje virtual. A pesar de ser gratuito, WordPress puede haber costos adicionales si se contrata temas premium, complementos pagos de análisis y más.
- **Canva:** Si bien Canva es una gran herramienta para crear imágenes como presentaciones e infografías, carece de las funciones que se necesitan para crear un sitio web funcional e interactivo (Romero López, 2019). Si bien Canva ofrece una amplia gama de plantillas y elementos gráficos, sus opciones de automatización del diseño web son limitadas en comparación con las plataformas especializadas en desarrollo web, y en términos de administración y actualización continua del sitio web, se requiere de una plataforma más robusta para ampliar el contenido según sea necesario. Canva no está diseñado para manejar la complejidad y el mantenimiento a largo plazo de sitios web, lo que limita su idoneidad para configurar el entorno.

Luego de analizar las herramientas y aplicaciones web disponibles para el diseño y desarrollo de páginas web disponibles en la actualidad, se decidió descartar las opciones anteriores con base en las diversas consideraciones de eficiencia, costo y desarrollo. Además, se estableció la necesidad de utilizar una plataforma que no sólo cumpliera con los requisitos actuales, sino que también fuera estable y rentable a largo plazo.

Por lo tanto, luego de evaluar las necesidades y los recursos disponibles, se seleccionó Wix como la solución ideal para construir el entorno virtual de aprendizaje. Wix ofrece una combinación única de funciones avanzadas, facilidad de uso y asequibilidad, lo que lo convierte en la elección más adecuada para este proyecto. La plataforma permite crear páginas usando herramientas de Inteligencia Artificial (ADI) de Wix o diseñar a partir de plantillas previamente diseñadas. Además, dependiendo de las necesidades de personalización, la interfaz gráfica de usuario (GUI) de Wix es intuitiva y fácil de usar, lo que permite a los desarrolladores sin experiencia técnica desarrollar proyectos rápidamente (Carrasco Ortega, 2020).

De igual manera, Wix también brinda la opción de agregar funciones especiales, un alojamiento web confiable, seguridad avanzada y herramientas de SEO, todo sin costo adicional. Asimismo, Wix puede adaptarse a las necesidades en constante evolución y cuenta con una sólida infraestructura de soporte técnico, lo que contribuye al enfoque de crear una experiencia educativa en línea atractiva y fácil de navegar para los usuarios.

## **Diseño y Desarrollo Integral de la Página Web en Wix**

### ***Elección de un Dominio Web gratuito de Wix:***

El proceso de desarrollo inicial del proyecto incluyó varios pasos importantes, comenzando con la elección de un dominio web que reflejara la naturaleza y el propósito del proyecto. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un análisis de los posibles nombres con el

objetivo de identificar el nombre de dominio más apropiado. Como resultado, se eligió el título **e-Physicslab**, el cual posee el prefijo e- que denota el entorno virtual de aprendizaje, indicando claramente que se trata de una plataforma educativa en línea. Esta elección estratégica comunica a los usuarios potenciales que el contenido estará disponible a través de medios electrónicos, lo que sugiere accesibilidad y modernidad (Ávila Ontiveros, 2023).

La palabra **Physics** en el título enfatiza la principal disciplina principal que aborda la plataforma, indicando claramente el enfoque temático del sitio. Esto garantiza que los visitantes comprendan inmediatamente la variedad de contenidos que encontrarán en el entorno virtual de aprendizaje, lo cual es fundamental para atraer personas interesadas en el estudio y la práctica de la física.

Finalmente, el nombre del componente Lab indica que la plataforma incluye laboratorios remotos y virtuales. Esta parte del título enfatiza la naturaleza práctica y experimental que se caracteriza el entorno y la distingue de otros recursos educativos en línea, quedando nuestro dominio como:



<https://url.unad.edu.co/e-physicslab>

### ***Selección de una Plantilla Web Dinámica y Personalización:***

Una vez establecido el dominio del proyecto, se procedió a seleccionar una plantilla web que cumpliera ciertos requisitos estéticos y funcionales. Se priorizó la elección de una plantilla dinámica que no solo ofreciera un diseño de moderno y compatible con dispositivos móviles,

sino que también brindara una experiencia de máxima calidad. Es importante destacar que esta plantilla es personalizable, y se ajustaron todos los detalles del diseño para reflejar la identidad visual del entorno virtual. Desde la ubicación de los elementos hasta la paleta de colores y las fuentes utilizadas, cada aspecto fue considerado cuidadosamente para garantizar una apariencia consistente y profesional en todo el sitio.

### ***Personalización de la Página Web***

Personalizar una plantilla web fue un proceso que implicó perfeccionar cada elemento gráfico para cumplir con los requisitos específicos del proyecto. La elección de colores brillantes y atractivos no sólo resalta el tema científico del entorno virtual, sino que también crea un impacto visual positivo en los usuarios. Además, se ha agregado un personaje animado representativo de la página, lo que agrega un elemento único. Este personaje no sólo fortalece la identidad de EVA, sino que la presencia de esta mascota también ayuda a humanizar la experiencia online, haciendo las interacciones más amigables. Esta combinación de personalización y calidad visual enriquece significativamente la experiencia del usuario y hace que el sitio sea un recurso valioso y atractivo para estudiantes, investigadores y entusiastas de la ciencia.

### ***Incorporación de Laboratorios Remotos y Virtuales***

La incorporación de los diversos laboratorios cuidadosamente seleccionados durante la fase inicial fue uno de los aspectos más destacados de la construcción del entorno virtual de aprendizaje. Estos laboratorios no sólo enriquecen el contenido educativo del sitio, sino que también brindan a los usuarios una oportunidad única de participar en experimentos prácticos de física en un entorno en línea (García Loro, 2018). Cada laboratorio es cuidadosamente seleccionado y luego almacenado en la base de datos del sitio web, lo que garantiza siempre la

disponibilidad y funcionalidad del usuario. Además de la integración de cada laboratorio este va acompañado de una breve descripción para brindar a los usuarios una descripción general de su contenido educativo. Esta información adicional ayuda a contextualizar cada experimento e informa a los usuarios qué esperar al participar en el experimento, mejorando así la comprensión y la experiencia de aprendizaje.

### ***Revisión de la Calidad del Sitio antes de la Publicación***

Antes de publicar el entorno EVA, se realizó un proceso de revisión y gestión de la calidad con el fin de asegurar que cumpliera con los más altos estándares de calidad. Esta etapa implicó una serie de pruebas destinadas a identificar y corregir posibles errores en el diseño, la navegación y la funcionalidad del sitio. Se llevó a cabo una inspección de cada aspecto del sitio, desde su apariencia visual hasta su rendimiento técnico, con el objetivo de garantizar una experiencia impecable para los usuarios.

Además de las pruebas técnicas, se puso un énfasis particular en la experiencia del usuario, asegurándose de que la interfaz fuera intuitiva y fácil de usar. Se realizó un análisis de la usabilidad del sitio para evaluar la claridad de la estructura del entorno, la accesibilidad de la información y la facilidad de navegación. Cada elemento interactivo se examinó para garantizar que cumpliera con las expectativas del usuario y facilitara una experiencia de navegación fluida y eficiente.

Durante esta fase, se tomaron decisiones importantes para optimizar el rendimiento del sitio. Una de las decisiones clave fue simplificar el diseño y eliminar las animaciones complejas que podrían ralentizar la velocidad de carga del sitio (Arcila Castaño, 2017). Esta medida estratégica contribuyó significativamente a mejorar el rendimiento de la página y optimizar la velocidad de carga, y así reducir la latencia del navegador. En conjunto, este proceso de revisión

de calidad aseguró que el sitio web estuviera listo para ser publicado con confianza, ofreciendo una experiencia en línea satisfactoria para todos los usuarios.

### ***Publicación del Sitio Web***

Una vez completadas todas las etapas de diseño, desarrollo y revisión, el sitio web e-physicslab quedó listo para ser publicado y presentado al público. La finalización de estas etapas no sólo representa la realización exitosa de la visión original del entorno virtual de aprendizaje, sino también la culminación de un proceso cuidadoso diseñado para garantizar la calidad y funcionalidad del sitio. Cada aspecto del EVA fue diseñado y optimizado para brindar una experiencia de calidad.

## **Requerimientos Funcionales y no Funcionales del Sistema**

### ***Requerimientos Funcionales***

En un entorno virtual de aprendizaje, los requisitos funcionales del sistema son pasos esenciales para garantizar su correcto funcionamiento y la satisfacción del usuario. Estos requisitos forman un conjunto detallado de pautas que definen las diversas funciones y características que debe tener un sistema para lograr sus objetivos educativos y técnicos (Carreón Suárez del Real, 2008). Este proceso implicó identificar las necesidades y expectativas de cada grupo de interés y considerar las limitaciones técnicas y presupuestarias que pueden afectar el sistema, en la **Tabla 3** se presentan los requerimientos no funcionales.

**Tabla 3**

### ***Requerimientos no funcionales del sistema***

ID	Rol	Código	Descripción
ADMIN	Administrador	RNF01	Gestión de Laboratorios: El administrador puede agregar, editar y

ID	Rol	Código	Descripción
			eliminar laboratorios virtuales y remotos del EVA
	Administrador	RNF02	Personalización del Diseño: El administrador puede personalizar el diseño y la apariencia general de la página según las necesidades de los usuarios.
	Administrador	RNF03	Análisis y Estadísticas: Los administradores cuentan con herramientas para analizar y obtener estadísticas sobre el uso de la página.
USER	Usuario	RNF04	Exploración de Laboratorios: los usuarios podrán explorar la colección de laboratorios virtuales y remotos
	Usuario	RNF05	Reserva de Laboratorios: Facilita al usuario estar en espera en los laboratorios remotos según su disponibilidad y preferencias.
	Usuario	RNF06	Acceso a Laboratorios Virtuales: Permitir al usuario acceder a los laboratorios virtuales y realizar experimentos de manera remota.
	Usuario	RNF07	Interfaz de Laboratorios Remotos: Proporciona al usuario una interfaz interactiva para controlar los equipos de los laboratorios y equipos remotos de forma gratuita.
	Usuario	RNF08	Soporte Técnico: proporciona a los usuarios soporte técnico y recursos de documentación para resolver preguntas

ID	Rol	Código	Descripción
			y problemas sobre los laboratorios remotos y virtuales.

*Nota.* Esta tabla muestra los requerimientos no funcionales del sistema, detallando las funciones y capacidades que deben cumplir tanto los administradores como los usuarios dentro del entorno del EVA. *Fuente.* Autor.

### ***Requerimientos no Funcionales***

Los requisitos no funcionales en un entorno virtual son especificaciones que definen los criterios para evaluar el desempeño del sistema en lugar de su operación específica. Estos requisitos se centran en las características, limitaciones y características del software, no en los requisitos funcionales relacionados con las funciones específicas que debe realizar el sistema (Cruz López, 2022) en **Tabla 4** se enumeran los requerimientos no funcionales de la interfaz, mientras que en la **Tabla 5** se detallan los requerimientos no funcionales del hardware y software.

#### **Tabla 4**

*Requerimientos no funcionales de interfaz.*

Código	Nombre	Descripción
RNF01	Usabilidad	El sitio web debe ser fácil de usar y debe tener una interfaz intuitiva que guíe a los usuarios en el uso de la colección del laboratorio.
RNF02	Desempeño	El sitio web debe ser ágil y fluido al cargar o interactuar con el laboratorio virtual.
RNF03	Rendimiento	El uso de recursos por parte del sitio web, como la memoria RAM, de manera eficiente para garantizar un rendimiento óptimo incluso en dispositivos con capacidades limitadas.

RNF04	Operatividad	Incluso en caso de error o interrupción, el sitio web debe continuar funcionando para garantizar una experiencia de usuario continua.
RNF05	Disponibilidad	El sitio debe estar disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana para permitir a los usuarios acceder a laboratorios virtuales y remotos según sea necesario.
RNF06	Seguridad	Se debe garantizar la seguridad de los datos y la integridad del sistema para proteger la información del usuario.
RNF07	Accesibilidad	La página web debe ser accesible desde cualquier dispositivo, incluidos equipos de escritorio, portátiles, tabletas y teléfonos móviles, así como desde una variedad de navegadores web.
RNF08	Concurrencia	El sitio web debe ser capaz de manejar a varios usuarios al mismo tiempo sin afectar su rendimiento ni la experiencia de navegación de cada usuario.
RNF09	Escalabilidad	La plataforma debe ser escalable para adaptarse a nuevas funciones, contenidos y usuarios sin afectar su rendimiento o usabilidad.

*Nota.* Esta tabla muestra los requerimientos no funcionales de interfaz, especificando las características necesarias para garantizar la usabilidad, rendimiento, seguridad y accesibilidad del sistema. *Fuente.* Autor.

### **Tabla 5**

#### *Requerimientos no funcionales del hardware y software*

Código	Nombre	Descripción
RNF10	Hardware	Los usuarios deben poder acceder a la página desde cualquier tipo de dispositivo móvil en iPads y tabletas:

Código	Nombre	Descripción
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• iPads: iOS 14 y superior</li> <li>• Android: 9.0 y superior</li> </ul>
RNF11	Software	La página web será compatible con los principales sistemas operativos, como Windows, macOS y Linux.
RNF12	Software	La aplicación será construida utilizando el lenguaje de marcado de hipertexto HTML5.
RNF12	Software	<p>La página web será compatible como con los navegadores más utilizados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Google Chrome (versión 92 y superior)</li> <li>• Safari para Mac (versión 14 y superior)</li> <li>• Microsoft Edge (versión 100 y superior)</li> <li>• Firefox (versión 91 y superior)</li> </ul>

*Nota.* Esta tabla muestra los requerimientos no funcionales del hardware y software, especificando los dispositivos y sistemas operativos compatibles con la plataforma, así como los navegadores web que deben ser soportados. *Fuente.* Autor.

### **Diseño final del Espacio Virtual de Aprendizaje**

El Espacio Virtual de Aprendizaje es un entorno educativo en línea desarrollado para mejorar el proceso de enseñanza de las diversas disciplinas de la física. Está diseñado como una plataforma interactiva, en este entorno, los estudiantes tienen la oportunidad de acceder a recursos didácticos, involucrarse en actividades de aprendizaje colaborativo y monitorear su progreso, a través de una página web construida en Wix, este espacio ofrece una estructura organizada que permite a los usuarios navegar de manera intuitiva y encontrar fácilmente los contenidos que necesitan. Con el objetivo de brindar una experiencia de calidad, el Espacio Virtual de Aprendizaje proporciona herramientas y funcionalidades que promueven la obtención de conocimientos y competencias en el campo de la física (Pastora & Fuentes, 2021).

El Espacio Virtual de Aprendizaje se caracteriza por su accesibilidad y flexibilidad, ya que está disponible las 24 horas del día y los 7 días de la semana, lo que permite a los estudiantes progresar en su aprendizaje de manera autónoma. Sin embargo, es importante señalar que la disponibilidad de los laboratorios remotos depende de la operatividad de cada servidor, lo que puede dar lugar a la presentación de fallas ocasionales. Además, ofrece una variedad de recursos multimedia, como videos, animaciones y simulaciones, que enriquecen el proceso de enseñanza y proporcionan una experiencia interactiva. Asimismo, fomenta la participación de los estudiantes a través de actividades de aprendizaje colaborativo y evaluaciones formativas que les permiten poner en práctica los conceptos aprendidos (Palomino y otros, 2023).

La descripción del espacio virtual de aprendizaje se refiere a una plataforma en línea diseñada para optimizar el proceso educativo a través de recursos digitales. Este espacio ofrece una variedad de herramientas interactivas y recursos multimedia que brinda a los estudiantes la oportunidad de acceder a materiales de aprendizaje, participar en dinámicas colaborativas y recibir comentarios de los docentes (Medina y otros, 2016). Incluye una estructura organizada donde se encuentran los diferentes cursos y módulos, facilitando la navegación y el acceso a la información. El diseño del espacio virtual de aprendizaje busca promover una experiencia educativa flexible y dinámica, brindando a los usuarios la posibilidad de acceder a los contenidos en cualquier momento y desde cualquier lugar.

El espacio virtual de aprendizaje se diseñó para facilitar la enseñanza y el aprendizaje a través de recursos digitales. Este espacio ofrece una variedad de herramientas interactivas y laboratorios virtuales y remotos que permiten a los estudiantes acceder a materiales educativos, participar en actividades de aprendizaje e Incluye una estructura organizada donde se encuentran los diferentes cursos, facilitando la navegación y el acceso a la información. El diseño del

espacio virtual de aprendizaje busca promover una experiencia educativa flexible, brindando a los usuarios la posibilidad de acceder a los contenidos en cualquier momento y desde cualquier lugar (García Aretio, 2017).

### *Navegabilidad del entorno virtual de aprendizaje en Wix*

La navegabilidad es un aspecto fundamental en los entornos virtuales de aprendizaje. Es un componente crucial en la experiencia del usuario y, por ende, en la eficacia del proceso de enseñanza y aprendizaje. Con el objetivo de facilitar que los usuarios accedan y utilicen de manera eficiente los recursos y herramientas disponibles, se ha desarrollado una interfaz que sea clara, intuitiva y fácil de navegar. La **Figura 12** proporciona una visión inicial de esta interfaz del entorno vital de aprendizaje.

### **Figura 12**

#### *Interfaz inicial del entorno virtual*



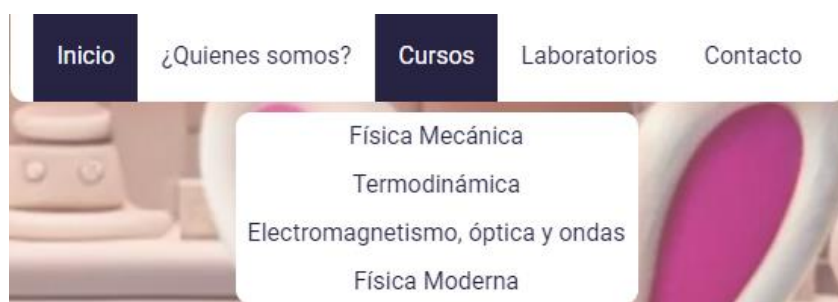
*Nota.* Elaboración propia, 2024.

La organización cuidadosa del sitio, con menús bien definidos y enlaces claros, facilita la navegación entre las diversas secciones y recursos disponibles. Esta estructura proporciona un marco sólido sobre el cual los usuarios pueden construir su experiencia de aprendizaje de manera fluida y sin obstáculos.

Además, la inclusión de elementos de orientación, como botones de retroceso y barras de navegación, añade una capa adicional de comodidad y facilidad de uso, permitiendo a los usuarios moverse con confianza y seguridad dentro del entorno virtual. La **Figura 13**, ilustra el menú principal del entorno y sus subniveles, evidenciando cómo esta accesibilidad se integra en la estructura del sitio.

### Figura 13

#### *Menú de navegación*



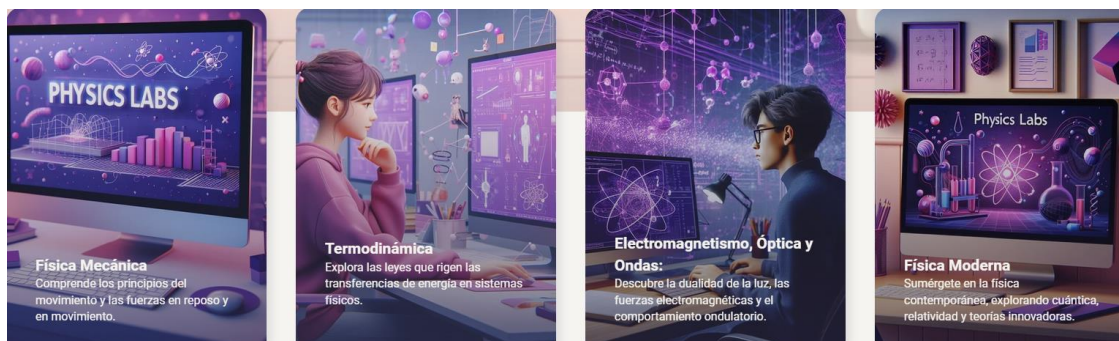
*Nota.* Elaboración propia, 2024.

La combinación de una interfaz intuitiva, una estructura organizada y una atención especial al detalle garantiza una experiencia de usuario enriquecedora y eficiente en el entorno, estos elementos no solo facilitan el acceso a los recursos educativos, sino que también fomentan un ambiente propicio para el aprendizaje y el desarrollo académico (González-Zamar, 2020).

**Página de inicio:** La página de inicio del entorno virtual proporciona una visión inicial del sitio web, proporcionando un acceso rápido y directo a las diferentes subpáginas del entorno. Entre estos accesos rápidos se encuentran los enlaces directos a cada uno de los cursos de Física Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, Óptica Y Ondas, así como Física Moderna. Estos enlaces proporcionan una breve descripción de cada curso, brindando a los usuarios una vista previa y una idea interesante de lo que se cubrirá como se observa en la **Figura 14**.

**Figura 14**

*Botones de acceso rápido a los cursos del EVA diseñado.*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Además de los cursos mencionados, la página de inicio ofrece botones de acceso rápido a la sección de laboratorios, tanto remotos como virtuales, como se ilustra en la **Figura 15**. Estos enlaces dirigen al usuario a un amplia de laboratorios disponibles, brindando así la oportunidad de explorar y participar activamente en una amplia gama de situaciones de la vida real. Esta característica no solo enriquece el aprendizaje teórico, sino que también fomenta la aplicación práctica de los conceptos estudiados en un entorno controlado y educativo.

**Figura 15**

*Botones de acceso rápido a la sección de laboratorios*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

**¿Quiénes somos?** La sección Quiénes somos del Espacio Virtual de Aprendizaje presenta información detallada sobre el equipo de desarrollo y la comunidad que respalda el proyecto. Aquí, los usuarios pueden conocer la misión del Espacio Virtual de Aprendizaje, la visión a largo plazo y el compromiso con la excelencia e innovación tecnológica. Además, se destacan los nombres y perfiles de los desarrolladores clave que han trabajado en la creación de este espacio de aprendizaje virtual. Esta sección también permite a los usuarios comprender la importancia de la comunidad en el Espacio Virtual de Aprendizaje y cómo se fomenta la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los estudiantes.

**Cursos.** La sección de cursos ofrece una variedad de temáticas que los usuarios pueden explorar. Actualmente, los cursos disponibles incluyen Física Mecánica, Termodinámica, Electromagnetismo, óptica y ondas, y Física Moderna. Estas materias se dividen en diferentes módulos específicos del enfoque ABI, que cubren todos los aspectos teóricos y prácticos necesarios para comprender los fundamentos de cada campo.

El curso de Física Mecánica es el único que se encuentra completamente terminado. Esta decisión se tomó con el objetivo de ofrecer a los usuarios un curso completo y de alta calidad para comenzar su experiencia en la plataforma. Se espera tener los cursos restantes terminados en el futuro para así ampliar aún más la variedad de cursos ofrecidos en la plataforma bajo la metodología ABI. Este enfoque garantiza que los cursos adicionales se desarrollen con la misma atención al detalle y la calidad que el curso de Física Mecánica, proporcionando a los usuarios una experiencia de aprendizaje completa y enriquecedora.

**Laboratorios.** La sección de laboratorios en el Espacio Virtual de Aprendizaje proporciona a los usuarios una experiencia práctica y virtual. Los laboratorios en el entorno virtual de aprendizaje están divididos en dos categorías:

**Laboratorios remotos.** Los laboratorios remotos proporcionan acceso a equipos físicos a través de Internet, brindando a los usuarios la capacidad de realizar un experimento en un entorno controlado desde cualquier ubicación geográfica (Musa, 2012). A través de la interacción directa con herramientas y equipos, los estudiantes pueden acceder a prácticas de forma remota. El entorno virtual de aprendizaje virtual integra una impresionante gama de recursos y ofrece un total de 15 laboratorios remotos para investigación y estudio, los cuales se caracterizan por ser de acceso libre, en la Figura 16 se observa esta sección de laboratorios remotos de la página web.

**Figura 16**

*Sección de laboratorios remotos de la página web*

**Relle**

**Painel Eléctrico CC**  
Explorarás las asociaciones en serie, paralelo y mixtas en redes de corriente continua

**Painel Eléctrico CA**  
Analizarás las combinaciones en serie, paralelo y mixtas en circuitos de corriente alterna.

**Entorno de desarrollo de Arduino**  
Desarrollarás habilidades para verificar, cargar códigos y controlar sensores y actuadores en Arduino

**Plano Inclinado**  
Comprenderás la segunda ley de Newton del movimiento y la descomposición de fuerzas en vectores

**Conversión de Energía Lumínica en Energía Eléctrica**  
Convertirás la energía lumínica en eléctrica mediante el efecto fotovoltaico al impactar en la placa solar.

**Conducción del calor en barras metálicas**  
Estudiarás el modelo de propagación del calor en barras metálicas en este laboratorio.

*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Esta sección describe los laboratorios remotos y proporciona a los usuarios imágenes de referencia que describen el entorno de cada laboratorio y el equipo disponible. Además de la imagen, incluya una breve descripción que resalte el objetivo de aprendizaje del laboratorio, así como los conceptos clave cubiertos y las habilidades desarrolladas a través de la interacción con ellos.

**Laboratorios virtuales:** Los laboratorios virtuales son otro aspecto importante de esta sección, ya que brindan simulaciones y programas interactivos que permiten a los usuarios experimentar virtualmente los conceptos aprendidos en clase (Carrión-Paredes y otros, 2020). Estas herramientas proporcionan un entorno seguro y controlado para aprender y aplicar conocimientos en una variedad de campos, desde experimentos científicos hasta prácticas de ingeniería. En total, el sitio integra un total de 150 laboratorios virtuales, en la **Figura 17** se explora la interfaz de la sección.

## Figura 17

*Interfaz de la sección de laboratorios virtuales*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

**Contacto:** La sección de contacto del Espacio Virtual de Aprendizaje permite a los usuarios comunicarse de forma rápida y sencilla con el equipo responsable del entorno. Aquí, los usuarios pueden encontrar información de contacto para realizar consultas o resolver problemas relacionados con el sitio. Además, está disponible un formulario de contacto en línea para que los usuarios puedan enviar un mensaje directo al equipo y recibir una respuesta oportuna.

### **Diseño de curso de Física Mecánica a Partir de ABI**

El curso de Física Mecánica, diseñado específicamente en el Espacio Virtual de Aprendizaje (EVA) bajo el enfoque del Aprendizaje Basado en Indagación (ABI), se fundamenta en la participación de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento, mediante la investigación y la resolución de problemas. El objetivo principal de este curso es fomentar la capacidad de análisis y la creatividad de los estudiantes para que puedan adquirir un mejor entendimiento de los principios fundamentales de la física mecánica (Coral Ordoñez, 2021).

El Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) es un método educativo que busca involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Dentro de este enfoque, los estudiantes adoptan el rol de investigadores, planteando preguntas, diseñando y realizando experimentos, recolectando y analizando datos, y llegando a conclusiones basadas en evidencia. El ABI promueve la resolución de problemas y el pensamiento creativo, lo que les permite a los estudiantes adquirir conocimientos significativos (Espinoza & Cervantes, 2021).

La aplicación del Aprendizaje basado en Indagación (ABI) en la educación de física mecánica resulta de gran importancia. Según un estudio de Anzules y otros (2017), “el enfoque ABI utiliza herramientas como la investigación guiada y la instrucción en laboratorio abierto. Los resultados mostraron que los estudiantes que recibieron la intervención ABI obtuvieron

mejores resultados que los estudiantes que no recibieron la intervención” (Anzules y otros, 2017).

En general, este estudio destaca la eficacia de la ABI y la colaboración para mejorar el aprendizaje en este contexto educativo. Por lo que este enfoque permite a los estudiantes desarrollar competencias fundamentales para la comprensión de los principios físicos y su aplicación en el mundo real. Al involucrar a los estudiantes en investigaciones y experimentaciones, se fomenta la curiosidad, la motivación y el interés por la física. Además, el ABI promueve la interacción y colaboración entre los estudiantes, lo que les permite adquirir habilidades sociales y trabajo en equipo, tan importantes en el mundo laboral actual.

### **Descripción del curso de Física Mecánica**

El aprendizaje basado en la indagación (IBL) es una estrategia educativa que fomenta el pensamiento crítico y la comprensión profunda a través del método científico y la investigación activa.

Según (Torres-Payoma F. y otros, 2022) el IBL permite a los estudiantes involucrarse en actividades de investigación que imitan las prácticas científicas reales, promoviendo así un aprendizaje más significativo y motivador, esta metodología mejora tanto la comprensión conceptual como las habilidades prácticas, haciendo del IBL una herramienta valiosa en los currículos educativos modernos.

El método está organizado como un modelo de cinco etapas, cada una diseñada para guiar de manera estructurada el proceso de indagación:

#### ***Inicio***

La etapa inicial del curso es necesaria para establecer una fuerte conexión entre el estudiante y el contenido del curso. En esta etapa, los estudiantes reciben una cálida bienvenida y se les presenta el contenido detallado del curso, en este espacio se presenta una descripción general de los objetivos del curso y se exploran los resultados de aprendizaje. También se

presenta una guía detallada de la estructura del curso y qué encontrará en cada sección. Además, se anima a los estudiantes a reflexionar sobre sus conocimientos previos, animándolos a considerar cómo este conocimiento puede influir en su experiencia de aprendizaje.

### ***Orientación***

En esta sección, se ofrece a los estudiantes una oportunidad única para consolidar y ampliar sus conocimientos previos, preparándolos para el contenido del curso. Se profundiza en temas esenciales como modelos, teorías y leyes que constituyen los cimientos de la física, brindando ejemplos prácticos que ilustran cada concepto de manera clara. Por ejemplo, se exploran los modelos de movimiento uniformemente acelerado mediante la descripción paso a paso de situaciones cotidianas. Además, se aborda con detalle el proceso de medición y la importancia de considerar la incertidumbre en las mediciones físicas. Los estudiantes son guiados a través de ejemplos prácticos que destacan la aplicación de técnicas de medición precisa, así como la evaluación y mitigación de errores experimentales. También, se establece el estudio de las unidades, estándares y el sistema internacional de unidades (SI), los estudiantes aprenden a aplicar estas conversiones en contextos reales, como al convertir entre unidades de longitud, masa o tiempo en problemas de la física aplicada. Asimismo, se profundiza en el concepto de dimensiones y análisis dimensional, resaltando su importancia en la formulación y comprensión de las leyes físicas. Se presentan ejemplos prácticos paso a paso que guían a los estudiantes a través del proceso de análisis dimensional. Por otro lado, se explora el movimiento de proyectiles, donde los estudiantes a través de ejemplos prácticos aplican los principios de la física en situaciones del mundo real, como el lanzamiento de un proyectil o el movimiento de un objeto en un campo gravitatorio.

### **Definición de Objetivos.**

- Comprender y aplicar los principios fundamentales de la física mecánica.
- Desarrollar habilidades prácticas y experimentales en relación con la física mecánica.
- Fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de indagación.

### **Diseño de Preguntas de Indagación.**

- Cinemática: ¿Cómo describimos el movimiento de un objeto en términos de distancia, desplazamiento, velocidad y aceleración?
- Dinámica y Leyes de Newton: ¿Qué causa el movimiento y cómo se relaciona la fuerza con el cambio en el movimiento?
- Energía y Trabajo: ¿Cómo se transforma y conserva la energía en sistemas mecánicos?
- Momentum e Impulso: ¿Cómo se relacionan la fuerza, el tiempo y el cambio en el movimiento?
- Gravitación y Ley de Gravitación Universal: ¿Qué causa la atracción gravitacional y cómo afecta al movimiento de los cuerpos celestes?

### ***Conceptualización***

En esta sección, se presentan los conceptos fundamentales de la física mecánica, ofreciendo ejemplos prácticos y ecuaciones relevantes que permiten a los estudiantes adentrarse en estudio del movimiento. Se comienza explorando la cinemática, una rama de la física que se enfoca en la descripción matemática del movimiento sin tener en cuenta sus causas. Se analiza la relación entre la posición de un objeto y el tiempo, profundizando en conceptos como la trayectoria, que define la ruta seguida por un objeto en movimiento. Asimismo, se explora la

descripción detallada del movimiento, considerando diversas formas de movimiento, desde el uniforme hasta el errático, cabe resaltar que en cada temática se presentan ejemplos que ilustran la naturaleza de cada movimiento. Por otro lado, se establece el estudio del movimiento parabólico y se exploran las ecuaciones del movimiento parabólico, que describen la trayectoria de un objeto lanzado en un ángulo con respecto a la horizontal, así como las características del tiro parabólico y las ecuaciones paramétricas que lo describen en términos de tiempo.

Además, se introduce el concepto de movimiento circular, que abarca el movimiento de un objeto a lo largo de una trayectoria circular. Se presentan dos tipos principales de movimiento circular: el movimiento circular uniforme (MCU), caracterizado por mantener una velocidad angular constante, y el movimiento circular uniformemente variado (MCUV), donde la velocidad angular experimenta un cambio uniforme a lo largo del tiempo. Se presentan ejemplos que ilustran estos conceptos y se proporcionan ecuaciones relevantes para calcular parámetros importantes como la velocidad angular, la aceleración centrípeta y el período.

### ***Investigación***

Esta sección brinda a los estudiantes la oportunidad de participar en actividades prácticas utilizando recursos de la sección Laboratorios del entorno de aprendizaje virtual. Esta sección de investigación brinda un enfoque práctico y participativo que complementa el aprendizaje teórico del curso. Las actividades prácticas proporcionadas incluyen la utilización del laboratorio remoto World Pendulum Alliance (WPA) el cual es un proyecto financiado por el Programa Erasmus+ de la Unión Europea.

Este proyecto reúne a diversas instituciones de educación superior tanto de Europa (como Portugal, España, Francia y la República Checa) como de América Latina (como Colombia, Panamá, Chile y Brasil) con el objetivo de mejorar el acceso y la calidad de la educación en

matemáticas y ciencias. Su meta principal es establecer una red de péndulos de acceso remoto distribuidos en diversas universidades tanto en Europa como en América Latina. Los estudiantes tendrán la oportunidad de recabar datos con el propósito de calcular la aceleración debida a la gravedad en distintas latitudes y altitudes, para posteriormente contrastarlos con el modelo geofísico global (Cruz y otros, 2022).

Además, como segunda práctica se presentó una práctica de movimiento de un proyectil con simulación de Phet colorado, permitiendo comprender cómo factores como la velocidad de la bala y el ángulo de lanzamiento de un objeto en movimiento. Estas simulaciones crean entornos realistas y dinámicos que facilitan la comprensión de los conceptos básicos de la física mecánica.

Como tercera práctica se explora el movimiento con aceleración constante mediante la simulación interactiva de Walter Fendt, lo que permite a los estudiantes explorar las características del movimiento circular a través de experimentos virtuales. Finalmente, para la práctica 4, se realiza el estudio de movimiento circular uniforme mediante la simulación interactiva de Walter Fendt, La actividad incluye medición y cálculo de parámetros como velocidad, velocidad angular y aceleración centrípeta, correlacionándolos con valores editables en la simulación. Cada práctica cuenta con una guía detallada que proporciona instrucciones paso a paso para realizarla. De esta manera, estos laboratorios virtuales y remotos refuerzan sus conocimientos teóricos a través de la práctica, la guía activa y la exploración.

### ***Discusión***

En la parte final del curso, se implementó una estrategia de aprendizaje cuyo objetivo principal fue fomentar la participación y la contextualización de los conceptos aprendidos. Este enfoque se logra a través de un formato de evaluación final, esta actividad se convierte en una

herramienta integral diseñada no sólo para evaluar la adquisición de conocimientos, sino también para promover el desarrollo de habilidades transversales y competencias académicas.

### ***Conclusión***

En esta etapa se evalúan los conocimientos adquiridos durante el curso por el estudiante. Este proceso implica el uso de un cuestionario como herramienta de evaluación para evaluar su comprensión de los conceptos que está estudiando y su capacidad para aplicarlos a situaciones de la vida real. Esta etapa es crucial en el proceso de aprendizaje, ya que proporciona una retroalimentación valiosa a estudiantes y docentes, al identificar áreas de fortaleza y oportunidades de mejora para futuros cursos. Además, este paso es muy importante para el logro de las metas educativas, ya que verifica en qué medida se han logrado los resultados esperados.

## Implementación del Proyecto World Pendulum Alliance en el Entorno Virtual de Aprendizaje

La primera actividad práctica en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) se desarrolló en el contexto del proyecto World Pendulum Alliance. En esta experiencia, los estudiantes interactuaron con la red de péndulos, empleándola como recurso para la experimentación y el análisis de fenómenos físicos asociados al movimiento oscilatorio armónico simple. Este proyecto ofrece una plataforma para realizar mediciones y análisis comparativos en diferentes contextos geográficos.

El proyecto World Pendulum Alliance (WPA) es una iniciativa internacional que reúne a múltiples instituciones educativas tanto de Europa como América Latina para promover la investigación y la educación en ciencias físicas. El objetivo principal del WPA es establecer una red global de experimentos remotos mediante el uso de péndulos, lo que representa una herramienta poderosa tanto para la enseñanza como para la investigación. Esta red permite a los usuarios realizar mediciones experimentales en tiempo real a escala mundial, destacando en la medición de la variación de la gravedad en relación con la latitud, el proyecto WPA representa un esfuerzo colaborativo y multidisciplinario en el campo de la educación científica y la ingeniería, centrado en el estudio y la aplicación de péndulos a nivel mundial (Triana y otros, 2021).

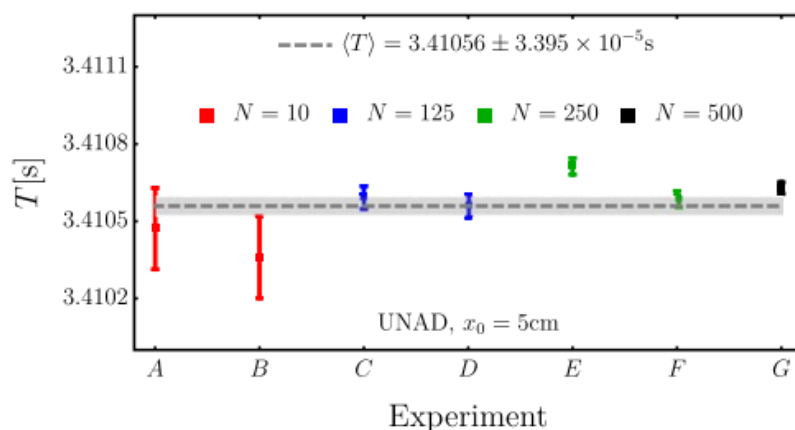
En Torres-Payoma F. y otros, 2023 (Ver Anexo 1) se aplicó un método para calcular la aceleración gravitacional utilizando los péndulos de alta calibración del proyecto WPA. En la **Figura 18**, se presenta la aceleración gravitacional  $g$  experimentada por un péndulo de la UNAD, calculada a partir de la ecuación  $g \approx \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ , en relación con los experimentos realizados en el péndulo. En la gráfica, la línea discontinua representa el valor medio de  $g$  obtenido en los experimentos, mientras que la región gris refleja el rango de error calculado con la ecuación:

$$\Delta g = g \sqrt{\frac{\Delta L^2}{L^2} + \frac{\Delta T^2}{T^2}}.$$

El experimento demuestra que a medida que aumenta el número de oscilaciones, el índice de error en el cálculo experimental disminuye. Esto se debe a que, cuando se realizan más oscilaciones, los efectos de las pequeñas imperfecciones o fluctuaciones en el experimento se promedian, lo que lleva a una medición más precisa de la aceleración gravitacional. En pocas palabras, con más oscilaciones se obtiene un valor más confiable de  $g$ , con una menor dispersión o margen de error (Torres-Payoma F. y otros, 2023).

### Figura 18

*Relación entre el número de oscilaciones y la precisión en el cálculo de la aceleración gravitacional en el péndulo de la UNAD*



*Nota.* Tomado de Computing the gravitational acceleration within the World Pendulum Alliance as an application of the remote laboratory methodology, 2023

Además, en el artículo presentado por Barrera-Buitrago y otros, 2022 (ver Anexo 3) se centra en la aplicación de un Espacio de Aprendizaje Basado en la Indagación (ILS) GRAASP en un curso de Ecuaciones Diferenciales dirigido a estudiantes de ingeniería, como parte del Proyecto Wp@ ELAB. Este enfoque pedagógico innovador fomenta la participación de los

estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. Al integrar el tema de los péndulos dentro del contexto de las ecuaciones diferenciales, este estudio no solo mejora la comprensión de los conceptos matemáticos, sino que también resalta la relevancia y la aplicabilidad de las habilidades analíticas en la resolución de problemas del mundo real en ingeniería y ciencias aplicadas (Barrera-Buitrago y otros, 2022)

Por otro lado, el artículo realizado por Buitrago y otros, 2022 (Ver Anexo 2), se enfoca en investigar el impacto del uso de un ambiente virtual de aprendizaje en el curso de ecuaciones diferenciales, en la temática de ecuaciones diferenciales de segundo orden homogéneas con el apoyo de los investigadores del proyecto World Pendulum Alliance. La recolección de información se llevó a cabo mediante cinco preguntas, utilizando pretest y posttest, siendo de las primeras investigaciones realizadas bajo esta metodología. La efectividad de la estrategia se evaluó a través de la ganancia de Hake y la evolución del aprendizaje con los vectores de Bao.

Los resultados de este artículo evidencian que el entorno de aprendizaje GRAASP mejoró significativamente la comprensión de las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de segundo orden homogéneas, aplicadas al fenómeno físico del péndulo simple. Con una ganancia de Hake de 0,37, indica una ganancia media en el aprendizaje los estudiantes mejoraron sus conceptos matemáticos al relacionar la teoría con la práctica, logrando identificar correctamente modelos matemáticos en un 57% tras la implementación del entorno virtual. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora, como el manejo de condiciones iniciales y procedimientos algebraicos, la estrategia fue efectiva al contextualizar las EDO en fenómenos físicos, promoviendo un aprendizaje más significativo. (Buitrago y otros, 2022).

Estos artículos ilustran la aplicación del proyecto en el marco de la educación superior a distancia. Cabe resaltar que participé en la construcción de los artículos anteriormente

mencionados, lo que me brindó una valiosa experiencia previa con los laboratorios virtuales y remotos antes del diseño de entornos virtuales de aprendizaje. Esta experiencia fue fundamental para comprender los procesos y desafíos involucrados en la creación de entornos educativos virtuales.

### **Control de Calidad del Laboratorio World Pendulum Alliance**

El laboratorio World Pendulum Alliance (WPA) se compromete firmemente con la excelencia en la calidad de sus servicios y análisis científicos. Con el objetivo de garantizar la precisión, confiabilidad y validez de los resultados obtenidos, el laboratorio implementa rigurosos controles de calidad en todas sus operaciones. Este enfoque se fundamenta en la importancia de mantener los más altos estándares éticos y profesionales en la investigación y análisis científicos. Una de las principales estrategias empleadas por los Laboratorios remotos para asegurar la calidad es el establecimiento y mantenimiento de un Sistema de Gestión de la Calidad que cumpla con las normativas y estándares internacionales reconocidos, tales como ISO 9001. Este sistema proporciona un marco estructurado para la planificación, ejecución y seguimiento de todas las actividades relacionadas con la calidad en el laboratorio.

### ***Contexto del Proyecto World Pendulum Alliance***

**Servicios.** El proyecto World Pendulum Alliance (WPA) surge como una iniciativa global para establecer laboratorios remotos que promuevan la excelencia en la gestión de calidad y la investigación científica. Los servicios ofrecidos por los laboratorios remotos de la WPA están diseñados para abordar las necesidades de diversos sectores, incluyendo la academia, la industria y la sociedad en general.

Los laboratorios remotos de la WPA proporcionan una amplia gama de servicios, que incluyen análisis químicos, pruebas de materiales, investigación ambiental, evaluación de

productos, entre otros. Estos servicios se llevan a cabo utilizando tecnologías avanzadas que permiten la realización de pruebas y análisis de manera remota, garantizando la precisión y la fiabilidad de los resultados.

Además de los servicios de análisis y pruebas, los laboratorios remotos de la WPA también ofrecen servicios de consultoría y asesoramiento en gestión de calidad, ayudando a las organizaciones a implementar sistemas de gestión de calidad efectivos y a cumplir con los estándares internacionales.

**Misión.** La misión de la World Pendulum Alliance es promover la investigación científica a nivel mundial, a través de la colaboración entre laboratorios remotos y la aplicación de tecnologías innovadoras, la red pendular del WPA se compromete a proporcionar servicios de alta calidad que cumplan con los más altos estándares internacionales, contribuyendo así al avance del conocimiento científico y al desarrollo sostenible de la sociedad.

**Visión.** La visión de la World Pendulum Alliance es convertirse en un referente mundial en el campo de la investigación científica, reconocida por su excelencia, integridad y contribución al bienestar global. El proyecto busca establecer una red global de laboratorios remotos que colaboren activamente en la generación de conocimiento científico y en la resolución de problemas complejos a nivel local, regional y global.

### ***Referencias Normativas***

El Proyecto World Pendulum Alliance tiene como objetivo principal fomentar la colaboración global en el estudio y la aplicación de péndulos en diversas áreas de la física. Para garantizar la calidad en todas sus actividades, se ha optado por la implementación de las normas ISO 9001 e ISO 17025, que establecen los requisitos para sistemas de gestión de calidad y competencia técnica en laboratorios, respectivamente.

**Norma ISO 9001.** Establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad, centrándose en la mejora continua y la satisfacción del cliente. En el marco del Proyecto World Pendulum Alliance, la aplicación de la ISO 9001 implica:

- **Establecimiento de Procesos:** Se definen procesos claros y documentados para la planificación, ejecución y evaluación de las actividades relacionadas con el estudio y la aplicación de péndulos en la física.
- **Enfoque en el Cliente:** Se identifican las necesidades y expectativas de los usuarios del proyecto, ya sean investigadores, estudiantes o instituciones académicas, para garantizar que sus requisitos sean cumplidos de manera efectiva.
- **Mejora Continua:** Se promueve una cultura de mejora continua, donde se identifican oportunidades de optimización en los procesos y se implementan acciones correctivas y preventivas de manera proactiva.
- **Gestión de Recursos:** Se asegura la disponibilidad de recursos adecuados, tanto humanos como materiales, para llevar a cabo las actividades del proyecto de manera eficiente y efectiva.

**Norma ISO 17025.** Establece los requisitos para la competencia técnica de los laboratorios, asegurando la validez y fiabilidad de los resultados de los ensayos y calibraciones. En el contexto del Proyecto World Pendulum Alliance, la aplicación de la ISO 17025 implica:

- **Competencia del Personal:** Se garantiza que el personal involucrado en la investigación y las actividades de enseñanza posea la competencia técnica y la formación adecuada para realizar sus funciones de manera efectiva.

- Validación de Métodos: Se valida y documenta meticulosamente los métodos utilizados en la investigación de péndulos, asegurando la precisión y la fiabilidad de los resultados obtenidos.
- Control de Equipos: Se implementan procedimientos para el mantenimiento y calibración periódica de los equipos utilizados en la investigación de péndulos, garantizando su precisión y confiabilidad.

### *Aplicación de Normativas en el Proyecto World Pendulum Alliance*

La implementación de las normas ISO 9001 e ISO 17025 en el Proyecto World Pendulum Alliance garantiza la calidad en todas sus actividades, desde la investigación hasta la enseñanza. Esto se traduce en resultados confiables y reproducibles en los estudios realizados con péndulos, así como en una experiencia educativa enriquecedora y de alta calidad para los estudiantes involucrados.

Además, la aplicación de estas normas proporciona un marco sólido para la colaboración internacional, alineando los procesos y procedimientos en todos los centros de investigación y laboratorios asociados al proyecto. Esto facilita el intercambio de información y la comparación de resultados entre diferentes instituciones, impulsando así el avance del conocimiento en el campo de la física de péndulos a nivel mundial.

En las siguientes tablas, se detallan los principios adoptados por las normativas ISO 9001 e ISO 17025 en relación con los laboratorios, así como aquellos que no fueron incluidos en la aplicación. Por otro lado, la norma ISO 17025 se enfoca específicamente en la competencia técnica de los laboratorios y la validez de sus resultados. Aspectos como la competencia del personal, el equipo de laboratorio, el muestreo, la calibración de equipos, la medición de la incertidumbre, la validación de métodos, el control de calidad de los datos, entre otros, son

fundamentales para garantizar la fiabilidad y la precisión de los análisis realizados en el laboratorio.

Adicionalmente, complementando la información anterior y como parte final de mi práctica profesional, elaboré un manual de Gestión de la Calidad para la Red Experimental de Laboratorios Remotos (ReEx-SDC). Esta red, fundada por Diana C. Herrera, Karla N. Triana y Manuel Escobar y tiene como objetivo principal promover un espacio para la educación y la investigación científica a través de experimentos y laboratorios remotos (WPA, 2024). El ReEx-SDC implementa el proyecto World Pendulum Alliance en colaboración con estudiantes y profesores, creando una plataforma de intercambio y aprendizaje de la ciencia y la tecnología.

La portada del manual técnico, que se puede observar en la **Figura 19** y está disponible a través del siguiente enlace: [Gestión de la calidad de la Red Experimental de Laboratorios Remotos \(ReEx-SDC\).pdf](#), tiene como propósito principal asegurar que los procesos operativos de la red se ajusten a las normativas internacionales ISO 9001 e ISO 17025, adaptadas al contexto de los laboratorios remotos.

Este documento establece un marco estratégico y normativo que asegura que todas las actividades científicas y educativas llevadas a cabo a través de la Red Experimental de Laboratorios Remotos (ReEx-SDC) se desarrollen bajo los más altos estándares de calidad, precisión y confiabilidad. Este enfoque es fundamental para garantizar que cada acción, desde la implementación de metodologías hasta la evaluación de resultados, cumpla con los objetivos establecidos y responda a las demandas de un entorno académico y científico. Con este documento, se busca no solo cumplir con los objetivos establecidos, sino también consolidar a ReEx-SDC como un referente en la educación y la investigación remota, destacando su compromiso con la excelencia y su contribución al avance científico y educativo

## Figura 19

*Portada del Manual de Gestión de la Calidad de la Red Experimental para el Uso de la Red de Péndulos Remotos (ReEx-SDC).*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Con la implementación del manual, ReEx-SDC busca asegurar la consistencia en los resultados experimentales y consolidar su reputación como un referente en el uso de tecnología avanzada para la investigación científica remota.

### ***Metodología de Evaluación Inicial***

En el marco del proyecto World Pendulum Alliance, se llevó a cabo una evaluación inicial en el laboratorio del péndulo. El objetivo fue identificar los aspectos que cumplen y no cumplen con los requisitos y directrices de calidad establecidos en las normas ISO-9001:2000 e ISO 17025. Este análisis, junto con la determinación de las causas subyacentes, permitió trazar un plan de acción para garantizar el cumplimiento de los estándares establecidos.

Desde el entorno virtual de aprendizaje (EVA), el estudiante puede acceder a la plataforma wiki del Laboratorio World Pendulum Alliance, donde se encuentra una descripción

detallada del proceso de instalación del péndulo que asegura tanto la calidad como el rendimiento óptimo del dispositivo. Este recurso es esencial para implementar el proyecto, ya que proporciona una serie de pasos diseñados para asegurar la toma correcta de los datos del proporcionados por el laboratorio remoto.

### ***Conectividad del Proyecto World Pendulum Alliance***

La conectividad desempeña un papel crucial en el éxito y la eficacia del Proyecto World Pendulum Alliance. Este proyecto reúne a una red global de laboratorios en diversas instituciones de educación a nivel mundial, colaborando en la instalación y monitoreo de una red de péndulos en instituciones públicas y privadas de educación básica y superior. El objetivo es contribuir a mejorar la calidad de la educación en los países aliados, especialmente en una realidad en la que pocas escuelas cuentan con laboratorios de ciencias (Khalifa y otros, 2024). La conectividad dentro de la alianza abarca diversos aspectos fundamentales, entre los cuales destaca la infraestructura tecnológica necesaria para garantizar el funcionamiento eficiente del proyecto.

### ***Red pendular World Pendulum Alliance***

El proyecto World Pendulum Alliance es beneficiaria de una Beca ERASMUS+ de la Unión Europea, está conformada por 14 universidades distribuidas en 8 países de Latinoamérica y Europa. Entre las instituciones participantes se encuentran la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) y la Universidad de los Andes en Colombia. En el contexto de este proyecto, se han instalado un total de 14 péndulos primarios y 121 péndulos secundarios en diversas ubicaciones alrededor del mundo. Específicamente en Colombia, se han colocado un total de 12 péndulos secundarios en varios centros de la UNAD, según se detalla en la **Tabla 6**. La beca, adjudicada en diciembre de 2018, marcó el inicio de las actividades del proyecto, siendo su reunión inaugural realizada en Portugal en febrero de 2019. Esta iniciativa, financiada por la

Beca ERASMUS+, tiene como propósito primordial fomentar la investigación y el intercambio de conocimientos en el campo de la física de péndulos, al mismo tiempo que promueve la colaboración internacional entre las instituciones académicas participantes.

**Tabla 6** Red pendular UNAD

*Red pendular UNAD*

Ubicación	Tipo de Péndulo
CEAD Tunja	Péndulo Secundario
CEAD Ibagué	Péndulo Secundario
CCAV Puerto Colombia	Péndulo Secundario
UDR Cali	Péndulo Secundario
CEAD Acacias	Péndulo Secundario
Sede Nacional JCM	Péndulo Secundario
CEAD Medellín	Péndulo Secundario
CCAV Pitalito	Péndulo Secundario
CCAV Dosquebradas	Péndulo Secundario
CCAV Zipaquirá	Péndulo Secundario
CEAD Santa Marta	Péndulo Secundario
Sede Nacional JCM	Péndulo Principal
Total de Péndulos Secundarios	12
Total de Péndulos Principales	1

*Nota.* Esta tabla muestra la distribución de los tipos de péndulos en la red pendular de la UNAD, destacando tanto los péndulos secundarios como el principal en diferentes ubicaciones. *Fuente.*

Autor.

La **Tabla 6** presenta una visión general de la distribución de los péndulos secundarios en diferentes centros de la UNAD en Colombia. Estos péndulos desempeñan un papel fundamental en la investigación y el estudio de fenómenos relacionados con la física de péndulos. Su ubicación estratégica en distintas regiones del país permite realizar experimentos y recopilar

datos que contribuyen al avance del conocimiento en este campo. A través de esta red de péndulos, se promueve la colaboración entre investigadores y se fomenta el intercambio de ideas y descubrimientos en el ámbito académico y científico.

Desde el EVA el estudiante tendrá acceso libre a la red de péndulos World Pendulum Alliance, por medio de su sitio web oficial <https://elab.vps.tecnico.ulisboa.pt:8000/> , donde se encontrará disponible el aplicativo en línea desde donde se controlará la red experimental del WPA. Este aplicativo proporciona acceso a todas las funcionalidades y configuraciones de la red de péndulos, cabe resaltar que para acceder a este el usuario tendrá que iniciar sesión con su cuenta de Google.

## **Implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje en estudiantes de Ingeniería Industrial en el curso de Física General.**

La Implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje contó con la participación de 368 estudiantes inscritos en el curso de Física General de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Este curso se clasifica como un Curso Metodológico (T/P) que cuenta con 3 créditos académicos y está diseñado para ofrecer una comprensión integral de los principios fundamentales de la física (Torres-Payoma F. y otros, 2022).

### **Descripción Demográfica y de la Población Objetivo.**

El curso de Física General forma parte del campo de formación interdisciplinar básico común, está dirigido principalmente a los programas de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI) y a algunos otros programas que requieren el uso de la ciencia física en la formación profesional de sus estudiantes. Este curso introduce a los estudiantes al estudio de la mecánica, profundizando en el manejo del lenguaje matemático para la comprensión de las leyes que rigen el comportamiento de los fenómenos naturales. Entre las principales características del curso de Física General, se destaca que es un curso metodológico de tres créditos académicos que utiliza la estrategia de Aprendizaje Basado en Tareas (ABT) para alcanzar sus objetivos de formación.

En el curso de Física General, participan estudiantes de diversos programas de pregrado y con diferentes niveles de experiencia en el área de la física. Desde aquellos con una base sólida en ciencias hasta aquellos que están dando sus primeros pasos en este campo, el curso tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión sólida de los principios fundamentales de la física. En la estructura curricular del curso, se incluyen una serie de contenidos organizados de manera secuencial para facilitar el proceso de aprendizaje. Estos

contenidos abarcan desde la etapa inicial de preparación, denominada Pretarea - Presaberes, hasta la fase de evaluación final, conocida como Post tarea - Evaluación Final (POC).

En medio de estas etapas se encuentran tareas específicas que cubren los conceptos propios del curso, como la medición, la cinemática, la dinámica, la energía y los teoremas de conservación. Además, se incorpora un componente práctico en la Tarea 4, brindando a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conceptos aprendidos en situaciones del mundo real. En esta cuarta tarea, se llevó a cabo el desarrollo del entorno virtual de aprendizaje, una plataforma digital diseñada para contribuir a la experiencia educativa de los estudiantes a través de una herramienta tecnológica.

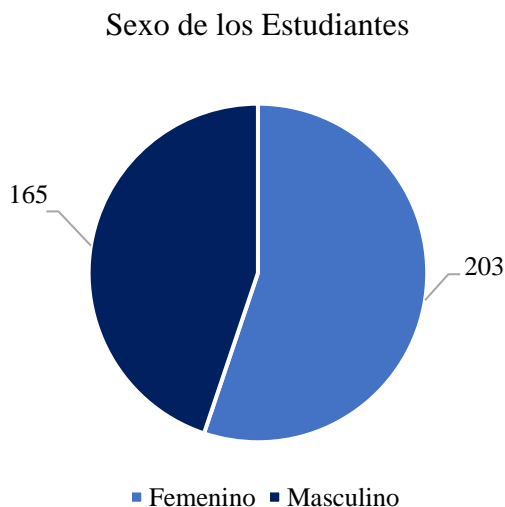
La muestra del estudio incluye a aquellos estudiantes del programa de Ingeniería Industrial que están inscritos en el curso de Física General de la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería (ECBTI), que formen parte del programa de Ingeniería Industrial. Esta decisión se fundamenta en la relevancia de estos estudiantes para los objetivos de la investigación, considerando su formación académica. En este contexto, se identificó una población objetivo con un total de 368 estudiantes, lo que proporciona una muestra representativa y significativa para el estudio.

Es importante destacar que, se llevaron a cabo preguntas para caracterizar a la población estudiantil participante. Se recopilaron datos demográficos como sexo, edad y zona en la cual se encuentran matriculados, con el fin de tener una comprensión más completa del perfil de los participantes y su diversidad en términos de estos aspectos. Es relevante mencionar que, aunque se recopilaron datos demográficos para caracterizar la muestra, no se realizaron preguntas de carácter personal, manteniendo así el enfoque en aspectos académicos y profesionales dentro del ámbito del estudio. Esto garantizó la confidencialidad y el respeto hacia la privacidad de los

participantes, al tiempo que permitió obtener información útil para analizar la diversidad y representatividad de la muestra en relación con los objetivos de la investigación.

Tomando en cuenta lo anterior se estableció que, de los 368 participantes, 203 de ellos son mujeres lo que representa un 55% del total de estudiantes analizados, mientras que 165 de estos son hombres lo que supone el 45% restante, como se observa en la **Figura 20**, destacando que la participación de las mujeres en la física y las matemáticas es fundamental para el avance de estas disciplinas. A lo largo de la historia, las mujeres han realizado contribuciones destacadas en estos campos, demostrando su dominio frente a los diferentes conceptos fisicomatemáticos. Su incorporación ha enriquecido la perspectiva y la diversidad en la resolución de problemas complejos, promoviendo enfoques más innovadores. Esto resalta la importancia de continuar fomentando su participación en todos los niveles educativos y profesionales. Así, se garantiza un futuro más equitativo y competitivo en las ciencias.

Además, la inclusión de las mujeres en la ciencia trae consigo una diversidad de enfoques y perspectivas que enriquecen la investigación y el conocimiento científico. Los significativos aportes de las mujeres en campos como la física y las matemáticas han demostrado ser esenciales para la generación de soluciones innovadoras. Su participación permite abordar los problemas desde diferentes puntos de vista, lo que puede llevar a avances más completos. Fomentar la participación de las mujeres en la física y las matemáticas es fundamental para promover la igualdad de oportunidades y garantizar un futuro en el que todas las personas puedan desarrollar su potencial científico. Este enfoque no solo beneficia a las mujeres, sino que también contribuye al progreso general de la ciencia. (Domínguez Cuenca y otros, 2023).

**Figura 20***Análisis del Sexo de los Estudiantes*

*Nota.* Elaboración propia, 2024.

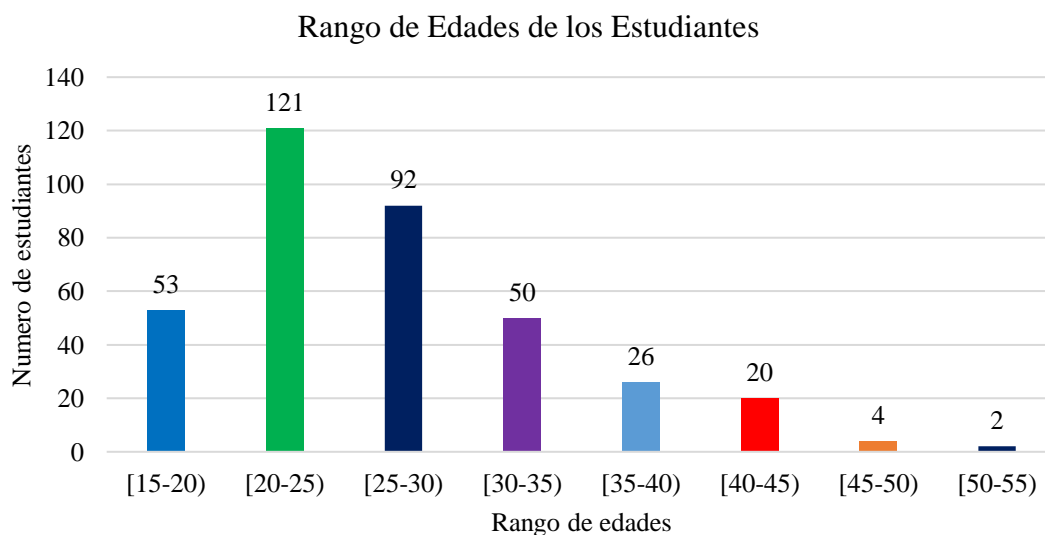
En los últimos años, se han logrado importantes avances en la inclusión de mujeres en la física y las matemáticas. Cada vez más mujeres están accediendo a la educación y las oportunidades en estos campos. Además, actualmente se han implementado políticas y programas para fomentar la igualdad de género y eliminar barreras culturales y estereotipos que han limitado la participación de las mujeres en décadas pasadas. Estos avances son fundamentales para garantizar que el talento y el potencial de las mujeres sean reconocidos y aprovechados en el ámbito científico (Muñoz Rojas, 2021).

Por otro lado, se llevó a cabo un análisis de la edad de los estudiantes que participaron como muestra del estudio, durante este análisis, se determinó que la edad promedio de los participantes oscilaba entre los 17 y los 55 años. De los 368 estudiantes analizados, 121 de ellos tenían una edad promedio de entre 20 a 25 años, lo que se reveló como la edad más frecuente en

el estudio como se observa en **Figura 21**. Este hallazgo sugiere que los estudiantes en esta franja de edad están notablemente representados en el grupo estudiado.

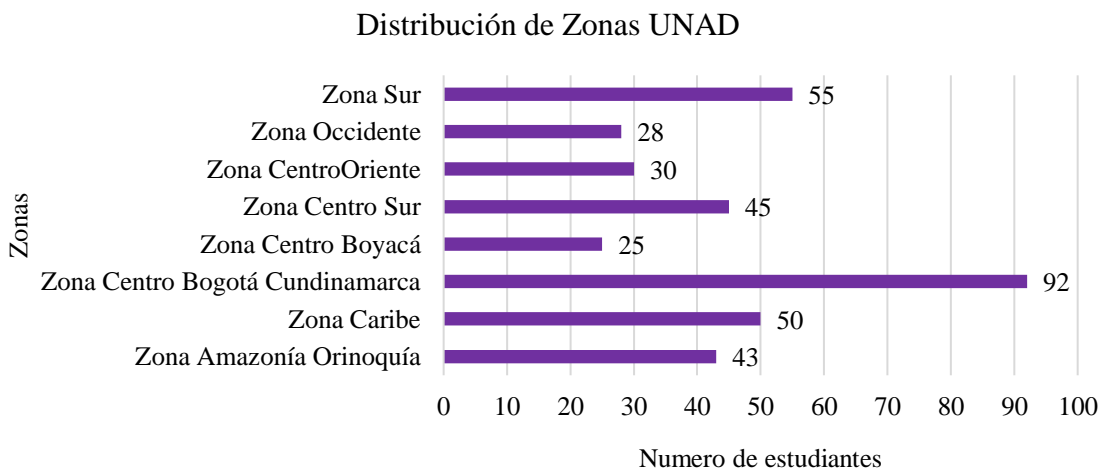
### Figura 21

*Distribución de la edad de los estudiantes*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Además de registrar el sexo y la edad de los estudiantes analizados, las pruebas registraron la zona de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) al que pertenecen los estudiantes. De estos datos, se destaca que, de los 368 estudiantes, 92 están afiliados a la Zona Centro Bogotá Cundinamarca como se observa en la **Figura 22**. Este hallazgo subraya la notable influencia que esta zona tiene sobre el curso de física general impartido. Por otro lado, zonas como la Zona Centro Boyacá muestran un número comparativamente menor, con solo 25 estudiantes de Ingeniería Industrial matriculados en el curso. Este contraste pone de manifiesto las disparidades en la distribución geográfica de los estudiantes y su participación en los distintos cursos ofrecidos por la UNAD.

**Figura 22***Distribución de Estudiantes por zona de la UNAD*

*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Una vez terminado el proceso de caracterización, se diseñó un Pre-test con el propósito de evaluar los conocimientos previos de los participantes. Este Pre-test se estructuró en torno a seis preguntas de opción múltiple, cada una con una única respuesta correcta. La elección de estas preguntas permitió una evaluación precisa y detallada de los conocimientos iniciales de los estudiantes en relación con los conceptos fundamentales de la física.

Después de realizar el cuestionario de conocimientos previos, se procedió a implementar el entorno virtual de aprendizaje en el curso. En este entorno, los estudiantes tuvieron acceso a las diversas fases de la metodología ABI. Una vez que los estudiantes desarrollaron las prácticas asignadas y contextualizaron el contenido teórico del entorno virtual, se llevó a cabo una prueba Pos-Test para analizar los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de dicho entorno. Esta prueba fue diseñada específicamente para evaluar el impacto del entorno virtual en el aprendizaje de los participantes.

La prueba Pos-Test consistió en una serie de 6 preguntas cuidadosamente diseñadas para evaluar el nivel de comprensión de los conceptos de física por parte de los estudiantes. Este

cuestionario se llevó a cabo después de que los alumnos hicieran uso tanto del entorno virtual de aprendizaje como del laboratorio remoto World Pendulum Alliance el cual proporciona una plataforma donde los estudiantes pueden realizar experimentos virtuales relacionados con el péndulo y otros conceptos físicos. La prueba Pos-Test fue diseñada siguiendo una estructura análoga a la del Pre-test, garantizando una correlación directa entre las preguntas de ambos cuestionarios. Es decir, cada pregunta del Pre-test estaba vinculada específicamente a una pregunta correspondiente en el Pos-Test. En la **Tabla 7** se detallan tanto las preguntas formuladas en ambas pruebas y la relación entre las preguntas.

**Tabla 7**

*Relación entre Preguntas Formuladas en el Pre-test y el Post-test*

Pre-Test	Pos-Test	Relación entre las preguntas
1 De las siguientes magnitudes físicas, cuál de ellas es una magnitud vectorial	Basado en los resultados obtenidos en la tabla de datos del WPA@ELAB, la(s) magnitud(es) vectorial(es) del experimento	La pregunta del Pre-Test establece una base conceptual sobre magnitudes vectoriales. La pregunta del Pos-Test busca aplicar ese conocimiento a un conjunto de datos específicos obtenidos del laboratorio remoto para determinar qué magnitudes son vectoriales en ese contexto.
2 De las siguientes magnitudes físicas, cuál de ellas es una magnitud escalar	Basado en los resultados obtenidos en la tabla de datos del WPA@ELAB, la(s) magnitud(es) escalar(es) del experimento	El Pre-Test plantea una interrogante sobre el reconocimiento de magnitudes escalares en contraste con las vectoriales. Mientras que el Pos-Test, busca identificar las magnitudes específicas relacionadas con el período, la masa y la longitud,

	Pre-Test	Pos-Test	Relación entre las preguntas
			y determinar si son escalares, utilizando unidades de medida del SI.
3	Una medida es precisa cuando	A partir de la dispersión de los datos de cada imagen, ¿cuál de ellas representa una mayor precisión en la medida?	El Pre-Test plantea una pregunta sobre el concepto de precisión en la medición. Mientras que el Pos-Test busca aplicar este conocimiento para identificar la imagen que muestra una mayor precisión en la medida, basándose en la dispersión de los datos en cada imagen.
4	Una aproximación al concepto de incertidumbre de una medida es	Según los datos recopilados en la experiencia, ¿para disminuir la incertidumbre en la medida en la práctica del laboratorio, es mejor?	El Pre-Test plantea una el concepto de incertidumbre en una medida y el Pos-Test aplica el conocimiento para determinar cuál acción es más efectiva para disminuir la incertidumbre en la práctica del laboratorio, basándose en los datos recopilados en la experiencia.
5	Una medición es directa cuando	La medición de la temperatura es directa en el experimento pues:	El Pre-Test analiza el concepto de medición directa. Por su parte el Pos-Test busca aplicar este conocimiento para identificar por qué la medición de temperatura se considera directa en el contexto específico del experimento.
6	El valor de referencia es importante en la experimentación	En la práctica, el valor de referencia de la gravedad en la experimentación del laboratorio remoto	El Pre-Test plantea la importancia del valor de referencia en la experimentación científica. El Pos-Test requiere aplicar este conocimiento específicamente al

Pre-Test	Pos-Test	Relación entre las preguntas
en ciencias puesto que		contexto de la experimentación del laboratorio remoto para determinar la importancia del valor de referencia de la gravedad en ese escenario.

*Nota.* Esta tabla muestra la relación entre las preguntas formuladas en el pre-test y el post-test.

*Fuente.* Autor.

La prueba Pos-Test se estructuró de manera que cada pregunta estuviera directamente relacionada con una pregunta correspondiente en el Pre-test, lo que permitió una comparación más precisa de resultados obtenidos del entorno a lo largo del curso. Los datos obtenidos de esta prueba final proporcionaron datos sobre el impacto del entorno virtual de aprendizaje y del laboratorio remoto en los estudiantes.

## **Resultados obtenidos de la implementación del EVA**

La implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) en el curso de física ha permitido la integración de herramientas tecnológicas avanzadas que ayudan a enriquecer la experiencia educativa. Uno de los componentes más destacados de esta implementación ha sido la práctica número 1, llevada a cabo en el marco del proyecto internacional World Pendulum Alliance, utilizando laboratorios remotos.

### **Análisis de la Implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje para Estudiantes de Ingeniería Industrial en el Curso de Física General**

La incorporación de entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en la educación superior ha generado un notable impacto en la forma en que los estudiantes interactúan con el contenido académico y adquieren conocimientos. En particular, en el ámbito de la ingeniería, donde la comprensión de conceptos científicos y su aplicación práctica son fundamentales, la integración de herramientas tecnológicas puede proporcionar una experiencia de aprendizaje enriquecedora (Pástor y otros, 2018). En este contexto, la implementación del entorno virtual de aprendizaje en el curso de Física General buscaba mejorar la accesibilidad al contenido, fomentar el aprendizaje autónomo y facilitar la comprensión de los conceptos físicos fundamentales. Este enfoque se alinea con las tendencias actuales en educación, que buscan aprovechar las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

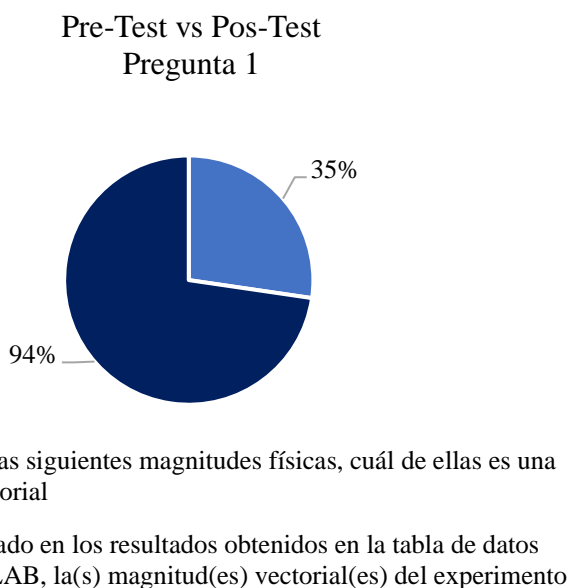
En este sentido, el análisis se centra en examinar los resultados obtenidos de la prueba de conocimientos previos versus la prueba de conocimientos final, con el objetivo de determinar si los estudiantes contextualizaron correctamente la información y los conceptos tratados en el EVA. Como se estableció anteriormente, las preguntas están correlacionadas entre sí, lo que ha permitido realizar un análisis detallado pregunta por pregunta. Iniciando el análisis, se procedió a

analizar la pregunta 1 como se observa en la **Figura 23**, cuyos resultados evidenciaron una notable mejora en el Pos-Test por parte de los estudiantes.

Este hallazgo sugiere que los estudiantes lograron una mayor contextualización de la información presentada, especialmente al emplear el laboratorio remoto como herramienta de apoyo. De esta manera, se infiere que la utilización del laboratorio remoto facilitó una mejor contextualización de los conceptos aprendidos, en comparación con los conceptos presentados de forma teórica, por ende, se determina que hay mayor aprendizaje por medio de la práctica que por la teoría.

### Figura 23

*Análisis de los resultados obtenidos en la pregunta 1*



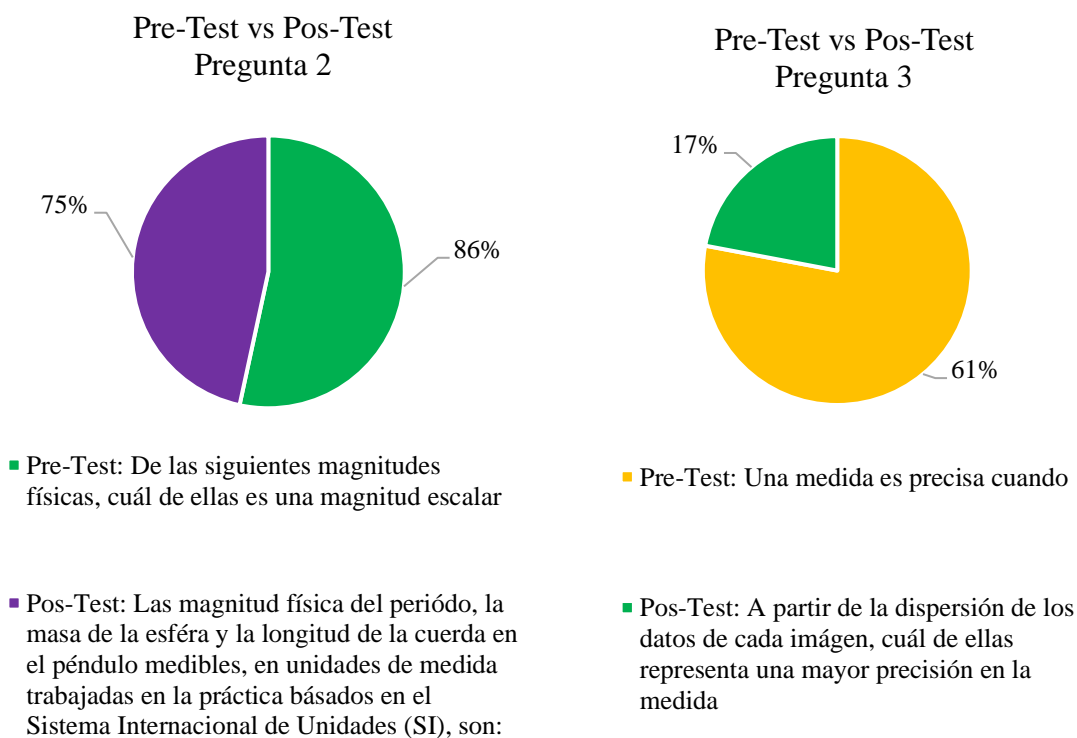
*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Continuando con el análisis, al abordar la pregunta 2, 3, se observa un fenómeno distinto, dado que se registró una mayor tasa de aprobación en el Pre-Test. Este resultado sugiere que los estudiantes no contextualizaron correctamente de los conceptos explicados en el entorno. Se

plantea la hipótesis de que el entorno virtual no proporcionó la información suficiente para que los estudiantes entendieran los conceptos necesarios para responder adecuadamente a esta pregunta, en la **Figura 24** se establece el porcentaje de aprobación de post test y pretest.

### Figura 24

*Análisis de los resultados obtenidos en las preguntas 2 y 3*



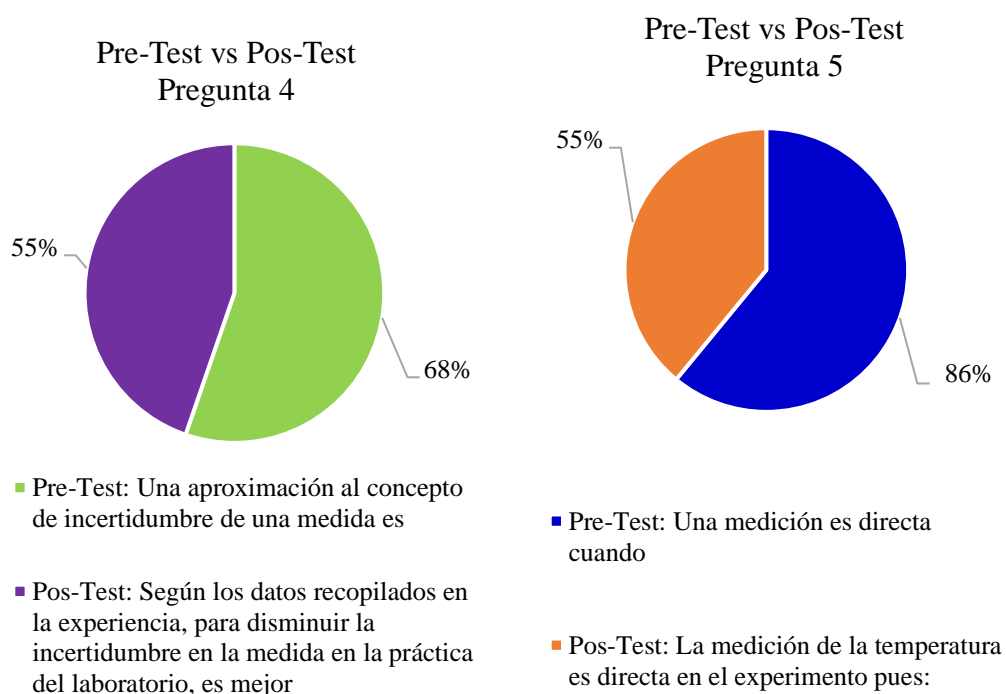
*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Continuando con el análisis, se constata una vez más la presencia de porcentajes bajos en los Post-Tests, particularmente en las preguntas 4 y 5. Estos resultados evidencian nuevamente la falta de comprensión de la contextualización teórica por parte de los estudiantes. A pesar de que el entorno virtual se estableció con una estructura clara y atractiva, se establece nuevamente la posibilidad que los contenidos no lograran captar el interés de los estudiantes e incluso que estos no hayan revisado el material de manera autónoma, sino que omitieran temas relevantes durante

su estudio. Esta situación, a su vez, contribuyó a que no pudieran responder correctamente a las preguntas planteadas, en la **Figura 25** se observa los resultados frente a las preguntas 4 y 5.

### Figura 25

*Análisis de los resultados obtenidos en las preguntas 4 y 5*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Finalmente, en relación con la pregunta 6, se observan nuevamente resultados desfavorables. En este contexto, se registra que el pretest obtuvo un índice de aprobación del 64%, mientras que el Pos-Test presentó un índice del 62% como se observa en la **Figura 26**. Este hallazgo refuerza la hipótesis inicial de que los contenidos proporcionados en la sección de cursos del entorno de aprendizaje no fueron adecuadamente contextualizados por parte de los estudiantes.

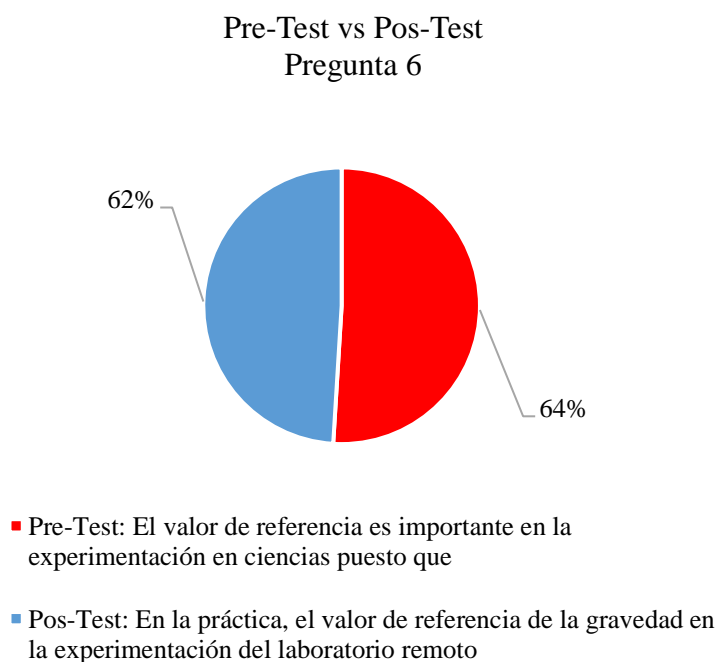
Este hecho plantea la reflexión sobre la posible falta de profundización en los conceptos teóricos tratados, así como la necesidad de explorar estrategias adicionales para mejorar la comprensión y el aprovechamiento de los recursos educativos ofrecidos en el entorno virtual de

aprendizaje, Esto, a su vez, refuerza la idea de que los estudiantes aprenden de manera más eficiente a través de la práctica.

De las preguntas planteadas, se observa que la pregunta 1, que estaba directamente relacionada con la experimentación remota, fue la que obtuvo una mayor aprobación por parte de los estudiantes. Esto sugiere que los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando se involucran en actividades prácticas, en contraste con el aprendizaje puramente teórico.

### Figura 26

*Análisis de los resultados obtenidos en la pregunta 6*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

Los resultados obtenidos en el análisis resaltan la importancia del aprendizaje práctico, como se evidencia en el éxito de la pregunta 1, la cual está directamente vinculada con la experimentación remota. Este hallazgo sugiere que los estudiantes adquieren conocimientos de manera más efectiva cuando participan en actividades prácticas, en comparación con un enfoque

exclusivamente teórico. Estos resultados motivan una revisión de las estrategias pedagógicas empleadas y la creación de nuevas estrategias que fomenten una contextualización más eficaz de los conceptos teóricos. En general, este análisis subraya la importancia de la práctica activa y la integración de recursos educativos innovadores para promover un aprendizaje significativo y enriquecedor. Sin embargo, es crucial identificar las diversas debilidades y amenazas que presenta el entorno virtual de aprendizaje, al mismo tiempo que se aprovechan las fortalezas y oportunidades que ofrece este entorno para potenciar el desarrollo académico y profesional de los estudiantes.

El análisis de la implementación del entorno virtual de aprendizaje identificó diversas debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades asociadas. Tales hallazgos sugieren que el entorno virtual de aprendizaje se presenta como una oportunidad para promover la experimentación práctica al integrar una variedad de laboratorios virtuales y remotos que contribuyen a contextualizar información de manera más efectiva que el aprendizaje netamente teórico.

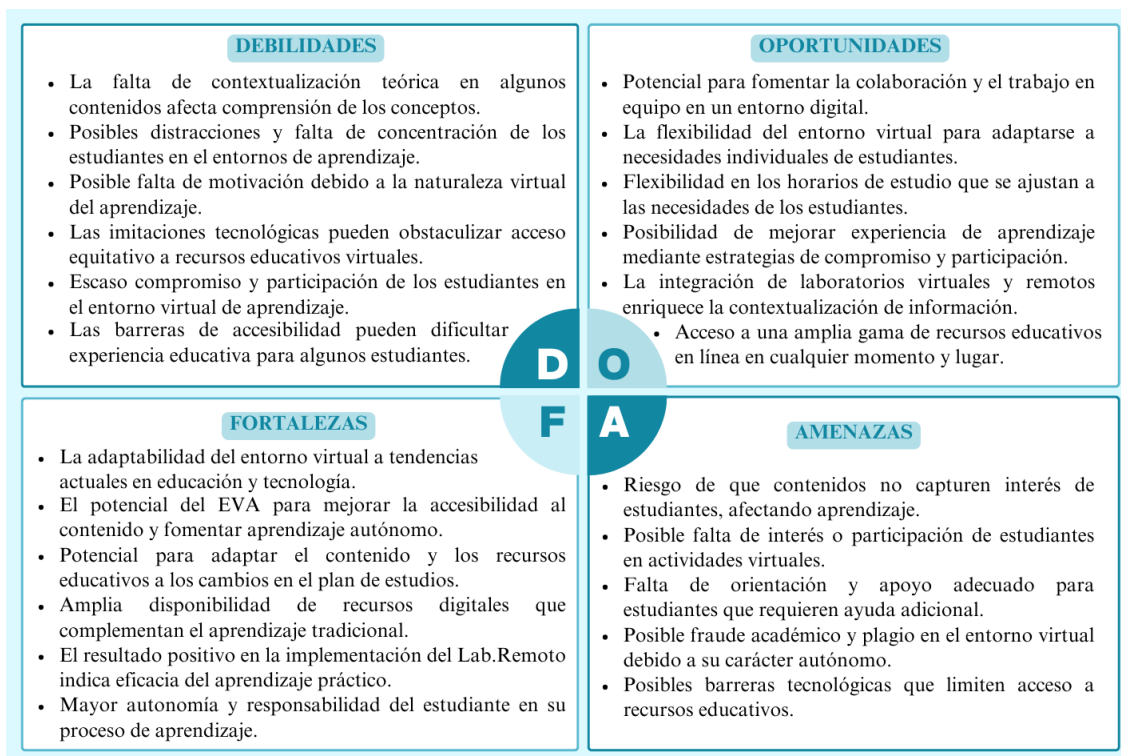
En este sentido, es fundamental abordar las debilidades identificadas después del análisis, como posibles barreras tecnológicas o limitaciones en la accesibilidad de los recursos virtuales. Estos aspectos requieren soluciones innovadoras que garanticen una experiencia educativa enriquecedora para todos los estudiantes. Además, es necesario considerar las fortalezas del entorno virtual de aprendizaje, como su flexibilidad y capacidad para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, así como su potencial para fomentar la colaboración y el trabajo en equipo en un entorno digital.

Por otro lado, las amenazas que surgen del entorno de aprendizaje, como la falta de motivación debido a la naturaleza virtual del aprendizaje, deben ser abordadas mediante estrategias que promuevan el compromiso y la interacción entre los estudiantes y docentes.

En cuanto a las oportunidades identificadas, el entorno virtual de aprendizaje se presenta como una plataforma altamente beneficiosa para la incorporación de recursos educativos innovadores que pueden enriquecer la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Entre estos recursos destacan las simulaciones interactivas y los laboratorios virtuales, que permiten la visualización y la experimentación con fenómenos físicos en un entorno controlado y accesible desde cualquier lugar. Por su parte, los laboratorios remotos ofrecen la posibilidad de realizar prácticas experimentales sin necesidad de estar físicamente en un laboratorio, facilitando el acceso a experimentos que, de otro modo, serían difíciles o costosos de realizar. Estos recursos no solo hacen más dinámico y atractivo el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también favorecen el desarrollo de habilidades prácticas y el pensamiento crítico de los estudiantes, al interactuar de manera activa con los contenidos y conceptos de la materia.

Con base en estas consideraciones, se ha decidido estructurar un análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas) con el propósito de sistematizar la evaluación exhaustiva de la implementación y el desarrollo del entorno virtual de aprendizaje en el curso de física. Con este análisis, se identificará de manera precisa las áreas de mejora y las oportunidades que pueden ser aprovechadas para optimizar la experiencia educativa, al mismo tiempo que se establecerán los posibles riesgos y limitaciones del entorno virtual, como se observa en la siguiente **Figura 27**.

**Figura 27***Matriz de factores DOFA*

*Nota.* Elaboración propia, 2024.

El DOFA presenta un panorama complejo y multifacético que requiere un análisis detallado para maximizar sus beneficios y minimizar sus desafíos. Entre las debilidades identificadas, la posible falta de motivación de los estudiantes debido a la naturaleza virtual del aprendizaje es un aspecto crucial. La transición de un entorno de aprendizaje presencial a uno virtual puede generar resistencia para algunos estudiantes, lo que podría afectar su participación en el curso. Además, la falta de contextualización teórica en algunos contenidos podría dificultar la comprensión de los conceptos, por lo que sería fundamental establecer estrategias específicas para asegurar una adecuada asimilación de la información por parte de los estudiantes.

La presencia de posibles distracciones y la falta de concentración de los estudiantes en el entorno virtual de aprendizaje también representan una debilidad importante. Asimismo, las

limitaciones tecnológicas y las barreras de accesibilidad podría limitar a ciertos estudiantes de la experiencia educativa, lo que requeriría acciones específicas para garantizar la equidad en el acceso a los recursos educativos (Cubilla López, 2023) .En cuanto a las amenazas, las posibles barreras tecnológicas que limiten el acceso a los recursos educativos son un aspecto que considerar. La falta de acceso a dispositivos tecnológicos adecuados o a una conexión a internet estable podría obstaculizar la participación de algunos estudiantes en el curso, lo que requeriría soluciones alternativas para garantizar su inclusión. Además, el riesgo de fraude académico y plagio en el entorno virtual es una amenaza importante que debe abordarse mediante medidas de seguridad y monitoreo adecuadas.

Por otro lado, las fortalezas identificadas ofrecen un potencial significativo para mejorar la calidad y la efectividad del proceso de aprendizaje. La adaptabilidad del entorno virtual a las tendencias actuales en educación y tecnología permite mantener el contenido y los recursos educativos actualizados y relevantes. Además, el EVA ofrece mayor autonomía y responsabilidad al estudiante en su proceso de aprendizaje, lo que puede promover un mayor compromiso y participación. La amplia disponibilidad de recursos digitales y la mejora en la accesibilidad al contenido son también aspectos positivos que pueden enriquecer la experiencia educativa de los estudiantes.

La integración de laboratorios virtuales y remotos enriquece la contextualización de la información y brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conceptos teóricos en un entorno práctico. En cuanto a las oportunidades, el EVA ofrece la posibilidad de fomentar la colaboración y el trabajo en equipo en línea, así como la flexibilidad en los horarios de estudio que se ajusta a las necesidades individuales de los estudiantes. La integración de laboratorios

virtuales y remotos enriquece la contextualización de la información y brinda a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conceptos teóricos en un entorno práctico (Ramos Cardozo, 2023).

Para abordar las debilidades identificadas y aprovechar las oportunidades presentes en el Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) es crucial desarrollar estrategias adaptativas que permitan maximizar los beneficios y mitigar los desafíos. En la **Figura 28**, se presentan tres estrategias adaptativas basadas en las debilidades y oportunidades identificadas.

**Figura 28**

*Matriz 1: Estrategias adaptativas*



Nota. Elaboración propia, 2024.

La primera estrategia adaptativa propuesta, denominada **Motivación Colaborativa Virtual**, se centra en fomentar la interacción entre los estudiantes a través de proyectos grupales en línea. Esta estrategia utiliza la oportunidad de promover la colaboración y el trabajo en equipo en un entorno digital, mientras aborda la debilidad de la falta de motivación intrínseca de los

estudiantes. Al cultivar un sentido de comunidad en el aprendizaje virtual, esta estrategia busca fortalecer la motivación de los estudiantes y aumentar su compromiso con el curso.

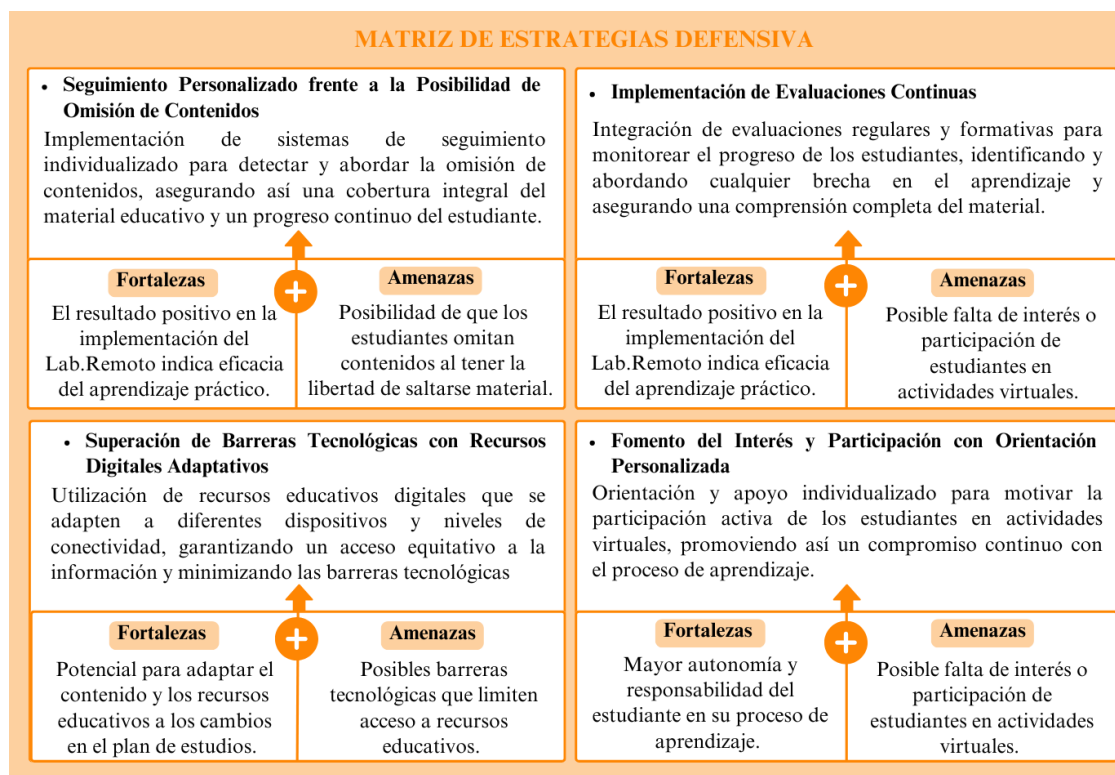
La segunda estrategia adaptativa, titulada *Compromiso Activo en el Entorno Virtual*, se enfoca en diseñar actividades interactivas y participativas que promuevan la implicación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Esta estrategia busca aprovechar la tecnología disponible en el entorno virtual para estimular la reflexión, el debate y la participación de los estudiantes.

La tercera estrategia adaptativa, denominada *Promoción de la Accesibilidad Educativa*, se centra en eliminar las barreras de accesibilidad y garantizar una experiencia educativa inclusiva para todos los estudiantes. Esta estrategia reconoce la importancia de garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a los diversos recursos educativos y la oportunidad de participar plenamente en el curso.

El análisis de las Estrategias Defensivas propuestas, basadas en las Fortalezas y Amenazas identificadas en el EVA, revela un enfoque estratégico diseñado para maximizar los beneficios y mitigar los riesgos asociados con el aprendizaje en el recurso. Estas estrategias buscan maximizar las capacidades del entorno virtual, como su flexibilidad y alcance, mientras se implementan medidas para contrarrestar desafíos, como la falta de conectividad o la limitada interacción social. Estas estrategias se centran en optimizar el rendimiento del EVA, garantizando una experiencia de aprendizaje inclusiva y efectiva, como se observa en la siguiente **Figura 29**.

Figura 29

Matriz 2: Estrategias Defensivas



Nota. Elaboración propia, 2024.

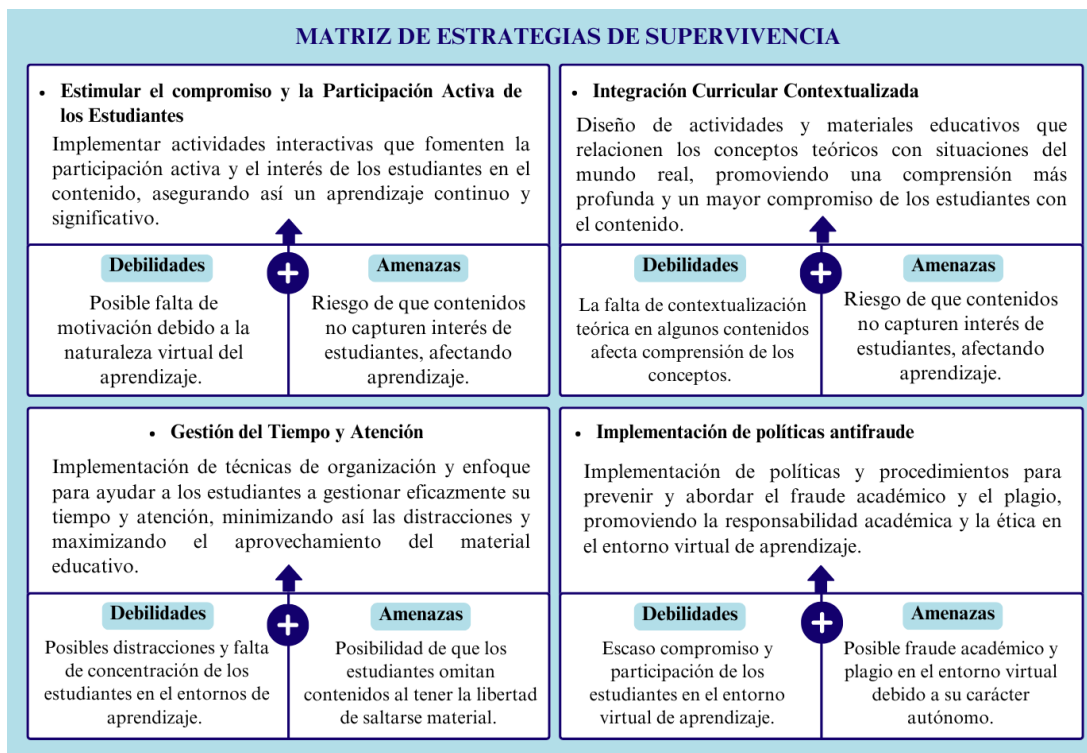
La primera estrategia defensiva, *Seguimiento Personalizado frente a la Posibilidad de Omisión de Contenidos*, se basa en la fortaleza del seguimiento individualizado para garantizar una cobertura integral del material educativo. Esta estrategia aprovecha la posibilidad de utilizar sistemas de seguimiento para detectar cualquier omisión de contenidos y proporcionar intervenciones específicas para asegurar el progreso continuo del estudiante. Al utilizar esta fortaleza, se puede mitigar la amenaza de que los estudiantes pasen por alto información crucial y garantizar que alcancen los objetivos de aprendizaje establecidos.

La segunda estrategia defensiva, *Implementación de Evaluaciones Continuas*, se basa en la fortaleza de las evaluaciones regulares para monitorear el progreso de los estudiantes. Al

integrar evaluaciones formativas y regulares permite identificar y abordar cualquier brecha en el aprendizaje de manera oportuna, asegurando una comprensión completa del material. La tercera estrategia defensiva, *Superación de Barreras Tecnológicas con Recursos Digitales Adaptativos*, se basa en la fortaleza de los recursos educativos digitales para garantizar un acceso equitativo a la información. Estos recursos se adaptan a diferentes dispositivos y niveles de conectividad, lo que minimiza las barreras tecnológicas y asegura que todos los estudiantes puedan acceder a la información de manera efectiva. El análisis de las Estrategias de Supervivencia propuestas, basadas en la identificación de debilidades y amenazas del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), revela un enfoque estratégico para enfrentar los desafíos y garantizar el éxito del proceso de enseñanza virtual. Estas estrategias defensivas se presentan a continuación en la **Figura 30**.

**Figura 30**

*Matriz 3: Estrategias de Supervivencia*



*Nota.* Elaboración propia, 2024.

La primera estrategia de supervivencia, *Estimular el compromiso y la Participación de los Estudiantes*, se basa en la debilidad de la posible falta de compromiso de los estudiantes. Al implementar actividades interactivas que fomenten la participación y el interés en el contenido, se busca asegurar un aprendizaje continuo y significativo. Esta estrategia aborda la amenaza de la falta de compromiso al involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, lo que aumenta su motivación y atención hacia el material educativo.

La segunda estrategia de supervivencia, *Integración Curricular Contextualizada*, se basa en la debilidad de la falta de contextualización teórica en algunos contenidos. Al diseñar actividades y materiales educativos que relacionen los conceptos teóricos con situaciones del mundo real, que promuevan una comprensión más clara de la información. La tercera estrategia de supervivencia, *Gestión del Tiempo y Atención*, se basa en la debilidad de la falta de organización y enfoque de los estudiantes. Al implementar técnicas de organización y enfoque para ayudar a los estudiantes a gestionar eficazmente su tiempo, se minimizan las distracciones y se maximiza el aprovechamiento del material educativo.

## Conclusiones

El desarrollo e implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) en el curso de Física General para estudiantes de Ingeniería Industrial ha aportado una serie de descubrimientos valiosos sobre las ventajas y limitaciones del aprendizaje en entornos virtuales. Este EVA fue diseñado no solo como un recurso complementario, sino como una plataforma pedagógica integral que promueve el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI) y la formación práctica. En este contexto, se añadieron al EVA 161 laboratorios virtuales y 16 laboratorios remotos de acceso libre, enfocados en brindar a los estudiantes experiencias prácticas para aplicar conceptos de la física general, electromagnética y moderna en un marco contextual relevante para su formación profesional.

El enfoque ABI en el EVA proporcionó a los estudiantes la oportunidad de investigar activamente, formular preguntas, resolver problemas y tomar decisiones con base a su experiencia práctica, lo que fomenta no solo la retención de información, sino también la autonomía en el proceso de aprendizaje. Este enfoque práctico es especialmente valioso para estudiantes de Ingeniería Industrial, ya que les ayuda a entender de mejor manera los fenómenos físicos que aplicarán en su carrera profesional. Sin embargo, a pesar de los beneficios, también se identificaron algunas áreas de mejora que pueden afectar la efectividad del aprendizaje en el entorno virtual. Para evaluar el impacto del EVA en el aprendizaje de los estudiantes, se diseñaron y aplicaron un pre-test y un post-test a 368 estudiantes del programa de Ingeniería Industrial del curso de física general, con el fin de medir los cambios en su desempeño y comprensión antes y después de la implementación del EVA.

Inicialmente en la pregunta 1, la tasa de aprobación pasó de un 35% en el pre-test a un 94% en el post-test, indicando un aumento de 59 puntos porcentuales, reflejando una mejora

significativa en la comprensión de los conceptos teóricos gracias a la experimentación remota. En contraste, la pregunta 2 mostró una disminución en la tasa de aprobación, pasando de un 86% en el pre-test a un 75% en el post-test, lo que representa una reducción de 11 puntos porcentuales. Este resultado sugiere que los estudiantes podrían haber enfrentado dificultades al explorar el contenido teórico o haber pasado por alto los materiales presentados.

Los resultados del post-test indican mejoras notables en algunas áreas de aprendizaje, identificando la utilidad del EVA como un entorno que facilita la práctica y la comprensión de conceptos complejos. Sin embargo, los datos también señalan la necesidad de ajustar y mejorar la contextualización y presentación de ciertos módulos teóricos, así como incluir más recursos audiovisuales como videos, simulaciones y animaciones. Estas herramientas pueden facilitar la comprensión de los conceptos tratados, especialmente considerando que la investigación sugiere que los estudiantes tienen dificultades para asimilar textos extensos.

La implementación de estos ajustes podría hacer que el EVA no solo complemente el aprendizaje tradicional, sino que se convierta en una experiencia educativa integral, donde la teoría y la práctica se fusionen eficazmente para formar ingenieros industriales más competentes y capacitados en la aplicación de conocimientos físicos en su ámbito profesional.

La implementación del Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) ha sido un paso importante hacia la mejora del aprendizaje práctico. La integración de laboratorios virtuales y remotos proporciona un entorno práctico y dinámico para la aplicación de los conocimientos adquiridos, lo que contribuye a una mejor comprensión y retención de los conceptos. El análisis de la percepción de los estudiantes, por su parte, ha permitido evaluar la calidad y efectividad del EVA, destacando tanto áreas de mejora como fortalezas significativas a través de su adaptabilidad y recursos digitales, ofrece grandes oportunidades para enriquecer la experiencia

educativa, proporcionando un entorno práctico y dinámico que mejora la comprensión y retención de conceptos, aunque es necesario seguir optimizando su implementación para superar los desafíos presentes, para los siguientes cursos de física.

## Recomendaciones

La implementación exitosa de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) requiere no solo la implantación de laboratorios remotos y virtuales, sino también la aplicación de estrategias adaptativas que aborden tanto las debilidades como las oportunidades que surgen en este contexto. Basándonos en el análisis detallado presentado en el DOFA y sus matrices de estrategias, se derivan una serie de recomendaciones clave para la creación de entornos virtuales de aprendizaje.

- Promover la interacción y la colaboración entre los estudiantes mediante actividades grupales en línea que fomenten el trabajo en equipo, aumentando su motivación y compromiso. Esto subraya la necesidad de optimizar los procesos educativos en entornos virtuales, evaluando la eficiencia y efectividad de metodologías y herramientas de aprendizaje en línea para mejorar el rendimiento académico y la satisfacción de los estudiantes.
- Diseñar actividades pedagógicas que involucren a los estudiantes en el proceso de aprendizaje mediante debates, ejercicios prácticos y estudios de casos, estimulando la reflexión y la participación virtual y a distancia.
- Mejorar la accesibilidad superando las barreras tecnológicas para garantizar que todos los estudiantes tengan acceso equitativo a los recursos educativos, adaptando los materiales educativos según las necesidades individuales y proporcionando apoyo técnico adicional. Lo que evidencia la falta de análisis e investigaciones sobre el impacto de la accesibilidad tecnológica, estudiando cómo las barreras tecnológicas afectan el acceso y el rendimiento de los estudiantes en entornos virtuales.
- Se hace evidente la falta de investigaciones sobre el desarrollo de competencias pedagógicas en la enseñanza de la Ingeniería Industrial en gestión de proyectos virtuales, crucial para la

preparación de ingenieros industriales en el ámbito laboral. Relacionar los conceptos teóricos con situaciones del mundo real mediante actividades y materiales educativos que promuevan un aprendizaje significativo y preparen a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral.

## Anexos

**Anexo 1:** Coautora del artículo titulado Computing the gravitational acceleration within the World Pendulum Alliance as an application of the remote laboratory methodology

Torres-Payoma, F., Herrera, D., Triana, K., Neira-Quintero, L., & Castaño-Yepes, J. D. (2023). Computing the gravitational acceleration within the World Pendulum Alliance as an application of the remote laboratory methodology. *European Journal of Physics*, 44(6), 065702. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6404/acf173/meta>

The screenshot shows the top navigation bar of the IOPscience website with links for Journals, Books, Publishing Support, and Login. Below the navigation bar, the journal title 'European Journal of Physics' is displayed. The main content area features the article title, authors (Freddy Torres-Payoma, Diana Herrera, Karla Triana, Laura Neira-Quintero, and Jorge David Castaño-Yepes), publication date (20 September 2023), and citation information. On the right side, there are sections for 'Article metrics' (45 Total downloads), 'MathJax' (Turn on MathJax), 'Permissions' (Get permission to re-use this article), and 'Share this article' with social media icons for email, Facebook, Twitter, and a general share icon.

**Anexo 2:** Coautora del artículo titulado: Learning of second order of differential equations through the study of the movement of simple within the framework international World Pendulum Alliance WP@ elab

Buitrago, D. A. B., López, N. D. L., Payoma, F. A. T., Muñoz, D. C. H., & Quintero, L. D. N. (2022). Learning of second order of differential equations through the study of the movement of simple within the framework international World Pendulum Alliance WP@ elab. *arXiv preprint* <https://arxiv.org/abs/2211.11654>.

## Learning of second order of differential equations through the study of the movement of simple within the framework international World Pendulum Alliance WP@elab


Show affiliations

Barrera Buitrago, Dayana Alejandra ; Danigza Lugo López, Nidia ; Torres Payoma, Freddy Alexander ; Herrera Muñoz, Diana Carolina ; Neira Quintero, Laura Daniela

This research is about to analyze the effects of the implementation of a virtual learning space in the homogeneous second-order differential equations applied to the modeling of the phenomenon of simple pendulum physics in the framework of the alliance with the international project World Pendulum Alliance WPA. The collection of information was carried out with a five question, using pre-test and post-test. The effectiveness of the strategy was measured with the Hake gain and the evolution of learning with the vectors of Bao. It was found that the strategy is more effective, but close to that achieved by traditional models, so that students largely achieve the proposed learning objectives. The evolution of learning suggests that students after the implementation of the strategy are marked under the model of acceptable explanation in the literature, although some participants still lean towards the incorrect model or the distracter. Therefore, it is necessary to include in the strategy a greater number of activities related to the description of the physical phenomenon to be studied and the improvement of the algebraic procedures seen in previous courses.

**Publication:** eprint arXiv:2211.11654

**Pub Date:** November 2022

**DOI:** [10.48550/arXiv.2211.11654](https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.11654) 

**Anexo 3:** Coautora del artículo titulado: Application of an Inquiry-Based Learning Space (ILS) GRAASP in the Course of Differential Equations for Engineering Students Within the Framework of the Project Wp@ELAB

Barrera-Buitrago, D., López, N. L., Torres-Payoma, F., Herrera, D. C., Penalba, F. A., Ribé, J. T., & Neira-Quintero, L. D. (2022, October). Application of an Inquiry-Based Learning Space (ILS) GRAASP in the Course of Differential Equations for Engineering Students Within the Framework of the Project Wp@ ELAB. In *2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)* (pp. 342-346). IEEE.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10040873/authors>

## Application of an Inquiry-Based Learning Space (ILS) GRAASP in the Course of Differential Equations for Engineering Students Within the Framework of the Project Wp@ELAB

Publisher: **IEEE**

[Cite This](#)

[PDF](#)

Dayana Barrera-Buitrago ; Nidia Lugo López ; Freddy Torres-Payoma ; Diana Carolina Herrera ; Francesc Alpiste Penalba ; Jordi Torner Ribé ; L... [All Authors](#)

42

Full

[Text Views](#)



[Abstract](#)

[Authors](#)

[Keywords](#)

[Metrics](#)

### Abstract:

With the evolution of Information and Communication Technologies (ICT) and the progressive growth of Virtual Learning Environments (VLE), new development needs arise in terms of teaching-learning methodologies in the classroom. On the other hand, the remote education for the COVID-19 health emergency worldwide had a positive impact in the virtual education, increasing the number of online courses through virtual platforms, in which researchers and teachers will be able to develop and implement classroom learning spaces, among which Massive Open Online Courses (MOOC's) and Inquiry-Based Learning Spaces (ILS) stand out. This paper presents the application process of an ILS of differential equations through the free resource GRAASP and published in the Golabz platform during Differential Equations of the Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Hake's gain is used for learning assessment, an average gain of 0.37 was found, which implies a medium learning gain.

**Published in:** 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)

**Date of Conference:** 19-21 October 2022

**DOI:** [10.1109/IESTEC54539.2022.00059](https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00059)

**Date Added to IEEE Xplore:** 16 February 2023

**Publisher:** IEEE

**► ISBN Information:**

**Conference Location:** Panama, Panama

## Bibliografía

- Aguilar Juárez, I., & Heredia Alonso, J. R. (2013). Simuladores y laboratorios virtuales para Ingeniería en Computación. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*.
- Anzules, J. H., Prieto, C. T., Nicolalde, B. F., Nicolalde, F. F., & Flores, J. (2017). Influencia en el rendimiento de los estudiantes cuando se aplica el aprendizaje basado en investigación a la unidad de dilatación térmica como práctica experimental. *Lat. Am. J. Sci. Educ*, 4, 22019.
- Arcila Castaño, D. (2017). *Plan de mejora de la página web de la empresa Pereira Virtual basado en WPO*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://hdl.handle.net/11059/7729>
- Arias Suárez, J. D., & Carmona Pulgarín, G. C. (2008). *Prácticas de laboratorio no convencionales en física: un vínculo entre la teoría y la práctica: grado décimo*.
- Ávila Ontiveros, I. A. (2023). *Diseño y desarrollo de página web para la empresa Edificaciones Triple O como caso de estudio para propiciar el posicionamiento de su marca como PyME dentro del sector industrial en Ciudad*. Licenciatura en Diseño Digital de Medios Interactivos. <http://hdl.handle.net/20.500.11961/6766>
- Barrera Buitrago, D. A., Lugo López, N. D., Torres Payoma, F. A., Herrera Muñoz, D. C., & Neira Quintero, L. D. (2023). Aprendizaje de las ecuaciones diferenciales de orden superior a través del estudio del movimiento del péndulo simple. *ReiDocrea*, 12.
- Barrera-Buitrago, D. L.-P., Herrera, D. C., Penalba, F. A., Ribé, J. T., & Neira Quintero, L. D. (2022). Application of an Inquiry-Based Learning Space (ILS) GRAASP in the Course of Differential Equations for Engineering Students Within the Framework of the Project

- Wp@ELAB. In *2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)*, 342-346. <https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00059>
- Buitrago, D. A., López, N. D., Payoma, F. A., Muñoz, D. C., & Quintero, L. D. (2022). Learning of second order of differential equations through the study of the movement of simple within the framework international World Pendulum Alliance WP@ elab. *arXiv preprint*.
- Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., Iannelli, L. M., & Gil, S. (2015). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, *12*(1), 212-226.
- Calvo Gordillo, I., Zulueta Guerrero, E., Gangoiti Gurtubay, U., & López Guede, J. M. (2007). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. *Ikastorratza. e-Revista de didáctica*.
- Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J., Cartwright, H., & Valentine, K. (2008). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. *Ikastorratza. e-Revista de didáctica*(3), 1-21.
- Cárdenas, Y. B., & Saavedra, R. C. (2017). Desarrollo de la competencia de indagación en Ciencias Naturales. *Educación y ciencia*(20), 17.
- Carniel, L. C., Ávila, M. P., Chourio, E. D., & Vargas, Z. Á. (2008). La simulación como herramienta de aprendizaje en física/Simulation as Physics learning tool. *Actualidades Investigativas en Educación*, *2*(0).
- Carrasco Ortega, M. (2020). Herramientas del marketing digital que permiten desarrollar presencia online, analizar la web, conocer a la audiencia y mejorar los resultados de búsqueda. *Revista Perspectivas*(45), 33-60.

- Carreón Suárez del Real, M. C. (2008). *Construcción de un catálogo de patrones de requisitos funcionales para ERP*. Universitat Politècnica de Catalunya.  
<http://hdl.handle.net/2099.1/5452>
- Carrillo, L. J., Cortes, I. L., & Araque, M. A. (2010). “Ingenieros Docentes y Docentes de Ingenieros”: un Ejercicio Pedagógico en Ingeniería Industrial desde y para el Aula. *8th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*.
- Carrión-Paredes, F. A., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, C. A., & Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Simulador virtual PhET como estrategia metodológica para el aprendizaje de Química. *Cienciamatria*, 6(3), 193-216.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.35381/cm.v6i3.396>
- Coral Ordoñez, R. A. (2021). *Fortalecimiento de las competencias investigativas a partir de una estrategia mediada por el aprendizaje basado en Indagación (ABI) en la enseñanza de la introducción a la investigación social en los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa*. Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).  
<https://hdl.handle.net/11227/14928>
- Cortes Piraquive, A. L. (2013). *Comportamiento presupuestal en universidades públicas y privadas en Colombia*. Universidad Militar Nueva Granada.  
<http://hdl.handle.net/10654/11947>
- Cortes Piraquive, A. L. (2013). *Comportamiento presupuestal en universidades públicas y privadas en Colombia*. <http://hdl.handle.net/10654/11947>
- Cruz López, C. H. (2022). *Desarrollo de un aplicativo web para la integración y uso del laboratorio remoto World Pendulum Alliance-UNAD*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD de Colombia. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/51642>

- Cruz, J. M., Fernandes, H., Amarante-Segundo, G. S., Amador, C. H., Brito, R. S., Enders, B. G., & Henriques, R. (2022). World Pendulum Alliance: an apparatus performance analysis. *In 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)*, 309-315. <https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00054>
- Cubilla López, J. A. (2023). *Factores socioeconómicos influyentes al acceso tecnológico y educativo. Estudiantes, Universidad de Panamá. Darién 2023.*
- de la Fuente, M. F., Coronado, D. R., & Cañedo, N. F. (2018). El aprendizaje basado en la investigación (ABI) como un factor para el fortalecimiento de los programas educativos de la Universidad Quintana Roo en Playa del Carmen. *Ensayos Pedagógicos*, 13(1), 131-156.
- Domínguez Cuenca, M. D., García Peñalvo, F. J., Zavala Enríquez, G., García Holgado, A., & Alarcón, H. (2023). Mujeres en la educación universitaria de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas: atracción, acceso y acompañamiento para reducir la brecha de género en Hispanoamérica.
- Duarte, J. E., Caballero, F. R., & Morales, F. H. (2013). La enseñanza de la física en los currículos de ingeniería. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación: RIDI*, 4(1), 45-55. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/20278306.2606>
- Espinoza, F. H., & Cervantes, R. E. (2021). Revisión bibliográfica: la metodología del aprendizaje basado en la investigación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 1079-1093. [https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i1.312](https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.312)

- Fajardo, J. D., Dussán, A. B., & Fonseca, S. M. (2015). Diseño de las guías de laboratorio para desarrollar competencias específicas laborales en el programa de ingeniería industrial de la umng. *Revista Educación en Ingeniería*, 10(19), 151-159.
- García Aretio, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.5944/ried.20.2.18737>
- García Casado, M. (2023). *Diseño y elaboración de una práctica de laboratorio para la enseñanza de Física en Secundaria o Bachillerato*.
- García Loro, F. (2018). *Evaluación y aprendizaje en laboratorios remotos: propuesta de un sistema automático de evaluación formativa aplicado al laboratorio remoto VISIR*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED.
- García Martínez, J. A. (2017). Memoria de producción gráfica, postproducción y desarrollo de sitio web de mirabeisbol. com. (*Bachelor's thesis, Universidad Casa Grande. Facultad de Comunicación Mónica Herrera*).
- Gómez de la Fuente, M. I. (2016). La importancia de los laboratorios en la enseñanza de la ingeniería. *Ingenierías*, 16(61), 3-5.
- Gómez, V. (2016). Crisis de sentido y falencias metodológicas del sistema de acreditación colombiano. línea. <http://universidad.edu.co/images/cmlopera/descargables/crisisacreditacion.pdf>
- González Molina, H. Z. (2014). *Los clubes de ciencias en el desarrollo de competencias científicas para la vida*. Universidad Pedagógica Nacional.

- González Salgado, M. (2022). *Enseñanza y aprendizaje de la física moderna en los estudiantes del grado 11° b de la institución educativa Antonio lenis de la ciudad de Sincelejo Sucre: Una aproximación desde la relatividad especial de Albert Einstein.*
- González, Y. M., Doria, Á. M., De La Barrera, J. O., Riaño, H. E., & Pereira, J. M. (2011). Juego didáctico, una herramienta educativa para el autoaprendizaje en la ingeniería industrial. *Revista Educación en ingeniería*, 6(11), 61-68.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.26507/rei.v6n12.128>
- González-Zamar, M. D.-S.-U. (2020). Meaningful learning in the development of digital skills. Trend analysis. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*,(14), 91-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.46661/ijeri.4741>
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(64), 917-937.
- Jara, C. A., Candelas-Herías, F. A., & Torres, F. (2007). Laboratorios virtuales y remotos basados en EJS para la enseñanza de robótica industrial.
- Khalifa, J. S., Cruz, J. M., Segundo, G. S., & Ribeiro, A. M. (2024). World Pendulum Alliance: Experimentação Remota: World Pendulum Alliance: a remote experiment. *Revista do EDICC-ISSN*, 9.
- León, A. M., Córdova, F. D., & Escobedo, M. T. (2021). Optimización de Procesos Productivos utilizando Laboratorios Virtuales de Estadística. *ANFEI Digita*(13).
- Linares, G. L. (2023). Aprendizaje basado en indagación (ABI): una estrategia para mejorar la enseñanza - aprendizaje de la química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 15. [https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4378](https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4378)

- López Suspes, L. F. (2021). *Análisis sobre la trascendencia de las prácticas de laboratorio y la instrucción por pares en la enseñanza de la física*. Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Martin Llanos, J. C., Mena Lorenzo, J. L., & Valcárcel Izquierdo, N. (2018). Formación de habilidades experimentales de la Física en estudiantes de Agronomía. *Mendive. Revista de Educación*, 16(2), 204-221.
- Martinez, M., & Livingston, L. (2018). *Infraestructura como condición de calidad educativa en el fortalecimiento del desempeño académico estudiantil*. San Andrés Isla: Universidad de la Costa, CUC. <http://hdl.handle.net/11323/2913>
- Maurel, M. (2015). *Laboratorio virtual, una alternativa para mejorar la enseñanza de física y química en los primeros años de la carrera de ingeniería en sistemas de información de la FRRe-UTN*. Universidad Nacional de La Plata.
- Medina, A. P., Saba, G. H., Silva, J. H., & de Guevara Durán, E. L. (2011). Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. *Rev. Educación en Ing*, 4, 24-31.
- Medina, J. M., Medina, I. I., & Rojas, F. R. (2016). Medina, J. M. C., Medina, I. I. S., & Rojas, F. R. (2016). Uso de objetos virtuales de aprendizaje OVAs como estrategia de enseñanza–Aprendizaje Inclusivo y Complementario para los cursos teórico–prácticos. *Revista educación en ingeniería*, 22(11), 4-12.
- Méndez, A., Rivas, A., & del Toro Borrego, M. (2007). *Entornos virtuales de aprendizaje*. Centro Universitario de Las Tunas, Ministerio de Educación.
- Méndez-Estrada, V. H., Rivas, M., & Monge-Nájera, J. (2003). Estructura y formato de tres laboratorios virtuales de biología: la experiencia de estudiantes a distancia evaluada con

- estadística inferencial. *X Encuentro Iberoamericano de Educación a Distancia: Calidad, Tecnología y Valores en la Educación Superior a Distancia*, Hotel Real Intercontinental, San José, Costa Rica,, 21-23.
- Montealegre, N. (2018). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de los laboratorios pertenecientes a la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Tecnológica de Pereira*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Mueses Palacios, A. (2018). *Recreación del conocimiento científico a través del desarrollo de actividades experimentales en el área de ciencias naturales con los estudiantes del grado quinto de la institución educativa agropecuaria indígena Sebastián García Carlosama del municipio d*. Universidad del Cauca.  
<http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/495>
- Muñoz Rojas, C. (2021). Políticas públicas para la igualdad de género en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM): desafíos para la autonomía económica de las mujeres y la recuperación transformadora en América Latina. *Serie Asuntos de Género*, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)(161).
- Musa, R. Z. (2012). Laboratorios remotos: actualidad y tendencias futuras. *Scientia et technica*, 2(51), 113-118. <https://doi.org/https://doi.org/10.22517/23447214.1673>
- Nupia, C. M., Lucio-Arias, D., & Lucio, J. (2014). El Sistema Nacional de Información de la Educación Superior y la Producción de Indicadores de Internacionalización. *Reflexiones para la política de internacionalización de la educación superior en Colombia*, 47-70.
- Ortiz, K. N., Muñoz, D. C., & Mendoza, W. N. (2020). Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior. *Documentos De Trabajo ECBTI*, 1(1).

- Palomino, R. G., Mayanaza, D. V., & Cruz, J. M. (2023). Aulas virtuales en el aprendizaje del nivel superior. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 30(7), 2074-2088.
- Pástor, D., Jiménez, J., Arcos, G., Romero, M., & Urquizo, L. (2018). Patrones de diseño para la construcción de cursos on-line en un entorno virtual de aprendizaje. *Revista chilena de ingeniería*, 26(1), 157-171. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000100157>
- Pastora, B., & Fuentes, A. (2021). La planificación de estrategias de enseñanza en un entorno virtual de aprendizaje. *Revista Científica UISRAEL*, 1(8), 59–76.
- Peña, J. Z. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 11(2), 193-211. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3>
- Perera, J. J., Padilla, H. A., Fernández, M. S., & Izquierdo, S. J. (2020). Aproximación en el uso de EVA en estudiantes de educación superior. *Revista boletín REDIPE*, 9(11), 98-109.
- Pesa, M., Bravo, s., & Pérez, S. (2014). Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(3), 642-665. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p642>
- Quirós-Ramírez, A. (2017). Las nuevas tecnologías y la calidad de vida de personas con discapacidad en costa rica. *PROSIC*.
- Ramos Cardozo, M. (2023). *El uso de laboratorios virtuales para el fortalecimiento del aprendizaje de las mezclas en los estudiantes del grado cuarto de la IETA El Salado a través de la estrategia STEAM*. Tesis Doctoral. Universidad de Cartagena. <https://hdl.handle.net/11227/17390>

- Rey Mendoza, A. (2015). *Propuesta de accesibilidad en los laboratorios virtuales para usuarios con discapacidades visuales moderadas*. Bachelor's thesis, Universidad de las Ciencias Informáticas. Facultad 5.
- Rodríguez Mora, Y. A. (2019). Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales . *Tesis de Maestría*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.
- Rodríguez, M. (2021). Wordpress. Obtenido de freidercreativo.
- Rodríguez-Llerena, D., & Llovera-González, J. (2014). Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4), 26.
- Romero López, A. (2019). Canva: diseño de materiales didácticos y juegos educativos. *Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)*(19).  
[https://doi.org/104438/2695-4176\\_OTE\\_2019\\_847-19-121-5](https://doi.org/104438/2695-4176_OTE_2019_847-19-121-5)
- Rua, A. M., & Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Santana-Vega, L. E., Feliciano-García, L., & Suárez-Perdomo, A. (2020). El aprendizaje basado en la investigación en el contexto universitario: una revisión sistemática.
- SNIES. (21 de 09 de 2023). <https://hecaa.minedu.gov.co/>.  
<https://hecaa.minedu.gov.co/consultaspublicas/programas>
- Suárez Guerrero, C. (2016). Los entornos virtuales de aprendizaje como instrumento de mediación. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 4(1).
- Torres Toukoumidis, L., Caldeiro Pedreira, M., & Mäeots, M. (2020). Aprendizaje Basado en la Indagación en el Contexto Educativo Español. *Luz: Revista de Educación*, 19(19), 16.

- Torres-Payoma, F., Herrera, D. C., Tique, D. L., Barrera, D., & Penalba, F. A. (2022). Construction and implementation of a Go-Lab inquiry learning space for teaching Energy Conservation in engineering and technology programs in General Physics Course. *In 2022 8th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC)*, 347-353. <https://doi.org/10.1109/IESTEC54539.2022.00060>
- Torres-Payoma, F., Herrera, D., Triana, K., Neira-Quintero, L., & Castaño-Yepes, J. D. (2023). Computing the gravitational acceleration within the World Pendulum Alliance as an application of the remote laboratory methodology. *European Journal of Physics*, 44(6). <https://doi.org/10.1088/1361-6404/acf173>
- Triana, K. N., Herrera, D. C., & Mesa, W. (2020). Importancia de los laboratorios remotos y virtuales en la educación superior. *Documentos De Trabajo ECBTI*, 1(1), 14.
- Triana, K., Herrera, D., & Torres-Payoma, F. (2021). World Pendulum Alliance: red global de experimentos remotos aplicados en la enseñanza de las ciencias. *ENCUENTRO REGIONAL DE AIESAD 2021*, 55-59.
- Urbina, G. B., Valderrama, M. C., Vázquez, I. M., Cruz, G. B., Matus, J. C., Espejel, A. A., & González, A. E. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. Grupo Editorial Patria.
- Valbuena, L. F. (2016). *El campo de la educación en ingeniería industrial en Colombia 1950-2000*. Diss. Université Toulouse-Jean Jaurès; Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia). <https://univ-tlse2.hal.science/tel-02971383>
- Valencia, A., & McCann, D. F. (2012). ¿Cómo están acreditados los programas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia? *Ingeniería Y Sociedad*(5), 2-17. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingeso/article/view/13982>

Vega, O. A., Londoño-Hincapié, S. M., & Toro-Villa, S. (2016). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias. *Informática*, 35, 97-110.

WPA. (2024). *wpa.tecnico.ulisboa*. <http://wpa.tecnico.ulisboa.pt/~wpa.daemon/es/centros-de-divulgacion-cientifica/cdc-reex-unad/>

Yepes Espinosa, D. (2013). *Las prácticas experimentales como una herramienta didáctica y motivadora del proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en general y de la Química en particular*. UNIVERSIDAD NACIONALDE COLOMBIA .

