
FACULTAD
CIENCIAS NATURALES Y AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA FAVORECER EL DESARROLLO DE HABILIDADES EXPERIMENTALES EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tesis presentada en opción al título académico
de Máster en Enseñanza de las Ciencias Naturales

Autor: Lic. Marcos Antonio Batista Zaldivar

Tutor: Prof. Titular, Lic. Edilberto de Jesús Pérez Alí Osmán, Dr.C.

HOLGUÍN 2021



AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos:

- A mi tutor, el Doctor Edilberto de Jesús Pérez Alí Osman, por su paciencia, dedicación y su gran profesionalidad como guía y orientador.
- A los profesores de la maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales por contribuir a mi formación investigativa.
- Al Doctor Pedro Antonio Mariño Castellanos principal promotor de esta investigación, quien además fue mi asesor y colaborador durante la aplicación práctica de estas ideas.
- A mis estudiantes porque son la razón de ser de esta obra.
- A los profesores del departamento de Física por sus valiosos aportes durante las Sesiones Científicas y Talleres de Tesis.



DEDICATORIA

A mi familia

A la memoria de mis padres



SÍNTESIS

La formación del ingeniero industrial exige una preparación experimental que le permita determinar y solucionar los problemas a los que se enfrentará en los escenarios donde se desempeñe y que se encuentran dentro de los modos de actuación de éste profesional. La asignatura Física General juega un importante papel en este proceso, ya que a través de ella se adquieren y desarrollan las habilidades experimentales de las ciencias básicas. Sin embargo, los diagnósticos realizados han detectado que los estudiantes presentan insuficiente desarrollo en las mismas. Debido a esto surge el interés por el estudio y solución del siguiente problema de investigación: ¿Cómo contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales de la Física General en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín? Con el objetivo de resolver este problema, se propone una estrategia didáctica para el desarrollo de las prácticas de laboratorio de Física II, sustentada en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

El análisis de los criterios emitidos por especialistas corroboró la factibilidad de la propuesta y que la misma contribuye, de manera significativa, al desarrollo de las habilidades experimentales declaradas en el Plan de Estudios E de la carrera Ingeniería Industrial.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES EXPERIMENTALES DE LA FÍSICA GENERAL, A TRAVÉS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO Y CON EL APOYO DE LAS TIC..... | 9 |
| 1.1 Caracterización didáctica y psicológica del objeto de investigación | 9 |
| 1.2 Papel de las actividades experimentales dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General, con énfasis en las prácticas de laboratorio | 15 |
| 1.3 Las habilidades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General | 23 |
| 1.4 El aprendizaje y la Zona de Desarrollo Potencial de Vigotsky | 29 |
| 1.5 La integración de las TIC al desarrollo de las habilidades experimentales de la Física General | 31 |
| CAPÍTULO 2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA, SUSTENTADA EN EL USO DE LAS TIC, PARA FAVORECER EL DESARROLLO DE HABILIDADES EXPERIMENTALES EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL..... | 38 |
| 2.1 Diagnóstico del estado inicial del nivel de desarrollo de las habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial..... | 38 |
| 2.2 Estrategia didáctica, mediada por el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de la Física II en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial | 42 |
| 2.3 Análisis de la factibilidad de la aplicación de la estrategia didáctica, sustentada en el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial..... | 57 |
| CONCLUSIONES..... | 60 |
| RECOMENDACIONES..... | 61 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 62 |
| ANEXOS..... | 71 |
| ANEXO 1. ENCUESTA REALIZADA A PROFESORES DE FÍSICA (SEDE OLM) | 71 |
| ANEXO 2. ENCUESTA REALIZADA A ESTUDIANTES DEL 2do AÑO ING. IND. (UHo) | 74 |
| ANEXO 3. GUÍA DE OBSERVACIÓN A PRÁCTICA DE LABORATORIO..... | 77 |
| ANEXO 4. ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES QUE DESARROLLARON LA PRÁCTICA DE LABORATORIO CON AYUDA DE LOS TELÉFONOS INTELIGENTES | 78 |
| ANEXO 5. ENCUESTA REALIZADA A LOS ESPECIALISTAS..... | 80 |
| ANEXO 6. RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DADA POR LOS ESPECIALISTAS | 81 |

INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento continuo de los planes de estudio de las carreras universitarias para la formación integral de sus egresados constituye uno de los cimientos fundamentales de la Educación Superior cubana y actualmente, las universidades se encuentran desarrollando un importante proceso relacionado con la implementación del Plan de Estudios E.

En la carrera Ingeniería Industrial los planes y programas de estudio se han ido atemperando a los requerimientos modernos del desarrollo de la ciencia y la tecnología y a los cambios del entorno.

El Ministerio de Educación Superior (MES) destaca que el nuevo plan se ha concebido con el objetivo de superar las limitaciones de los anteriores, teniendo en cuenta las demandas de los empleadores y las necesidades en la formación de los ingenieros industriales. Declarando para este profesional, los siguientes modos de actuación: “Analizar, planificar, diseñar, operar, controlar, mejorar, liderar y comunicar” (MES, 2018, p. 6).

Los modos de actuación, se forman a partir de los conocimientos adquiridos en los contextos familiar y escolar y a través de la práctica sostenida se convierten en patrimonio de la personalidad. Las habilidades se contemplan como experiencias asimiladas mediante distintos modos de actuación dando lugar a los hábitos; los conocimientos necesarios acerca de estos modos de actuación están en el sistema de conocimientos (Marrero *et al.*, 2021).

De lo referenciado anteriormente se desprende la necesidad de implementar, en la carrera de Ingeniería Industrial, alternativas que permitan sistematizar los modos de actuación del futuro profesional desde el ciclo básico y en tal sentido la disciplina Física General juega un papel muy importante, ya que la misma contribuye a desarrollar la base conceptual y metodológica del futuro profesional mediante la precisión del objeto de trabajo y el modo de actuación del ingeniero (MES, 2018).

En particular, los contenidos de Física son necesarios para comprender y resolver problemas profesionales en el campo de la ingeniería industrial. Esta disciplina refuerza la comprensión del método científico, influyendo de manera significativa en la formación básica de los estudiantes.

Esto está en consonancia con el hecho de que uno de los objetivos generales de la disciplina Física General para la carrera de Ingeniería Industrial sea: "...aplicar el método científico en el trabajo experimental de la disciplina revelando su dimensión educativa" (MES, 2018, p. 61).

En correspondencia con el nuevo plan de estudio:

"Las aplicaciones de la Física en la ciencia y la tecnología ocupan un lugar importante en los objetivos y contenidos de la disciplina. Estas deben ser tratadas fundamentalmente en las prácticas de laboratorio y en los seminarios desarrollados por los estudiantes" (MES, 2018, p.71).

Dentro de los objetivos generales de la disciplina para esta carrera se encuentra el siguiente: "Desarrollar las capacidades para el aprendizaje autónomo y colaborativo a través del modo de asimilación de los contenidos, donde predomine un enfoque sistémico con tendencia hacia niveles de asimilación productivos" (MES, 2018, p. 61).

Por todo lo anterior se puede inferir la importancia del desarrollo de actividades experimentales para la formación integral del ingeniero industrial y la utilización, durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio, de métodos de enseñanza productivos, en los cuales exista autonomía en el aprendizaje de los estudiantes y se incremente además la presencia de métodos de aprendizaje más colaborativos, propiciando el trabajo en equipos.

La revisión bibliográfica que se realizó permitió conocer que existen disímiles investigaciones relacionadas con el tema de las prácticas de laboratorio. En el ámbito internacional se destacan los trabajos de: Gil Pérez *et al.* (1991), Hodson (1994), Carrascosa *et al.* (2006), Petrucci *et al.* (2006), Barolli *et al.* (2010), Cruz (2011), Pesa *et al.* (2014), Domingos-Joao y Pérez (2015), Sánchez *et al.* (2016), Cabrera y Sánchez (2016), Ruiz-Chaneta (2016), Espinosa *et al.* (2016), Cardona (2018), Morantes *et al.* (2018), Fraiha *et al.* (2018), Ruggeri y Anriquez (2019), Guachún y Guzñay (2020).

En esta revisión se pudo constatar que las críticas más importantes, realizadas por los autores anteriormente referenciados, están relacionadas con el hecho de considerar que las prácticas de laboratorio están restringidas a la observación y a la mera manipulación de instrumentos, técnicas de mediciones y fórmulas, relegando procesos orientados al análisis de problemas, simulación y reconstrucción en el plano ideal de la situación

estudiada, emisión de hipótesis respecto a la construcción de un modelo, el análisis de datos y el enunciado de conclusiones.

En este sentido, Carrascosa *et al.* (2006), valoran la importancia de reorientar las prácticas de laboratorio para que estas dejen de ser simples recetarios.

Cabrera y Sánchez (2016) destacan la importancia de los laboratorios virtuales en la enseñanza de la Física, en el caso de Fraiha *et al.* (2018), realizan una propuesta didáctica para las prácticas de laboratorio basada en problemas experimentales abiertos, pero para el desarrollo de competencias, Ruggeri y Anriquez (2019) recomiendan la implementación de los laboratorios remotos para la enseñanza de la Física y en el caso de los autores Guachín y Guñay (2020), describen una propuesta de práctica de laboratorio de Física utilizando teléfonos inteligentes. Sin embargo, no se proponen estrategias que integren las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con las prácticas de laboratorio como forma básica de desarrollo de las habilidades experimentales.

Del ámbito nacional se encuentran las investigaciones realizadas por: Sifredo (2010), Lastra *et al.* (2012), Sifredo y Ayala (2014), Fernández *et al.* (2016), Martín y Hernández (2016), Formeza-Veranez (2017), Martín *et al.* (2018), Hernández y Hernández (2018).

De manera general estos autores destacan la importancia de las prácticas de laboratorio para el desarrollo de habilidades experimentales y el importante lugar que ocupan las mismas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

Sifredo (2010) argumenta las posibilidades que brindan las TIC para la modernización de las actividades experimentales, Lastra *et al.* (2012) hacen referencia a los problemas experimentales informatizados y en el caso de Sifredo y Ayala (2014) valoran la importancia de las TIC para el diseño y simulación de los fenómenos físicos, así como los sistemas de adquisición y procesamiento de datos experimentales haciendo uso de las computadoras.

Lo anteriormente referenciado evidencia que las TIC constituyen una importante herramienta durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje tanto presencial como a distancia, contribuyendo así a la formación integral del futuro profesional.

En la Universidad de Holguín se ha investigado el papel de las prácticas de laboratorio en el aprendizaje de la Física y en la formación y desarrollo de habilidades experimentales,

entre estos trabajos se encuentran los de Freire (1997), Gómez (1999), Tamayo (2003), Cuenca (2002 y 2011), Fernández (2012), Batista *et al.* (2014) e Hidalgo (2021).

En su investigación, Cuenca (2011), propone una metodología para el desarrollo de habilidades experimentales a través de las prácticas de laboratorio, en esta propuesta los estudiantes tienen un mayor protagonismo, sin embargo se continúa haciendo uso de guías previamente elaboradas por el docente que incluyen esquemas, circuitos y montajes experimentales que no contribuyen a la independencia cognoscitiva ni al desarrollo de la creatividad en los estudiantes. Por otra parte, no se realizan propuestas de prácticas de laboratorio para el desarrollo de la modalidad de educación a distancia, a través de las plataformas educativas.

Hidalgo (2021), propone un conjunto de actividades experimentales de la Física I a partir de Laboratorios-Proyectos para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la carrera Ingeniería Civil. En este caso se realiza una contribución al logro de la independencia cognoscitiva de los estudiantes y a la eliminación de las guías detalladas para el desarrollo de las actividades, sin embargo no se proponen estrategias de integración de las TIC dentro de los Laboratorios-Proyectos.

Diagnósticos realizados revelaron que el método tradicional de trabajo en los laboratorios, en el que los estudiantes siguen paso a paso las orientaciones de los docentes, fomenta un aprendizaje netamente reproductivo (Freire, 1997; Cuenca *et al.*, 2002 y Tamayo *et al.*, 2003, citado en Hidalgo, 2021). Los resultados arrojados en estos diagnósticos no están en correspondencia con las aspiraciones del actual Plan de Estudios E que exige, además de un nivel productivo en el aprendizaje de los estudiantes, el desarrollo de las siguientes habilidades experimentales (MES, 2018, p. 69):

1. Comprobación experimental de modelos, leyes, principios y teorías.
2. Aplicación de leyes, ecuaciones y métodos de trabajo teórico y experimental haciendo uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
3. Ejecución de experimentos.
4. Procesamiento e interpretación de datos experimentales de mediciones directas e indirectas.
5. Construcción e interpretación de gráficos.

6. Linealizar ecuaciones relacionadas con resultados experimentales a partir de la relación que predice el modelo.
7. Estimar las incertidumbres tipo A, tipo B, combinada y expandida para los mensurados objetos de medición identificando sus fuentes en el sistema experimental empleado.
8. Calcular las cantidades de las magnitudes físicas reportando el valor adecuadamente y sus unidades de medida acorde con las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) y las normas cubanas (NC).

En el año 2020, fecha en que inicia la presente investigación, se revisó la documentación de la disciplina Física General para la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín. Se pudo evidenciar que existen diseños de prácticas de laboratorio que incluyen guías para el desarrollo de las mismas y que solamente tienen en cuenta la captura de datos experimentales con la consola HPC-1, la implementación de laboratorios virtuales, el uso de los programas Microsoft Excel para el procesamiento estadístico de la data experimental y el Microsoft Word para la elaboración del informe final, sin embargo no se cuenta con estrategias que integren las potencialidades que brindan las TIC para el desarrollo de las prácticas de laboratorio en las modalidades de enseñanza presencial y a distancia.

Finalmente, el análisis de los resultados del diagnóstico aplicado a profesores y estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín (anexos 1 y 2), así como la observación al proceso de enseñanza-aprendizaje en las prácticas de laboratorio de Física II (anexo 3), reveló que existen insuficiencias para:

- Plantear estrategias experimentales y ponerlas en práctica, realizar montajes experimentales, organizar y procesar los datos experimentales, construir gráficos, así como elaborar, presentar y discutir informes.
- Comparar los resultados experimentales y el modelo teórico.
- Utilizar las TIC como una importante herramienta en la actividad experimental.
- Lograr una adecuada independencia y flexibilidad en el trabajo experimental.

Los aspectos relacionados anteriormente permiten definir el **problema de la investigación**: ¿Cómo contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales de la Física General en los estudiantes de Ingeniería Industrial, de la Universidad de Holguín?

El **objeto** de la investigación es el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General en la carrera de Ingeniería Industrial.

El **campo de acción** es el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería Industrial, mediante las prácticas de laboratorio de Física II.

El **objetivo** de la investigación es: La elaboración de una estrategia didáctica sustentada en el uso de las TIC para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales de la Física II en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín.

Idea a defender: La puesta en práctica de una estrategia didáctica sustentada en el uso de las TIC para las prácticas de laboratorio de la Física General, contribuirá a favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín.

Para dar cumplimiento al objetivo propuesto y conducir la investigación, se planificaron las siguientes **tareas**:

1. Determinar los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan el desarrollo de las habilidades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General en la carrera de Ingeniería Industrial.
2. Diagnosticar el nivel de desarrollo de las habilidades experimentales de la Física General en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial.
3. .Elaborar la estrategia didáctica sustentada en el uso de las TIC para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales, a través de las prácticas de laboratorio de Física II, en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín.
4. Valorar la factibilidad de la estrategia didáctica en la carrera de Ingeniería Industrial.

Durante la ejecución de las tareas se emplearon los siguientes **métodos teóricos**:

- Histórico-lógico: Para determinar las características básicas de la problemática, su evolución histórica y sus antecedentes, lo cual contribuyó a la fundamentación del problema.
- Análisis-síntesis: En la sistematización teórica realizada, para la caracterización didáctica y psicológica del objeto y campo de la investigación.
- Inducción-deducción: Para llegar a generalizaciones a partir del estudio y análisis del objeto de investigación, en la elaboración de la propuesta didáctica.

- Sistémico-estructural: Para la elaboración de la estrategia didáctica para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín y en la estructuración de la tesis.

Los **métodos empíricos** empleados fueron:

- Encuestas a estudiantes y profesores para caracterizar el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes y conocer algunas causas del bajo nivel de desarrollo de las mismas.
- La observación al proceso docente de las prácticas de laboratorio para buscar regularidades en el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes.
- Consulta de las fuentes para el diagnóstico del estado actual del objeto de investigación.
- El criterio de especialistas para valorar la factibilidad de implementación de la propuesta.

Métodos estadísticos:

- Se utilizó la tabla de números aleatorios para garantizar la homogeneidad de la muestra tomada con respecto a la población.
- Las técnicas estadísticas para el procesamiento de los datos obtenidos e ilustrar la información en tablas y gráficos.

La población estuvo constituida por un grupo neutral, en el cual todos los estudiantes tuviesen igualdad de posibilidades para el desarrollo de la actividad experimental, esta población fue de 29 estudiantes, de ellos 7 hombres (24.14 %) y 22 mujeres (75.86 %).

De la población se tomó una muestra utilizando la tabla de números aleatorios, garantizando con ello la homogeneidad de la muestra, la cual estuvo formada por 16 estudiantes (55.17 %), de ellos 4 hombres (25 %) y 12 mujeres (75 %). Reflejándose en la muestra las características de la población.

La **actualidad** de la presente investigación radica en abordar el insuficiente nivel de desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, en el contexto de la implementación del Plan de Estudios E, que desde sus inicios se ha propuesto el uso de métodos de enseñanza que contribuyan a la activación del proceso cognoscitivo de los estudiantes aumentando los tiempos destinados para

su autoaprendizaje y con ello la transformación de las formas organizativas y de medios, así como el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El **aporte práctico** de la investigación lo constituye la estrategia didáctica para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín, sustentada en el uso de las TIC.

La **novedad** de la investigación radica en la concepción de la integración de las prácticas de laboratorio reales con las posibilidades que brindan las TIC para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de Ingeniería Industrial.

La tesis está estructurada en introducción, dos capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

En el primer capítulo se realiza una caracterización del desarrollo de las habilidades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General, a través de las prácticas de laboratorio y sustentadas en el uso de las TIC.

En el segundo capítulo se presenta la estrategia didáctica sustentada en el uso de las TIC para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de la Física II en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín y la valoración de la factibilidad de dicha propuesta.

CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DEL DESARROLLO DE LAS HABILIDADES EXPERIMENTALES DE LA FÍSICA GENERAL, A TRAVÉS DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO Y CON EL APOYO DE LAS TIC

En este capítulo se establece el referencial teórico de la investigación. En primer lugar se desarrolla una caracterización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General, destacando las prácticas de laboratorio como una forma de enseñanza idónea para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes.

Luego se realiza la caracterización didáctica de las habilidades experimentales de la Física General y se valoran las ideas del paradigma histórico cultural que sustentan la presente investigación.

Por último se caracteriza la integración de las TIC al desarrollo de las habilidades experimentales para la formación integral del futuro profesional.

1.1 Caracterización didáctica y psicológica del objeto de investigación

Dentro de las investigaciones relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, se encuentran las desarrolladas por: Silvestre (2001), Castellanos *et al.* (2002), Zilberstein (2006), Mestre *et al.* (2007), Ginoris *et al.* (2012), Addine y García (2012), Martínez y Galicia (2012) y Rouco *et al.* (2014), de manera general estos autores consideran que es en el proceso de enseñanza-aprendizaje donde se construyen los conocimientos, se forman y desarrollan las habilidades y se forman además los valores y convicciones en los estudiantes. Un elemento muy importante lo aportan Castellanos *et al.* (2002), al considerar el aprendizaje:

(...) “como un proceso dialéctico de apropiación de los contenidos y las formas de conocer, hacer, convivir y ser construidos en la experiencia sociohistórica, en la cual se producen, como resultado de la actividad del individuo y de la interacción con otras personas cambios relativamente duraderos y generalizables que le permiten adaptarse a la realidad, transformarla y crecer como personalidad” (Castellanos *et al.*, 2002, p.24)

Resulta importante destacar que esta definición hace énfasis en la importancia que tiene la participación activa y consciente del individuo en el aprendizaje, considerando además

que este es un proceso de interacción y de colaboración. Sin embargo, de acuerdo con Ginoris *et al.* (2006), los viejos problemas del proceso de enseñanza-aprendizaje están aún presentes. Un conjunto de problemas interdependientes lastran todavía el proceso de enseñar y aprender. Así, es posible distinguir entre los problemas más significativos los siguientes:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje está aún dominado por la asimilación pasiva y la reproducción del contenido por los estudiantes.
- El docente, de manera muy marcada, continúa siendo el protagonista de este proceso, es el poseedor de verdades absolutas y debe ser imitado por los estudiantes, que siguen instrucciones fijas, rígidas, repitiendo informaciones.
- La reproducción mecánica de informaciones y ejecuciones es aún rasgo distintivo de muchos procesos docentes que planifican, conducen y evalúan las instituciones académicas.
- Los libros de texto son casi exclusivamente la fuente impresa del contenido con los cuales trabajan los estudiantes. Son significativamente ignoradas las potencialidades para un trabajo didáctico las fuentes alternativas, como es el caso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Ante esta realidad surge la necesidad de una importante transformación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, apareciendo de esta manera la categoría aprendizaje desarrollador:

“Un aprendizaje desarrollador es aquel que garantiza en el individuo la apropiación activa y creadora de la cultura, propiciando el desarrollo de su autoperfeccionamiento constante, de su autonomía y autodeterminación, en íntima conexión con los necesarios procesos de socialización, compromiso y responsabilidad social.” (Castellanos *et al.*, 2002, p.24)

La presente investigación asume la definición anterior, ya que al lograr en los estudiantes un aprendizaje desarrollador se garantiza:

- Un aprendizaje activo, en el cual el estudiante es constructor de su propio aprendizaje, el estudiante será protagonista en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se incluye además la actividad metacognitiva del estudiante, es decir,

la metacognición como un sistema de procesos cognitivos sobre los propios conocimientos y los procesos de su adquisición.

- El aprendizaje, para el estudiante, posee sentido, valor, utilidad para su proceso de socialización e individualización, de manera que es un aprendizaje significativo.
- Elementos motivacionales que permiten y mantienen el propio proceso cognitivo, las motivaciones internas del estudiante hacia el conocimiento.

El papel del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador adquiere nuevas cualidades, entre estas se destacan las siguientes (Ginoris *et al.*, 2006):

- Toma el lugar de protagonista del proceso, es centro y las particularidades de su aprendizaje se elevan a la categoría de principales indicadores de la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje.
- De objeto del proceso pasa a ser también sujeto, cualidad materializada en un aprendizaje activo, productivo. El estudiante es constructor, reconstructor, de sus saberes.
- Su actividad cognoscitiva está dominada por el reconocimiento y la solución de problemas docentes. Esto conduce a revelar ante el estudiante lo que para él es nuevo, lo coloca en contradicciones cognitivas, es decir entre lo conocido, sus habilidades, sus convicciones y los nuevos requerimientos que les presenta su profesor.
- El estudiante desarrolla un pensamiento analítico, reflexivo, crítico, creativo, alternativo que se materializa en un estilo de aprendizaje hipotético-deductivo.
- El proceso cognitivo se caracteriza por un progresivo cambio de reproductivo, concreto y situacional a uno productivo, generalizador y conceptual.
- El aprendizaje se distingue ahora por mayor y mejor comunicación con el docente y sus iguales, por una mayor participación en la solución colectiva de los problemas docentes, se hacen más intensos, frecuentes y determinantes los procesos cognitivos y sus resultados.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje intervienen diferentes componentes esenciales sin los cuales no es posible desarrollarlo. Son diversas las opiniones en aceptar o no que el “problema” es uno de estos componentes. Sin embargo, los criterios son unánimes al aceptar que “objetivo”, “contenido”, “método”, “medio”, “evaluación”, “alumno-grupo

(actividad de aprendizaje) y profesor” (actividad de enseñanza) y formas de organización son los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Desde la posición de Ginoris *et al.* (2006), todo proceso de enseñanza-aprendizaje tiene una estructura y un funcionamiento sistémicos, es decir, está formado por componentes estrechamente interrelacionados. Este enfoque implica realizar un análisis de las relaciones entre los distintos componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estos componentes se pueden separar para su estudio en dos clases: componentes personales (estudiante y profesor) y los no personales o componentes personalizados (objetivo, contenido, formas de organización, método, medios y evaluación).

El **objetivo** es elemento orientador del proceso. Representa la modelación subjetiva del resultado esperado y está condicionado por las exigencias sociales de una determinada época. Debe ser declarado con alto grado de científicidad y permitir determinar los siguientes elementos: habilidad a lograr por los estudiantes; conocimientos asociados; condiciones en que se produce la apropiación del contenido; nivel de asimilación y profundidad (Ginoris *et al.*, 2006).

Siguiendo a Ginoris *et al.* (2006), otro de los componentes es el **contenido**, que es aquella parte de la cultura y experiencia social que debe ser adquirida por los estudiantes y se encuentra en dependencia de los objetivos propuestos. En su estructura, el contenido está conformado por cuatro elementos interrelacionados (el sistema de conocimientos, el sistema de habilidades, el sistema de experiencias de la actividad creadora y el sistema de normas de relación con el mundo).

Las situaciones de enseñanza-aprendizaje se planifican y desarrollan en las distintas **formas de organización** del proceso, cada una de estas es una combinación específica de relacionarse entre sus componentes: objetivo, contenido, método, medio, los que aprenden, los que enseñan, la evaluación, y estas propias formas organizativas (Ginoris *et al.*, 2006).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador lugar central ocupan los **métodos** de enseñanza Ginoris *et al.* (2006). A este componente están asociados importantes problemas teóricos y prácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje y que expresan una gran diversidad de criterios y puntos de vista didácticos. No obstante las diferencias teóricas y prácticas, todos coinciden que los métodos de enseñanza responden a la

pregunta ¿cómo enseñar y lograr el aprendizaje?

Los métodos presuponen el sistema de acciones de profesores y estudiantes y existen numerosas definiciones de método de enseñanza, pero en todas están presentes los siguientes atributos: conjunto de acciones de los docentes y estudiantes dirigidas al logro de los objetivos (Ginoris *et al.*, 2006).

De esta manera, los métodos predominantes en un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador, deben:

- Propiciar un enfoque problémico, que genera la actividad cognoscitiva productiva.
- Estimular la independencia cognoscitiva de cada uno de los estudiantes.
- Atender a la actividad y a la diversidad en trabajo individual y grupal.
- Propiciar la actividad reflexiva y la regulación metacognitivas.
- Incorporar la enseñanza de estrategias de aprendizajes, que permitan a los estudiantes aprender a aprender.

La clasificación de los métodos de enseñanza es algo diverso en la teoría didáctica, pero cualquiera que se tome condiciona su éxito a la adecuada combinación y correspondencia con los objetivos y los restantes componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los **medios de enseñanza** son los elementos facilitadores del proceso y están conformados por un conjunto, con carácter de sistema, de objetos reales, sus representaciones e instrumentos que sirven de apoyo material para la consecución de los objetivos. Con las innovaciones tecnológicas que actualmente son aplicadas al proceso de enseñanza-aprendizaje, los medios, como componente de este proceso, se redimensionan y son determinantes en la transformación cualitativa de aprendizaje (Ginoris *et al.*, 2006).

La **evaluación** es el elemento regulador. Su aplicación ofrece información sobre la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre la efectividad del resto de los componentes y las necesidades de ajustes o modificaciones (Ginoris *et al.*, 2006). El proceso de enseñanza-aprendizaje con enfoque desarrollador debe incorporar un enfoque evaluativo formativo que sustituya al sumativo. Para lograrlo es esencial el diagnóstico pedagógico integral con plena identificación de puntos de partida y potencialidades de cada estudiante, es decir el diagnóstico que sea consecuente con la aplicación del enfoque histórico-cultural que, como veremos más adelante, es básico para esta investigación.

El proceso de evaluar es en sí siempre diagnóstico, permite llegar a conocer el estado real

(desarrollo actual) y prever el estado posible inmediato (zona de desarrollo potencial) de cada uno de los sujetos que aprenden, esto hace posible individualizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La disciplina correspondiente, Física General, impartida en los primeros años de las carreras de ingenierías contribuye a desarrollar la base conceptual y metodológica del futuro profesional mediante la precisión del objeto de trabajo y el modo de actuación del ingeniero y también a la fundamentación físico - matemática de contenidos específicos de un número importante de otras disciplinas del currículum de ingeniería.

La Física General a través del estudio de su objeto, su evolución histórica desde el punto de vista epistemológico, su propia lógica y sus métodos, pertrecha al ingeniero en formación de los conocimientos, habilidades, capacidades, técnicas, métodos, actitudes y sentimientos para enfrentar la solución de los diversos problemas con que deberá enfrentarse en el ejercicio de su profesión, por lo que juega un papel determinante en la formación del modo de actuación del ingeniero.

Otro elemento importante que se destaca en el actual Plan de Estudios, relacionado con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, es que la aplicación del método experimental debe reflejar un progresivo aumento del nivel de complejidad y del grado de independencia de los estudiantes a través de la disciplina destacando el vínculo teoría-práctica y el carácter educativo de la actividad experimental en general (MES, 2018).

La Física II para la carrera de Ingeniería Industrial está ubicada en el plan de estudio perteneciente al currículum base en el primer semestre del segundo año de la carrera, con un total de 80 horas clases.

Las formas de organización docente de la asignatura son:

- Conferencias.
- Seminarios.
- Clases Prácticas.
- Prácticas de Laboratorio.

Un elemento importante lo constituye la idea, en este nuevo plan, que en las prácticas de laboratorio se deben tratar las aplicaciones de la Física en la ciencia y la tecnología, lo cual ocupa un lugar importante en los objetivos y contenidos de la disciplina.

1.2 Papel de las actividades experimentales dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General, con énfasis en las prácticas de laboratorio

De acuerdo con Rodríguez, (2012), a través de las actividades experimentales se vincula la teoría con la práctica, se familiariza al estudiante con procedimientos intelectuales y manuales propios de la investigación científica mediante la observación y el experimento, lo enfrenta a la búsqueda de solución a situaciones problemáticas relacionadas con la vida y se propicia la motivación por el aprendizaje y desarrollo de habilidades tecnológicas.

En este sentido el estudiante, para el desarrollo de las actividades experimentales, debe partir de los conocimientos previos que posee, confrontarlos con los nuevos y construir un aprendizaje propio de los contenidos de las ciencias naturales. Debe estar motivado por ser parte del desarrollo de su propio aprendizaje, así como del uso de las tecnologías de avanzada.

Lo anterior lo confirma López *et al.* (2012), al plantear que la actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales tanto por la fundamentación teórica que puede aportar a los estudiantes, como por el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas para las cuales el trabajo experimental es fundamental.

El autor de esta tesis coincide con Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2018) al plantear que en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física no debe faltar el uso de las actividades experimentales y además deben conservar los rasgos principales del método científico propio de la ciencia.

Las actividades experimentales forman parte del contenido de los cursos de Física escolar y superior. Estas constituyen un método muy valioso en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física por su valor para la formación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y valores relacionados con los fundamentos de esta ciencia.

Para Domingos-João y Pérez (2015) la realización de las actividades experimentales debe partir de la asignación de tareas docentes que conduzcan a problemas, además estas tareas deben estar en correspondencia con los intereses y necesidades propias de la formación profesional de los estudiantes.

Lo anterior es muy importante para el presente trabajo porque se valora la necesidad de proponer a los estudiantes situaciones físicas que constituyan problemas y, en consonancia con ello, el autor de esta investigación asume la siguiente definición de actividad experimental:

“Es aquella donde el estudiante se apropia de procedimientos manuales oportunos de la investigación científica mediante la experimentación, relaciona la teoría con la práctica, logra habilidades experimentales que propician la estimulación por el aprendizaje en su accionar de soluciones a situaciones problémicas de su profesión” (Hidalgo, 2020, p.17).

De esta manera podemos decir que las actividades experimentales proporcionan el marco apropiado para el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes, esto demuestra la importancia que tienen dichas actividades durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General.

En este contexto, al abordar los problemas de la enseñanza de las ciencias naturales, Fraga (1996) hace referencia a la utilización de dos enfoques: El llamado académico o tradicional, en el cual se le dice al estudiante detalladamente lo que debe hacer y qué resultados va a obtener. Este enfoque se caracteriza porque las actividades experimentales se realizan en un tiempo fijo, sin necesidades de proponer vías y métodos de solución novedosos o poder experimentar con otras variantes. Este enfoque también se recoge en la literatura con el nombre de "recetas de cocina".

El segundo enfoque, completamente diferente al primero, es el denominado investigativo, experimental o de proyecto. En este enfoque las actividades experimentales se orientan sobre la base de un proceso de indagación de la naturaleza, es decir, las actividades experimentales se conciben como problemas o pequeñas investigaciones (Fraga, 1996).

El autor de la presente investigación coincide además con Martin *et al.* (2018) al plantear que, en la actualidad, las actividades experimentales conservan su estatus controversial: Criticado, pero no transformado; formal, pero tendiente a lo tradicional; repetitivo con algunos vestigios que le impone la complejidad de los contenidos universitarios.

Lo anterior se debe a que por la vía tradicional es más fácil llevar el experimento a la práctica, se requiere de menos tiempo para su ejecución, menor creatividad, las prácticas

se realizan en un tiempo prefijado, con una estructura de pasos bien definidos y con resultados únicos.

Por otra parte, el segundo enfoque, se asemeja más a la actividad investigativa y requiere del diseño de estrategias para su adecuado desarrollo, requiere de una mayor creatividad de los estudiantes, requieren además de un mayor acercamiento de las ciencias a los problemas de la vida cotidiana, de docentes con una mayor preparación y de una concepción más individualizada del aprendizaje.

Una clasificación de las actividades experimentales es la realizada por Gómez, (1999) y que responde al grado y modo de participación de los alumnos y el profesor dentro del proceso de enseñanza–aprendizaje de las mismas. De esta manera, las clasifica en:

- Experimentos demostrativos.
- Tareas experimentales extra clases.
- Observaciones.
- Indagaciones.
- Experimentos sencillos.
- Práctica de laboratorio.

El autor de la presente investigación coincide con Cuenca, (2011) al considerar que las prácticas de laboratorio de Física constituyen la forma de enseñanza idónea para contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería.

Por lo tanto, dentro de las diferentes actividades experimentales, serán las prácticas de laboratorio de Física la forma de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje que utilizará esta investigación, para contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Son diversos los términos que se pueden encontrar en la literatura especializada para identificar las actividades experimentales en el laboratorio docente de Física. El término usado en América del Norte es el de trabajo de laboratorio, en Europa el más usado es el de trabajo práctico, el de experiencias prácticas, en Australia y Asia, aunque para Tamir y García, (1993) y Hodson, (1994), todos estos términos son utilizados prácticamente como sinónimos. En el presente trabajo se utilizará el término práctica de laboratorio, ya que es el que se usa generalmente en Cuba.

Desde la posición de Crespo (2009), la práctica de laboratorio constituye:

“Un proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el profesor, que organiza temporal y espacialmente para ejecutar etapas estrechamente relacionadas, en un ambiente donde los estudiantes pueden realizar acciones psicomotoras, sociales y de práctica de la ciencia, a través de la interacción con equipos e instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, la comunicación entre las diversas fuentes de información y la solución de problemas con un enfoque Interdisciplinar-Profesional” (p. 7).

El autor de la presente tesis asume esta definición, ya que la misma incluye el trabajo colaborativo, valorando la interacción entre los participantes en el proceso, en ella se revelan además las aspiraciones de lo que se pretende lograr de acuerdo con el modelo del profesional de un egresado de las universidades cubanas e incluye el control y la evaluación.

En el artículo 135 de la Resolución No. 2/2018 del Reglamento del Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior Cubana, se puede encontrar la siguiente definición de práctica de laboratorio:

“La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos que los estudiantes adquieran las habilidades propias de los métodos y técnicas de trabajo y de la investigación científica; amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la asignatura o disciplina mediante la experimentación, empleando para ello los medios necesarios. Las prácticas de laboratorio se realizan en instalaciones propias de las universidades o en las que existen en las unidades docentes u otras entidades laborales. Como norma, en este tipo de clase se deberá garantizar el trabajo individual de los estudiantes en la ejecución de las tareas previstas” (Gaceta Oficial, 2018; p. 688).

Para Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2018), la práctica de laboratorio es la actividad experimental independiente que realiza el alumno, cuyo resultado le permite determinar cuantitativamente una o varias magnitudes físicas para verificar el cumplimiento de una ley o para obtenerla, así como la concretización de los conocimientos (resultado inmediato) y el desarrollo de habilidades y hábitos prácticos (resultado mediato).

De las definiciones anteriores se evidencia el hecho de considerar la práctica de laboratorio como una actividad experimental, cuestión muy importante para la presente investigación, ya que en esta se interpreta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la práctica de laboratorio como una actividad experimental.

Otro aspecto importante de las definiciones anteriores consiste en reconocer la función principal que le corresponde a la práctica de laboratorio para contribuir al desarrollo de habilidades experimentales. Sin embargo, estas dos últimas definiciones no tienen en cuenta la importancia de las prácticas de laboratorio para fomentar el trabajo en equipos y la colaboración entre los estudiantes.

Se reportan investigaciones relacionadas con las prácticas de laboratorio dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. Autores cubanos como Sifredo (2010), Cuenca (2011), Lastra *et al.* (2012), Sifredo y Ayala (2014), Fernández *et al.* (2016), Martín y Hernández (2016), Formeza-Veranez *et al.* (2017), Martín *et al.* (2018), Hernández y Hernández (2018) e Hidalgo (2021), destacan la importancia de las prácticas de laboratorio para la formación y desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes. Valoran además el importante lugar que ocupan las mismas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Cuenca (2011) propone una metodología para el desarrollo de habilidades experimentales a través de las prácticas de laboratorio. El autor de este trabajo tomó como referente esta investigación, pero señalando que en dicha propuesta los estudiantes continúan haciendo uso de guías ya elaboradas por el docente que incluyen esquemas, circuitos y montajes experimentales que no contribuyen a la independencia cognoscitiva ni al desarrollo de la creatividad en los estudiantes. Por otra parte, no se realizan propuestas de prácticas de laboratorio para el desarrollo de la modalidad de educación a distancia, a través de las plataformas educativas.

Sifredo (2010) analiza las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías para la modernización de las actividades experimentales. Lastra *et al.* (2012) hacen referencia a los problemas experimentales informatizados y por último Sifredo y Ayala (2014) valoran la importancia de las TIC para el diseño y simulación de los fenómenos físicos, así como los sistemas de adquisición y procesamiento de datos experimentales haciendo uso de las computadoras. Pero en ninguno de los casos se proponen estrategias de integración de

las TIC con las prácticas de laboratorio.

El autor del presente trabajo considera que estos elementos relacionados con el uso de las TIC son de mucha actualidad, contribuyen además a la formación integral del futuro profesional y, por tanto, resulta necesario desarrollar una adecuada integración de estos recursos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General.

Dentro de las funciones de las prácticas de laboratorio de Física en la formación de ingenieros se pueden mencionar las siguientes (Cuenca, 2011):

Desde el punto de vista académico:

- Lograr hábitos de lectura y aplicar los métodos de análisis y de síntesis.
- Interaccionar con diversas fuentes de información con énfasis en las TIC.
- Intuir y prever el comportamiento de las magnitudes físicas dadas, de acuerdo con el problema identificado y objetivos específicos de la práctica (proponer hipótesis).
- Graficar y valorar el comportamiento de las magnitudes físicas.
- Lograr una adecuada expresión escrita (coherencia en la ortografía) en la presentación de los resultados.
- Lograr una adecuada expresión oral (fluidez y coherencia en la comunicación) a través del diálogo.
- Proporcionar una visión de conjunto de las distintas ciencias y la naturaleza provisional y tentativa de sus teorías y modelos, así como del enfrentamiento a los fenómenos de la vida cotidiana y el entendimiento del cuadro físico del mundo.
- Estimular modos de actuación como la actitud ante el estudio y la superación sistemática.
- Demostrar sus conocimientos y desarrollar habilidades.
- Contribuir a la formación de valores tales como: sencillez, honestidad y honradez.

Desde el punto de vista laboral:

- Manipular y medir con instrumentos de medición.
- Evaluar la exactitud, precisión y el rango de error de los instrumentos y equipos utilizados y de las mediciones realizadas.
- Aplicar técnicas de seguridad y medidas de protección e higiene del trabajo.
- Inducir a la búsqueda de opciones de soluciones posibles de un hecho, situación o fenómeno dado.

- Procesar datos por medios manuales y la utilización de software.
- Generalizar soluciones a otras situaciones problemáticas.
- Crear hábitos de autonomía e independencia cognoscitiva.
- Estimular una cultura del trabajo en grupos, cooperativo y colaborativo.
- Inducir a la crítica y a la autocrítica.
- Formar hábitos de ahorro de recursos.
- Cuidar y conservar del medio ambiente.

Desde el punto de vista investigativo:

- Identificar y formular el problema dada una situación problemática.
- Diseñar experimentos y/o montajes experimentales que permitan constatar hipótesis de problemas planteados.
- Procesar, valorar e interpretar los resultados experimentales obtenidos.
- Desarrollar habilidades de razonamiento lógico e interpretativo.
- Comunicar valores relativos a la naturaleza de las ciencias.
- Elaborar y defender un informe técnico.
- Apreciar el papel del científico en la investigación.
- Combatir el conformismo y el positivismo.
- Mostrar las virtudes de las ciencias experimentales.
- Introducir y aplicar métodos de la investigación científica.
- Emplear las TIC.

De las funciones anteriores se evidencia que las prácticas de laboratorio de Física son una forma de enseñanza que, además de favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes, permiten lograr una mayor aproximación a los modos de actuación del futuro profesional, al facilitar la ejecución de un alto porcentaje de las acciones descritas en el modelo del profesional, como son, planificar, diseñar, operar, controlar, liderar y comunicar.

Se comparte el criterio de Hernández y Hernández (2018) al considerar que la realización de las prácticas de laboratorio desarrolla las habilidades experimentales exclusivas de esta forma de enseñanza. Sin embargo, estos autores continúan con la utilización de guías previamente elaboradas por los docentes.

Hidalgo (2021), propone un conjunto de actividades experimentales de la Física I a partir de Laboratorios-Proyectos para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la carrera Ingeniería Civil. En este caso se realiza una contribución al logro de la independencia cognoscitiva de los estudiantes y a la eliminación de las guías detalladas para el desarrollo de las actividades, sin embargo no se proponen estrategias de integración de las TIC dentro de las prácticas de laboratorio.

Esta investigación coincide con Hidalgo, (2021), al afirmar que:

(...) “en el campo de la Física, las actividades experimentales en sus diferentes variantes, tiene un papel sustancial en la apropiación de conocimientos científicos. A las prácticas de laboratorio se les atribuye una importancia vital en la enseñanza de esta ciencia para desarrollar las habilidades necesarias para el posterior desempeño profesional” (Hidalgo, 2021, p. 2).

En la revisión bibliográfica realizada sobre el tema, se destacan en el ámbito internacional los trabajos de: Gil Pérez *et al.* (1991), Hodson (1994), Carrascosa *et al.* (2006), Petrucci *et al.* (2006), Barolli *et al.* (2010), Cruz (2011), Pesa *et al.* (2014), Domingos-Joao y Pérez (2015), Sánchez *et al.* (2016), Cabrera y Sánchez (2016), Ruiz-Chaneta (2016), Espinosa *et al.* (2016), Cardona (2018), Morantes *et al.* (2018), Fraiha *et al.* (2018), Ruggeri y Anriquez (2019), Guachún y Guzñay (2020). Se pudo constatar que para estos autores, de manera general, las actividades experimentales están restringidas a la observación y a la simple manipulación de instrumentos, a la realización de mediciones y la utilización de fórmulas, dejando en un segundo plano el análisis del problema planteado, la presentación de diseños experimentales y la emisión de hipótesis respecto a la construcción de un modelo.

El autor de la presente investigación coincide con Carrascosa *et al.* (2006) en el hecho de que se debe seguir investigando en cómo habría que reorientar las actividades experimentales para que los estudiantes tengan ocasión de participar en la elaboración de diseños experimentales, en lugar de seguir guías detalladas ya preparadas por los profesores.

Cabrera y Sánchez (2016) destacan la importancia de los laboratorios virtuales en la enseñanza de la Física, Ruggeri y Anriquez (2019) recomiendan la implementación de los

laboratorios remotos para la enseñanza de la Física y en el caso de los autores Guachín y Guñay (2020), describen una propuesta de práctica de laboratorio de Física utilizando teléfonos inteligentes. Sin embargo, no se proponen estrategias que integren adecuadamente las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las prácticas de laboratorio.

La implementación de una propuesta didáctica para las prácticas de laboratorio basada en problemas experimentales abiertos la proponen Fraiha *et al.* (2018), sin embargo está dirigida al desarrollo de competencias.

Sobre la base de lo referenciado anteriormente se puede evidenciar la importancia que tienen las prácticas de laboratorio y el uso de las nuevas tecnologías, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General, tanto para el desarrollo de las habilidades experimentales como para la formación integral del futuro profesional. Ahora resulta necesario precisar algunos elementos teóricos relacionados con las habilidades experimentales.

1.3 Las habilidades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General

Las habilidades, como componente del contenido de enseñanza son el dominio consciente y exitoso de la actividad.

En interdependencia con los conocimientos se forman y se desarrollan las habilidades. Sin conocimientos y habilidades no podrán formarse y desarrollarse nuevas habilidades y nuevos hábitos.

Se coincide con Estévez (2008) cuando expresa que para comprender el término habilidad experimental es necesario definir primeramente el concepto de habilidad. En esta tesis se asume que la habilidad es “una formación psicológica ejecutora particular que permite al hombre utilizar los conocimientos y los hábitos adquiridos para brindar una solución exitosa a determinadas tareas teóricas o prácticas con un fin conscientemente determinado” (Domínguez, 2012, p. 25).

En la presente investigación se asume la definición de habilidad experimental dada por Estévez: “El dominio del sistema de acciones prácticas (psíquicas y motoras) para la planificación del experimento, la realización de la actividad experimental y la explicación

de los resultados, con ayuda de los conocimientos científicos que se adquieren en él” (Estévez, 2008, p.15).

Dentro de las diversas clasificaciones de habilidades existentes la que más se adapta a este trabajo es la de Silvestre y Zilberstein (2002), que proponen la clasificación de las habilidades en generales y específicas. Destacándose la idea de que la formación de las habilidades generales transcurre mediante la formación y desarrollo de las habilidades específicas.

Cada disciplina tiene sus propios sistemas de conocimientos y sus sistemas de habilidades relacionadas con esos conocimientos específicos que las hacen distinguir de las otras; por tal razón, si se particulariza a la actividad experimental, entonces existen las habilidades experimentales específicas (García, 2017).

En este sentido, las habilidades experimentales específicas son aquellas que se forman en la actividad experimental donde se modelan fenómenos o proponen hipótesis, se proponen y adaptan procedimientos experimentales para comprobar los conocimientos específicos de cada disciplina (Estévez, 2000).

De acuerdo con Pérez *et al.*, (2018), los hábitos surgen en el propio desarrollo de las habilidades, cuando algunas de estas acciones alcanzan un nivel de dominio que no requieren de un control total de las mismas, de manera que transcurren con determinado nivel de “automatización”:

(...) “al hablar de hábitos se hace referencia a que en esta actividad se realizan acciones que el sujeto ejecuta sin tener que elaborar un plan consciente para ello. Por ejemplo, en la actividad experimental el ajuste al cero del instrumento o su apreciación” (Pérez *et al.*, 2018, p. 59).

Siguiendo a Pérez *et al.*, (2018), las habilidades generales (describir, identificar, caracterizar, definir, explicar, argumentar, entre otras) y las específicas del aprendizaje de las ciencias naturales y exactas (estimar, medir, interpretar gráficos, representar dependencias de forma algebraica, analítica y gráfica; resolver problemas, calcular, elaborar hipótesis, planificar y ejecutar experimentos, entre otras), se sustentan en las habilidades y cualidades del pensamiento y constituyen otro aspecto del contenido de la Física.

Es importante que al estudiar las habilidades específicas de la enseñanza-aprendizaje de

la Física se tenga en cuenta que las secuencias de operaciones establecidas son solo una guía que facilita el proceso. Estas secuencias son modelaciones del proceso real de diseñar o realizar experimentos, de hacer mediciones, construir gráficas, etc. (Pérez *et al.*, 2018).

De lo referenciado anteriormente se infiere que durante el proceso de formación el estudiante transita por diferentes etapas de desarrollo. Cuando el estudiante de ingeniería ingresa a la universidad tiene formado un conjunto de habilidades relacionadas con el método experimental, pero resulta necesario diagnosticar el nivel de desarrollo en que se encuentran estas habilidades, para sobre esa base poder desarrollarlas.

El análisis de las habilidades experimentales de la Física que deben ser desarrolladas en los estudiantes de Ingeniería Industrial partió de la propia concepción del Plan de Estudios E para esta carrera, tomándose el objeto y campo de acción del futuro profesional declarados en el presente plan de estudios (MES, 2018):

En la carrera de Ingeniería Industrial de Cuba se preparan profesionales integrales comprometidos con el desarrollo de un país próspero, solidario y soberano y que tienen la función de analizar, diseñar, operar, controlar y mejorar procesos de producción y servicios en toda la cadena de valor con el objetivo de lograr eficacia, eficiencia y sostenibilidad; considerando, con un enfoque sistémico, integrador y humanista, las características e interrelaciones entre los materiales, recursos humanos, de conocimiento e información, financieros, energéticos y de equipamiento, y preservando el medioambiente (MES, 2018, p. 6).

En este sentido, la Física desempeña un papel fundamental, ya que desde su objeto estudia una gran parte de los fenómenos tanto a escala macroscópica como microscópica presentes en el objeto y campo de acción del ingeniero y brinda los fundamentos teóricos imprescindibles para la solución exitosa de los problemas profesionales con que deberá enfrentarse en su profesión, operando además con conceptos y magnitudes físicas y con un sistema de habilidades lógicas y experimentales con las que también opera el ingeniero desde su propio objeto, campo y esferas de actuación (MES, 2018, p. 63).

En correspondencia con el presente plan de estudio, la disciplina Física se imparte en los primeros años de la carrera y debe contribuir a desarrollar la base conceptual y

metodológica del futuro profesional mediante la precisión del objeto de trabajo y el modo de actuación profesional del ingeniero industrial.

Dentro de los objetivos generales de la disciplinas, declarados en el presente plan de estudios (MES, 2018, p. 59), se encuentran los siguientes:

- Desarrollar la creatividad y el rigor en la solución de las tareas propias de la disciplina con criterios éticos y estéticos haciendo uso de las normas y regulaciones vigentes en el tratamiento del sistema internacional de unidades y en la entrega de informes de laboratorio y proyectos de investigación.
- Obtener e interpretar las ecuaciones derivadas de las teorías físicas; comprobar experimentalmente modelos, leyes, principios, teorías; inducir y generalizar principios, leyes y teorías, así como establecer analogías entre teorías, modelos y fenómenos revelando su dimensión educativa.
- Establecer modelos físico-matemáticos y simular objetos, sistemas, procesos y fenómenos físicos como necesidad sentida del ingeniero.
- Aplicar de leyes, ecuaciones y métodos de trabajo teórico y experimental haciendo uso de las TIC entre otras tecnologías, revelando su dimensión educativa.
- Enunciar e interpretar principios y leyes y formular sus ecuaciones de definición.
- Montar sistemas experimentales sencillos y realizar experimentos revelando su dimensión educativa.
- Desarrollar habilidades para la medición con diversos instrumentos de propiedades físicas.
- Procesar e interpretar la data experimental, haciendo uso de los fundamentos estadísticos de la estimación de incertidumbres, así como del procesamiento analítico y gráfico de los resultados.
- Aplicar el método científico en el trabajo experimental de la disciplina revelando su dimensión educativa.
- Desarrollar las capacidades para el aprendizaje autónomo y colaborativo a través del modo de asimilación de los contenidos, donde predomine un enfoque sistémico con tendencia hacia niveles de asimilación productivos.

Del análisis de los objetivos generales se deduce la necesidad de desarrollar en los estudiantes de Ingeniería Industrial:

- Las habilidades lógicas y manuales para el trabajo experimental.
- Las capacidades para el aprendizaje autónomo y colaborativo.
- La creatividad y el rigor en la solución de las tareas propias de la disciplina.
- Un modo de asimilación de los contenidos, donde predomine un enfoque sistémico con tendencia hacia niveles de asimilación productivos.
- La búsqueda de la bibliográfica necesaria.

Las prácticas de laboratorio de Física constituyen una forma de enseñanza adecuada para cumplir con las exigencias declaradas en los objetivos generales de la disciplina, así como, para contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales declaradas en el Plan de Estudios E (MES, 2018, p. 62):

1. Comprobación experimental de modelos, leyes, principios y teorías.
2. Modelación física–matemática, así como la simulación de objetos, sistemas, procesos y fenómenos físicos por analogía y valiéndose de Simulaciones Virtuales de Experimentos Docentes (SVED).
3. Aplicación de leyes, ecuaciones y métodos de trabajo teórico y experimental haciendo uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, entre otras.
4. Ejecución de experimentos.
5. Procesamiento e interpretación de datos experimentales de mediciones directas e indirectas.
6. Construcción e interpretación de gráficos en escalas lineales y no lineales incluyendo en estos la representación de la incertidumbre en la medida.
7. Linealizar ecuaciones relacionadas con resultados experimentales a partir de la relación que predice el modelo y hacer su ajuste visualmente y por el método de los mínimos cuadrados tanto manualmente como con la utilización de diferentes software.
8. Estimar las incertidumbres tipo A, tipo B, combinada y expandida para los mensurados objetos de medición identificando sus fuentes en el sistema experimental empleado.

9. Calcular las cantidades de las magnitudes físicas reportando el valor adecuadamente y sus unidades de medida acorde con las normas del Sistema Internacional de Unidades (SI) y las normas cubanas (NC).

En la presente investigación se toman como base, de Zilberstein y Silvestre (2004), los principios didácticos que se relacionan a continuación, por considerarlos esenciales para poder organizar el proceso de enseñanza-aprendizaje permitiendo así el cabal cumplimiento de los objetivos previstos y el desarrollo de las habilidades en los estudiantes:

- **Diagnóstico Integral** de la preparación del alumno para las exigencias del proceso de enseñanza aprendizaje, nivel de logros y potencialidades en el contenido de aprendizaje, desarrollo intelectual y afectivo valorativo.
- Estructurar el proceso de enseñanza aprendizaje hacia la **búsqueda activa del conocimiento por el alumno**, teniendo en cuenta las acciones a realizar por este en los momentos de orientación, ejecución y control de la actividad.
- Concebir un **sistema de actividades para la búsqueda y exploración del conocimiento por el alumno. desde posiciones reflexivas**, que estimule y propicie el desarrollo del pensamiento y la independencia en el escolar.
- Orientar la **motivación** hacia el objeto de la actividad de estudio y mantener su constancia. Desarrollar la **necesidad de aprender y de entrenarse en cómo hacerlo**.
- Estimular la formación de conceptos y el desarrollo de los **procesos lógicos de pensamiento, y el alcance del nivel teórico**, en la medida que se produce la apropiación de los conocimientos y se eleva la **capacidad de resolver problemas**.
- Desarrollar formas de actividad y de comunicación colectivas, que favorezcan el desarrollo intelectual, al lograr la **adecuada interacción de lo individual con lo colectivo en el proceso de aprendizaje**.
- **Atender las diferencias individuales en el desarrollo de los escolares**, en el tránsito del nivel logrado hacia el que se aspira.
- **Vincular el contenido de aprendizaje con la práctica social** y estimular la valoración por el alumno en el plano educativo.

El diagnóstico integral constituye un elemento muy importante para poder incidir en el

desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes, ya que mediante él se puede conocer el estado actual del conocimiento de los estudiantes, en nivel de las habilidades y las potencialidades para el desarrollo de la actividad. Por otra parte, nos permite conocer cuáles son los estudiantes con mayores dificultades y los más aventajados, lo que nos permitirá desarrollar un trabajo diferenciado.

La formación de valores en todas sus dimensiones debe estar presente en el desarrollo de la disciplina sustentado en la unidad que representa relación cognitivo-afectiva, aplicando métodos y estrategias que rompan con la visión positivista que condujo desde el ideal de la racionalidad clásica, la separación entre el objeto y el sujeto, que en el plano didáctico y del diseño curricular significó la separación entre lo instructivo y educativo (MES, 2018).

Conviene subrayar la importancia que se concede, dentro de los principios didácticos, al diagnóstico integral y al papel activo de los estudiantes en el desarrollo de las habilidades experimentales, en una unidad estrecha entre la instrucción, la educación y el desarrollo, cuestión muy importante para esta investigación al asumir el enfoque histórico cultural.

1.4 El aprendizaje y la Zona de Desarrollo Potencial de Vigotsky

La presente investigación se sustenta en las ideas de Vigotsky (1998), acerca de las relaciones existentes entre desarrollo y aprendizaje, poniendo al estudiante en el centro del proceso como un sujeto activo, consciente y relacionado con otros sujetos.

La práctica escolar y la investigación pedagógica demuestran que para que exista aprendizaje significativo, los nuevos conocimientos deben estar relacionados de algún modo, con los que el sujeto ya posee, relación que debe ser consciente para el que aprende.

Las más avanzadas concepciones de la Didáctica y de la Psicología del Aprendizaje tienen como base la necesidad de dicha relación. En tal sentido resulta imprescindible hacer un análisis de las concepciones de Vigotsky sobre esta problemática.

El concepto de Zona de Desarrollo Potencial (ZDP) planteado por Vigotsky y desarrollado por sus seguidores, es uno de los pilares para enfoques didácticos actuales tales como la enseñanza problémica, el aprendizaje significativo y el aprendizaje como actividad investigadora.

La noción de ZDP expresa la relación interna entre la enseñanza y el desarrollo y se

define como la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía del adulto o en colaboración con otro compañero más capaz (Vigotsky, 2006). Aquí se manifiesta la ley genética del desarrollo, que postula que todo proceso psíquico aparece dos veces: primero en una relación interpersonal, después como dominio intrapersonal.

Para poder comprender profundamente la categoría de ZDP hay que relacionarla, de manera plena e integrada, con el concepto Situación Social de Desarrollo (SSD). La separación de este par dialéctico conduce a una interpretación abstracta y limitada de la ZDP, pues se pierde de vista el complejo sistema de influencias y autoinfluencias que actúan sobre el estudiante antes y después de la clase.

Lo anterior se evidencia al analizar lo planteado por Vigotsky sobre la SSD “en cada período etario se establece una relación peculiar, única e irrepetible, específica para esta etapa de la vida, entre el niño y su medio, ante todo social. A esta relación la denominamos Situación Social del Desarrollo” (Vigotsky, 1987, p. 264). De esta manera el desarrollo de la personalidad está determinado histórica y culturalmente, este desarrollo consiste en la llegada a una nueva SSD en la que se sostiene, genera y desenvuelve el desarrollo humano posterior.

Una consecuencia didáctica fundamental que se deriva del concepto de ZDP es la necesidad de plantear a los estudiantes situaciones problémicas que puedan ser resueltas por ellos sobre la base de determinado esfuerzo intelectual y con algún nivel de ayuda, para lo cual hay que tener en cuenta el grado de desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes del que aprende, de lo contrario se corre el riesgo de plantear situaciones que no resulten ser problémicas porque el estudiante ya conoce la solución, no resultan de su interés o están fuera de sus posibilidades por no poseer los recursos necesarios para enfrentarse a las mismas.

Se coincide con Zilberstein en la inserción de la ZDP dentro de los conceptos claves de la didáctica. Este autor es partidario de que el concepto de ZDP, debe ser incorporado a nuestro lenguaje didáctico cotidiano y a la vez, buscar las estrategias para diagnosticar de manera eficiente ese desarrollo en nuestros estudiantes (Zilberstein, 2003).

En el presente trabajo la estrategia didáctica diseñada para favorecer el desarrollo de las

habilidades experimentales se ha concebido de manera tal que el estudiante tenga la posibilidad de consultar la bibliografía especializada sobre los fundamentos teóricos imprescindibles para abordar la solución de la situación física planteada en la actividad experimental.

Lo anterior permitirá que la práctica de laboratorio se aproxime más a lo que realmente se pretende obtener de los estudiantes de ingeniería durante el desarrollo del proceso: un sujeto activo que sea el máximo responsable de su aprendizaje, que trabaje en equipo, que sea colaborativo, que tome decisiones, que razone y resuelva problemas, para que al final pueda ser útil a la sociedad, todo en concordancia con el paradigma histórico cultural de Vigotsky, que, como se dijo al inicio, fundamenta esta investigación.

1.5 La integración de las TIC al desarrollo de las habilidades experimentales de la Física General

El enorme desarrollo que tienen las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la actualidad, así como su impacto en la sociedad, se refleja también en la enseñanza universitaria, exigiendo a los docentes su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje y, por tanto, asumir roles diferentes dentro del proceso (Batista-Zaldivar *et al.*, 2021).

El impacto de las TIC en el mundo contemporáneo hacen de ellas un excelente medio de instrucción y de apoyo a la educación, puesto que sus atributos se combinan para promover nuevas formas de aprendizaje que demandan a su vez, enfoques de enseñanza diferentes a los tradicionalmente utilizados con el fin de promover y lograr la formación de profesionales competentes (Hernández & Negre, 2016).

Por lo tanto, la sociedad necesita de profesionales y ciudadanos con una adecuada preparación en el uso de las nuevas tecnologías, en tal sentido la educación juega un papel muy importante. Uno de los retos que tienen los docentes es lograr, durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, la integración del actual ambiente tecnológico.

Para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General son múltiples las ventajas que ofrecen las TIC, especialmente para las prácticas de laboratorio. Su uso exige transformaciones en la concepción y desarrollo de dicho proceso, dirigidas hacia la

exploración y búsqueda activa del conocimiento por los estudiantes, que estimulen la necesidad de aprender y propicie además el desarrollo de habilidades.

Hernández (2007) hace referencia a algunas de las ventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje:

- Generan en el estudiante la capacidad de autocontrol, dan la posibilidad de aprender por sí mismo, según su ritmo de asimilación, sus propios intereses y necesidades.
- Ejercen gran influencia en la motivación, la esfera emocional, en la retención de la información, la concentración de la atención y la relajación al fomentar un clima favorable para el aprendizaje.
- Facilitan el vínculo entre lo sensorial y lo racional, entre la imagen inicial y difusa y la imagen concreta pensada.

Uno de los objetivos generales de la Física, declarados en el nuevo plan de estudios, es que los estudiantes sean capaces de aplicar las leyes, ecuaciones y métodos de trabajo teórico y experimental haciendo uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (MES, 2018).

Durante la realización de las prácticas de laboratorio de Física los estudiantes obtienen datos experimentales que requieren de un procesamiento estadístico. Algunos ejemplos lo constituyen el empleo de funciones tales como la desviación estándar, el promedio, la estimación de valores medios por intervalos de confianza y el análisis de regresión.

El programa de Física General exige además que los estudiantes sean capaces de linealizar ecuaciones relacionadas con resultados experimentales a partir de la relación que predice el modelo y hacer su ajuste visualmente y por el método de los mínimos cuadrados tanto manualmente como con la utilización de diferentes software (MES, 2018).

En este sentido se coincide con Campello (2010) al afirmar que el programa Microsoft Excel es una herramienta muy útil para ejecutar operaciones matemáticas y estadísticas.

La hoja de cálculo del programa Microsoft Excel se puede utilizar para analizar la forma en que los valores de una o más variables independientes afectan a una variable dependiente. Por otra parte, el análisis de regresión permite obtener de forma explícita la relación funcional entre las magnitudes involucradas a partir de un conjunto de datos experimentales.

Analizando los trabajos de Tamayo *et al.*, (2004) y Cuenca *et al.*, (2002) y Cuenca, (2010), se puede hacer un resumen de las habilidades experimentales que pueden desarrollarse en las prácticas de laboratorio de Física, con ayuda del programa Microsoft Excel:

- Seleccionar los datos e incógnitas y organizarlos en tablas.
- Escribir las ecuaciones y sustituir los datos en las mismas.
- Determinar indirectamente las magnitudes físicas.
- Calcular el valor de las magnitudes.
- Realizar los cálculos estadísticos para estimar los errores de las mediciones.
- Construir gráficos de las relaciones entre las magnitudes físicas.

De manera que con el uso del programa Microsoft Excel se puede potenciar el desarrollo de determinadas habilidades, ya que este programa es un excelente recurso computacional que permite el desarrollo de las habilidades lógicas y de resolución de problemas (Stieler, 2007). Además, será un excelente recurso en su vida profesional.

Las prácticas de laboratorio tradicionales pueden complementarse con las alternativas que brindan las nuevas tecnologías (Ré *et al.*, 2012):

- Asistidos por computadoras: En estos las computadoras cumplen el doble rol de instrumento de medición y de sistema de análisis de datos.
- Remotos: Se establece una conexión remota con los instrumentos de medición.
- Virtuales basados en simulaciones: Mediante un programa de simulación se rescatan los aspectos esenciales de un fenómeno o proceso.
- Diferidos: En estos se filma una experiencia y los estudiantes toman mediciones desde el video generado.

Los laboratorios remotos se pueden considerar como experiencias reales a las que se puede acceder en tiempo real o de manera diferida (Arguedas y Concari, 2016, citado en Ruggeri y Anriquez, 2019).

El autor del presente trabajo adopta la definición anterior, ya que en esta se consideran los laboratorios diferidos como laboratorios reales, por el hecho de que los estudiantes deben tomar los valores de las magnitudes que se necesitan medir aunque sea mediante el análisis de un vídeo.

En tal sentido, juegan un papel muy importante los Ambientes Virtuales de Enseñanza Aprendizaje (AVEA).

Los AVEA son espacios de interacción síncrona y asíncrona, administrados desde una plataforma informático-pedagógica para ser utilizados en las modalidades presenciales, semipresenciales y a distancia con el objetivo de lograr aprendizajes significativos (Tamayo *et al.*, 2018).

La definición anterior de AVEA se considera importante para este trabajo porque está enfocada a:

- La importancia que le conceden a la comunicación entre profesores y estudiantes en estos espacios.
- Abre espacios a la comunicación asíncrona y síncrona.
- Se logra un balance entre lo pedagógico y lo tecnológico.
- Se utiliza en cualquier modalidad de estudios.

Urzúa y Rodríguez (2017) afirman que la introducción de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje está modificando la docencia en la educación superior, al incorporar nuevas estrategias de instrucción generando ambientes que facilitan el acceso a la información. Una de las herramientas que se emplea con estos fines es la plataforma Moodle.

Por otra parte, Ortega y Martínez (2011) reconocen a Moodle como una poderosa herramienta organizativa que además permite a cada estudiante establecer su propio ritmo de estudio, así como suministra herramientas para la autoevaluación y permite la entrega de tareas e informes de laboratorio.

Las plataformas cumplen óptimos soportes durante las actividades académicas, permitiéndole al estudiante una comunicación colectiva, interacciones simultáneas y desplegar trabajos colaborativos con información abierta y espontánea (Salvatierra *et al.*, 2021).

Otro aspecto importante, dentro del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las prácticas de laboratorio de Física, lo constituye el uso de los dispositivos móviles.

En la actualidad se cuenta con un amplio acceso a las diferentes tecnologías, como por ejemplo los teléfonos inteligentes y tabletas que pueden utilizarse para estudiar diferentes fenómenos físicos con la ayuda de aplicaciones que se encuentran en internet (Guachún & Guñay, 2020).

Las capacidades de cálculo y el conjunto de sensores que incluyen los actuales teléfonos inteligentes permiten que sean usados como unas herramientas experimentales útiles tanto en un laboratorio docente como en las actividades cotidianas para aprender Física (González & González, 2016). Se debe agregar que otro elemento importante está relacionado con las posibilidades que brinda el uso de esta tecnología durante la enseñanza a distancia.

Las TIC por sí solas no tienen efectos mágicos sobre la enseñanza, así pues con una correcta planificación de proyectos, que los docentes puedan desarrollar de forma adecuada, se puede lograr una mayor participación de los estudiantes en temas referidos a la ciencia. Alcanzando de esta manera ciertos contenidos transversales propios de la ciencia: generar hipótesis, modelar el fenómeno de estudio, diseñar estrategias para cotejar sus hipótesis, recolectar datos de las magnitudes apropiadas, analizar y finalmente concluir e informar en diferentes formatos para compartir tanto dentro como fuera del aula (Calderón *et al.*, 2015).

En este sentido se pueden estructurar las prácticas de laboratorio tradicional de manera que sean desarrolladas por los estudiantes en sus hogares, logrando convertir un teléfono inteligente en un útil instrumento de medición mediante el uso de los sensores que poseen.

Otro aspecto importante a tener en cuenta para la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las prácticas de laboratorio de Física está relacionado con las prácticas de laboratorio virtuales.

Los experimentos virtuales son un apoyo esencial para la enseñanza de las ciencias en la modalidad presencial y en línea. Por esto, el desarrollo de simuladores computacionales se visualiza como una herramienta muy importante para los procesos de enseñanza y aprendizaje en este siglo (García & Gil, 2006).

Para Crespo (2009), la práctica de laboratorio virtual es:

"Un proceso de enseñanza-aprendizaje, en el cual el profesor organiza, facilita y regula asincrónicamente y donde el alumno interacciona con un objeto de estudio convenientemente simulado en un entorno multimedia, a través de un software para el logro de la experimentación y/u observación de

fenómenos, que permiten obtener un aprendizaje autónomo” (Crespo, 2009, p. 93).

Siguiendo a Crespo (2009), el laboratorio virtual debe constituir un incentivo para aprender, una motivación para continuar aprendiendo y se deben usar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física debido a la ausencia de recursos que imposibilitan la práctica real, así como por la necesidad de elevar y actualizar la cultura de los estudiantes con la utilización de las TIC.

Los laboratorios virtuales se enmarcan en lo que se conoce como Entornos Virtuales de Enseñanza Aprendizaje que permiten plantear escenarios que superan las limitaciones de tiempo y espacio que se tienen en el laboratorio tradicional y dan la oportunidad a cada estudiante de avanzar a su propio ritmo en el trabajo experimental, repitiendo cada práctica tantas veces como sea necesario. Además favorecen la comunicación entre pares para el aprendizaje cooperativo y la comunicación alumno-docente (Cabrera & Sánchez, 2016).

Las prácticas de laboratorio virtuales constituyen un importante complemento de las realizadas en las instalaciones tradicionales y contribuyen a un mejor desarrollo de las habilidades experimentales (Horruitiner, 2006, p. 189).

Por todo lo referenciado sobre las prácticas de laboratorio virtuales, cabe señalar que le corresponde al profesor dar las orientaciones didácticas correspondientes para que los estudiantes conozcan los objetivos que se persiguen con la utilización de este tipo de laboratorio, sin limitar la creatividad de los estudiantes, es decir, estas orientaciones no deben constituir las llamadas recetas.

Una síntesis de las diferentes formas de usar una práctica de laboratorio virtual, así como sus ventajas y desventajas se pueden resumir de la siguiente manera (Teixeira, 2000; Borges, 2001; Donoghue, 2001 y Souza & Olivera, 2001), citado en Cuenca, 2011):

Formas de usar una práctica de laboratorio virtual:

- Como autopreparación para la práctica de laboratorio real.
- Simultánea a la real para la generalización de un fenómeno físico (elevar el nivel de complejidad y el estudio de otras condiciones).
- Para verificación, en el entorno virtual, de los resultados de la práctica de laboratorio real.

- Como una combinación de las anteriores.
- Como actividad de trabajo independiente (labor investigativa).

Ventajas de las prácticas de laboratorio virtuales:

- Estimula el proceso de aprendizaje y permite individualizarlo, incrementar la motivación de los estudiantes y reducir el tiempo de aprendizaje.
- Reducen los daños de los equipos de laboratorio y los costos.
- Permiten la retroalimentación del proceso e incrementar la complejidad de los sistemas estudiados, la utilización de soportes matemáticos y de métodos y técnicas interactivas.
- Representan sistemas flexibles para adecuarse a los intereses específicos de diversos cursos.
- Pueden incluir materiales de interés histórico, de divulgación científica, manipular datos y la obtención de gráficos.
- Permiten distinguir el sistema real del ideal y conocer el origen de las fuentes de errores a través de la comparación.

Desventajas de las prácticas de laboratorio virtuales:

- Atentan contra las relaciones sociales en el proceso de formación, pues los estudiantes encontrarán en este medio todo cuanto pudiera necesitar sin interrelacionarse con otras fuentes de información.
- Afectan la creatividad e iniciativa de los estudiantes en cuanto a las habilidades manipulativas y destrezas en las opciones de selección de montajes experimentales y toma de decisiones debido a la perfección que se ha pretendido lograr.
- Atentan contra el conocimiento del objeto real e interacción con las diversas fuentes de error implícitas en todo proceso de experimentación y el tratamiento de estas.

Todo lo expuesto en este capítulo evidencia la necesidad de realizar cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General en la carrera de Ingeniería Industrial, mediante la utilización de nuevos métodos, de nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje que permitan contribuir al desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes y a fomentar los modos de actuación del futuro profesional.

CAPÍTULO 2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA, SUSTENTADA EN EL USO DE LAS TIC, PARA FAVORECER EL DESARROLLO DE HABILIDADES EXPERIMENTALES EN LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

En este capítulo se realiza un análisis de las insuficiencias y las causas que limitan el desarrollo de las habilidades experimentales, se detalla la propuesta de la estrategia didáctica, sustentada en el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, a través del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física II y con énfasis en las prácticas de laboratorio. Por último se valora la factibilidad de la estrategia didáctica propuesta.

2.1 Diagnóstico del estado inicial del nivel de desarrollo de las habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial

En el presente epígrafe se realiza un análisis de las insuficiencias y causas que limitan el desarrollo de las habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad de Holguín.

Para realizar este estudio se aplicaron como técnicas de investigación las encuestas a estudiantes y profesores y las observaciones a prácticas de laboratorio de Física II, lo que permitió evidenciar las insuficiencias que existen con relación al desarrollo de las habilidades experimentales diagnosticadas, así como algunas de las causas de estas insuficiencias.

De los 12 profesores que imparten docencia en las carreras de ingeniería, fueron encuestados 10, lo que representa el 83.33 %. Del análisis de esta encuesta (anexo 1) se obtiene que el 100 % de los docentes hacen referencia a que existen insuficiencias relacionadas con el bajo nivel de desarrollo de las siguientes habilidades experimentales en los estudiantes:

- Identificar el problema dentro de una temática.
- Diseñar estrategias experimentales.
- Formular hipótesis, relacionando las variables dependientes e independientes.
- Utilizar adecuadamente las TIC.

- El proceso de toma de datos, su organización e interpretación.
- La construcción e interpretación de los gráficos experimentales.
- El uso de la teoría de errores más acertada y la presentación de informes.

Se realizó una encuesta a los estudiantes (anexo 2), con el objetivo de conocer el estado de algunos de los elementos que son importantes para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales. Para ello se tomó como población todos los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial, con una matrícula de 68 estudiantes. De la población anterior se tomó una muestra formada por 45 estudiantes, lo que representa el 66.18 % de la población y con el objetivo de garantizar la homogeneidad de dicha muestra se utilizó la tabla de número aleatorios.

Los resultados de la encuesta evidenciaron que algunas de las causas que influyen en el bajo nivel de desarrollo de las habilidades experimentales de la Física están dadas por:

- Poca realización de actividades experimentales (prácticas de laboratorio) en las asignaturas de Ciencias Naturales, en los niveles precedentes.
- Poca realización de actividades experimentales (prácticas de laboratorio) de Física, en los niveles precedentes.
- Poca motivación para la realización de las prácticas de laboratorio.
- Poca utilización de las TIC durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

Se realizaron observaciones a las prácticas de laboratorio de Física II (anexo 3), para este fin se utilizó una guía elaborada por García (2017), adaptada a la presente investigación, donde se incluyeron las habilidades experimentales que se proponen desarrollar con sus correspondientes indicadores de logro. Del análisis realizado se pudo concluir que:

- Es muy bajo el nivel de desarrollo de las habilidades experimentales que se precisan de los estudiantes.
- No se aprovechan todas las potencialidades que brindan las TIC para la preparación previa de los estudiantes y durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- En la estructuración de las prácticas de laboratorio no existe una adecuada articulación de los objetivos, el sistema de conocimientos y las habilidades experimentales a desarrollar.

- Es insuficiente la atención diferenciada a los estudiantes durante el desarrollo de las actividades, lo que no permite la evaluación de los diferentes indicadores de logro de las habilidades experimentales.

Después de procesar los datos aportados por cada uno de los instrumentos aplicados, se realizó la triangulación de la información obteniéndose las siguientes generalizaciones:

- La orientación de las prácticas de laboratorio se limita, de manera general, a la utilización de una guía previamente elaborada por los docentes, que no estimulan la independencia cognoscitiva y la creatividad de los estudiantes.
- Insuficiente motivación en los estudiantes para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- Insuficiente desarrollo de habilidades experimentales de los estudiantes para plantear estrategias experimentales y ponerlas en práctica, realizar montajes experimentales, organizar y procesar los datos experimentales, construir gráficos, así como elaborar, presentar y discutir informes.
- Insuficiencias para hacer comparación entre los resultados experimentales y el modelo teórico.
- Insuficiente utilización de las TIC como una importante herramienta para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- Insuficiente independencia y flexibilidad en el trabajo experimental.

Sobre esta base, teniendo en cuenta los documentos normativos y metodológicos de la carrera y de la disciplina Física General, los criterios de directivos y docentes, así como la experiencia del autor del presente trabajo, con más de 20 años en esta actividad, se propone el siguiente sistema de habilidades experimentales para desarrollar en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, con sus correspondientes indicadores de logro (Batista *et al.*, 2021, p. 7):

Diseñar estrategias experimentales.

- Identifica el problema dentro de una temática, determina cuál es el objetivo a lograr y selecciona adecuadamente los instrumentos y equipos que necesita.
- Planifica el procedimiento de resolución e incorpora el uso de las TIC.

- Elabora un diseño experimental del problema propuesto.

Formular hipótesis.

- Percibe los hechos y capta la información de manera exhaustiva.
- Relaciona la observación con postulados, principios o leyes.
- Relaciona las variables dependientes, independientes y controladas.

Ejecutar el experimento.

- Realiza adecuadamente las mediciones.
- Organiza los datos y construye tablas.
- Evalúa tanto el resultado obtenido como el proceso que se llevó a cabo para obtenerlo.

Interpretar y analizar los resultados.

- Ordena y jerarquiza la información manejando correctamente las herramientas informáticas.
- Analiza y evalúa críticamente los resultados experimentales y las fuentes de errores.
- Compara los resultados con el modelo establecido.

Elaborar, presentar y discutir informes.

- Incluye en el informe diseños, gráficos, cálculos, materiales e instrumentos utilizados.
- Usa correctamente el idioma, expresa las ideas con claridad e incluye bibliografía de las fuentes consultadas.
- Defiende el informe.

A partir de las insuficiencias detectadas y con la finalidad de dar solución a la problemática causada se propone una estrategia didáctica para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de ingeniería industrial, a través de las prácticas de laboratorio y mediada por el uso de las TIC.

2.2 Estrategia didáctica, mediada por el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de la Física II en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial

Las estrategias didácticas son consideradas herramientas necesarias y valiosas para mejorar tanto el proceso de enseñanza-aprendizaje, como también la acción docente en el contexto universitario. Su uso fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas por parte del estudiante, mientras que promueve prácticas docentes reflexivas y enriquecedoras en el profesor (Flores *et al.*, 2017).

En este sentido, García (2000) hace referencia a que las estrategias didácticas se utilizan frecuentemente en el ámbito educacional para el análisis e intervención de la realidad educativa. Estas constituyen una potente herramienta intelectual para abordar los problemas educativos, ayudándonos a establecer el necesario vínculo entre el análisis teórico y la intervención práctica.

En la revisión bibliográfica se encontraron varias definiciones de estrategia en la pedagogía:

De acuerdo con Pozo (1998), las estrategias se relacionan con el uso intencionado y planificado de una secuencia compuesta por acciones o procedimientos dirigida a alcanzar una meta establecida.

Coll (1987) asume la estrategia de aprendizaje como un conjunto de acciones ordenadas y finalizadas, es decir, dirigidas a la consecución de una meta.

De acuerdo con Bravo (2002), una estrategia es el conjunto de actividades previamente organizadas que ejecutará el profesorado junto a sus estudiantes en un momento determinado, para la enseñanza de las demostraciones geométricas.

Los autores anteriormente referenciados coinciden en que las estrategias constituyen un conjunto de procedimientos que responden a un objetivo determinado. Se destaca el hecho de que su uso promueve la metacognición, de manera que en el estudiante se desarrollarán habilidades para que sea consciente de lo que sabe y de lo que no sabe, es decir, el estudiante será consciente de su propio proceso de aprendizaje. Sin embargo, no se hace referencia al proceso de enseñanza-aprendizaje y esta investigación coincide con Ortiz y Aguilera (2006) al plantear que la esencia de las estrategias didácticas son las acciones de enseñanza del profesor y las acciones de aprendizaje de los alumnos, pero

contextualizadas dentro de la dinámica de los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, de los objetivos, contenidos, métodos, medios y evaluación. Por lo tanto, son estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Desde la posición de Ginoris *et al.* (2006), se interpreta como estrategias de enseñanza-aprendizaje a secuencias integradas, más o menos extensas y complejas, de acciones y procedimientos seleccionados y organizados, que atendiendo a todos los componentes del proceso, persiguen alcanzar los fines educativos propuestos.

La definición anterior hace referencia a los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje, que a consideración del autor de esta tesis es un elemento muy importante al darle carácter de sistema.

Sobre la base de lo referenciado anteriormente, el autor de esta investigación considera la estrategia didáctica, mediada por el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial como: Un sistema de acciones didácticas que, bajo la dirección del profesor y con ayuda de las TIC, son ejecutadas por los estudiantes, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física II, con el fin de favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes, como parte de su formación integral.

Siguiendo las ideas de Ginoris *et al.* (2006), las estrategias de enseñanza-aprendizaje pueden resumirse en el cumplimiento de las siguientes acciones:

- Diagnosticar: análisis contextual, estructural del entorno, organización de sistema, definición de situaciones problémicas, variables incontrolables, interacción sociedad-estudiantes, estado real y alternativas de desarrollo.
- Planear: definición de métodos y recursos, tácticas y estructuras organizativas y metodológicas, conformación de estrategias. Definición del plan único de acción.
- Aplicar: ejecución de la estrategia de enseñanza-aprendizaje concebida. Educar según lo planeado.
- Retroalimentar: verificación y evaluación de los efectos de la realización del trabajo planeado, determinación de ajustes, cambios y recomendaciones.

Algunos autores como Marqués (2001), Ortiz y Mariño (2003) y Ortiz y Aguilera (2005), citado en Curbeira *et al.* (2013), se han referido a las funciones que cumplen las estrategias didácticas en la Educación Superior:

- Organizar el trabajo de los estudiantes en grupos o equipos para facilitar el intercambio, la colaboración y donde el papel del docente sea fundamentalmente de orientador del aprendizaje.
- Plantear objetivos de aprendizaje, concientizados por los estudiantes, en correspondencia con sus necesidades, intereses y motivaciones, vinculados con los problemas propios de sus futuras esferas de actuación profesional.
- Crear las condiciones para favorecer el aprendizaje de los estudiantes, definiendo las condiciones, interacciones entre los alumnos y el profesor, contenidos del currículo, materiales didácticos.
- Enseñar y entrenar a los estudiantes en procedimientos mediadores que favorezcan su aprendizaje, tales como: mapas conceptuales, toma de apuntes relacionados, esquemas, gráficos y otros.
- Enfrentar a los estudiantes con tareas de carácter profesional, a la solución de problemas, montaje de carpetas de trabajo, pequeñas investigaciones que propicien un enfoque interdisciplinario e impliquen el desarrollo de habilidades.
- Tener en cuenta en la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje el nivel de desarrollo de los estudiantes, lo que presupone estrategias diferenciadas y flexibles.
- Incluir mecanismos de control y evaluación a través de una diversidad de técnicas con carácter procesal.

De manera que las estrategias didácticas siempre estarán dirigidas a desarrollar determinadas habilidades en los estudiantes, las cuales serán fundamentales para la formación integral del futuro profesional.

La estrategia didáctica que se propone se ejecuta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física II. Resulta imprescindible la adecuada orientación de los objetivos a cumplir, la correcta planificación de las acciones que se desarrollarán, así como la evaluación y análisis de los posibles cambios dados en el sujeto que aprende.

Esta estrategia concibe las prácticas de laboratorio de Física II como Laboratorios-Proyectos, siendo estos:

(...) “una actividad en la cual los estudiantes diseñan la forma de cumplir con los objetivos propuestos a través de la solución de una situación física planteada, dando cumplimiento a los objetivos instructivos, educativos y al

desarrollo de habilidades experimentales según los modos de actuación de la carrera” (Batista *et al.*, 2021, p. 4).

La estrategia didáctica presenta la siguiente estructura, tomada de Gombiwa (2015):

- I- Objetivo
- II- Direcciones estratégicas
- III- Acciones didácticas

Objetivo: Favorecer el desarrollo de habilidades experimentales de la Física II a partir del desarrollo de las prácticas de laboratorio como Laboratorios-Proyectos, sustentados en el uso de las TIC.

Direcciones estratégicas:

1. El logro de un aprendizaje significativo que favorezca el desarrollo de habilidades experimentales de la Física General.
2. Sistematizar los modos de actuación del ingeniero industrial desde el ciclo básico.
3. Elaborar, poner en práctica y evaluar las prácticas de laboratorio de Física II para la carrera de Ingeniería Industrial como Laboratorios-Proyectos.

Acciones didácticas para el desarrollo de la estrategia:

1. La realización de un adecuado **diagnóstico**, acercará al profesor a la exploración de las zonas de desarrollo actual y potencial de los estudiantes, favoreciendo la planificación de un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador.

Este diagnóstico permite orientar de forma adecuada, sobre la base de los objetivos, de los modos de actuación del profesional, del sistema de conocimientos y del sistema de habilidades experimentales a desarrollar, las acciones del profesor y de los estudiantes durante el desarrollo de los Laboratorios-Proyectos. Permite además prever con anticipación la atención diferenciada de los estudiantes.

Aspectos necesarios para la realización del diagnóstico:

- Análisis de la información recogida en reuniones del colectivo de año de la carrera y revisión de los informes semestrales realizados por los docentes.
- Análisis de los documentos rectores (Plan de Estudio E de la Física General para la carrera de Ingeniería Industrial y Modelo del Profesional).
- Dominio por parte de los estudiantes del trabajo con los laboratorios virtuales, del trabajo con el programa Microsoft Excel, del trabajo con la plataforma educativa, así

como el trabajo con los sensores de los dispositivos móviles.

2. La **elaboración** de las prácticas de laboratorio de Física II, como Laboratorios-Proyectos, teniendo en cuenta la interrelación de cuatro elementos muy importantes del proceso, estructurándolos sobre la base de los objetivos instructivos y educativos, los modos de actuación del profesional, el sistema de conocimientos y el sistema de habilidades experimentales.

Durante el desarrollo de los Laboratorios-Proyectos se evidencian las siguientes actuaciones del docente y de los estudiantes:

El docente:

- Organiza a los estudiantes en equipos de trabajo cooperativo.
- Orienta a los estudiantes el título de cada laboratorio-proyecto, los objetivos a cumplir, la situación física que debe resolver, los materiales con que cuenta para ello y los laboratorios virtuales que debe realizar.
- Controla si los estudiantes analizaron la bibliografía orientada.
- Organiza la discusión orientando y dirigiendo el debate alrededor de los conceptos y leyes involucrados en los diseños propuestos por los estudiantes.
- Propone a los estudiantes analizar y compartir con sus compañeros el método que se siguió para solucionar el problema, las dificultades que se presentaron y como se resolvieron.

Los estudiantes:

- Investigan previamente sobre el tema objeto de estudio.
- Discuten los diseños propuestos, debaten sobre los conceptos y leyes involucradas en el problema, defienden ante sus compañeros su diseño propuesto y lo ejecutan.
- Presentan y discuten informes sustentados sobre su propuesta de solución incluyendo cálculos detallados, gráficos y la teoría de errores correspondiente.
- Trabajan en forma cooperativa, comparten con sus compañeros de equipo y con el grupo en general los conocimientos que han adquirido.

3. La **evaluación** del aprendizaje:

Esta acción tiene como objetivo la valoración del proceso y los resultados del aprendizaje de los estudiantes, a los efectos fundamentales de orientar y regular la enseñanza y contribuir al logro de las finalidades de la formación (Ginoris *et al.*, 2006).

En este mismo sentido, Pavón *et al.* (2021) plantean que la evaluación es esencial en la estrategias didácticas, a partir de ser concebida como un proceso continuo y permanente, en tanto contribuye al proceso de retroalimentación de cada una de las acciones, lo que posibilita su perfeccionamiento continuo.

De lo anterior se infiere que la evaluación permite la valoración cuantitativa y cualitativa de los cambios que ocurren en el aprendizaje de los estudiantes y en el diseño de acciones transformadoras.

En las prácticas de laboratorio tradicionales se evalúa al alumno estrictamente por el resultado de su acción y no por los procesos que sigue para llegar a un fin, sin embargo, Horruitiner (2007) plantea que:

“Sobre la base de un sistema de evaluación bien concebido y aplicado, el profesor puede conocer en todo momento la efectividad del proceso de formación y actuar en consecuencia, corrigiéndolo cuando sea necesario” (Horruitiner, 2007, p.150).

Para lo anterior, se propone un sistema de indicadores de logro de cada una de las habilidades experimentales, de manera tal que permitan valorar las transformaciones que experimentan los estudiantes en su desempeño durante el desarrollo de los Laboratorios-Proyectos (Batista *et al.*, 2021). En tal sentido se consideran tres niveles de desempeño (Bajo, Medio, Alto), como se puede observar en la Tabla 1:

Tabla 1. Niveles de desempeño.

| Nivel de desempeño | Símbolo | Características |
|---------------------------|----------------|------------------------|
| Bajo | 3 | Desempeño a mejorar |
| Medio | 4 | Desempeño aceptable |
| Alto | 5 | Desempeño alto |

Fuente: Elaboración propia.

Habilidad Experimental: Diseñar estrategias experimentales.

Indicadores de logro:

- Identifica el problema dentro de una temática, determina cuál es el objetivo a lograr y selecciona adecuadamente los instrumentos y equipos que necesita.
- Planifica el procedimiento de resolución e incorpora el uso de las TIC.
- Elabora un diseño experimental de la situación física planteada.

Criterios de evaluación:

- Desempeño **5** (identifica el objetivo o los objetivos a lograr, busca varias alternativas de solución antes de su implementación seleccionando los materiales que necesita de los que dispone. Diseña, elige y desarrolla una planeación de las estrategias más adecuadas antes de ponerlas en práctica, utiliza eficientemente las TIC).
- Desempeño **4** (identifica el problema y lo contextualiza, propone más de 2 vías de solución del problema. Implementa el plan de solución de una manera ordenada y utiliza adecuadamente las TIC).
- Desempeño **3** (se limita a utilizar los datos que le brindan y los recursos con que cuenta, desarrolla únicamente las actividades que se le indican).

Habilidad Experimental: Formular hipótesis.

Indicadores de logro:

- Percibe los hechos y capta la información de manera exhaustiva.
- Relaciona la observación con postulados, principios o leyes.
- Relaciona las variables dependientes, independientes y controladas.

Criterios de evaluación:

- Desempeño **5** (Elabora conceptos sobre la base de la observación y propone alternativas o variantes de soluciones, presenta argumentos para sostener una idea. Enuncia una proposición que explica los hechos observados).
- Desempeño **4** (Realiza deducciones y encuentra soluciones, los conceptos básicos empleados en los argumentos no son contradictorios o confusos. Construye y comprueba la hipótesis).
- Desempeño **3** (no dispone de un camino rápido o directo para la solución, no brinda argumentos suficientes sobre la tesis planteada. Presenta dificultades al enunciar proposiciones que expliquen los hechos observados).

Habilidad Experimental: Ejecutar el experimento.

Indicadores de logro:

- Realiza adecuadamente las mediciones.
- Organiza los datos y construye tablas.
- Evalúa tanto el resultado obtenido como el proceso que se llevó a cabo para obtenerlo.

Criterios de evaluación:

- Desempeño **5** (Utiliza adecuadamente los instrumentos de medición, ordena adecuadamente la información, es capaz de evaluar el resultado al que llegó emitiendo un criterio acertado del mismo y del camino que siguió para obtener dicho resultado).
- Desempeño **4** (realiza las mediciones y una valoración del resultado obtenido).
- Desempeño **3** (se limita a obtener el resultado sin realizar ningún análisis del mismo).

Habilidad Experimental: Interpretar y analizar los resultados.

Indicadores de logro:

- Ordena y jerarquiza la información manejando correctamente las herramientas informáticas.
- Analiza y evalúa críticamente los resultados experimentales y las fuentes de errores.
- Compara los resultados con el modelo establecido.

Criterios de evaluación:

- Desempeño **5** (identifica sus propias necesidades de información para abordar problemas complejos, ordena, clasifica la información del problema y de las soluciones obtenidas, utiliza la informática para el desarrollo del trabajo, interpreta críticamente los resultados obtenidos sobre la base de la teoría de errores).
- Desempeño **4** (clasifica, elabora diagramas y realiza cuadros con la información, interpreta los resultados de la simulación para implementar la solución, valora concienzudamente las soluciones propuestas).
- Desempeño **3** (no clasifica adecuadamente la información y no explota todas las posibilidades de la informática, presenta los resultados sin un análisis crítico).

Habilidad Experimental: Elaborar, presentar y discutir informes.

Indicadores de logro:

- Incluye en el informe diseños, gráficos, cálculos, materiales e instrumentos utilizados.
- Usa correctamente el idioma, expresa las ideas con claridad e incluye bibliografía de las fuentes consultadas.
- Defiende el informe.

Criterios de evaluación:

- Desempeño **5** (su informe incluye todas las actividades realizadas, gráficos utilizando herramientas informáticas, los resultados sobre la base de los errores presentes, situaciones que se presentaron y cómo se solucionaron. Realiza trabajos escritos que demuestran el dominio del vocabulario y la simbología de la disciplina y el dominio de habilidades de expresión escrita, desarrollar presentaciones orales de resultados).
- Desempeño **4** (presenta informe con diseños, gráficos y cálculos. Tanto en el informe como en su defensa expresa las ideas con claridad, relaciona la bibliografía utilizada).
- Desempeño **3** (el informe solo incluye las actividades que el estudiante considera necesarias, adolece de interpretaciones. Presenta algunas dificultades en la capacidad de comunicación oral y escrita).

Ejemplo de cómo se estructura un Laboratorio-Proyecto:

Título: Polarización de la luz.

Objetivos:

- Profundizar en los elementos teóricos relacionados con la polarización de la luz.
- Comprobar experimentalmente la Ley de Malus.

Situación Física:

Existen algunas sustancias llamadas birrefringentes que poseen la propiedad de absorber desigualmente uno de los dos rayos refractados, de manera que para un espesor adecuado emerge de la sustancia un solo rayo, ya que el otro fue absorbido. El rayo que emerge está linealmente polarizado. Las sustancias birrefringentes que poseen esta propiedad, llamada dicroísmo, son usadas como polarizadores de la luz. En este

laboratorio se desea estudiar la física del proceso de polarización de la luz, así como la verificación experimental de la ley de Malus.

Materiales:

- Polaroides, con montura y escala 0-360°.
- Fuente de luz (láser).
- Medidor de potencia de luz.
- Soportes.
- Cualquier otro equipo o material que usted estime necesario para la realización del experimento

Discusión física de la propuesta:

La luz polarizada tiene múltiples aplicaciones en diversos campos de la ciencia y la técnica. Un ejemplo de esto lo vemos en las ventanillas de algunos aviones modernos las cuales están formadas por dos polarizadores, uno fijo y otro capaz rotar, con lo cual se puede graduar la intensidad de las radiaciones solares que penetran al interior del avión.

- ¿Qué efecto provoca el polaroide sobre el estado de polarización de la luz que incide sobre él? Explique.
- ¿Por qué es posible graduar la intensidad de la radiación solar que pueda penetrar al interior del avión como se ha planteado anteriormente? Explique.
- ¿Tiene sentido hablar de la polarización de una onda longitudinal como las del sonido? ¿Por qué?
- ¿A que se denomina eje de polarización?
- ¿En qué se diferencia la luz natural de la luz linealmente polarizada?
- Escriba la expresión matemática de la Ley de Malus e interprétela físicamente.
- Mencione algunas de las aplicaciones del fenómeno de la polarización en la ciencia y la tecnología.
- ¿Cómo usted podría investigar si un par de gafas para el Sol son de filtros Polaroid?
- Haga una valoración cuantitativa de los errores a cometer en sus mediciones experimentales de acuerdo con los diseños propuestos por usted y los instrumentos y equipos escogidos.

Bibliografía:

- Todos los materiales y teóricos referidos a este proyecto disponible en la plataforma educativa (<http://www.eduvirtual.edu.cu>)
- Laboratorio Virtual en el sitio de la asignatura <http://www.eduvirtual.edu.cu>
- Simulación de prácticas de laboratorio en la multimedia disponible en <http://www.eduvirtual.edu.cu>

Ejemplos de integración de las TIC a los Laboratorios-Proyectos.

A continuación, se ofrecen dos alternativas de realización de los Laboratorios-Proyecto, utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

A) Variante de Laboratorio-Proyecto a través de la plataforma Moodle:

En la Universidad de Holguín el laboratorio de óptica cuenta con el equipamiento necesario para desarrollar, de manera presencial, esta práctica de laboratorio. Esto permitió filmar un vídeo en el que se destacan los siguientes elementos:

- Una descripción detallada de los equipos e instrumentos de medición a utilizar (Figura 1).
- El procedimiento a utilizar para la recogida de los datos experimentales.
- Las fotos de los instrumentos en cada uno de los instantes en que se pueden tomar las mediciones correspondientes (Figuras 2 y 3).



Fig. 1- Equipos e instrumentos a utilizar.
Fuente: Elaboración propia.



Fig. 2- Medidor de potencia de luz.
Fuente: Elaboración propia.

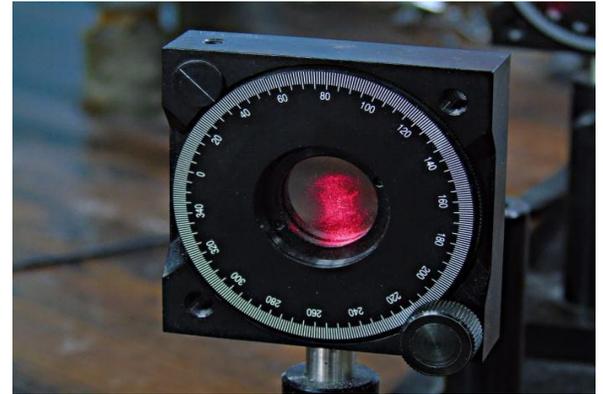


Fig. 3- Polaroid (analizador).
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se muestran las mediciones realizadas por un grupo de estudiantes.

| | A | B | C | D |
|----|-----------------------|--------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | Ángulo θ° | Potencia (W) | $\text{Cos}^2(\theta)$ | Intensidad (W/m^2) |
| 2 | 0 | 7.37E-05 | 1.00 | 2.61 |
| 3 | 13 | 7.1E-05 | 0.95 | 2.51 |
| 4 | 25 | 6.13E-05 | 0.82 | 2.17 |
| 5 | 34 | 5.11E-05 | 0.69 | 1.81 |
| 6 | 42 | 3.96E-05 | 0.55 | 1.40 |
| 7 | 50 | 2.98E-05 | 0.41 | 1.05 |
| 8 | 62 | 1.58E-05 | 0.22 | 0.56 |
| 9 | 75 | 5.2E-06 | 0.07 | 0.18 |
| 10 | 87 | 3E-07 | 0.00 | 0.01 |
| 11 | 90 | 0 | 0.00 | 0.00 |

Fig. 4- Mediciones realizadas para el primer cuadrante.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se muestra la regresión correspondiente a los valores obtenidos en las mediciones realizadas para las magnitudes que se involucran en la ley de Malus. Los estudiantes deben representar además la gráfica correspondiente a la potencia (P) en función del ángulo (θ) e interpretarla (Figura 6).

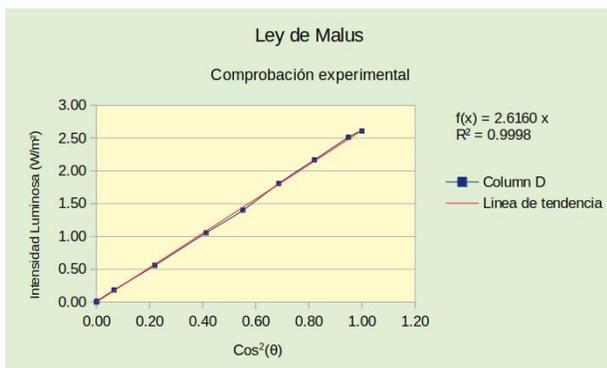


Fig. 5- Regresión correspondiente a las mediciones.
Fuente: Elaboración propia.

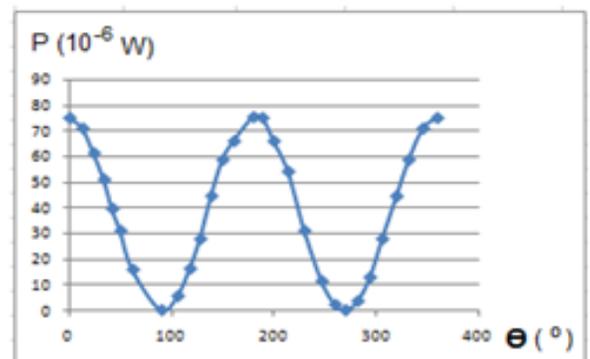


Fig. 6- Gráfica de la potencia en función del ángulo.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los estudiantes presentarán un informe de la práctica de laboratorio en el que deben incluir la situación física a resolver, las tablas con todas las mediciones realizadas, las incertidumbres en cada una de las mediciones, el procesamiento de los datos con la propagación de los errores y los gráficos con sus interpretaciones.

Actuaciones de los estudiantes durante el desarrollo del Laboratorio-Proyecto a través de la plataforma Moodle:

- Los estudiantes desarrollan su autopreparación para la práctica de laboratorio utilizando para ello la bibliografía que se encuentra en la plataforma.
- Como parte de su preparación, deben desarrollar un laboratorio virtual relacionado con el tema.
- Se comunican con sus compañeros de equipo para intercambiar información sobre la práctica de laboratorio y colaboran con sus compañeros.
- Participan de forma activa en la identificación del problema y en la identificación de las magnitudes que se deben medir.
- Antes del desarrollo de la práctica deben responder, a través de la plataforma moodle, un cuestionario relacionado con los fundamentos teóricos de la práctica.
- Luego de analizar la instalación experimental, realizan las mediciones directas e indirectas que se necesiten de acuerdo a la planificación elegida por ellos.

B) Variante de Laboratorio-Proyecto utilizando dispositivos móviles:

La práctica de laboratorio seleccionada fue la de Fotometría, correspondiente al estudio de la Física II de la carrera de Ingeniería Industrial, por el aporte de la misma al ingeniero industrial en su desempeño profesional.

Los teléfonos inteligentes disponen de varios sensores y entre ellos se encuentra el sensor de luz, este sensor es muy fácil de ubicar, ya que se encuentra en la parte superior del móvil y se puede observar su funcionamiento al taparlo y destaparlo con el dedo. Este sensor se utiliza para detectar la intensidad de luz que hay en el entorno donde se esté usando el dispositivo.

Para el desarrollo de la práctica se puede utilizar el luxómetro que tiene la aplicación Phyphox (Figura 7), Luxómetro (Figura 8), Physics Toolbox Suite (Figura 9) o cualquier

otra aplicación (todas son gratuitas). Se utilizará además el puesto de trabajo con que cuentan en sus hogares para el estudio.



Figura. 7- Phyphox



Figura. 8- Luxómetro



Figura. 9- Physics T. S.

Fuente: Elaboración propia.

Objetivos:

- Profundizar en los elementos teóricos relacionados con la fotometría.
- Evaluar el nivel de iluminación de tu puesto de trabajo en el hogar.
- Comprobar la ley de la iluminación de una fuente de luz puntual.

Situación Física:

La iluminación juega un papel muy importante en el acondicionamiento de los puestos de trabajo, ya que una deficiencia en la calidad de la misma puede producir un aumento de la fatiga visual, una reducción en el rendimiento laboral, un incremento de los errores e incluso, provocar accidentes. Estos elementos forman parte del desempeño del futuro profesional y de ahí la importancia de este Laboratorio-Proyecto para la formación integral del ingeniero industrial. Proponga un método que le permita determinar el nivel de iluminación sobre la mesa de estudio que utiliza en su hogar y comprobar además la ley de la iluminación de una fuente puntual.

Materiales:

- Dispositivo móvil.
- Fuente de luz (linterna u otro celular).

- Mesa del puesto de trabajo que utiliza en su hogar para el estudio.
- Cualquier otro equipo o material que usted estime necesario para la realización del experimento.

Discusión física de la propuesta:

La fotometría es la parte de la óptica que trata de la medición de los flujos luminosos y de las magnitudes relacionadas con ello. Para profundizar en los elementos teóricos relacionados con la fotometría, analice las siguientes interrogantes:

- ¿Qué se entiende por fuente de luz puntual?
- ¿A qué se denomina intensidad de la luz y en que unidades se mide en el SI?
- ¿A qué se denomina flujo luminoso y en qué unidades se mide en el SI?
- ¿A qué se denomina iluminación y en qué unidades se mide en el SI?
- ¿Qué aplicaciones tiene la fotometría en la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana?

Bibliografía:

Todos los materiales y teóricos referidos a este proyecto disponible en la plataforma educativa (<http://www.eduvirtual.edu.cu>)

Laboratorio Virtual en el sitio de la asignatura <http://www.eduvirtual.edu.cu>

Simulación de prácticas de laboratorio en la multimedia disponible en <http://www.eduvirtual.edu.cu>

Actuaciones de los estudiantes durante el desarrollo del Laboratorio-Proyecto con la ayuda de dispositivos móviles:

- Tomaron los valores necesarios de la iluminación en el puesto que utilizan frecuentemente para el trabajo en su hogar.
- Calcularon la media de las mediciones realizadas, así como la desviación estándar para luego evaluar el nivel de iluminación del puesto de trabajo.
- Compararon los resultados obtenidos en la actividad anterior con los valores de iluminación recomendados.
- Realizaron propuestas de diferentes métodos para comprobar la ley de la iluminación de una fuente de luz puntual.
- Elaboraron tablas para las mediciones realizadas y construyeron las gráficas que consideraron necesarias.

- Elaboraron el informe sobre la base de los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio y teniendo en cuenta los errores en las mediciones.

Con el objetivo de comprobar el nivel de satisfacción de los estudiantes con relación al uso de los dispositivos móviles para el desarrollo del Laboratorio-Proyecto, se aplicó una encuesta (anexo 4) tomando como muestra el total de la población que lo realizó, es decir, los 16 estudiantes.

El análisis de los resultados de la encuesta nos permitió conocer la opinión de los estudiantes sobre las actividades desarrolladas y evidenciar el buen nivel de satisfacción de los mismos durante el desarrollo de la actividad experimental:

- En la pregunta 1, relacionada con el nivel de satisfacción sobre la información brindada en la plataforma educativa para su preparación previa, 6 estudiantes (37.5 %) respondieron muy satisfechos y 10 (62.5 %) se consideran satisfechos.
- En la pregunta 2, relacionada con las actividades realizadas durante el desarrollo de la práctica de laboratorio, 5 estudiantes (31.25 %) se consideran muy satisfechos y 11 (68.75 %) satisfechos.
- La pregunta 3 hace referencia a la calidad de la aplicación utilizada para realizar las mediciones, así como la facilidad de descargarla, 4 estudiantes (25 %) se consideran muy satisfechos mientras que 12 (75 %) se consideran satisfechos.
- En la pregunta 4 se hace referencia al nivel de colaboración entre los integrantes del equipo de trabajo, 5 estudiantes (31.25 %) se consideran muy satisfechos, 9 (56.25 %) se consideran satisfechos y 2 estudiantes (12.5 %) consideran normal la colaboración entre los integrantes del equipo.
- En la pregunta 5 está relacionada con el método de evaluación utilizado para las diferentes actividades realizadas, en este caso los 16 estudiantes se consideran satisfechos.

2.3 Análisis de la factibilidad de la aplicación de la estrategia didáctica, sustentada en el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial

En el presente epígrafe se realiza un análisis de los resultados obtenidos del criterio de especialistas para comprobar la factibilidad de la aplicación de la estrategia didáctica para

favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial.

El criterio de especialistas consiste en la utilización sistemática del juicio de varios profesionales o personas vinculados con la temática objeto de estudio capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión por tener experiencia en el tema que se le consulta, dado por sus años de experiencia (praxis), y que puedan ser complementados con conocimientos adquiridos a través de las distintas formas de superación.

La finalidad que se persigue es la búsqueda de consenso acerca de la posibilidad de aplicación de la aplicación de la estrategia didáctica para potenciar el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes del segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial.

Para ello se seleccionaron 10 especialistas, a partir de su voluntariedad y nivel de compromiso personal, los cuales se encuentran vinculados a la docencia y a la formación experimental del ingeniero industrial

Todos los especialistas son graduados universitarios con experiencia en la actividad experimental, de ellos 7 (el 70 %) están vinculados directamente a la formación del Ingeniero Industrial, 6 (el 60 %) poseen título de Doctor, 3 (el 30 %) poseen título de Máster, y 1 (el 1 %) es Ingeniero. 5 (el 50 %) realizan investigaciones relacionadas con las prácticas de laboratorio.

La experiencia profesional se encuentra en el rango de 10 a 40 años, todo lo que presupone un adecuado nivel de confiabilidad en relación con los criterios obtenidos sobre el objeto de estudio investigado.

Una vez seleccionados los especialistas se les presentó la estrategia didáctica, sustentada en el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín y se les solicitó el criterio a través de un instrumento (anexo 5). En el análisis de los resultados del instrumento se valora como escala: Muy relevante, Bastante relevante, Relevante, Poco relevante y No relevante.

Los resultados más significativos obtenidos del análisis descriptivo de las opiniones de los especialistas fueron (anexo 6):

- La estructura de la estrategia didáctica fue considerada Muy relevante por el 60 % (6) de los especialistas, Bastante relevante por el 20 % (2) y Relevante por el 20 % (2) de los restantes consultados, lo que evidencia el consenso entre los especialistas sobre la relevancia de dicha estructura.
- Con relación a la propuesta de habilidades experimentales a desarrollar, el 40 % (4) las consideran Muy relevante, otro 40 % (4) Bastante relevante y el 20 % (2) la consideró Relevante.
- Las propuestas de prácticas de laboratorio son consideradas Muy relevantes por el 50 % (5) de los especialistas, el 40 % (4) las considera Bastante relevante, mientras que un 10 % (1) la considera Relevante.
- Finalmente, la integración de las TIC con las prácticas de laboratorio son consideradas Muy relevantes por el 80 % (8) de los especialistas y son consideradas Relevante por el 20 % (2) de los especialistas.

Al analizar los resultados de los criterios emitidos en la consulta a especialistas, estos posibilitan perfeccionar la estrategia didáctica, la cual se considera que favorecería el desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial. Por todo lo anterior se considera factible su implementación para esta carrera.

CONCLUSIONES

1. Se realizó una profunda revisión bibliográfica sobre los fundamentos teóricos y metodológicos relacionados con el desarrollo de las habilidades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física General, a través de las prácticas de laboratorio, lo que permitió conocer la importancia de las mismas para la formación del ingeniero industrial.
2. El análisis de los resultados obtenidos a través de la aplicación, a estudiantes y profesores, de diferentes instrumentos empíricos evidenció las insuficiencias existentes en el desarrollo de las habilidades experimentales y la necesidad de favorecer el desarrollo de las mismas en los estudiantes de Ingeniería Industrial.
3. La estrategia didáctica propuesta, sustentada en el uso de las TIC, favorece el desarrollo de las siguientes habilidades: Diseñar estrategias experimentales, formular hipótesis, ejecutar experimentos, interpretar resultados, elaborar, presentar y discutir informes.
4. El proceso de constatación de los resultados arrojados por el criterio de especialistas evidenció la factibilidad de la estrategia propuesta para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de Física en los estudiantes de Ingeniería Industrial.

RECOMENDACIONES

- Continuar la elaboración de la concepción de la estrategia propuesta profundizando en la profesionalización de las tareas experimentales, elemento de gran importancia en la formación de ingenieros.
- Aplicar nuevas alternativas para validar la aplicación de la propuesta para favorecer el desarrollo de las habilidades experimentales de Física en los estudiantes de Ingeniería Industrial.
- Valorar la posibilidad de aplicar la estrategia didáctica en otras carreras que reciben la disciplina Física General en la Universidad de Holguín.
- Crear en la Universidad de Holguín las condiciones metodológicas para incrementar el número de prácticas de laboratorio que puedan ser desarrolladas a través de la plataforma educativa.

BIBLIOGRAFÍA

- Addine, F. & García, G. A. (2012). La didáctica general y su enseñanza en la Educación Superior Pedagógica. *Revista Congreso Universidad*, 1 (3), 1 - 11. Recuperado de: <http://www.congresouniversidad.cu/revista/index.php/congresoun>.
- Barolli, E., Laburú, C. & Guridi, V. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 9 (1) (88-110).
- Batista, M. A, Mariño, P. A. & González, S. L. (2014). Los laboratorios-proyectos como estrategia didáctica a través del desarrollo de competencias investigativas. *Revista Cubana de Física*, Vol. 31, No. 2E (2014). 71-73
- Batista, M. A., Pérez, E. J. & Mariño, P. A. (2021). Estrategia didáctica para potenciar el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de ingeniería industrial. Décima Conferencia Científica Internacional de la Universidad de Holguín. ISBN 970-959-7237-99-0. Disponible en: <https://eventos.uho.edu.cu>
- Batista-Zaldivar, M. A., Pérez-Alí Osmań, E. de J. & Ferrás-Santiesteban, E. (2021). Experiencia de una práctica de laboratorio a través de la plataforma Moodle. Informática y Sistemas. *Revista de Tecnologías de la Informática y las Telecomunicaciones*. Vol. 5, No. 1, (Enero-Julio 2021), 1-6. ISSN 2550-6730. Disponible en: <http://revistas.utm.edu.ec/index.php/informaticaysistemas>
- Bravo, M. L. (2002). Una estrategia didáctica para la enseñanza de las demostraciones geométricas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Oviedo. (España).
- Cabrera, J. & Sánchez, I. (2016). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web. *Memorias De Congresos UTP*, 1(1), 49-55, disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1296>
- 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*. Universidad de Cádiz. APAC-Eureka. ISSN: 1697-011X DOI: 10498/16934 <http://reuredc.uca.es>
- Campello, E. (2010): Utilizando recursos de informática: El Excel, como estrategia de enseñanza aprendizaje de contenidos matemáticos. São Paulo. Universidad:

Departamento de Matemática. IBILCE – UNESP. Disponible en:

<http://docs.google.com/viewer>

- Cardona, M. E. (2018). La Actividad experimental apoyada en el uso de sistemas de adquisición de datos: Una propuesta teórico metodológica para favorecer la conceptualización en Física. Trabajo presentado para optar al título de Magíster en Educación en Ciencias Naturales. Universidad de Antioquia. Colombia.
- Carrascosa, J., Gil Pérez, D., & Vilches, A. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cad. Brasil. Enseñanza Física*, V. 23(2) ,157 – 181. Recuperado de: <https://www.oei.es/decada>
- Castellanos, D., Castellanos, B., Llivina, M., Silverio, M., Reinoso, C. & García, C. (2002). Aprender y enseñar en la escuela. Una concepción desarrolladora. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Coll, C. (1987). Psicología y Currículum, Editorial Laia, Barcelona, España.
- Crespo, E. J. (2009): Docentes en la enseñanza de la Física. Monografía. En soporte digital. Universidad de Pinar del Rio. Cuba.
- Cruz, J. (2011). Importancia de usar tecnología en el desarrollo de Prácticas de Laboratorio de Física Mecánica. *Revista Educación en Ingeniería*. 11 (1-11).
- Cuenca, D. (2010). Aplicación del Programa Microsoft Excel para resolver problemas experimentales de Física. *Revista Electrónica Ciencias Holguín*. ISSN:1027-2127. Número 3. 10-15.
- Cuenca, D. (2011). Metodología para potenciar el desarrollo de las habilidades experimentales de Física en los estudiantes de Ingeniería Industrial. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias de la Educación. Holguín.
- Cuenca, D. & Tamayo, J. (2002). Estrategia para la Dinámica de las Habilidades experimentales de la Física para estudiantes de Ingeniería. V Taller Internacional sobre la enseñanza de la Física en Ingeniería. Enseñanza de la Física para las Ingenierías. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
- Curbeira, D., Bravo, M. & Bravo, G. (2013). Estrategia didáctica para formar una habilidad profesional en Ingeniería Industrial. *Revista Universidad y Sociedad*. vol. 5 No. 2. Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos. ISSN 2218-3620.

Disponible en: <http://www.ucf.edu.cu>

- Domingos-João, J. & Pérez, N. (2015). La actividad experimental, su contribución a la estimulación de la creatividad de los estudiantes que se forman como profesores de Física. *Revista Luz*. Año XIV. No. 4. Oct. - Dic. II Época. Edición 62.
- Domínguez, Z. (2012). La educación energética de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática-Física. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Ciencias Pedagógicas. José de la Luz y Caballero, Holguín.
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D. & Hernández- Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. En: *Entramado*. Enero - Junio, 2016 vol. 12, no. 1, p. 266-281, <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
- Estévez, B. (2000): Sistema de habilidades experimentales de la disciplina química inorgánica para la licenciatura en educación, especialidad de química. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas Universidad Pedagógica “José de la Luz y Caballero”. Holguín. Cuba.
- Estévez, B. (2008): Una propuesta didáctica para la formación experimentalista de los estudiantes de la carrera de ciencias naturales, trabajo presentado en el curso pre-evento de Pedagogía, abril. Holguín
- Fernández, E. (2012). Laboratorio de Física para estudiantes de ingeniería. Multimedia de tareas experimentales. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias de la Educación. Holguín.
- Fernández, M., Repilado, F., & Pérez, Z. (2016). Del modelo mental al modelo conceptual en los laboratorios de Física para ingeniería. *Revista Cubana de Física*, Vol. 33. No 18, 18-26.
- Flores, J., Ávila, J., Rojas, C., Sáez, F., Acosta, R. & Díaz, C. (2017). Estrategias didácticas para el aprendizaje significativo en contextos universitarios. Universidad de Concepción. ISBN 978-956-9280-27-6
- Formeza-Veranes, G., Donatién-Caballero, J. C. & Morasén-Cuevas, J. R. (2017). Metodología para las actividades experimentales en el preuniversitario. *Revista Maestro y Sociedad*. ISSN 1815-4867, 14(2) pp. 263-274.

- Fraga, J. (1996): Estrategia metodológica para la enseñanza del método experimental en la Física. En Temas Escogidos de Didáctica de la Física. Ed. Pueblo y Educación. Habana. pp 65-71.
- Fraiha, S., Paschoal, W., P., Pérez, S., Tabosa, C., Da Silva, J. P. & Silva, C. R. (2018). Atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades e competências: um relato de experiência no curso de Física da Universidade Federal do Pará. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 40, nº 4, e4403.
www.scielo.br/rbef DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0052>
- Freyre, A. (1997). Formación de habilidades experimentales en la Disciplina Física para Ingeniería Industrial. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias de la Educación. Santiago de Cuba.
- Gaceta Oficial (2018). Gaceta Oficial No. 25 Ordinaria de 21 de junio de 2018. ISSN 1682 7511.
- García, A. & Gil, M. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 5, núm. 2, pp. 304-322. Recuperado de <http://www.docenciauniversitaria.org/>
- García, F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona 207. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/menu.htm>
- García, L. A. (2017). La Química General en la formación experimental del ingeniero mecánico. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Universidad de Holguín.
- Gil Pérez, D., Carrascosa, J., Furio, C. & Martínez, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona.
- Ginoris, O., Addine, F. & Turcaz, J. (2012). Fundamentos didácticos de la Educación Superior Cubana. Selección de lecturas. *Revista Congreso Universidad*, 1 (2), 1 – 19. Recuperado de: www.congresouniversidad.cu/revista/index.php/
- Ginoris, O., Addine, F. & Turcaz, J. (2006). Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño. Curso de Didáctica General. (Material Básico) Maestría en Educación.
- Gombiwa, A. (2015). La resolución de problemas en la formación inicial de profesores de

Matemática en los Institutos Superiores de Ciencias de la Educación de Angola: Una propuesta didáctica para su enseñanza-aprendizaje. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Holguín, Cuba.

- Gómez, A. (1999). Perfeccionamiento de la formación de las habilidades experimentales del profesor de Física. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias de la Educación. Santiago de Cuba. 82 p.
- González, M. A. & González, M. A. (2016). El laboratorio en el bolsillo: Aprendiendo física con tu Smartphone. *Revista de Ciencias*, 6, 28-35, septiembre 2016 ISSN: 2255-5943.
- Guachún, F. & Guznay, S. (2020). Determinación de la ley de Malus utilizando un smartphone como luxómetro. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 14, No. 3, Sept. 2020. <http://www.lajpe.org>
- Hernández, A., & Hernández, A. (2018). Perfeccionamiento del sistema de prácticas de laboratorio para la disciplina Física de carreras de Ingeniería, evaluación de su calidad y del impacto en la formación del profesional. *Universidad y Sociedad*, 10(1), 46-54 Disponible en: <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Hernández, C. (2007). Las TIC, como medio y/o herramientas en la enseñanza de la Física General en las carreras de Ciencias Técnicas. En: IV Taller Iberoamericano de Física. La Habana, Cuba (2007).
- Hernández Clazada, A. & Negre Bennasar, F. (2016). Diagnóstico de las necesidades y uso de las TIC para la evaluación del aprendizaje en Física en la Universidad de las Ciencias Informáticas. EDUTEC. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. ISSN 1135-9250. Núm. 55.
- Hidalgo San Juan, A. (2021). El desarrollo de habilidades experimentales en la carrera de Ingeniería Civil mediante los Laboratorio Proyecto de Física I. Tesis presentada en opción al título de Máster en Enseñanza de las Ciencias Naturales. Universidad de Holguín.
- Hidalgo, A. & Pérez, E. J. (2020). El desarrollo de habilidades experimentales en la carrera de Ingeniería Civil mediante los Laboratorio Proyecto de Física I [ponencia]. Taller Provincial Científico Metodológico de Enseñanza de las Ciencias Naturales ENCINA 2020. Universidad de Holguín.

- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), pp. 299-313.
- Horruitiner, P. (2006). El reto de la transformación curricular. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40(3), 1 – 7. Recuperado de: <https://ries.universia.net>
- Horruitiner, P. (2007). La Universidad Cubana. *Revista Pedagogía Universitaria*. XII 4.
- Lastra, M., Barroso, R. & Sifredo, C. (2012). De los problemas de Física de lápiz y papel a los experimentos informatizados. <http://tiberu.uh.cu>
- López Rúa, Ana Milena & Tamayo Alzate, Óscar Eugenio. (2012). “Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales”. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, No. 1, Vol. 8, pp. 145-166. Manizales: Universidad de Caldas.
- Marrero, A., Reinoso, E. & Cubilla, E. (2021). El desarrollo de habilidades desde el contexto familiar. Congreso Internacional Pedagogía 2021. La Habana. Cuba.
- Martínez, A. & Galicia, S. (febrero 2012). Ocho metodologías relacionadas con el Arte y la Ciencia de enseñar. 8vo Congreso Internacional de Educación Superior. La Habana: Ed. Universitaria, 8 - 64. Recuperado de: <http://www.slideshare.net/PedagogiaUAGRO/ocho-metodologia>.
- Martin, J., Mena, L., & Valcárcel, N. (2018). Formación de habilidades de la Física en estudiantes de Agronomía. ISSN. 1815-7696 RNPS 2057 -- MENDIVE Vol. 16 No. 2 (abril-junio), p. 204-221
- Martín, J. C. & Hernández, L. E. (2016). La formación de habilidades experimentales de Física en los estudiantes de carreras no pedagógicas. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, Vol. IV No. 1 Junio 2016, pp. 87 - 92
- Ministerio de Educación Superior [MES]. (2018). Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial. Plan E. La Habana, Cuba.
- Mestre, U. & Fuentes, H. (2007). Desarrollo de habilidades profesionales a través de la Física General en estudiantes de Ingeniería. Ciudad de la Habana: Ed. Universitaria.
- Morantes, Z., Nava, M., Arrietas, X. & Flores, M. (2018). Formación de habilidades investigativas en física experimental mediante exámenes integrales prácticos teóricos. Universidade Óscar Ribas ISSN Versão Impressa 2183-5063 ISSN Versão Digital 2184-061X Vol. 3 (2). 126-147.
- Ortega, J. & Martínez, M. L. (2011). Uso de la plataforma Moodle: Experiencia en el curso

- de Física de Ingeniería Informática. En: Latin-American Journal of Physics Education, ISSN-e 1870-9095, Vol. 5, N^o. 1. Recuperado de: <http://www.lajpe.org>
- Ortíz-Torres, E. & Aguilera-Pupo, E. (2006). Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios y estrategias didácticas. Memorias del evento internacional Universidad 2006, La Habana.
- Pavón, J., Odio, C., & Goire, Y. (2021). Estrategia didáctica para la especialidad Zootecnia–Veterinaria a partir de los estilos de aprendizaje de los estudiantes. *Luz*. Año XX. (1), pp. 29-39, enero-marzo, 2021. Edición 86. III Época. ISSN 1814-151X Recuperado de: <https://luz.uho.edu.cu>
- Pérez, N. P., Rivero, H. R., Ramos, J. M., Sifredo, C.E. & Moltó, E. I. (2018). Didáctica de la Física I (Tomo I). Editorial Universitaria Félix Varela. La Habana. Cuba.
- Pesa, M., Bravo, S., Pérez, S., & Villafuerte, M. (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*, V.31, n.3, p. 642-665. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p642>
- Petrucci, D., Ure, J. & Salomone, H. D. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 19, N^o 1, 2006, pp. 7-20. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/329453814>
- Pozo, J. I. (1998). Aprendices y Maestros. La Nueva Cultura del Aprendizaje. Madrid: Alianza Editorial.
- Ré, M. A., Arena, L. E. & Giubergia, M. F. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. En: *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación* N^o8 | ISSN 1850-9959
- Rodríguez Moro, R. (2012). La actividad experimental como alternativa para el desarrollo de la educación energética en la educación técnica y profesional. Tesis de Maestría. UCP ETP “Héctor Alfredo Pineda Zaldívar”. La Habana.
- Rodríguez-Rodríguez, L. E., Ramos-Bañobre, J. & Chamizo-Bosh, Y. (2018). El experimento físico escolar en la enseñanza-aprendizaje de la Física. *Educación y*

- Sociedad*. Vol. 16, No.1, Enero-Abril de 2018, (11-24) ISSN: 1811 9034RNPS:2073
- Rouco, Z., Lara, L. M. & Suárez, G. (2014). Necesidad de promover un aprendizaje desarrollador en estudiantes universitarios vinculados a la modalidad semipresencial. *Revista Pedagogía Universitaria*, 19(4), 95 – 110. Recuperado de: <http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/>
- Ruggeri, A. I. & Anriquez, C. B. (2019). Implementación de un laboratorio remoto en física. En: *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 31, (2019), págs. 639–646. Recuperado de: www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/
- Ruiz-Chaneta, L. (2016). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la Física y la Química. *PublicacionesDidacticas.com* | N° 68 Marzo 2016.
- Salvatierra, A., Cruz, J. M. & Esquiagola, E. A. (2021). Uso del Moodle en el entendimiento de la tecnología como rasgo potencial del docente. En: *Revista Varela*. Vol. 21, Núm. 58, enero-abril de 2021, págs. (69-76). Recuperado de: <http://revistavarela.uclv.edu.cu>
- Sánchez, A., Jaimes, O., Jiménez, F., Magallán, C., & Álvarez, J. (2016). Diseños experimentales caseros para la enseñanza de conceptos electromagnéticos en el Tecnológico Nacional de México *Didáctica de las ciencias*, vol.70, núm.2
- Sifredo, C. E. (2010). El análisis de los videos como herramienta para la modernización de las actividades experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. En: *Didácticas de las Ciencias*. Nuevas Perspectivas, III Parte. Órgano Editor Educación Cubana.
- Sifredo, C. E. & Ayala, L. (2014). El trabajo experimental asistido por recursos informáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. En: *Didácticas de las ciencias*. Nuevas perspectivas. IV Parte. Órgano Editor Educación Cubana.
- Silvestre, M. (2001). Aprendizaje, educación y desarrollo. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Silvestre, M. & Zilberstein, J. (2002). Hacia una Didáctica desarrolladora. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Stieler, C. E. (2007): Un estudio de la aplicación de la planilla electrónica Excel en la disciplina Matemática Financiera. Tesis de Maestría en Ciencias de la Información. Brasil. 88p.

- Tamayo, R., Álvarez, L. G. & Álvarez, N. C. (2018). Indicadores para la evaluación del uso de recursos virtuales de aprendizaje en la universidad de Holguín. En: *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa (REFCaE)*. Vol.6.
- Tamayo, J. & Cuenca, D. (2004): La Formación y desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería a través de la Física. XLVII Congreso Nacional de Física. Universidad de Sonora, México (2004), En <http://www.smf.mx>
- Tamayo, J. (2003). Sistema de modelos para el proceso docente educativo de la Física para estudiantes de Ingeniería. Informe al CITMA del proyecto de Investigación Pedagógica, Holguín, Cuba.
- Tamir, P. & García, M. P. (1993): Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libro de texto de Ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, marzo, Vol.10, No.1.pp.3-12.
- Urzúa, M. C. & Rodríguez, D. P. (2017). Perspectiva estudiantil del uso de Moodle para el aprendizaje de las asignaturas experimentales”. En: *Revista Digital Universitaria*. Vol. 18. Núm. 2. Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.18/num2/art19/>
- Vigotsky, L. S. (1987). La historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores, Ciudad de la Habana: Editorial Científico Técnico.
- Vigotsky, L. S. (1998). Pensamiento y lenguaje. La Habana: Ed. Pueblo y Educación.
- Vigotsky, L. S. (2006). Interacción entre aprendizaje y desarrollo. En: Segarte AL, compiladora. Psicología del desarrollo escolar. Selección de lecturas. La Habana: Editorial Félix Varela, p. 45-60.
- Zilberstein J. (2003). Preparación pedagógica integral para profesores universitarios. La Habana: Editorial Félix Varela; 2003.
- Zilberstein, J. (2006). Los métodos, procedimientos de enseñanza y aprendizaje y las formas de organización. Su relación con los estilos y estrategias para aprender a aprender. Preparación integral para jóvenes profesores universitarios. (37 – 50). La Habana: Ed. Félix Varela.
- Zilberstein, J. & Silvestre, M. (2004). Didáctica desarrolladora desde el enfoque histórico cultural. México. Ediciones CEIDE, 2003.

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA REALIZADA A PROFESORES DE FÍSICA (SEDE OLM)

Objetivo: Diagnosticar el estado actual de desarrollo de habilidades experimentales, a través de las prácticas de laboratorio de Física en las carreras de Ingeniería de la Universidad de Holguín.

Cuestionario:

¿Cómo usted considera el nivel de desarrollo de las siguientes habilidades experimentales en sus estudiantes?

1. Diseñar estrategias experimentales, identificar el problema dentro de una temática y seleccionar adecuadamente los medios que necesita:

Muy alto _____ Alto _____ Medio _____ Bajo _____ Muy bajo _____

2. Incorporar el uso de las TIC en la actividad experimental:

Muy alto _____ Alto _____ Medio _____ Bajo _____ Muy bajo _____

3. Formular hipótesis, relacionando las variables dependientes e independientes:

Muy alto _____ Alto _____ Medio _____ Bajo _____ Muy bajo _____

4. Ejecutar el experimento, organizar los datos y construir tablas:

Muy alto _____ Alto _____ Medio _____ Bajo _____ Muy bajo _____

5. Ordenar la información manejando correctamente las herramientas informáticas:

Muy alto _____ Alto _____ Medio _____ Bajo _____ Muy bajo _____

6. Interpretar y analizar los resultados sobre la base de las fuentes de errores:

Muy alto _____ Alto _____ Medio _____ Bajo _____ Muy bajo _____

7. Elaborar, presentar y discutir informes:

Muy alto _____ Alto _____ Medio _____ Bajo _____ Muy bajo _____

De los 12 profesores que imparten docencia en las carreras de ingeniería, fueron encuestados 10, lo que representa el 83.33 %. Del análisis de la encuesta a los profesores

se obtiene que el 100 % de los docentes coinciden en que existen insuficiencias en el desarrollo de las siguientes habilidades experimentales:

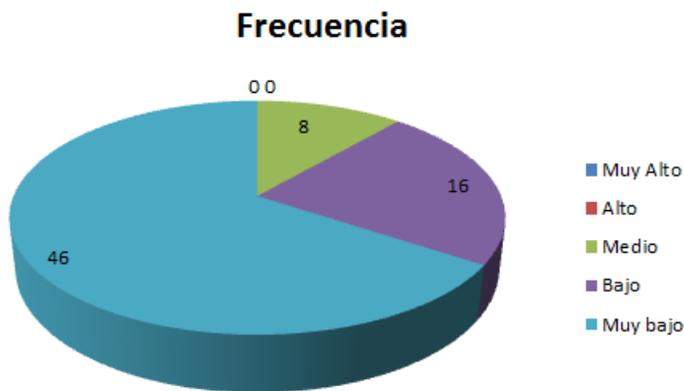
- Diseñar estrategias experimentales, identificar el problema dentro de una temática
- Formular hipótesis, relacionando las variables dependientes e independientes
- Utilizar adecuadamente las TIC
- El proceso de toma de datos, su organización e interpretación
- La construcción e interpretación de los gráficos experimentales
- El uso de la teoría de errores más acertada
- Discutir informes

Resultados de la encuesta aplicada a los profesores:

| Preguntas | Respuestas de los profesores | | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|------------|------------|--------------|
| | Muy alto | Alto | Medio | Bajo | Muy bajo |
| 1 | (0) 0% | (0) 0% | (0) 0% | (1) 10% | (9) 90% |
| 2 | (0) 0% | (0) 0% | (0) 0% | (0) 0% | (10) 100% |
| 3 | (0) 0% | (0) 0% | (0) 0% | (0) 0% | (10) 100% |
| 4 | (0) 0% | (0) 0% | (3) 30% | (4) 40% | (3) 30% |
| 5 | (0) 0% | (0) 0% | (0) 0% | (3) 30% | (7) 70% |
| 6 | (0) 0% | (0) 0% | (2) 20% | (2) 20% | (6) 60% |
| 7 | (0) 0% | (0) 0% | (3) 30% | (6) 60% | (1) 10% |

Seguidamente se presentan los resultados de la encuesta a través de la utilización de una escala Likert:

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--------------|----------|------|-------|------|----------|---|----------|------------|------|
| Ítem | Muy alto | Alto | Medio | Bajo | Muy bajo | | | Frecuencia | % |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | | Muy Alto | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | | Alto | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | | Medio | 8 | 11,4 |
| 4 | 0 | 0 | 3 | 4 | 3 | | Bajo | 16 | 22,9 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | | Muy bajo | 46 | 65,7 |
| 6 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | | Total | 70 | 100 |
| 7 | 0 | 0 | 3 | 6 | 1 | | | | |
| Total | 0 | 0 | 8 | 16 | 46 | | | | |



| A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| PROFESORES | ítem 1 | ítem 2 | ítem 3 | ítem 4 | ítem 5 | ítem 6 | ítem 7 | TOTAL |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 13 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 | 13 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 11 |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 8 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 8 |
| 9 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 11 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| TOTAL | 11 | 10 | 10 | 20 | 13 | 16 | 22 | |

| Escala Likert | |
|---------------|---|
| Muy alto | 5 |
| Alto | 4 |
| Medio | 3 |
| Bajo | 2 |
| Muy bajo | 1 |

Por encuestado

| Muy alto | Alto | Medio | Bajo | Muy bajo |
|----------|------|-------|------|----------|
| 35 | 28 | 21 | 14 | 7 |

Por ítem

| Muy alto | Alto | Medio | Bajo | Muy bajo |
|----------|------|-------|------|----------|
| 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |

ANEXO 2. ENCUESTA REALIZADA A ESTUDIANTES DEL 2do AÑO ING. IND. (UHo)

Objetivo: Diagnosticar el estado de algunos elementos que son importantes para el desarrollo adecuado de las prácticas de laboratorio.

Estimados estudiantes, la presente encuesta no tiene carácter evaluativo. Agradecemos de antemano su colaboración.

1. ¿Realizó prácticas de laboratorio en las asignaturas de ciencias naturales en el nivel de enseñanza precedente?

Con frecuencia_____ Algunas veces_____ Nunca_____

2. ¿Realizó prácticas de laboratorio de Física en la enseñanza precedente?

Con frecuencia_____ Algunas veces_____ Nunca_____

3. El nivel de importancia que le concede usted a las prácticas de laboratorio de Física General, para su formación como ingeniero industrial, lo consideras

Alto_____ Medio_____ Bajo_____ Ninguno_____

4. El nivel de motivación que siente usted para la realización de las prácticas de laboratorio de Física General lo consideras

Alto_____ Medio_____ Bajo_____ Ninguno_____

5. El nivel de conocimiento que posees sobre la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la realización de las prácticas de laboratorio lo consideras

Alto_____ Medio_____ Bajo_____ Ninguno_____

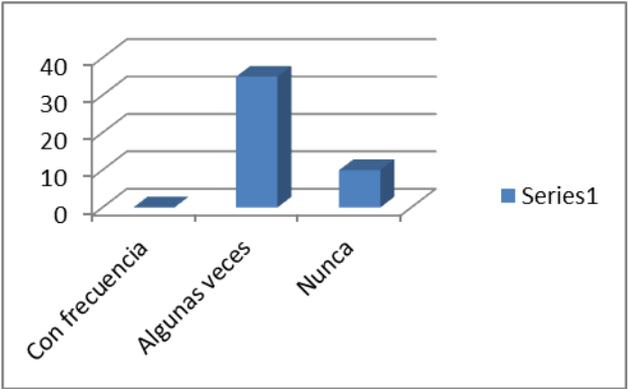
Análisis de los resultados de la encuesta:

Fueron encuestados 45 estudiantes de una matrícula de 68, lo que representa el 66.18 %. Los resultados de la encuesta evidencian que algunas de las causas que influyen en el bajo nivel de desarrollo de las habilidades experimentales de la Física están dadas por:

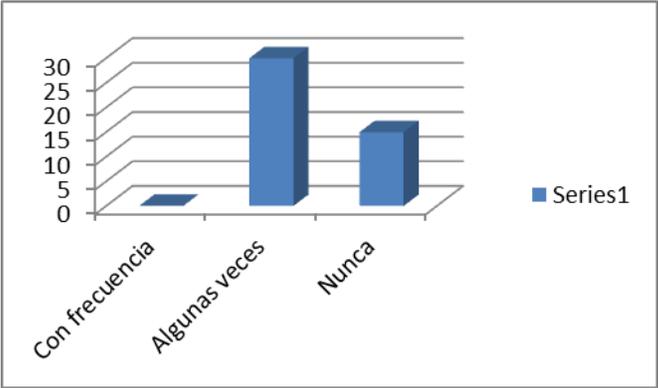
- Insuficiente realización de actividades experimentales (prácticas de laboratorio) en las asignaturas de Ciencias Naturales, en los niveles precedentes
- Insuficiente realización de actividades experimentales (prácticas de laboratorio) de Física, en los niveles precedentes
- Poca motivación para la realización de las prácticas de laboratorio
- Insuficiente utilización de las TIC durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio

Resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial:

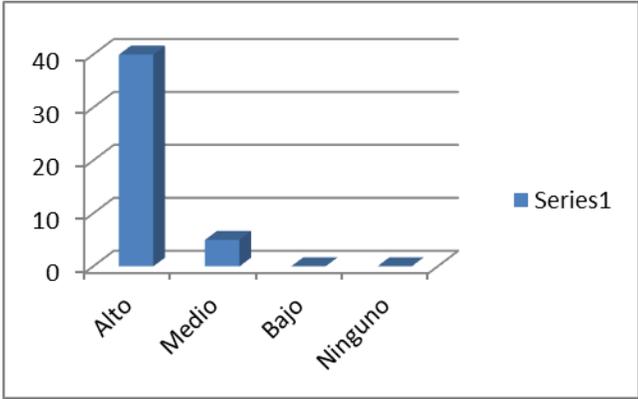
| Preguntas | Respuestas de los estudiantes | | | |
|-----------|-------------------------------|---------------|-------|---------|
| | Con frecuencia | Algunas veces | Nunca | |
| 1 | (0) | (35) | (10) | |
| | 0% | 77.8% | 22.2% | |
| 2 | (0) | (30) | (15) | |
| | 0% | 66.7% | 33.3% | |
| 3 | Alto | Medio | Bajo | Ninguno |
| | (40) | (5) | (0) | (0) |
| | 88.9% | 11.1% | 0% | 0% |
| 4 | (7) | (6) | (32) | (0) |
| | 15.6% | 13.3% | 71.1% | 0% |



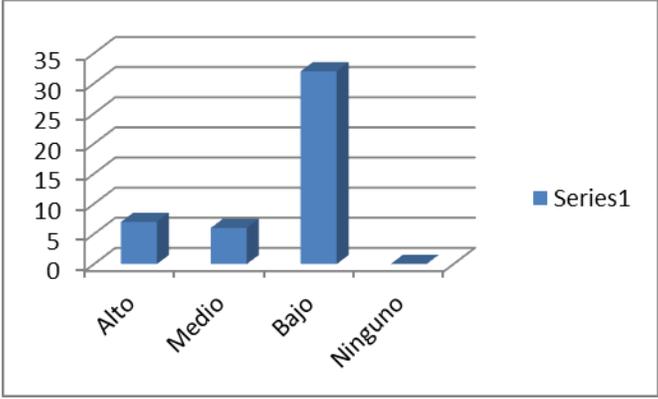
Diagnóstico a estudiantes.
Pregunta 1.



Diagnóstico a estudiantes.
Pregunta 2.



Diagnóstico a estudiantes.
Pregunta 3.



Diagnóstico a estudiantes.
Pregunta 4.

ANEXO 3. GUÍA DE OBSERVACIÓN A PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Objetivo: Comprobar el nivel de desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes a partir de su desempeño en las prácticas de laboratorio.

Datos del grupo: Año _____ Semestre _____ Matrícula: _____

Datos del profesor _____

Categoría docente: _____

Título de la práctica de laboratorio: _____

Nombre, cargo y categoría del observador: _____

| Habilidades Experimentales (indicadores a evaluar) | Si | No | No se adecua |
|--|----|----|--------------|
| Identifican los contenidos relacionados en la situación física planteada. | | | |
| Seleccionan adecuadamente los instrumentos y equipos que necesitan. | | | |
| Planifican el procedimiento de resolución e incorporan el uso de las TIC. | | | |
| Elaboran posibles hipótesis encaminadas a solucionar la situación planteada. | | | |
| Proponen diseños experimentales de las posibles formas de comprobar las ideas elaboradas. | | | |
| Realizan adecuadamente las mediciones | | | |
| Organizan los datos y construyen tablas | | | |
| Analizan y evalúan críticamente los resultados experimentales y las fuentes de errores | | | |
| Actuación del docente (indicadores a evaluar) | | | |
| Articulación entre los objetivos, el sistema de conocimientos y las habilidades experimentales a desarrollar | | | |
| Atención diferenciada a los estudiantes acorde con sus particularidades | | | |
| Evaluación de los indicadores de logro de las habilidades experimentales | | | |

ANEXO 4. ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES QUE DESARROLLARON LA PRÁCTICA DE LABORATORIO CON AYUDA DE LOS TELÉFONOS INTELIGENTES

Objetivo: Diagnosticar el nivel de satisfacción de los estudiantes que desarrollaron la práctica de laboratorio con la ayuda de teléfonos inteligentes.

Estimados estudiantes, la presente encuesta no tiene carácter evaluativo. Agradecemos de antemano su colaboración. Lea detenidamente cada pregunta y elija la respuesta que considere adecuada de acuerdo a su nivel de satisfacción en la práctica de laboratorio:

1. Sobre la información brindada en la plataforma educativa para su preparación previa se considera:

Muy Satisfecho__ Satisfecho __ Normal ____ Poco Satisfecho ____ Nada Satisfecho __

2. Sobre las actividades desarrolladas durante la práctica de laboratorio, se considera:

Muy Satisfecho__ Satisfecho __ Normal ____ Poco Satisfecho ____ Nada Satisfecho __

3. ¿Cómo se considera con relación a la calidad de la aplicación utilizada para realizar las mediciones

Muy Satisfecho__ Satisfecho __ Normal ____ Poco Satisfecho ____ Nada Satisfecho __

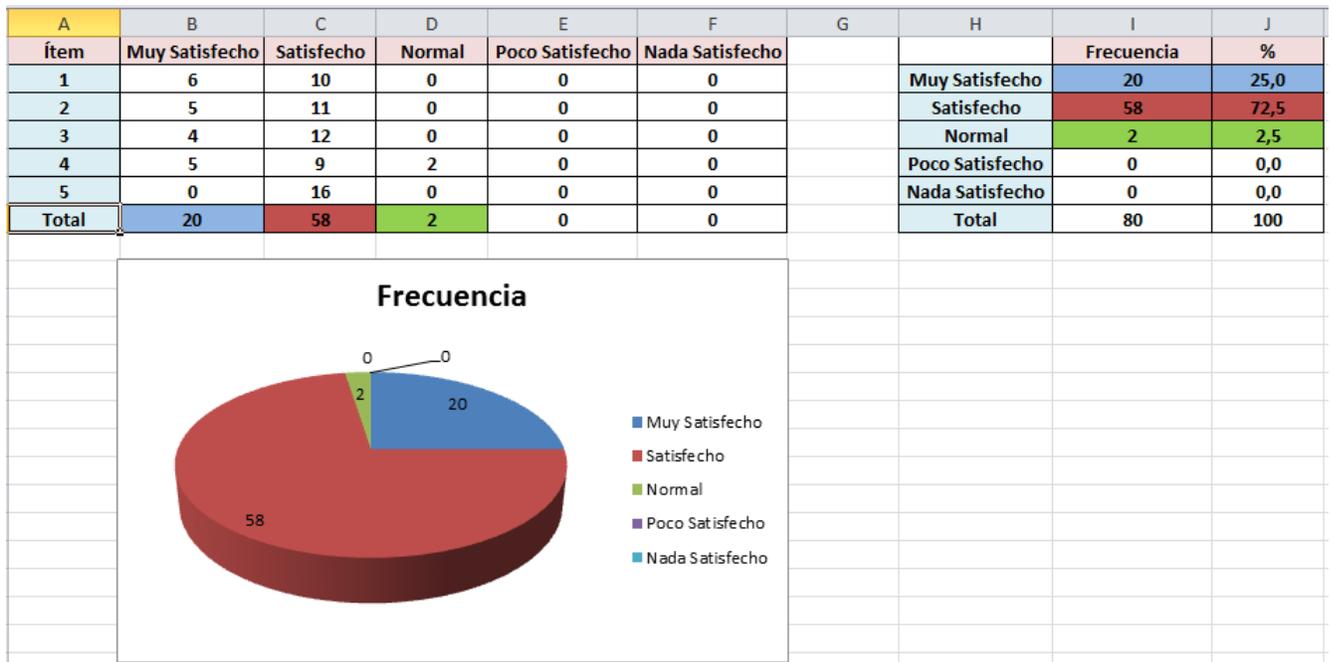
4. ¿Cómo se consideras con respecto a la colaboración para el trabajo entre los integrantes del equipo?

Muy Satisfecho__ Satisfecho __ Normal ____ Poco Satisfecho ____ Nada Satisfecho __

5. Con relación a los métodos utilizados para evaluar las actividades realizadas durante el desarrollo de la práctica de laboratorio, se considera:

Muy Satisfecho__ Satisfecho __ Normal ___ Poco Satisfecho ___ Nada Satisfecho __

A continuación se presentan los resultados sobre la base de una escala Likert:



| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---|-----------------|------------|--------|-----------------|-----------------|
| ESTUDIANTES | ítem 1 | ítem 2 | ítem 3 | ítem 4 | ítem 5 | TOTAL | | Escala Likert | | | | |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 19 | | Muy Satisfecho | 5 | | | |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 19 | | Satisfecho | 4 | | | |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | | Normal | 3 | | | |
| 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 22 | | Poco Satisfecho | 2 | | | |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | | Nada Satisfecho | 1 | | | |
| 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | | Por encuestado | | | | |
| 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | | Muy Satisfecho | Satisfecho | Normal | Poco Satisfecho | Nada Satisfecho |
| 8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | | 25 | 20 | 15 | 10 | 5 |
| 9 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | | Por ítem | | | | |
| 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 24 | | Muy Satisfecho | Satisfecho | Normal | Poco Satisfecho | Nada Satisfecho |
| 11 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 21 | | 80 | 64 | 48 | 32 | 16 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | | | | | | |
| 13 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | | | | | | |
| 14 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | | | | | | |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 20 | | | | | | |
| 16 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 21 | | | | | | |
| TOTAL | 70 | 69 | 68 | 67 | 64 | | | | | | | |

ANEXO 5. ENCUESTA REALIZADA A LOS ESPECIALISTAS

Objetivo: Valorar a partir de los criterios de especialistas la factibilidad de la estrategia didáctica para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería Industrial.

Estimado profesor/(a): Usted ha sido seleccionado(a) como especialista con el fin de aportar criterios acerca de la propuesta de estrategia didáctica, sustentada en el uso de las TIC, para favorecer el desarrollo de habilidades experimentales de los estudiantes de Ingeniería Industrial. Solicitamos de usted la mayor colaboración posible, exponiendo sus criterios y opiniones al respecto:

- A continuación, se presentan cuatro elementos de la propuesta que se realiza. Se solicita que usted otorgue una categoría en cada caso, debe marcar una **X**, según su criterio. Las categorías son las siguientes:

MR: Muy relevante. BR: Bastante relevante. R: Relevante

PR: Poco relevante. NR: No relevante.

| INDICADORES | | MR | BR | R | PR | NR |
|--------------------|---|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 1 | Estructura de la estrategia didáctica | | | | | |
| 2 | Propuesta de habilidades experimentales a desarrollar | | | | | |
| 3 | Propuestas de prácticas de laboratorios | | | | | |
| 4 | Integración de las TIC con las prácticas de laboratorio | | | | | |

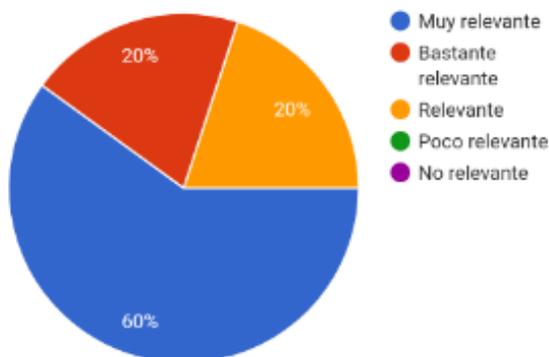
- ¿Qué modificaciones sugiere realizar para el perfeccionamiento de cualquiera de los elementos que se les ofrecen?
- ¿Alguna otra opinión que considere oportuno emitir, de manera que se alcancen los objetivos propuestos?

ANEXO 6. RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DADA POR LOS ESPECIALISTAS

| INDICADORES | | MR | BR | R | PR | NR |
|-------------|---|----|----|---|----|----|
| 1 | Estructura de la estrategia didáctica | 6 | 2 | 2 | - | - |
| 2 | Propuesta de habilidades experimentales a desarrollar | 4 | 4 | 2 | - | - |
| 3 | Propuestas de prácticas de laboratorios | 5 | 4 | 1 | - | - |
| 4 | Integración de las TIC con las prácticas de laboratorio | 8 | - | 2 | - | - |

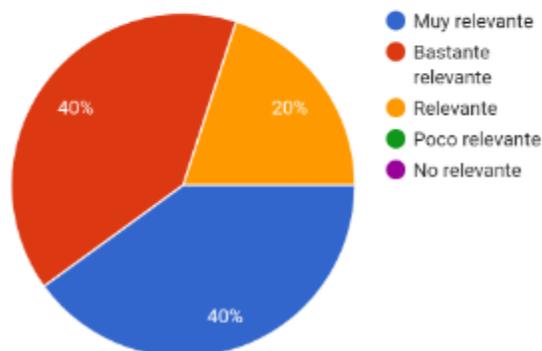
INDICADOR # 1. Estructura de la estrategia didáctica.

10 respuestas



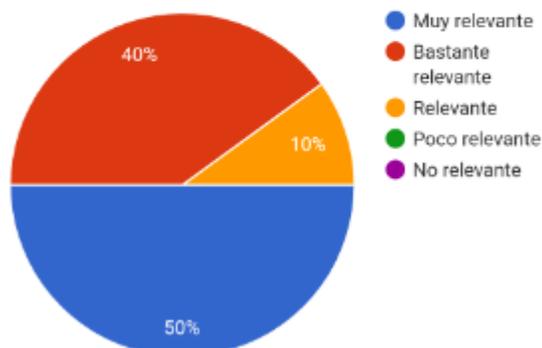
INDICADOR # 2. Propuesta de habilidades experimentales a desarrollar.

10 respuestas



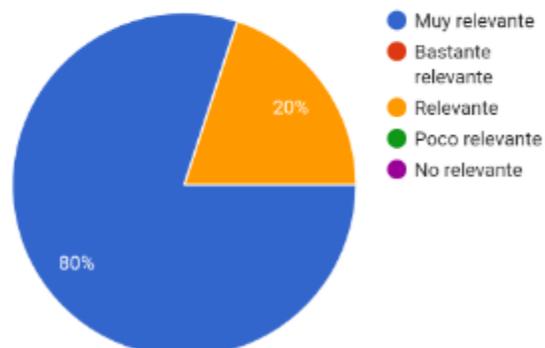
INDICADOR # 3. Propuesta de prácticas de laboratorio.

10 respuestas



INDICADOR # 4. Integración de las TIC con las prácticas de laboratorio.

10 respuestas



| PROFESORES | Indicador 1 | Indicador 2 | Indicador 3 | Indicador 4 | TOTAL |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 1 | 5 | 4 | 4 | 5 | 18 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 17 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 5 | 4 | 5 | 4 | 3 | 16 |
| 6 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 |
| 7 | 3 | 4 | 3 | 3 | 13 |
| 8 | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 |
| 9 | 5 | 3 | 5 | 5 | 18 |
| 10 | 3 | 3 | 5 | 5 | 16 |
| TOTAL | 44 | 42 | 44 | 46 | |

| Escala Likert | |
|---------------|---|
| MR | 5 |
| BR | 4 |
| R | 3 |
| PR | 2 |
| NR | 1 |

| Por especialista | | | | |
|------------------|----|----|----|----|
| MR | BR | R | PR | NR |
| 20 | 16 | 12 | 8 | 4 |

| Por indicador | | | | |
|---------------|----|----|----|----|
| MR | BR | R | PR | NR |
| 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |

Como puede observarse en los resultados del análisis de la aplicación de la escala Likert, uno de los especialistas consideró, como promedio, que los indicadores relacionados con la propuesta es Relevante, mientras que el resto de los especialistas, 9 (el 90 %), la considera entre Bastante relevante y Muy relevante.

| Indicadores | MR | BR | R | PR | NR |
|--------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| 1 | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Total | 23 | 10 | 7 | 0 | 0 |

| | Frecuencia | % |
|--------------|------------|--------------|
| MR | 23 | 57,5 |
| BR | 10 | 25,0 |
| R | 7 | 17,5 |
| PR | 0 | 0,0 |
| NR | 0 | 0,0 |
| TOTAL | 40 | 100,0 |

