

EI DESARROLLO DE HABILIDADES EXPERIMENTALES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MEDIANTE LABORATORIOS PROYECTOS DE FÍSICA I

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

Autor: Lic. Alexander Hidalgo San Juan

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

HOLGUÍN 2021



PENSAMIENTO

“...Encuentro que el origen de nuestros males en la educación, provienen principalmente de la preocupación que reina entre nosotros de creer que los estudiantes son incapaces de combinar ideas, y de enseñárseles tan mecánicamente como se le enseña a un irracional. Nosotros somos los irreflexivos cuando atribuimos a la incapacidad de los estudiantes lo que es defecto en nuestros métodos...”

Félix Varela



AGRADECIMIENTO

A mi familia toda, en especial a mi esposa por la preocupación y ocupación constante para que concluyera esta tesis.

Al colectivo de profesores de la Maestría en especial a Nelsy, mi tutor Edilberto y Lupe.

A mis compañeros del Departamento de Física, en especial: Reynol, Magdalena, Mariano, Rosel, José López, Jorge Pérez, Beatriz, Zaimar, Nelsy, Dayami, Jorge Luis, Alexis Gómez, Danilo, Marcos (Tony), Santiago, Ramiro, Mora entre otros por su estímulo y solidaridad.

A las bibliotecarias por su ayuda necesaria y útil, en especial: Anabel y Tamara.

A los directivos y profesores que colaboraron en esta investigación, en especial a Reymundo, Yohandra (Apa), Eddy, Lilianne y Adalberto.

A todos los que me estimularon y apoyaron durante esta importante etapa investigativa de mi vida profesional.

Muchas gracias.



DEDICATORIA

A Dios, que representa lo más grande que tengo.

A mi esposa Claudia por comprenderme y apoyarme en todos los instantes y a mis bebés

Jonathan y Caleb quienes son mi razón de ser en la vida.

A mi mamá, mi papá y tía por la comprensión y solidaridad al darme el apoyo necesario en cada uno de los momentos de esta investigación y han sido capaces de suplir mis obligaciones hogareñas.

A mis suegros, Manuel y Yudith, por su cariño y comprensión.

A mi tutor Dr. Edilberto de Jesús Pérez Alí Osmán, por asumir un papel protagónico en esta investigación, con su sabiduría, talento e infinita perseverancia y por su ayuda incondicional oportuna, por su exigencia, su ayuda y sus profundas reflexiones.

En fin, a todas esas personas que en cualquier lugar mostraron su interés por la marcha de la Maestría o me dieron aliento para seguir adelante.

A Todos Gracias.



SÍNTESIS

En la carrera de Ingeniería Civil, la Física contribuye a desarrollar la base conceptual y metodológica del futuro profesional. La misma 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, donde la experimentación tiene un importante rol.

El presente trabajo parte de la problemática relacionada con las insuficiencias en el aprovechamiento de la actividad experimental de la Física I para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil, debido a que no se aprovechan las potencialidades que tienen las prácticas de laboratorio desde las alternativas de un nuevo diseño.

Como vía de solución al problema detectado se elabora un conjunto de actividades experimentales a partir de Laboratorios Proyectos que debe favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

El análisis realizado de los resultados de un taller de reflexión y de los criterios emitidos por especialistas corroboró la factibilidad de la propuesta, lo cual permite al autor declarar el cumplimiento del objetivo propuesto.



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DE LA FÍSICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.	8
1.1. El proceso de enseñanza–aprendizaje de la Física en la carrera de Ingeniería Civil.	8
1.2. La actividad experimental de la física. Desarrollo de habilidades.	14
1.2.1.Las habilidades experimentales	21
1.3. Situación actual de las habilidades experimentales de la física en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil.	25
CAPÍTULO 2. LABORATORIOS PROYECTOS DE FÍSICA I PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES EXPERIMENTALES DE LOS ESTUDIANTES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	32
2.1. Los Laboratorios Proyectos de Física I en el desarrollo de habilidades experimentales.	32
2.2. Laboratorios Proyectos de Física I para el primer año de la carrera de Ingeniería Civil.	38
2.3. Análisis de la factibilidad de aplicación de las actividades experimentales de Física I a partir de Laboratorios Proyectos para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.	65
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se realizan importantes transformaciones que hoy se están introduciendo en la educación superior cubana y su impacto en la sociedad, lo cual enfatiza la responsabilidad social de las universidades cubanas de formar a las nuevas generaciones de profesionales que han de llevar adelante la construcción del socialismo próspero y sostenible, por lo que estos requieren de una sólida preparación científica, teórica y práctica, capaz de ser llevada a la actividad social, en acciones concretas que posibiliten dirigir los procesos de desarrollo del país.

Esto implica, además, el logro de una mayor eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje, así como romper con viejos esquemas instructivos que excluyen la independencia y creatividad del estudiante.

Varias de las carreras que se estudian requieren un fuerte trabajo práctico por lo que la actividad experimental juega un importante papel en el desarrollo de habilidades necesarias para la formación del profesional, donde las disciplinas y asignaturas con un fuerte componente experimental tienen un significativo protagonismo.

La Física es una disciplina de carácter básico que brinda a los estudiantes un sistema de conocimientos, habilidades y valores que contribuyen al desarrollo del pensamiento lógico, la formación del cuadro científico del mundo y al dominio de métodos científicos (MES, 2007), entre ellos, el experimental ha alcanzado tal dimensión que no se concibe una rama de la ciencia o tecnología en la que éste no desempeñe un papel fundamental, por lo que evidencia su necesidad en el profesional graduado de carreras técnicas.

En la carrera de Ingeniería Civil, la Física 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. La misma pertrecha al ingeniero en formación, de los conocimientos, habilidades, capacidades, técnicas, métodos y actitudes para enfrentar la solución de los diversos problemas con que deberá enfrentarse en el ejercicio de su profesión, donde la experimentación tiene un importante rol.

La experimentación se utiliza no solo para descubrir y establecer leyes naturales, sino también para proponer nuevas tecnologías, sin las cuales el desarrollo de la sociedad

moderna sería imposible, lo cual pone en evidencia la estrecha relación entre ciencia, tecnología y sociedad.

En el campo de la física el experimento físico, en sus diferentes variantes, tiene un papel sustancial en la apropiación de conocimientos científicos. A las demostraciones y en especial al trabajo de laboratorio se le atribuye una importancia vital en la enseñanza de esta ciencia para desarrollar habilidades necesarias para el posterior desempeño de los profesionales.

Algunos autores trabajan esta temática, entre los que destacan Fundora (2000); Colado (2003); Pozo (2013); Moltó (2004); Domínguez (2012); Morales (2014), Mejía (2014), Fonseca (2016), entre otros. En dichas investigaciones, se ha demostrado la importancia de la formación de conocimientos y habilidades, con énfasis en la actividad experimental. Todo ello resalta que el experimento constituye una vía para realizar la vinculación de la teoría con la práctica durante la enseñanza, en la cual los conocimientos se transforman en convicciones.

Así mismo, en investigaciones realizadas por Freire (1997), Cuenca (2002), Tamayo (2002), así como los trabajos de Mariño-Castellanos y colaboradores (2005-2012) en la Disciplina Física Experimental de la carrera de Licenciatura en Física de la Universidad de Oriente, se reveló que el método tradicional de trabajo en los laboratorios, donde los estudiantes siguen paso a paso las orientaciones de los profesores, promueve un aprendizaje eminentemente reproductivo, lo cual no se corresponde con las aspiraciones del actual plan de estudio E, que exige un nivel productivo en el aprendizaje de la Física y el desarrollo de habilidades experimentales.

En Cuba, también son varios los autores que han trabajado las habilidades experimentales, entre ellos, Agüero (1987), Rojas (1988), Valledor (1990), Bello (1993), Donatien (1995), Pérez (1997), Estévez (1998, 2000), Gómez (1999), Paredes (2009). Aunque algunos de los trabajos no se relacionan con la física, los mismos concuerdan en reconocer la importancia que tiene la actividad experimental en el desarrollo de las habilidades en los estudiantes, con lo que coincide el autor de esta investigación, más aún si se tiene en cuenta la importancia de esta actividad para el futuro desempeño de profesionales de las ciencias técnicas.

Entre las habilidades principales a dominar que aporta la física según el modelo profesional del Ingeniero Civil se encuentran, entre otras:

- Comprobación experimental de modelos, leyes, principios y teorías.
- Montaje y ejecución de experimentos.
- Procesamiento e interpretación de datos experimentales de mediciones directas e indirectas.
- Medición de tiempo, longitud, masa, amplitud angular, presión, temperatura, intensidad de corriente eléctrica, resistencia eléctrica, diferencia de potencial, fuerza electromotriz inducida, iluminación.
- Construcción e interpretación de gráficos en escalas lineales y no lineales incluyendo en estos la representación de la incertidumbre en la medida.

El profesional egresado de la carrera de ingeniería Civil debe saber y saber hacer todo lo concerniente a su profesión, en tanto que la sociedad exige y debe garantizar el dominio de los fundamentos de la ciencia Física y el dominio de habilidades experimentales en relación con sus modos de actuación profesional, para contribuir a mejorar la calidad de los procesos que debe dirigir en su desempeño profesional.

Las vivencias acumuladas por el autor en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, le ha permitido apreciar por un lado, la realidad de las limitaciones del proceso de formación de habilidades experimentales de la Física en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, sin que responda a la lógica de la profesión de este ingeniero y por el otro, la necesidad de potenciar didácticamente el proceso de formación de habilidades experimentales de Física de modo integrado, sistémico y con enfoque investigativo.

Al respecto en la carrera investigada, a través de la observación directa, el intercambio sistemático y activo con los estudiantes, la revisión de documentos de la carrera, la observación a actividades desarrolladas por los estudiantes, en conversaciones informales con los docentes, así como la experiencia del autor en su labor de profesor universitario permitieron determinar las siguientes insuficiencias:

- Predominio de la utilización de técnicas operatorias reproductivas en el desarrollo de habilidades experimentales de la Física I.

- Insuficiente trabajo diferenciado en la actividad experimental y poca estimulación de la actividad independiente productiva, lo que limita el desarrollo de habilidades manipulativas e investigativas en el aprendizaje de los estudiantes.
- Falta de preparación e insuficiente desarrollo de habilidades experimentales por parte de los estudiantes para:
 - Medir con instrumentos sencillos.
 - Realizar montajes experimentales.
 - Procesar la data experimental.
 - Analizar e interpretar sus resultados.
- Limitada utilización de actividades experimentales vinculadas con los problemas profesionales del Ingeniero Civil.

De forma general los estudiantes muestran escaso desarrollo de las habilidades experimentales en la asignatura Física I, esto se evidencia en el hecho de que no se sienten en condiciones, concluida la asignatura, de resolver un problema experimental para aplicar los conocimientos teóricos recibidos.

Las insuficiencias detectadas llevaron al investigador a realizar el análisis correspondiente donde se dejan ver que las posibles causas conllevan a que gran parte de estas se deben a que en el propio proceso de enseñanza–aprendizaje de esta disciplina aún no se logra que el estudiante actúe de forma independiente sobre el objeto de estudio ya que:

- Predominan los métodos tradicionales sobre los de tendencia participativa e investigativa.
- No se aprovechan las potencialidades de la asignatura para el diseño de actividades experimentales.
- Las actividades experimentales, en específico las prácticas de laboratorio, se realizan con orientaciones muy cerradas, no posibilitando que el estudiante pueda realizar propuestas de variantes.

Al analizar estos elementos se evidencia que el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de Física en la formación del ingeniero civil existe un pobre desarrollo de habilidades experimentales siendo limitada la utilización de actividades experimentales con métodos más activos desde los primeros años de la carrera.

Este análisis es la base sobre la cual se fundamenta el siguiente **problema científico**: *¿Cómo aprovechar las actividades experimentales de la Física I para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil?*

el cual está enmarcado en el **objeto de investigación**: La actividad experimental de la física en la carrera de Ingeniería Civil.

Para resolver el problema se ha planteado como **objetivo de investigación**: Elaborar un conjunto de actividades experimentales de la Física I a partir de Laboratorios Proyectos que logren favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

Se delimita como **campo de acción**: las habilidades experimentales de los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

Para esta investigación se formula la siguiente **idea a defender**: el diseño de actividades experimentales con la estructura de Laboratorios Proyectos en la disciplina Física I, debe favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

Para la solución del problema de la investigación se desarrollaron las **tareas científicas**:

1. Sistematizar los elementos teóricos y metodológicos relacionados con las habilidades experimentales durante el desarrollo de la actividad experimental a partir de Laboratorios Proyectos de Física.
2. Caracterizar el estado actual de las habilidades experimentales de la Física I en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.
3. Elaborar Laboratorios Proyectos en la asignatura de Física I que deben favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.
4. Valorar la factibilidad de los Laboratorios Proyectos en la asignatura de Física I para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

La lógica investigativa seguida en el cumplimiento de las tareas permitió utilizar los siguientes métodos de investigación:

Del nivel teórico

- Análisis y síntesis: se determinó las relaciones existentes entre los contenidos de la carrera de Ingeniería Civil mediante la revisión del plan de estudio y programas para la búsqueda y el procesamiento de la información acerca del tema, la elaboración de las actividades experimentales, las conclusiones y las recomendaciones.
- Sistémico-estructural-funcional: permitió identificar y determinar los momentos de tránsito de la formación experimental, así como sus relaciones y funciones para analizar el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física I.
- Inducción-deducción: permitió determinar mediante un estudio diagnóstico las dificultades existentes en la formación experimental en aras de una mejor preparación de los estudiantes, y determinar la idea a defender y las principales conclusiones prácticas del campo de investigación.
- Análisis histórico-lógico: en la determinación de las insuficiencias del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física I en la carrera de Ingeniería Civil.
- Tránsito de lo abstracto a lo concreto: permitió establecer el diseño de Laboratorios Proyectos en la disciplina Física I a partir del análisis de los presupuestos teóricos y metodológicos.

Del nivel empírico:

- Entrevistas a estudiantes y profesores: permitió determinar la formación experimental que poseen y las acciones que desarrollan para contribuir a la misma en los estudiantes.
- Encuestas: permitió recopilar información sobre el diseño de las prácticas de laboratorios para favorecer el desarrollo de habilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física I en la carrera de Ingeniería Civil y obtener criterios acerca de la pertinencia de la propuesta elaborada.
- Talleres de socialización: permitió corroborar los resultados del criterio de especialistas y constatar la pertinencia de la propuesta.
- Análisis documental: permitió constatar, a partir de la revisión de documentos de la carrera, la participación de estudiantes en actividades científico técnicas, criterios sobre el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Física I y los principales aspectos relacionados con los campos de acción del Ingeniero Civil que guardan vínculo con la Física I y las habilidades experimentales con mayores dificultades en su desarrollo.

- Observación participante: permitió constatar las insuficiencias en las habilidades experimentales de los estudiantes de Ingeniería Civil en el Campus Universitario Oscar Lucero Moya durante las prácticas de laboratorio.
- Consulta de especialistas: posibilitó el conocimiento de las opiniones y criterios de especialistas acerca de la propuesta de laboratorios proyectos para el desarrollo de habilidades experimentales.

Métodos estadísticos:

- Análisis porcentual: permitió procesar la información de los instrumentos aplicados.
- Tablas y gráficos: permitió ilustrar la información.

El aporte fundamental del trabajo radica en los laboratorios proyectos de Física I, con sus orientaciones, que deberán favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Holguín.

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

El capítulo 1 contiene los resultados de los métodos que permiten reseñar el marco teórico metodológico referencial relacionadas con las habilidades que se desarrollan en la actividad experimental de la Física, en la que se precisan las insuficiencias y causas que incidieron en el problema científico de la investigación.

El capítulo 2, presenta un conjunto de Laboratorios Proyectos en la asignatura de Física I que deben favorecer el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil. Se hace una valoración de la factibilidad de dicha propuesta.

CAPÍTULO 1. LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL DE LA FÍSICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.

En este capítulo se presentan los presupuestos teóricos, metodológicos y prácticos relacionados con la actividad experimental y el desarrollo de habilidades experimentales que debe adquirir el estudiante que cursa el primer año de la carrera de Ingeniería Civil, en la disciplina de Física I. Desde estos se reflexiona acerca del desarrollo de habilidades experimentales y se caracteriza su estado actual.

1.1 El proceso de enseñanza–aprendizaje de la Física en la carrera de Ingeniería Civil.

La enseñanza de la Ingeniería Civil en Cuba comenzó en el año 1900 a partir de la Orden Militar No.266, de fecha 30 de junio de ese propio año, establecida por el Gobierno Interventor norteamericano. “El Plan Varona” reorganizó la enseñanza en la Universidad de La Habana y entre otras medidas, formando parte de la Facultad de Letras y Ciencias, creó la Escuela de Ingenieros, Electricistas y Arquitectos, dando comienzo de esta forma a la enseñanza de la Ingeniería Civil dentro de dicha Facultad en esa fecha (Rivada, 2001). Un nuevo Plan de Estudio de la carrera de Ingeniero Civil se comienza a aplicar en 1925, el cual representa un notable paso de avance en comparación con el que existía, especialmente en las materias básicas. Las asignaturas de las ciencias básicas se mantuvieron similares a las del Plan de Estudio anterior, aunque algunas se ajustaron a los requerimientos de la Carrera. Se ampliaron asignaturas y se introdujeron otras. Puede decirse sin lugar a dudas que, con las transformaciones realizadas en ese entonces, ya la enseñanza de la Ingeniería Civil en Cuba se situaba en un buen nivel en nuestra región geográfica (Pérez, 1996).

El nuevo Plan de Estudio para la carrera de Ingeniería Civil se estructura partiendo de los lineamientos fundamentales establecidos en el “Documento Base para la elaboración de los Planes de Estudio E” (MES, 2018), y de la experiencia acumulada durante la aplicación de los planes de estudio C, C perfeccionado y D, decidiéndose desarrollarlo en cuatro años para la modalidad de curso diurno y en cinco años y medio para la modalidad de curso por encuentros.

El Plan de estudio E se distingue en su concepción porque logra la integración de la carrera desde la Disciplina Principal Integradora, que intencionalmente está diseñada para crear

la mayor cantidad de habilidades necesarias para la formación de un ingeniero civil de perfil amplio y desarrollar los modos de actuación profesional.

En el siglo actual la Ingeniería se reconoce como *“la profesión en la cual el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales obtenido por el estudio, la experiencia y la práctica se aplica conscientemente para desarrollar maneras de utilizar, eficientemente, los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el bien de la humanidad”* (ABET, 2016, p.5).

La Física como ciencia natural fundamental se ocupa del estudio de la materia y su estructura, así como de las formas físicas de movimiento a saber: el mecánico, térmico, electromagnético, cuántico, atómico, nuclear y subnuclear, que son las formas más simples y generales del movimiento de la misma. En otras palabras, el objeto de la Física son los movimientos fundamentales de la materia y su estructura.

La Física 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.

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 disciplina 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.

Como ya se ha expresado, el objeto de estudio de la Física abarca el estudio de la estructura de la materia, así como las formas inherentes de movimiento de esta y la

interrelación entre estos, por eso esta disciplina no solamente proporciona las herramientas básicas para la comprensión de los fenómenos naturales, si no que constituye el fundamento de (MES, 2018):

- Los principios de medición de todos los dispositivos destinados a esta función, los cuales no solamente se limitan a servir como medios de control de la calidad en procesos productivos o para caracterizar fenómenos naturales, si no que cada vez cobran más relevancia en los temas relacionados con el medio ambiente y sobre todo con la salud.
- El diseño y construcción de herramientas, mobiliario y dispositivos tecnológicos en general.
- El diseño de las condiciones en que se realizan las labores productivas o de servicios.

Los anteriores constituyen solamente algunos ejemplos de la actividad de la sociedad actual a los que la Física sirve de fundamentación científica. No es casual por tanto que esta disciplina esté no solamente relacionada indisolublemente con las Matemáticas, si no que articula de modo natural con las ciencias de materiales, la ergonomía, las telecomunicaciones, la hidráulica, todos los sistemas de controles automáticos, los procesos tecnológicos e industriales, los sistemas y procesos constructivos, los soportes de todos los sistemas informáticos, la producción y distribución de energía, los circuitos y los dispositivos eléctricos, electrónicos, electromecánicos, electro-ópticos y nanotecnológicos en que estos se fundamentan.

En resumen, la Física está implícita, en todas las ramas que abarcan los objetos de estudios de todas las ingenierías. El aporte científico metodológico de la Física por su esencia, así como la cosmovisión que debe transmitir al estudiante de ingeniería contribuirá no solamente a su formación en la especialidad, si no, que lo dotará de elementos de conocimientos y metodológicos, así como de un pensamiento lógico y abstracto desarrollado que le facilitarán su labor inter disciplinaria e inter ramal imprescindibles para desempeñar exitosamente su función social en esta época y un importante papel en la formación de la concepción científica del mundo, que, sustentada en los principios del materialismo dialéctico, promueva en el estudiante una correcta y moderna cosmovisión del Universo del que forma parte.

La disciplina contribuye a la formación integral del ingeniero, a través del estudio del objeto de la Física, su lógica y sus métodos, con un enfoque intra, multi, inter

y transdisciplinar a partir de una cosmovisión global coherente, que permita pertrechar al ingeniero en formación de las herramientas teórico-metodológicas y axiológicas para enfrentar la solución de los diversos problemas con que deberá enfrentarse en el ejercicio de su profesión, con una conciencia patriótica, político-ideológica, jurídica, económica así como del impacto social y ambiental que pueden ocasionar los productos del desarrollo científico-tecnológico en su interacción con el objeto de la profesión.

La Física como disciplina dinamiza, integra y profesionaliza el proceso de formación de habilidades experimentales, al tomar las prácticas como contexto curricular de formación, de modo que hace posible que se extienda a otras asignaturas y actividades, así como muestra la interrelación entre los componentes didácticos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Entre los objetivos que se persiguen en esta investigación y los objetivos generales que se quiere alcanzar en el ingeniero se tiene (MES, 2018):

- La materialidad y la cognoscibilidad del mundo.
- El movimiento en sus diversas formas como modo de existencia de la materia
- La unidad dialéctica entre objeto, propiedad y medida.
- El papel de los conceptos, modelos, leyes, teorías y cuadros físicos en el conocimiento del objeto.
- Montar sistemas experimentales sencillos, 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.

El «saber hacer» para el ingeniero Civil es fundamental y trascendente, si se soporta en un basamento teórico. La Física como disciplina académica tiene un alto contenido de actividades experimentales y ello facilita los contextos de desarrollo suficientes para la formación de habilidades vinculadas a la experimentación. En este sentido, se convierte en la ciencia básica con mayor protagonismo curricular para dinamizar acciones de carácter experimental en forma horizontal en el año académico y vertical en toda la carrera.

Esta es una razón de peso para que los profesores profesionalicen la asignatura y muestren el camino a los estudiantes que los conducirá a responder el «para qué aprender» los contenidos científicos (Martin, Mena, Valcárcel, 2017).

Las habilidades principales a dominar que se persiguen en el modelo profesional y que consecuentemente se persiguen en esta investigación para el ingeniero civil se encuentran (MES, 2018):

- Caracterización del cuadro físico del mundo
- Clasificación, definición, identificación y comparación de conceptos y magnitudes físicas, así como calcular estas últimas.
- Comprobación experimental de modelos, leyes, principios y teorías.
- Establecimiento de analogías entre teorías, modelos y fenómenos
- Simulación de objetos, sistemas, procesos y fenómenos físicos por analogía y valiéndose de simulaciones virtuales de experimentos docentes (SVED).
- Aplicación de leyes, ecuaciones y métodos de trabajo teórico y experimental haciendo uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Montaje y ejecución de experimentos.
- Procesamiento e interpretación de datos experimentales de mediciones directas e indirectas.
- Medición de tiempo, longitud, masa, amplitud angular, presión, temperatura, intensidad de corriente eléctrica, resistencia eléctrica, diferencia de potencial, fuerza electromotriz inducida, iluminación.
- Construcción e interpretación de gráficos en escalas lineales y no lineales incluyendo en estos la representación de la incertidumbre en la medida.
- 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 softwares.
- Estimar las incertidumbres tipo A, tipo B, combinada y expandida para los objetos de medición, identificando sus fuentes en el sistema experimental empleado.

La Física I para la carrera de Ingeniería Civil tiene ubicación en el plan de estudio perteneciente al currículo base en el segundo semestre de primer año, con un total de 80

horas clases y culminación de un examen final. La bibliografía propuesta tiene un alto rigor científico y didáctico y un nivel de actualización adecuado (MES, 2018).

Las formas de organización docente de la asignatura son:

- Conferencia
- Seminario
- Clase Práctica
- Prácticas de Laboratorio

En seminarios desarrollados por los estudiantes y 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. Sin embargo, la forma de desarrollar las prácticas de laboratorios no posibilita un aprendizaje activo y limita el desarrollo de habilidades experimentales.

Esta disciplina básica guarda una estrecha relación con la matemática, al tiempo que tributa a disciplinas como: Topografía, Geotecnia, Análisis de Estructuras y Diseño de Estructuras, las que en alguna medida emplean conceptos, leyes, formulaciones basadas en la Física, contribuyendo así a la formación integral de los estudiantes de la carrera.

El principal método que utiliza es el deductivo, el cual permite economía de tiempo en la propia dinámica del proceso y un mayor desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes, sin dejar de tener en cuenta su relación dialéctica con la inducción sobre todo en el desarrollo de aquellos contenidos que por su complejidad lo requieran.

Teniendo en cuenta el carácter esencialmente experimental de la disciplina, debe fomentarse la utilización de demostraciones experimentales fundamentalmente en las conferencias, aunque no necesariamente nada más en este tipo de clases, como elemento de motivación para los estudiantes y de contribuir a formar en los mismos el método de investigación científica (MES, 2018).

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: por su naturaleza motivacional; su vínculo con el desarrollo del pensamiento teórico y la creatividad; el progresivo entendimiento de la praxis misma de los

conocimientos científicos y los métodos y medios de la actividad experimental y por los aspectos relacionados con la comunicación de los resultados del experimento.

En el análisis al programa de Física I para el Ingeniero Civil juega un importante la realización de actividades experimentales para el desarrollo de habilidades que serán útiles en el desempeño profesional de este ingeniero, sin embargo, es necesario precisar los elementos teóricos y metodológicos de estas.

1.2 La actividad experimental de la física. Desarrollo de habilidades.

Con el desarrollo de la ciencia experimental apareció el experimento en la educación, el cual cobra espacio y ocupa un lugar trascendental en el siglo XX, especialmente en su segunda mitad. Desde entonces se utiliza tradicionalmente como uno de los métodos de la actividad docente (Rodríguez, 2012).

Según Kuznietsov (1962, citado en Gómez, 1999), los hechos experimentales constituyen el primer elemento estructural en el sistema de conocimientos físicos. *“La experimentación es uno de los métodos fundamentales del conocimiento empírico: la forma de observar la naturaleza, de estudiarla, de asimilar sus propiedades y de medirlas”* (p.31).

El trabajo experimental en la enseñanza aprendizaje de las asignaturas no ha tenido igual progreso que otras formas de docencia. La mayor parte de las veces se sigue pensando en el experimento como un método de contemplación de la realidad, en el nivel empírico del aprendizaje, como la fuente principal de la percepción viva, como conocimiento sensorial directo (Majmutov, 1983, citado en Rodríguez, 2012), ignorando las leyes del conocimiento racional indirecto y en particular el papel que en él juegan los aspectos teóricos de la ciencia.

La Física es una ciencia teórico - experimental. Sus conclusiones y logros tienen como soporte material el experimento cuidadosamente organizado, las observaciones, las mediciones y las profundas investigaciones teóricas. En la Física, el experimento es la fuente de los conocimientos y el método de la investigación (Pérez y Gómez, 1995).

La realización, en las clases de Física, de actividades experimentales pone de manifiesto la verdad leninista sobre el camino al conocimiento, articula la actividad práctica con el conocimiento abstracto en una unidad dialéctica donde ambos se enriquecen y

complementan. La actividad experimental permite verificar cada avance del conocimiento, cada verdad descubierta, cada teoría propuesta.

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 (Rodríguez, 2012).

El estudiante debe aprender que, en la actividad experimental, es necesario partir de los conocimientos previos, confrontarlos con los nuevos y construir un aprendizaje propio de los contenidos de ciencias. También se debe generar curiosidad en los estudiantes para que se pregunten sobre orígenes, causas y efectos de los fenómenos de la naturaleza a fin de explicarlos científicamente.

Las actividades experimentales en la enseñanza de las Ciencias Naturales se utilizan de manera indistinta, en textos, artículos y diferentes materiales impresos como en la propia comunicación verbal de investigadores, profesores, estudiantes y políticos, los términos de "prácticas de laboratorio", "trabajo experimental", "actividades prácticas", "experimento", entre otros, para designar un mismo tipo de actividad docente (Colado, 2003).

Entre los principales autores del tema, se destacan, Rojas (1985, 1988), Álvarez (1996), Gómez (1997), Fuentes (1997), Blas (2000), González (2001), Bermúdez (2003), Colado (2003), Malagón, J.; Sandoval, S., Ayala, M., Tarazona, L. (2006), Montes de Oca y Machado (2009), Peña (2012), Torres y Bernal (2013), Mejía (2014), Domingos-João y Pérez (2015), Fonseca (2016), Arencibia, Morales y Torres (2017), quienes arriban a importantes consideraciones sobre su concepción.

De acuerdo a Peña (2012), las actividades experimentales son aquellas que para su realización incluyen una experiencia que sea real, efectuada por el educando o por el maestro con la colaboración de los estudiantes, empleando materiales de su entorno, y que dirijan y articulen el proceso de enseñanza aprendizaje y evaluación de algún concepto científico.

Fonseca, (2016) entiende la actividad experimental no como el verificador de teorías, sino como la ampliación de experiencias que son mediadas desde las exploraciones

intencionadas de los sujetos, permitiendo la construcción de magnitudes, medidas, formalizaciones y organizaciones que acompañan la construcción de un fenómeno.

Malagón, J.; Sandoval, S., Ayala, M., Tarazona, L. (2006) consideran que la actividad experimental para el docente implica hacer el ejercicio de construcción de “equipos y experiencias, [...] es decir, hay que especificar las condiciones precisas en que un montaje dado funcionaría”, en este sentido, es una actividad donde se reconoce que aspectos tales como la calibración y la determinación de rangos de validez en el funcionamiento de los diseños experimentales resultan ser aspectos fundamentales y no meras consideraciones técnicas. Para el caso de los docentes el trabajo también es arduo cuando se trata de diseñar y calibrar los equipos que requiera la experiencia.

Para Domingos-João y Pérez (2015) *“La realización de la actividad experimental debe partir de la asignación de tareas docentes que conduzcan a problemas, en correspondencia con los intereses y necesidades propias de la formación profesional de los estudiantes...”* (p. 8).

La actividad experimental es relevante y significativa para la enseñanza siempre y cuando se preste la atención necesaria en su planeación apropiada y ejecución, ya que de ella no solo se tiene la riqueza de la comprensión en alguna temática en particular sino la oportunidad de explorar el mundo de las ciencias no de manera mecánica o consumista sobre lo que digan los textos o libros; reconocer en cada estudiante la manera en que este va aprendiendo o avanzando en la construcción de sus propios saberes, la fortaleza de que los mismos docentes reconozcan en sus estrategias sus alcances y dificultades y sobre todo logrando la transformación de la imagen de ciencia en la que docentes y estudiantes veníamos considerando hasta no hace mucho tiempo. (Torres y Bernal, 2013). Una característica importante de la actividad experimental es que cuando los alumnos investigan, diseñan y conducen un experimento científico, realizan actividades en donde aplican y contextualizan los conocimientos conceptuales aprendidos, lo cual resulta más significativo para ellos y los motiva a realizar otras investigaciones y emplear sus conocimientos en la solución de problemas de índole ambiental o científico. (Mejía, 2014). Las actividades experimentales son vía de lograr el vínculo teoría y prácticas, que desarrolla conocimientos y habilidades intelectuales y manuales, que utiliza la observación

y el experimento y que está relacionada con la actividad investigativa en su concepción y proceder (Rojas, 1985).

Las actividades experimentales están orientadas hacia la comprensión de la naturaleza de los conocimientos científicos, las características de la actividad investigadora, la utilización de los métodos de observación y experimentación a través del enfrentamiento a áreas y soluciones de problemas del entorno cotidiano, que permiten la adquisición de formas de razonamiento sistemáticas y generalizadas, y que contribuyen a desarrollar capacidades intelectuales en el proceso de aprendizaje y al mismo tiempo incrementan el interés por el estudio de las ciencias naturales y su responsabilidad en la valoración de utilidad y significado social (Colado, 2005).

El autor asume que la 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 problemáticas de su profesión. (Hidalgo y Pérez, 2020).

Una clasificación de actividades experimentales que responde al grado y modo de participación de los alumnos y el profesor en la realización de estas tareas dentro del proceso de enseñanza–aprendizaje (adaptación de Bugáev, 1989 realizada en Gómez, 1997), contiene:

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

Las diferencias están dadas por la función del profesor y el estudiante en la clase y el nivel de la actividad independiente de este último. Rojas (1985, 1988 y 1990) hace alusión explícita a las actividades experimentales con enfoque investigativo a lo largo del programa y en correspondencia con el desarrollo de los niveles de independencia cognoscitiva de los estudiantes.

Habitualmente la actividad experimental que se realiza en un local condicionado es el de práctica de laboratorio, siendo estas encaminadas a retomar experimentalmente las temáticas abordadas que se han visto en clase. El diseño de la práctica de laboratorio describe un paso a paso que debe seguir el estudiante para dar convencimiento a lo que ha expuesto el maestro precedentemente.

Existen diversas clasificaciones de prácticas de laboratorio, el autor asume el análisis referido por Paredes (2009); dada por Crespo y Álvarez (2008), quienes las clasifican atendiendo a: su carácter metodológico; sus objetivos didácticos; su carácter de realización y su carácter organizativo docente.

Por su carácter metodológico:

- Abiertos: A partir de un problema debe realizar la experimentación, en la que los conocimientos, hábitos y habilidades que tienen los estudiantes no son suficientes, y deberá buscar los que necesite, teniendo determinados niveles de ayuda.
- Cerrados “Tipo Receta”: Se ofrecen los conocimientos elaborados y estructurados, solo deben estudiar el contenido preparado y posteriormente realizar las operaciones que se orientan en una guía.
- Semicerrados / Semiabiertos: Es una combinación de los dos anteriores, no se les facilitan a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problémicas se le motiva a indagar, suponer y hasta de emitir alguna hipótesis, que tendrá que constatar a través de la experimentación. En estas se establecen las operaciones que deben realizar.

Por sus objetivos didácticos:

- De Habilidades o destrezas: Su objetivo es desarrollar en los estudiantes hábitos y habilidades o destrezas de manipulación y medición con los instrumentos y equipos, así como con los métodos de procesamientos estadísticos de los datos experimentales.
- De Verificación: Su objetivo es verificar o comprobar experimentalmente los contenidos teóricos: leyes y principios; comportamiento de magnitudes o análisis de un fenómeno estudiado.
- De Predicción: Se dirige la atención hacia un hecho, manifestación u ocurrencia en un montaje experimental dado, de forma que sea capaz de predecir el comportamiento de las magnitudes físicas involucradas, así como identificar la teoría en que se fundamenta

tal hecho, lo que conllevaría a una verificación posterior que dé continuidad lógica a la experimentación.

- Inductivos: A través de tareas bien estructuradas se le orienta paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que se desconoce.
- De Investigación: Tipo de actividad muy completa. Parte de una situación problémica, y en la que se pueden integrar los demás tipos de laboratorios, desarrollándose como una pequeña investigación, transitando desde exploración de la realidad hasta la generalización del método, luego se comunican los resultados con la discusión del informe técnico (parte del sistema de evaluación), así como en eventos científicos.

Por su carácter de realización:

- Frontales: Todos los estudiantes realizan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo. Se utiliza, mayormente, como complemento de la teoría o para desarrollar habilidades manipulativas, de medición y otras. Este tipo de actividad, le permite al profesor iniciarla con una introducción y culminarla con unas conclusiones, ambas de carácter generalizador.
- Por Ciclos: El sistema de prácticas se fracciona en subsistemas según la estructura didáctica del curso, siguiendo como criterio las dimensiones del contenido, o sea, unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales. Se estructura siguiendo los momentos: introductorio, de desarrollo y conclusiones, pero como es obvio, el profesor no podrá hacerlo de forma generalizadora como en el caso de los frontales.
- Personalizadas: Los estudiantes se encuentran en el laboratorio ante una situación que requiere de un mayor esfuerzo en el estudio individual, respecto a su preparación para la práctica de laboratorio. Por lo general se usa cuando no se cuenta con el equipamiento suficiente y sólo se puede diseñar un experimento de cierto contenido o tema. La introducción y las conclusiones de la actividad se particularizan a cada equipo de estudiantes en su puesto de trabajo.

Por su carácter organizativo docente:

- Temporales: Se planifican en el horario docente y que el profesor ubica, con el tiempo de duración correspondiente, para que sea de estricto cumplimiento por parte de los estudiantes. Estas se realizan, casi siempre, posteriores a la impartición en Conferencias y Clases Prácticas del contenido teórico de las mismas, de forma que se

complete un ciclo de desarrollo y/o formación de conocimientos hábitos y habilidades en el proceso aprendizaje.

- Espaciales: Se informa, al inicio del curso escolar, el sistema de prácticas de laboratorios que deben vencer en la asignatura para dar cumplimiento a los objetivos del programa de estudio, y se le facilitan las orientaciones para su realización. Los estudiantes deciden en qué momento (intervalo espacial) realizarán tales prácticas, de manera independiente. Algunos docentes prefieren llamar a este tipo de práctica de laboratorios como “Libres”.
- Semitemporales / Semiespaciales: Se consideran un término intermedio entre las dos anteriores, debido a que se establece un límite espacio-temporal, en su planificación docente, para que los alumnos puedan y deban realizar las prácticas de laboratorios correspondiente a determinado ciclo de los contenidos teóricos. Estas dos últimas clasificaciones requieren un mayor sentido de la responsabilidad en los estudiantes.

Independientemente de la clasificación que se les da a las prácticas de laboratorio, estas pueden combinarse con el objetivo de desarrollar determinadas habilidades en los estudiantes.

La práctica de laboratorio como actividad experimental implica que el mismo sujeto es el que le da sentido a lo que hace. Esta actividad se vuelve propia y no ajena a éste, ya que es él mismo quien plantea los problemas que subyacen al quehacer experimental y determina cómo ha de proceder.

En la enseñanza de la Física hasta nuestros días, en las prácticas de laboratorios, se ha impuesto el llamado enfoque tradicional, el que Fraga (1996) dice “...se trata además de experimentos a realizar en un tiempo fijo y sin posibilidad de pensar y experimentar otras variantes. Es por eso que, menos formalmente, a este enfoque se llama también de “recetas de cocina” (cookbook experiments) ...” (p.39).

En los últimos años ha existido una tendencia a cambiar esta concepción, sin obviar las ventajas de uno u otro método; pero todavía no se alcanza el desarrollo deseado, por lo que se hace necesario continuar el trabajo con el fin de lograr este objetivo.

La actividad experimental en la docencia debe ser retomada, en su aspecto práctico, y para ello, nuevas concepciones, más avanzadas, de mayor efectividad pedagógica y científica deben ocupar el lugar tan demandado de esta forma y método del trabajo docente, la cual

cumple una tarea educativa de suma importancia, ya que provee el marco para el desarrollo de habilidades de trabajo independiente experimental y para la formación de trabajo científico organizado.

1.2.1. Las habilidades experimentales.

El concepto habilidad proviene del término latino (*habilitas*), y hace referencia a la maña o destreza para desarrollar algunas tareas. El término habilidad puede referirse a diferentes conceptos: habilidades en el ámbito cognitivo, habilidades en el ámbito profesional, habilidades en el ámbito social y habilidades en el ámbito de los juegos.

En la literatura moderna, el término habilidad generalmente es usado como sinónimo de *saber hacer*, es decir, que las habilidades permiten al individuo realizar una determinada tarea. De esta manera el conocimiento constituye una premisa para el desarrollo de la habilidad y forma parte de su estructura, por ello es necesario recalcar que éste es efectivo y existe realmente siempre que pueda ser aplicado en la solución de determinadas tareas (Gómez, 1999).

Las habilidades le permiten al hombre realizar una determinada tarea, mediante la apropiación de un sistema de métodos y procedimientos que utiliza en la realización de disímiles tareas, al comenzar a dominar gradualmente operaciones que serán a través de la sistematización más perfectas, porque se apoya en la experiencia que posee. Por tanto, para lograr efectividad en la formación y desarrollo de habilidades es fundamental cumplir determinados requisitos como: la sistematización y su consecuente consolidación, el carácter consciente de este proceso de aprendizaje, la clara comprensión de los fines perseguidos y la realización gradual del proceso de aprendizaje. (Brito, 1999)

Una valoración de las definiciones aportadas por Petrovski (1985); Talízina (1988); Avendaño (1989); Fuentes (1989); Malagón, J.; Sandoval, S., Ayala, M., Tarazona, L. (2006); Colado, (2005); Peña (2012); Arencibia, Morales y Torres (2017); Mejía, (2014); Domingos-João y Pérez (2015); Fonseca (2016), se aprecia coincidencia en considerar que la habilidad se desarrolla en la actividad, con la sistematización de las acciones subordinadas a su fin consciente, no sólo con la repetición y su reforzamiento sino también el perfeccionamiento de las mismas; además es imprescindible la diferenciación por el

contenido y la forma de realización, dando solución a tareas teóricas y prácticas, para que traigan consigo la apropiación de diferentes formas de actividad.

Álvarez, R. (1997) define las habilidades como: "*estructura psicológica del pensamiento que permiten asimilar, conservar, utilizar y exponer los conocimientos. Se forman y desarrollan a través de la ejercitación de las acciones mentales y se convierten en modo de actuación que dan soluciones a tareas teóricas y prácticas*" (p.93)

Avendaño (1989) considera la habilidad como: "*la aplicación de forma exitosa de los conocimientos a la solución de tareas ya sea práctica o mental*". (p.7)

Fuente, Mestre y Repilado (1997) en la definición de habilidad incluyen "*el modo de interacción del sujeto con el objeto, el contenido de las acciones que el sujeto realiza, integrada por el conjunto de operaciones que tienen un objetivo y se asimilan en el propio proceso*" (p.12).

Talízina (1988), al caracterizar la habilidad atendiendo a sus elementos, además del conjunto de operaciones que la integran y que constituyen su estructura técnica, plantea que hay que tener en cuenta al sujeto que debe dominar la habilidad, el objetivo que se satisface mediante la habilidad, la orientación que determina la estructura de dicha acción y el resultado que se ha de esperar de la acción (que tiene que coincidir con el objetivo).

Realizando una valoración de las definiciones ofrecidas por estos autores, se aprecia coincidencia en considerar que la habilidad se desarrolla en la actividad, con la sistematización de las acciones subordinadas a su fin consciente, no sólo con la repetición y su reforzamiento sino también el perfeccionamiento de las mismas; además es imprescindible la diferenciación por el contenido y la forma de realización, dando solución a tareas teóricas y prácticas, para que traigan consigo la apropiación de diferentes formas de actividad, de manera integrada: cognoscitiva, práctica y valorativa, o sea constituya lo que plantea Pupo (1990) refiriéndose a este aspecto, que la actividad es síntesis de los aspectos ideal y material del hombre, cuya expresión concreta se realiza en la dinámica y movimiento de estas formas de actividad, a partir del condicionamiento material-objetivo que le sirve de fundamento y premisa, en fin, saber hacer (Ruiz, 2005).

Rodríguez (1989), citada por Ruiz (2005), argumenta que para formar o desarrollar una habilidad es necesario transitar por tres momentos: la adquisición de las formas de actuar,

la comprensión de las formas de actuar y la ejercitación variada y creadora, criterio asumido por el autor.

Así mismo asume, desde la Didáctica, lo planteado por Montes de Oca y Machado (2009) que “...*la habilidad es aquel componente del contenido que caracteriza las acciones que el estudiante realiza al interactuar con el objeto de estudio (conocimiento)*”. (p. 5).

De acuerdo a Brito (1999), las habilidades permiten al estudiante realizar una determinada tarea, mediante la apropiación de un sistema de métodos y procedimientos que utiliza en la realización de disímiles tareas, al comenzar a dominar gradualmente operaciones que serán a través de la sistematización más perfectas, porque se apoya en la experiencia que posee. Por tanto, para lograr efectividad en la formación y desarrollo de habilidades es fundamental cumplir determinados requisitos como: la sistematización y su consecuente consolidación, el carácter consciente de este proceso de aprendizaje, la clara comprensión de los fines perseguidos y la realización gradual del proceso de aprendizaje.

Acerca de las habilidades se han establecido diversas clasificaciones atendiendo a distintos criterios, así mismo se clasifican en generales, específicas, laborales, docentes, profesionales; intelectuales, prácticas y habilidades para la actividad docente (Fiallo, 1996); propias de las ciencias (Álvarez, 1992); habilidades lógicas o intelectuales (Fuentes, 1997); habilidades propias del proceso de enseñanza–aprendizaje (Álvarez, R., 1992). Sin embargo, para los efectos de este trabajo se asume las ofrecidas por Álvarez (1992), según el plan de ejecución: Intelectuales o teóricas y Prácticas o motrices.

Las habilidades intelectuales o teóricas están relacionadas con las acciones psíquicas o teóricas que ejecuta el alumno y le permiten una interrelación directa con el medio. Las prácticas o motrices están relacionadas con las acciones que ejecuta el alumno para realizar las actividades experimentales, gráficas, etc. con la ayuda de los conocimientos y hábitos adquiridos (Gómez, 1999).

Entre los dos tipos de habilidades hay una estrecha relación, aunque el presente trabajo se refiere a las habilidades experimentales que necesariamente incluyen habilidades manipulativas (prácticas) y habilidades intelectuales.

En el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física, los estudiantes desarrollan habilidades experimentales, y el método que contribuye a su formación precisamente es la experimentación docente. Esta proporciona al estudiante un algoritmo de trabajo que le

permite adquirir habilidades de manipulación, de mediciones, de cálculo, de gráficas, de solucionar tareas experimentales, así como de observación y explicación de hechos y fenómenos físicos.

Según Paredes (2009), considera *las habilidades relacionadas con la actividad experimental, aquellas que deben manifestarse durante la realización de las prácticas de laboratorio y el desarrollo de estas habilidades garantiza la correcta comprensión y ejecución de las actividades, su algoritmo y el logro de conclusiones en los experimentos* (p.20).

Entre las que cita dicho autor, se encuentran: *Identificar* magnitudes físicas, identificar los instrumentos para medir las magnitudes físicas, identificar las unidades adecuadas para expresar las magnitudes físicas, *expresar* el valor de magnitudes físicas con sus unidades correctas, *seleccionar* el instrumento adecuado para realizar una medición, *describir* el procedimiento para realizar una medición, convertir valores de magnitudes físicas y expresarlos en otra unidad.

Otras analizadas por Paredes (2009) que no son tan sencillas de verificar, pero también se manifiestan en la actividad práctica y son de mucha importancia. Se relacionan a pesar de no haber sido cuantificado su desarrollo, pero de manera indirecta se puede inferir su afectación. Estas son: *Observar* e identificar fenómenos físicos (reales o esquematizados), interpretar esquemas que representan fenómenos físicos, *comparar* cantidades de magnitudes físicas en cuerpos de similar naturaleza, apreciar dimensiones de magnitudes en cuerpos y fenómenos, *caracterizar* la escala de un instrumento de medición, *medir* magnitudes físicas directa o indirectamente, relacionar la magnitud con su instrumento y su unidad.

Anotar datos obtenidos en un experimento físico, interpretar datos de tablas y gráficos. Interpretar problemas originados en un experimento físico, resolver problemas a partir de resultados experimentales, realizar diagramas de actividades experimentales, elaborar tablas con los datos de un experimento físico, construir gráficos a partir de los datos experimentales, elaborar informes a partir de los resultados experimentales, caracterizar cuerpos presentes en un experimento, explicar las causas de fenómenos físicos observados en el experimento, describir fenómenos físicos observados, definir conceptos físicos a partir de la observación de fenómenos, demostrar leyes físicas a partir de la

observación de experimentos, planificar experimentos relacionados con un fenómeno físico.

En todas estas habilidades son necesarias también las teóricas, por lo que se asume la definición ofrecida por Bello (1993, citada en Gómez, 1999) que se refiere a *que las habilidades experimentales son aquellas “asociadas a la experimentación, habilidades teóricas (observar, describir, etc.) y habilidades prácticas o motrices (montar instalaciones, operarlas, medir, etc.)*, (p.41), por cuanto constituye las acciones que el sujeto realiza al interactuar con el objeto físico real, con el fin de estudiarlo (Gómez, 1999).

El desarrollo de estas habilidades en el estudiante durante la actividad experimental, mediante una participación activa en las clases de Física, propician habilidades en el futuro Ingeniero en su desempeño estudiantil y laboral.

Cuando no se aprovechan las actividades experimentales para el buen desarrollo de habilidades, el logro de estas se afecta, por ello se hace necesario diagnosticar el estado actual de las mismas en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil.

1.3 Situación actual de las habilidades experimentales de la física en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil.

Para el estudio de la situación actual del desarrollo de habilidades experimentales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad de Holguín, se investigó cuáles son las causas que influyen en proceso de enseñanza–aprendizaje, se utilizaron métodos y técnicas de investigación, que se aplicaron a profesores, directivos y estudiantes de la carrera Ingeniería Civil. Por otra parte, se tuvieron en cuenta las observaciones del investigador durante tres años en la carrera, como profesor de laboratorio.

Estas actividades se utilizaron tanto para diagnosticar la no adquisición de determinadas habilidades experimentales para la ejercitación de las mismas. Partiendo del análisis conjunto que se hace en determinadas etapas y del trabajo independiente realizado por los estudiantes para la solución de las mismas, es decir, que en muchos casos se puede anticipar la causa de la dificultad o al menos acotarla con más precisión.

Se determinaron como indicadores fundamentales para el diagnóstico, los siguientes:

1. Habilidades experimentales con mayores dificultades en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

2. Nivel de preparación de estudiantes y profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física antes, durante y después de las actividades experimentales.
3. Particularidades de las vías para el desarrollo de las habilidades experimentales durante la actividad experimental en el plan de estudio E.
4. Vinculación de la Física a la carrera de Ingeniería Civil.

Si bien se puede decir que en el transcurso de los años a través de investigaciones y de estudios se ha manejado la idea de una transformación en la realización, orientación y desarrollo de las actividades experimentales en la Educación Superior, también se puede decir que todas estas no se han logrado organizar e implementar con la calidad que se requiere, ni se ha logrado que la mayoría de los profesores entiendan las ventajas y la necesidad de implementar nuevos métodos de trabajo para utilizar en las actuales exigencias del desarrollo del plan de estudio actual “E” que reduce la cantidad de horas clases y aumenta los sistemas de conocimientos.

Los estudiantes diagnosticados evidencian tener limitaciones en las habilidades experimentales necesarias para enfrentar el reto que imponen las condiciones de desarrollo en el modo de actuación del profesional y utilización de las mismas en el enfrentamiento con otras disciplinas las que tienen como necesidad básica el empleo de estas habilidades.

En el diagnóstico realizado se utilizaron diferentes técnicas de investigación tales como: entrevista, encuesta, revisión de documentos, observación, métodos empíricos, triangulación de fuentes.

Se revisaron y analizaron los documentos de la carrera:

- Modelo del profesional, Plan de Estudio “E” carrera Ingeniería Civil (2018).
- Programa de la disciplina Física para Ingeniería Civil.

Se aplicaron encuestas y entrevistas a:

- estudiantes de la carrera Ingeniería Civil.
- profesores de Física que imparten o han impartido la asignatura de Física I.
- Jefe de Disciplina que atienden la enseñanza de la Física en la Universidad de Holguín, Campus “Oscar Lucero Moya”.

Resultado de la guía de observación del proceso de enseñanza–aprendizaje (Anexo 1).

- Se constató que la gran mayoría de los estudiantes no asiste al laboratorio en horario extra a realizar su preparación consciente.
- Durante el acto de medición de magnitudes físicas, para determinar la apreciación del instrumento de medición o incluso leer las escalas de los instrumentos se evidenciaron dificultades.
- Los instrumentos de mayor complejo para su manipulación fueron los instrumentos que poseen escalas de vernier.
- La organización de la actividad experimental es adecuada y se observa por parte de profesor que los estudiantes requieren de ayuda constantemente.

Resultado de la prueba pedagógica aplicada a los estudiantes (Anexo 2).

Se aplicó a 37 estudiantes, arrojando los siguientes resultados:

1. Sólo 9 (24,3 %) estudiantes mencionan algunos de los pasos para realizar un diseño experimental coincidentes con:
 - Montaje del experimento (4 estudiantes; 10,8 %).
 - Mediciones (7 estudiantes; 18,9 %).
 - Tabulación de resultados (3 estudiantes; 8,1 %).
2. Ningún estudiante logró realizar correctamente el montaje experimental.
3. Sobre los instrumentos y magnitudes que miden con ellos contestaron correctamente:

masa – balanza	19 (51,3 %) estudiantes
tiempo – cronómetro	21 (56,7 %) estudiantes
temperatura – termómetro	25 (67,5 %) estudiantes
volumen – probeta	4 (10,8 %) estudiantes
longitud – regla graduada	30 (81,1 %) estudiantes
longitud – pie de rey	4 (10,8 %) estudiantes

 - a) Solo tres (8,1 %) estudiantes lograron caracterizar adecuadamente la regla graduada.
4. Acerca de cómo medir la aceleración, identificando las mediciones directas e indirectas:

a: indirecta	6 (16,2 %) estudiante
s: directa	11 (29,7 %) estudiantes
t: directa	12 (32,4 %) estudiantes

Estos resultados muestran las limitaciones de los estudiantes en habilidades experimentales básicas.

Resultados más significativos de la encuesta realizada a 37 estudiantes (Anexo 3).

- El 100 % de los estudiantes reconocen que el diseño de las actividades trae implícito y obligatorio el montaje experimental para el estudio del fenómeno a analizar.
- El 73,0 % de los estudiantes manifiestan que se les facilita una técnica operatoria en las que solo tienen que seguir un paso a paso las orientaciones para el cumplimiento de la actividad.
- El 70,0 % de los estudiantes reconoce tener un nivel bajo o muy bajo para realizar mediciones con determinados instrumentos.
- El 83,8 % de los estudiantes no caracterizan los instrumentos de medición antes de realizar estas.
- El 91,9 % de los estudiantes manifiestan que es de interés, como futuros profesionales, desarrollar habilidades experimentales aportadas desde la Física, las cuales puedan implementar y aplicar en el transcurso de las otras materias específicas de su carrera y luego sus labores cotidianas como ingeniero civil.

A partir de estos resultados, se constata por los propios estudiantes limitaciones en una de las principales habilidades experimentales que deben formar, relacionada con medir magnitudes físicas.

En encuesta y entrevistas realizadas a profesores en diferentes momentos de la investigación (Anexos 4; 5; 6) se obtuvieron como principales resultados:

- Los profesores plantean que, en los diseños de las actividades experimentales actuales, no se observan pautas para que el estudiante desarrolle habilidades de tipo experimental, sino una serie de instrucciones de un paso a paso a seguir.
- El 100% plantean si haber recibido preparación y orientaciones específicas para desarrollar el trabajo experimental, pero con poco énfasis en lograr desarrollar habilidades experimentales en los estudiantes.
- El 50% de los entrevistados utilizan poco las potencialidades de sus asignaturas para desarrollar las habilidades experimentales necesarias en el futuro ingeniero y los que lo hacen no realizan dicha actividad experimental con el fin de que los estudiantes innoven y diseñen de manera que propicien habilidades en sus estudiantes.

- El 100 % considera que los contenidos de Física tienen potencialidades para desarrollar habilidades experimentales en los estudiantes, pero se requiere de modificaciones en la orientación y diseños de las actividades, sobre todo de las prácticas de laboratorio.
- El 75% considera que la actividad experimental donde el estudiante es capaz de diseñar, elaborar hipótesis e investigar el fenómeno pueden contribuir a lograr una buena preparación en los mismos por lo que creen necesario y oportuno desarrollar variantes experimentales.
- El 100% consideran de utilidad la realización e implementación de un nuevo diseño en las actividades experimentales para contribuir al desarrollo de habilidades experimentales.
- El 75% de los profesores coincide en que es necesario favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta ciencia desde la utilización de los laboratorios proyectos.
- Los profesores sugieren que, para lograr un mayor desempeño y desarrollo en las habilidades experimentales en los estudiantes, debe trabajarse con el mismo rigor en todos los años y en todas las asignaturas.

En entrevista realizada al jefe de la disciplina (Anexo 7), reconoce que se realiza trabajo metodológico dirigido a potenciar las actividades experimentales, las cuales se desarrollan en el proceso de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, aún es insuficiente la explotación de las potencialidades que tiene el claustro para la elaboración de actividades experimentales, las cuales posibiliten un desarrollo en las habilidades experimentales de los estudiantes, por lo cual los profesores requieren de mayor preparación que incida en el desarrollo de estas habilidades en sus estudiantes, sobre todo en cuanto a la incorporación de los métodos de la investigación científica y utilizar las nuevas tecnologías.

Manifiesta además que el protagonismo estudiantil es una oportunidad, pero la tarea se hace más difícil si los profesores no están motivados.

La utilización de la triangulación de fuentes para realizar el diagnóstico, e instrumentos aplicados, permiten al autor concluir:

- Existen insuficiencias en las habilidades experimentales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, sobre todo para:
 - Medir con instrumentos sencillos.

- Realizar montajes experimentales.
- Procesar la data experimental.
- Analizar e interpretar sus resultados.
- Predominio de la utilización de técnicas operatorias reproductivas en el desarrollo de habilidades experimentales de la Física I.
- En el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje del ingeniero civil, los profesores de Física no aprovechan todas las potencialidades del contenido y la realización de un personalizado diseño de las actividades experimentales de esta asignatura para contribuir al desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes.
- Insuficiente trabajo diferenciado en la actividad experimental y poca estimulación de la actividad independiente productiva, lo que limita el desarrollo de habilidades manipulativas e investigativas en el aprendizaje de los estudiantes.
- Se declaran e identifican de forma específica los elementos del conocimiento, de la asignatura, potencialmente útiles para el desarrollo de habilidades experimentales, como base cognoscitiva de su desarrollo en los estudiantes, pero no la vinculación directa con la actividad experimental para cada caso.
- Limitada utilización de actividades experimentales vinculadas con los problemas profesionales del Ingeniero Civil.

El análisis de los resultados de los instrumentos aplicados revela insuficiencias que actúan como barreras, impidiendo la formación de las habilidades experimentales en los estudiantes de Ingeniería Civil. Estas se pueden resumir en:

- Predominio de métodos tradicionales sobre los de tendencia participativa e investigativa.
- El diseño de las actividades experimentales no está del todo concebido en función de las habilidades experimentales propuestas en los objetivos de la clase, lo que conduce a los estudiantes a un aprendizaje memorístico y poco desarrollador ya que la atención del profesor no se centra en lograr las habilidades experimentales del futuro ingeniero.
- Las actividades experimentales, en específico las prácticas de laboratorio, se realizan con orientaciones muy cerradas, no posibilitando que el estudiante pueda realizar propuestas de variantes.
- No se tiene en cuenta un orden de complejidad creciente en la sistematización de las habilidades.

- El control al desarrollo de las habilidades experimentales es deficiente lo que repercute en la dimensión educativa y desarrolladora de la actividad experimental; ya que generalmente se controla el resultado y no el proceder.
- El nivel de exigencia de los profesores en relación al desarrollo de las habilidades experimentales no siempre es suficiente, está dado en lo fundamental porque ya están prescritas las acciones y operaciones requeridas para lograr el objetivo de la actividad experimental.

Estos elementos evidencian dificultades en el desarrollo de habilidades experimentales desde el proceso de enseñanza aprendizaje la Física durante la formación del ingeniero civil, siendo limitada la utilización de métodos más activos en la realización de actividades experimentales donde se reconocen la incidencia que podrían realizar los Laboratorios Proyectos en función de la solución a la problemática.

CAPÍTULO 2. LABORATORIOS PROYECTOS DE FÍSICA I PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES EXPERIMENTALES DE LOS ESTUDIANTES EN LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

En este capítulo se presentan las bases que sustentan la necesidad de elaborar Laboratorios Proyectos para el desarrollo de habilidades experimentales, se realiza la propuesta para la Física I del primer año de la carrera de Ingeniería Civil, atendiendo al contenido del programa de la asignatura. Se realiza un análisis de la factibilidad de estas a partir de un taller de reflexión y de la consulta a especialistas.

2.1. Los Laboratorios proyectos de Física I en el desarrollo de habilidades experimentales.

El propio programa de la disciplina Física General para la carrera de Ingeniería Civil, establece que la aplicación del método experimental debe reflejar un progresivo aumento del nivel de complejidad y el grado de independencia de los estudiantes a través de la disciplina destacando el vínculo teoría – práctica y carácter educativo de la actividad experimental en general: por su naturaleza motivacional; su vínculo con el pensamiento teórico y la creatividad; el progresivo entendimiento de la praxis misma de los conocimientos científicos y los métodos y medios de la actividad experimental y por los aspectos relacionados con la comunicación de los resultados del experimento.

Las actividades experimentales ayudan al estudiante de ingeniería a manejar los conceptos básicos de experimentación científica, considerar la importancia de la observación directa de los fenómenos físicos, adquirir destreza en la manipulación y montaje de equipos especializados, revelar, analizar, validar e interpretar los datos obtenidos experimentalmente; igualmente a sacar conclusiones y elaborar informes sobre las observaciones y experiencias realizadas y fortalecer la capacidad de autoaprendizaje a través del "aprender haciendo" propio de este tipo de actividad.

Como se analizó en el primer capítulo, se han desarrollado una serie de trabajos que, a partir de la tarea educativa de las prácticas de laboratorio, se dirigen a modificar los métodos empleados utilizando experiencias novedosas, con el empleo de medios avanzados y con mayor efectividad hacia el logro de sus objetivos, sobre todo que ofrece el marco para el desarrollo de habilidades experimentales.

Se pretende así cambiar el método tradicional de trabajo en los laboratorios, donde los estudiantes siguen paso a paso las orientaciones que emite el docente, lo cual influye en un aprendizaje eminentemente reproductivo, lo cual no se corresponde con las aspiraciones del Plan de estudios E para la carrera de Ingeniería Civil.

La ausencia de muchos de los aspectos fundamentales para la construcción de conocimientos científicos se suple al reorientar las prácticas de laboratorio para que los estudiantes tengan ocasión de participar en la elaboración de diseños experimentales, en vez de seguir guías detalladas ya preparadas por los profesores, dado el papel central que juega dicho diseño en la investigación y, muy en particular, para que adquieran una correcta visión de las relaciones ciencia-tecnología.

Así es que, partiendo de experiencias en la carrera de Física de la Universidad de Oriente y de otras en la Universidad de Holguín, se propone como modalidad la de Laboratorio Proyecto, que según Batista, Mariño y González (2014) no es más que *“...una clase de laboratorio en la cual los estudiantes diseñan la forma de cumplir con los objetivos propuestos, a través de la solución de la situación física planteada, dando cumplimiento a los objetivos instructivos y habilidades experimentales expresadas en el plan de estudio...”* (E71), de acuerdo con la carrera, al año académico y la asignatura que estén cursando.

De acuerdo con las exigencias de los planes de estudio los laboratorios de física según Batista (2014) deben garantizar la aplicación del método científico en el trabajo experimental, el desarrollo del pensamiento lógico de los estudiantes, un nivel productivo durante el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de la creatividad de los estudiantes.

La importancia de los Laboratorios Proyectos en la enseñanza de la Física es indiscutible y está dada en que proporciona al alumno la experimentación y el descubrimiento personal y evita el concepto de “resultado correcto” que se tiene cuando el alumno aprende solo los datos de una literatura en el que cree ciegamente y no tiene oportunidad de aprender directamente de los experimentos. No obstante, la ejecución de Laboratorios Proyectos requiere de tiempo adicional al de una clase convencional para que los alumnos descubran por sí mismos y aprendan de sus propios errores.

Entre las ventajas de este modo de impartición, es que el estudiante adquiere una mayor comprensión de los conocimientos teóricos y su interrelación con los resultados

experimentales y la posibilidad de utilización de estos para la presentación de los principales modelos físicos, en cada núcleo de conocimiento de la Física General.

En los estudiantes deben ayudar a aprender descubriendo, aprender conceptos en el laboratorio antes de estudiarlos en los cursos tradicionales, familiarizarse con estilos de trabajos propios de la práctica científico-investigativa, incorporar nuevas tecnologías, desarrollar modelos cualitativos, fenomenológicos, y modelos matemáticos basados en los resultados del experimento (Batista, 2014).

La manera en que el estudiante descubre el mundo y lo que es relevante para una investigación, depende de la experiencia previa que él tenga. Si el estudiante no tiene el concepto de lo que se espera ver, fracasa en la interpretación de un experimento. Muchas veces este conocimiento se consigue con una mezcla de demostraciones y discusión; pero hay, además, otras razones importantes que justifican el trabajo empírico: el desarrollo de habilidades prácticas, de capacidades para resolver problemas científicos y el desarrollo de sensibilidad para apreciar el trabajo de los científicos.

Esta modalidad de laboratorio posibilita al estudiante ejecutar diferentes acciones tanto de carácter material como mental, entre las que se encuentran:

- Orientación en cómo proceder para realizar el experimento.
- Utilización de los diferentes instrumentos de medición.
- Identificación de las unidades de medida de las magnitudes físicas objeto de medición.
- Identificación de las fuentes de incertidumbre en las mediciones.
- Procesamiento de los datos experimentales.
- Construcción e interpretación de gráficas en diferentes escalas.
- Arribar a conclusiones sobre el experimento.
- Elaboración de un informe escrito con los resultados del experimento.
- Exposición del experimento y sus conclusiones.
- Explicación a sí mismo de los fenómenos físicos estudiados, lo que conlleva a una mejor comprensión de los mismos.
- Representación mental de los fenómenos físicos estudiados.
- Asimila los conceptos teóricos asociados al experimento.

Todo lo cual le permitirá, por sí mismo, el diseño de experimentos.

En la presente investigación se elabora un conjunto de Laboratorios Proyectos de Física I para el primer año de la carrera de Ingeniería Civil dirigidos a favorecer el desarrollo de habilidades experimentales, en cuyo proceso es fundamental cumplir determinados requisitos como:

- La sistematización y su consecuente consolidación,
- El carácter consciente de este proceso,
- La clara comprensión de los fines perseguidos
- La realización gradual del proceso de aprendizaje

Estos laboratorios están dirigidos al desarrollo de las habilidades que se muestran en la tabla 1, cuyas acciones se asumen las propuestas por Gómez (1999).

Tabla 1. Habilidades experimentales y sus acciones.

Habilidades experimentales	Acciones
Diseñar el experimento	<ul style="list-style-type: none"> - Analizar los presupuestos teóricos que sustentan el experimento. - Determinar las magnitudes que serán objeto de medición y los instrumentos que permiten medirlas. - Caracterizar las magnitudes físicas y los instrumentos de medición. - Precisar las acciones a ejecutar ordenándolas y detallando procedimientos.
Montar instalaciones experimentales	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las magnitudes físicas - Seleccionar los instrumentos y materiales de acuerdo con las magnitudes a medir. - Caracterizar los instrumentos y equipos de medición, según diseño elaborado. - Disponer los equipos e instrumentos según diseño. - Ajustar cada instrumento de modo que resulte factible operar

<p>Medir las magnitudes físicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Manipular el sistema experimental reproduciendo el fenómeno previsto. - Realizar las mediciones directas (si es de forma indirecta, las magnitudes involucradas en la ecuación). - Registrar los datos experimentales - Expresar el valor de las magnitudes físicas con sus unidades.
<p>Procesar los datos experimentales (de forma manual y, o automatizada).</p>	<p>ANALÍTICAMENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcular las magnitudes: <ul style="list-style-type: none"> • Directas (valor medio aritmético). • Indirectas (según expresión matemática de la ley física). - Valorar la exactitud y precisión (calidad) de la medición a través del cálculo de los errores (absolutos y relativos) de las magnitudes medidas. - Reportar los resultados finales de las mediciones con sus incertidumbres. <p>GRÁFICAMENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elegir la escala a utilizar. - Representar los datos. - Ajustar curvas según método (visual, mínimo cuadrado, etc.). - Obtener la información del gráfico elaborado (tipo de dependencia, parámetros, verificaciones, y, o determinación de leyes empíricas, etc.).
<p>Analizar e Interpretar los resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Confirmar o rechazar hipótesis o ideas básicas.

	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar los resultados con los fundamentos teóricos del experimento. - Valorar críticamente el diseño utilizado en el experimento, incluyendo las fuentes de incertidumbres. - Generalizar los resultados identificándolos con otros experimentos o procesos naturales, prácticos o tecnológicos. - Proponer otras tareas experimentales derivadas del experimento (equivalentes, construcción de medios y equipos sencillos, variantes, etc.). - Comunicar de forma oral y escrita y - Defender sus resultados
--	---

IDEAS GENERALES A CONSIDERAR PARA LA ELABORACIÓN DE LOS LABORATORIOS PROYECTOS

- Profundizar en la aplicación de los conceptos, leyes y teorías.
- Demostrar todas las ecuaciones fundamentales. Las demostraciones en física tienen una importancia vital para poder comprender la teoría y garantizar el rigor científico.
- Resolver situaciones problemáticas de la física a través de la actividad experimental. Sólo así, el estudiante puede ganar en visión y habilidades acorde a sus potencialidades, para poder aplicarlas con distintos métodos de solución a los problemas profesionales que se le presenten.
- Desarrollar un grupo de tareas que promuevan la independencia y creatividad de los estudiantes.
- Determinar posibles niveles de ayuda que puedan requerir los estudiantes para la comprensión y realización de la actividad experimental.
- Realizar la orientación acorde con las particularidades de los estudiantes, de manera que se compruebe que cuentan con los recursos intelectuales necesarios para su ejecución.

- Fomentar el desarrollo de habilidades experimentales de manera más independiente y donde se aprovechen las potencialidades de los medios y equipos que se tienen.
- Determinar potencialidades y necesidades de los estudiantes para el desarrollo de las actividades experimentales.

Una vez que el profesor determine las habilidades experimentales a desarrollar se elaboran los laboratorios proyectos a través del siguiente procedimiento:

1. Determinar el objetivo del laboratorio.
2. Analizar el contenido necesario para su realización.
3. Presentar al estudiante una condición o condiciones de partida que indique lo que se quiere.
4. Establecer preguntas o puntos esenciales sobre los que deben centrarse los debates en la discusión física.

Los estudiantes, al desarrollar la práctica, deberán hacer planteamientos hipotéticos que serán los que conduzcan la propuesta que realizarán y los análisis físicos correspondientes.

5. Precisar los elementos esenciales del informe.
6. Orientar bibliografía general.

En el próximo epígrafe se propone un conjunto de Laboratorios Proyectos de Física I para el primer año de la carrera de Ingeniería Civil que se corresponde con el contenido de este programa.

2.2. Laboratorios Proyectos de Física I para el primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

Los Laboratorios Proyectos propuestos tienen la siguiente estructura:

- a. Título
- b. Objetivo
- c. Condición de partida
- d. Elementos a considerar para la discusión física
- e. Informe de laboratorio
- f. Bibliografía

Los contenidos que aparecen en el programa de la asignatura Física I para el primer año de la carrera de Ingeniería Civil, necesarios para desarrollar los Laboratorios Proyectos propuestos son los siguientes:

- Incertidumbre de la medición, error absoluto y error relativo. Valores medios y de desviación típica en datos experimentales.
- Unidades de las magnitudes físicas fundamentales, masa, tiempo, longitud. Unidades de magnitudes derivadas como: velocidad, aceleración, tiempo, fuerza.
- Leyes del movimiento. Conceptos de posición angular, velocidad angular, rapidez angular, aceleración angular, frecuencia angular, frecuencia lineal. Sistema de Referencia Inercial. Relaciones cinemáticas entre las magnitudes del movimiento de traslación y el de rotación. Leyes de fuerza. Ley de Hooke. Modelo de cuerda, inextensible y sin masa. Sistema de partículas. Límites de validez de las leyes de Newton de la mecánica. Concepto de trabajo mecánico. Impulso de una fuerza y su relación con la variación de movimiento lineal. Energía potencial gravitatoria y elástica. Viscosidad.
- Parámetros fundamentales que caracterizan el M.A.S tales como: frecuencia, frecuencia angular, fase inicial, período, amplitud. Ecuación general del M.A.S.

A continuación, se presentan los Laboratorios Proyectos de Física I propuestos para el primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

LABORATORIO PROYECTO # 1

“CAÍDA LIBRE DE LOS CUERPOS (PÉNDULO SIMPLE)”

Objetivo: Determinar la aceleración de la gravedad mediante la aplicación de la caída libre de los cuerpos o a través del estudio del péndulo simple.

Condición de partida:

Se desea determinar la aceleración de la gravedad desde el estudio de la caída libre de los cuerpos mediante el péndulo simple, el cual es un sistema compuesto por una partícula de masa (m) suspendida por un hilo de longitud (l) que se considera inextensible, de masa despreciable.

Materiales y equipos:

- Esferas niqueladas
- Cinta métrica

- Pie de Rey
- Foto interruptor
- Regla milimetrada
- soporte universal
- hilo
- cuerpos con diferentes masas
- cronómetro
- balanza
- pie de rey
- péndulo físico
- balanza analítica.

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿En qué consiste el fenómeno de caída libre?
2. La caída libre es un modelo físico que describe el movimiento de un objeto sobre el que solo actúa la fuerza de gravedad, ¿qué efectos y qué consideraciones debemos tener en cuenta para que se cumpla dicho modelo?
3. ¿De qué factores depende la caída libre?
4. ¿Cómo conocer los factores relacionados con la caída libre que pueden ser despreciados?
5. ¿Cómo varía ligeramente el valor de (g) en la Tierra?
6. ¿Cuál es la expresión de trabajo a emplear en este experimento?
7. ¿Será importante para los ingenieros la exactitud en la determinación de (g)?
8. ¿Qué es un péndulo simple?
9. ¿Cuál es la diferencia entre un péndulo físico y un péndulo matemático?
10. ¿Cómo determinar el período de una oscilación?
11. ¿Bajo qué condiciones un péndulo simple posee un movimiento armónico simple?
12. ¿Cuáles son las aproximaciones que permiten determinar la aceleración de la gravedad a partir de un péndulo? (longitud del hilo).
13. ¿Para qué valores de θ se considera que está en el régimen de pequeñas oscilaciones?

14. El cuerpo que cuelga del péndulo tiene una forma esférica de radio r . ¿Qué relación debe existir entre la masa del hilo y la masa de la esfera? (Instrumentos con los que realizará la medida).
15. Para medir el período se utilizarán cronómetros manuales. ¿Se puede afirmar que la incertidumbre del instrumento es la incertidumbre en las medidas? Si no es así, ¿cómo se puede determinar dicha incertidumbre?
16. ¿Cómo determina el período de la oscilación? Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorio virtual:
http://wikinclusion.org/index.php/LABORATORIO_VIRTUAL_DE_MOVIMIENTO_DE_C AIDA_LIBRE
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en versión digital.

LABORATORIO PROYECTO # 2

“LANZAMIENTO DE UN PROYECTIL”

Objetivos: Comprobar el principio de independencia de los movimientos. Determinar la velocidad de salida en un lanzamiento horizontal. Calcular las velocidades en el eje vertical

y el horizontal en un lanzamiento oblicuo. Predecir y verificar el alcance de un proyectil lanzado a cierto ángulo θ .

Condición de partida:

Se desea comprobar el principio de independencia durante el lanzamiento de un proyectil, movimiento realizado por un cuerpo en dos dimensiones. Primeramente, determinar la velocidad de salida y velocidades en ambos ejes, lo que permitirá predecir el alcance del proyectil lanzado a ciertos ángulos θ . Ten en cuenta no realizar disparos arbitrariamente, pues las trayectorias quedaran grabadas en la cartulina y podrías confundirlas con las que interesan para la data.

Usted debe escoger el modo más adecuado de acuerdo a los materiales disponibles para la realización de este estudio y la discusión física de todo lo relacionado con el lanzamiento del proyectil.

Materiales y equipos:

- Mesa de madera
- Lanzador de proyectiles
- Esfera de acero
- Cinta métrica
- Papel carbón
- Papel bond
- Cinta pegante

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿Cuáles son los movimientos que conforman el movimiento compuesto?
2. ¿Cuándo queremos saber la posición de un proyectil que variables debemos calcular sugerencia?
3. ¿Puede medir la velocidad del proyectil de varios modos diferentes, para verificar sus resultados?
4. ¿Qué fuentes de incertidumbre están presentes en este experimento?
5. ¿Qué tanto afectan a sus resultados estas incertidumbres?
6. ¿Cuántos de ocho disparos a un ángulo θ caen dentro del rango establecido por la incertidumbre del X promedio?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorio virtual:
<https://sites.google.com/site/labvirtualrfq/tiro-parabolico>
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 3

“COMPROBACIÓN DE LA SEGUNDA LEY DE NEWTON”

Objetivo: Determinar la masa inercial de un sistema de cuerpos aplicando la Segunda ley de Newton. Proponer un montaje experimental que permita la determinación de la masa inicial de los cuerpos correspondientes aplicando la segunda ley de Newton

Condición de partida:

Se desea determinar la masa inercial de un sistema de cuerpos involucrados aplicando la Segunda ley de Newton. Usted debe escoger el modo más adecuado de acuerdo a la instalación disponible para la realización de este estudio y enfatizar en la discusión física de los resultados obtenidos.

Materiales y equipos:

- Balanza técnica
- Equipo multifuncional (J0416)
- Pie de rey
- Carril de aire

- Dos fotoceldas
- Dos bloques: Deslizante y suspendido
- Poleas
- Hilos
- Cinta métrica
- Cuerpos de diferentes masas y dimensiones
- Compresor de aire
- Contador digital de tiempo

Elementos a considerar para la discusión física:

1. Enuncie con sus palabras la Segunda Ley de Newton.
2. Critique el siguiente razonamiento: Si un cuerpo recorre una distancia de 1.0 m en 1.0 s; entonces su aceleración es de 1.0 m/s²?
3. La masa y el peso de un mismo cuerpo, ¿son iguales? Justifique su respuesta.
4. Si sobre un cuerpo actúan varias fuerzas, ¿se puede decir que el mismo este acelerado? Justifique su respuesta.
5. ¿Qué implicaciones tendría tener en cuenta la masa del hilo?
6. ¿Qué diferencia existe entre la masa inercial y la masa gravitatoria de un cuerpo?
7. Entre un automóvil ligero y un automóvil pesado, que se mueven con igual velocidad. ¿Cuál será más difícil detener? Justifique su respuesta.
8. Si en el diseño experimental hay poleas, ¿despreciaría su masa?
9. Realice una breve descripción del experimento.
10. ¿Cuál es la expresión de trabajo a emplear en este experimento?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet

- Laboratorio virtual:

<https://www.docsity.com/es/newton-leyes-laboratorio-virtual/5494234/>

- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 4

“LEY DE HOOKE”

Objetivo: Estudiar experimentalmente el comportamiento de los resortes. Determinar la constante elástica de un resorte a partir de la primera ley de Newton. Verificar la existencia de fuerzas recuperadoras.

Condición de partida:

Se desea comprobar la validez y los límites de aplicación de la ley de Hooke, así como la existencia de fuerzas restauradoras.

Usted debe escoger el modo más adecuado de acuerdo a los materiales disponibles para la realización de esta comprobación (por ejemplo, ver el comportamiento de la ley con resortes en serie y en paralelo) y la discusión física de los límites de aplicación de la mencionada ley.

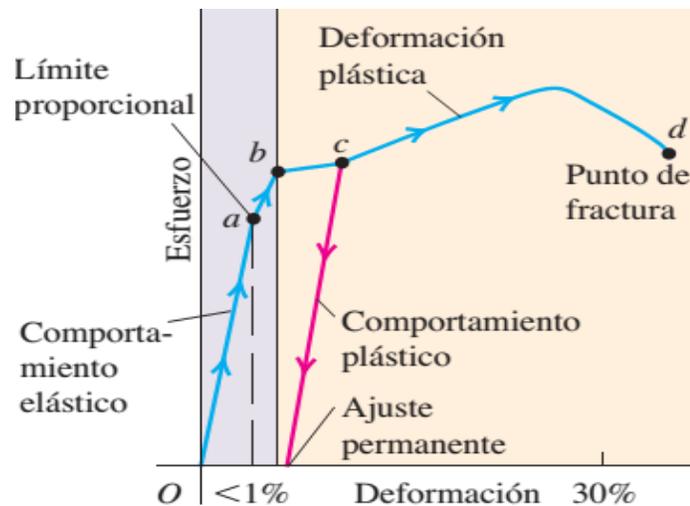
Materiales y equipos:

- Un soporte para la ley de Hooke.
- Resortes de distintas durezas
- Juego de masas entre 5g y 500g
- Papel milimetrado
- Regla milimetrada

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿De qué factores depende la constante elástica de un resorte?
2. ¿Que representa la pendiente de cada una de las gráficas de F vs ΔX para cada resorte?
3. Para dos o más resortes en serie que obedecen la ley de Hooke, ¿cuál es la constante elástica? Demuéstrelo.

4. Para dos o más resortes en paralelo que obedecen la ley de Hooke, ¿cuál es la constante elástica? Demuéstrelo.
5. Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.
6. ¿Qué mide la constante de elasticidad?
7. ¿Qué factores influyen en el valor de la constante de elasticidad de un resorte?
8. ¿Cuál es el trabajo efectuado por una fuerza variable?
9. La figura representa la gráfica de esfuerzo-deformación para un determinado material, observe y responda:



- a) ¿En qué tramo de la gráfica se cumple la ley de **Hooke**? Argumente
- b) Argumente el significado que tiene el punto **b** en la gráfica.
- c) ¿Si en el tramo **c-d** se retira la carga, el cuerpo recuperará sus dimensiones originales? Argumente.
- d) ¿Qué es la resistencia límite de un material?
- e) En la gráfica de esfuerzo-deformación ¿Qué diferencia existe entre los materiales dúctiles y quebradizos?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.

- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorios virtuales:
 - <https://labovirtual.blogspot.com/2010/10/la-ley-de-hooke.html?m=1>
 - <https://www.educaplus.org/game/ley-de-hooke-v2>
 - https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_es.html
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 5

“MÁQUINA DE ATWOOD (con fricción en el eje de la polea).”

Objetivo: Determinar el valor del momento de inercia de una polea, la aceleración y el valor de la fuerza de fricción equivalente en el eje de la polea, aplicando las leyes de Newton.

Condición de partida:

La máquina de Atwood es un sistema que consiste en una polea fija a un soporte de la cual cuelgan dos cuerpos de masas M y $(M + d M)$ respectivamente, se desea determinar las aceleraciones y las tensiones en el sistema, a través de la medición de la distancia que recorre uno de los cuerpos en un tiempo dado. Tenga en cuenta las siguientes consideraciones:

- la polea como un disco regular y homogéneo
- Hilo inextensible y de masa despreciable o sea que el módulo de la aceleración lineal del sistema de cuerpos se considera igual.
- Se desprecia el rozamiento entre los elementos móviles y el aire.
- Se considera el rozamiento en el eje de la polea (interior del cojinete) y entre el hilo y la garganta de la polea.

Se considera que la masa de los cuerpos es mucho mayor que la masa de la sobrecarga.

Materiales y equipos:

- Polea fija
- Cuerpos de igual masa
- Conjunto de sobrecargas desde 5g hasta 20g.
- Pie de rey
- Cronómetro mecánico
- Cinta métrica
- Balanza técnica analítica
- Cuerda
- Taco de goma
- Cinta métrica
- Hilo

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿Qué entiende por cuerpo rígido?
2. ¿A qué se llama momento de inercia?
3. ¿Qué representa el momento de inercia de un cuerpo?
4. Enuncie el concepto de momento de torsión de una fuerza.
5. ¿Cómo determinar el momento de inercia de una polea teóricamente?
6. Enuncie y escriba la Segunda Ley de Newton
7. Explique brevemente el modelo físico a utilizar para aplicar las leyes de Newton a este sistema para la rotación de un cuerpo rígido.

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet

- Laboratorio virtual:

<https://labovirtual.blogspot.com/2012/06/la-maquina-de-atwood.html?m=1>

- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 6

“CHOQUES”

Objetivo: Comprobar la ley de conservación de la cantidad de movimiento lineal y la ley de conservación de la energía.

Condición de partida:

Se desea estudiar el choque entre dos cuerpos y sus tipos, y en este proceso comprobar experimental y teóricamente la ley de conservación de la energía y de la cantidad de movimiento lineal. Usted debe escoger el modo más adecuado de acuerdo a la instalación disponible para la realización de este estudio y enfatizar en la discusión física de los resultados obtenidos.

Materiales y equipos:

- Interfase con cables de conexión.
- Carril horizontal de aire.
- 2 fotoceldas.
- 2 aditamentos para bloquear la luz en las fotoceldas (escudos de luz)
- Fuente de aire.
- Balanza
- Cinta métrica
- Regla milimetrada
- Pie de Rey
- Micrómetro Palmer
- Cronómetro
- Balanza analítica

- Foto interruptor
- Microcomputadora

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿Explique en qué consiste el fenómeno de choques?
2. ¿Cuál es la diferencia entre un choque elástico y un choque inelástico?
3. ¿Bajo qué condiciones el momento lineal se conserva?
4. Explique el principio de conservación de la energía y diga bajo qué condiciones se cumple.
5. ¿Cuáles son los parámetros a tener en cuenta para comprobar, a través del estudio de los choques, la ley de conservación de la cantidad de movimiento?
6. ¿Cuáles son los parámetros a tener en cuenta para comprobar, a través del estudio de los choques, la ley de conservación de la energía?
7. Si sobre un sistema de partículas no actúan fuerzas externas o su resultante es cero, ¿qué le ocurre al momento lineal del sistema?
8. Cuando dos bloques que se mueven horizontalmente por una superficie sin fricción, experimentan un choque perfectamente elástico, se conserva el momento lineal del sistema, ¿se conservará la energía cinética? Justifique su respuesta.
9. Si el choque no es perfectamente elástico sabemos se conserva la cantidad de movimiento, pero, ¿se conserva la energía cinética?
10. Demuestre teóricamente como a través del arreglo experimental por usted escogido puede comprobar las leyes referidas. Necesita de algunas suposiciones previas.

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorios virtuales:

<https://labovirtual.blogspot.com/?m=1>

<https://www.educaplus.org/game/choque-elastico>

<https://www.educaplus.org/game/choque-inelastico>

- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en versión digital.

LABORATORIO PROYECTO # 7

“CARACTERÍSTICAS DE UN MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE (MAS)”

Objetivos: Comparar gráficamente las diferencias entre la posición, velocidad y aceleración en un movimiento armónico simple.

Determinar gráficamente como influye la diferencia de fase inicial de dos MAS en las posiciones relativas de las masas oscilantes.

Condición de partida:

Se quiere estudiar el movimiento armónico simple (MAS) y dos variantes de sistemas que puedan modelarse como un oscilador armónico simple para así comparar gráficamente las diferencias entre los términos físicos en un MAS conocido el ángulo de desfase que se utiliza para ajustar la ecuación, para que calce con los datos que el observador indica.

Materiales y equipos:

- Motor
- Disco de madera
- Masas ajustables en diferentes posiciones del disco
- Lámpara
- Pared para proyección
- Cronómetro
- Hoja de papel milimetrado
- Péndulo simple
- Resorte

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿Cuándo decimos que un sistema posee un movimiento armónico simple?
2. ¿Bajo qué condiciones podemos afirmar que el péndulo simple posee un MAS?
3. ¿Bajo qué condiciones podemos afirmar que una partícula en movimiento circular uniforme posee un MAS?
4. ¿Puede demostrarse experimentalmente que los sistemas anteriores realizan un movimiento armónico simple?
5. En la condición de equilibrio, ¿por qué fuerza es cancelada la atracción gravitacional ejercida sobre la masa colgante?
6. ¿Qué tipo de función matemática emplearías para graficar la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorios virtuales:
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/pendulum-lab>
<https://labovirtual.blogspot.com/p/fisica.html?m=1>
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en versión digital.

LABORATORIO PROYECTO # 8

“MAS. SISTEMA MASA-RESORTE”

Objetivos: Determinar la dependencia del periodo de oscilación del sistema masa resorte con los parámetros físicos del sistema.

Condición de partida:

Se desea estudiar las condiciones bajo las cuales un sistema masa resorte puede modelarse como un oscilador armónico simple, que permita determinar la dependencia del período de oscilación de este sistema con otros parámetros. Se tiene la premisa de que el sistema en equilibrio, el peso del bloque se compensa con la fuerza elástica estática.

Materiales y equipos:

- Resortes con diferentes constantes elásticas
- Masas cilíndricas
- HPC-1

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿Cuándo decimos que un sistema posee un movimiento armónico simple?
2. ¿Bajo qué condiciones podemos afirmar que el sistema masa-resorte posee un MAS?
3. ¿Puede demostrarse experimentalmente que el sistema masa-resorte realiza un movimiento armónico simple?
4. ¿De qué factores depende el período en las oscilaciones de este sistema?
5. ¿Cuáles tipos de ecuaciones podemos representar la posición, la velocidad y la aceleración con la premisa de que el movimiento es armónico?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorios virtuales:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/masses-and-springs>

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_es.html

- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 9

“ONDAS MECÁNICAS EN UNA CUERDA.”

Objetivos: Determinar la velocidad de una onda en una cuerda a través del método de las ondas estacionarias.

Condición de partida:

Se desea estudiar una cuerda de longitud L con ambos extremos fijos para determinar la velocidad de una onda. Supóngase que del extremo $x = L$ de la cuerda se propaga en el sentido negativo del eje x de la onda, la cual se refleja en el extremo $x = 0$. Las ondas, incidente y la reflejada, se superponen, dando lugar a la onda estacionaria.

Materiales y equipos:

- Generador de frecuencias
- Alambre de cobre
- Conjunto de masas
- Cinta métrica
- Micrómetro
- Balanza electrónica

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿Por qué está determinada, la frecuencia angular con que vibran armónicamente los puntos de una cuerda cuando en ella se propaga una onda sinusoidal?
2. ¿De qué depende la velocidad de propagación de la onda?
3. ¿Cómo se les llama a los medios en los que la velocidad de propagación de la onda depende de su frecuencia?

4. ¿Qué característica particular tiene un movimiento ondulatorio en un tramo de una cuerda cuando se superponen? ¿A qué se le denomina onda estacionaria?
5. Si conocemos que las ondas reflejada están en oposición de fase con las ondas incidente, ¿qué desfase debe existir entre ellas?
6. Plantee la ley que muestra cuando la onda viaja hacia la izquierda y hacia la derecha.
7. ¿A qué propiedad de las ondas, corresponde con el cambio de signo, al desfase en π en el extremo fijo?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorios virtuales:
 - <https://phet.colorado.edu/es/simulation/wave-on-a-string>
 - <https://www.virtualpro.co/laboratorios/onda-en-una-cuerda>
 - <https://labovirtual.blogspot.com/2011/10/laboratorio-de-ondas.html?m=1>
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 10

“VELOCIDAD DEL SONIDO EN EL AIRE (Ultrasonido)”

Objetivo:

Determinar la velocidad del sonido en el aire a través de los métodos de fase y de interferencia de la resonancia de la onda resultante.

Condición de partida:

Se desea determinar la velocidad del sonido en el aire a través de los métodos de fase y de interferencia de la resonancia de la onda resultante, conocido que los planos de emisión y recepción son estrictamente paralelos entre sí y la onda incidente se refleja verticalmente en el plano receptor, entonces la onda resultante se forma por interferencia de la onda incidente y reflejada.

Materiales y equipos:

- Generador de frecuencias: FD-SV-II SUPERSONIC SPEED MEASURING INSTRUMENT
- Instrumento soporte del calibrador Vernier y del emisor y receptor de frecuencia
- Osciloscopio
- Cables de conexión
- Termómetro

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿De qué factores depende la velocidad del sonido?
2. ¿Qué fenómenos ondulatorios ocurren en el experimento y nos ayudan para determinar la velocidad del sonido?
3. Teóricamente cuál es la ecuación que nos permite calcular la velocidad del sonido
4. ¿Cuál es la ecuación de trabajo en este experimento?
5. ¿Qué ocurre si se cambia la distancia L entre el emisor y el receptor, para determinado valor de la onda resultante en el medio?
6. En estas circunstancias L es una integral múltiple y la mitad de la longitud de onda, ¿cómo es la amplitud de la onda estacionaria?
7. Si conocemos que, en el período de recepción, la distancia entre dos máximos consecutivos es $\frac{\lambda}{2}$ y la frecuencia es constante, ¿cómo determinar la velocidad del sonido?
8. Al medir la distancia entre dos posiciones vecinas del plano del receptor tenemos $\frac{\lambda}{2}$, ¿Cómo es la señal receptora que se observa en el osciloscopio?
9. Plantee cuál debe ser la condición de frontera en el extremo del estímulo conectado a un generador de ultra frecuencia.

10. En el otro extremo existen varias posibilidades:

✓ **Extremo cerrado:** $y(0, t) = 0$

¿Bajo qué condición es válido el extremo abierto?

✓ **Extremo abierto:** $\frac{\partial y}{\partial x} \Big|_{(0, t)} = 0$

¿Bajo qué condición es válido el extremo abierto?

✓ **Extremo unido a una membrana elástica (receptor):**

$$\frac{\partial y}{\partial x} \Big|_{(0, t)} = -h y(0, t) ; h \text{ (constante)}$$

¿Bajo qué condición es válido el caso más general del extremo unido a una membrana elástica (receptor)?

11. Luego de ser linealizada la ecuación de trabajo, diga en la ecuación de la recta resultante, ¿quién es el intercepto?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorio virtual:
<https://www.educaplus.org/game/velocidad-del-sonido-en-el-aire>
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 11

“DENSIDAD DE CUERPOS SÓLIDOS”

Objetivos: Determinar la densidad de cuerpos regulares e irregulares, a partir de la relación entre su masa y volumen.

Condición de partida:

Se desea conocer cuáles son los materiales de que están compuestos algunos cuerpos sólidos regulares e irregulares que se le ofrecen. Considere el Principio de Arquímedes y la razón de dicha magnitud. Compare los valores obtenidos y establezca las dependencias de estos.

Usted debe escoger el modo más adecuado de realizar la misma teniendo en cuenta los materiales disponibles para la realización de la determinación.

Note que debe prepararse en la forma más adecuada para la determinación de la masa y el volumen de cada uno de los sólidos.

Materiales:

- Balanza
- Probeta
- Pipeta
- Objetos regulares (Esferas niqueladas, Esferas de plomo, Esferas de madera, Esferas de aluminio)
- Sólidos irregulares (Cuerpos de diferentes geometrías)
- Agua
- Alcohol
- Arena
- Aserrín
- Pie de Rey
- Calibrador de Palmer
- Regla milimetrada
- Pie de Rey

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿A qué llamamos densidad de los cuerpos?
2. ¿De qué factores depende la densidad de los cuerpos?

3. ¿Cómo se define la densidad volumétrica de masa, si la sustancia no es homogénea?
4. Si se conoce que la muestra de sustancia es homogénea, ¿tendrá entonces la misma densidad en todos sus puntos? Argumente su respuesta.
5. ¿A qué se debe, para sólidos y líquidos, el fluido de referencia es el agua pura a una temperatura de 4°C?
6. ¿Cómo determinas la masa de un sólido si el cuerpo es regular? ¿Y su volumen? ¿Y si el sólido no es regular?
7. ¿Cómo conocer los materiales de que están compuesto los sólidos, utilizando el Principio de Arquímedes?
8. Demuestre teóricamente que su propuesta puede ser realizada experimentalmente.

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorio virtual:
<https://labovirtual.blogspot.com/2015/06/densidad.html?m=1>
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 12

“DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE VISCOSIDAD DE UN LÍQUIDO POR EL MÉTODO DE STOKES”

Objetivos: Determinar el coeficiente de viscosidad de un líquido por el método de STOKES

Condición de partida:

Se desea determinar el coeficiente de viscosidad de un líquido, utilizando para ello el método de STOKES. Escoja el modo más adecuado de hacerlo, teniendo en cuenta los materiales disponibles para la realización del experimento.

Materiales y equipos:

- Probeta que contiene el líquido al cual se le quiere determinar la viscosidad
- Cinta métrica
- Aerómetro de $e=0.002 \text{ g/cm}^3$
- Cronómetro
- Agua
- Gotero
- Probeta pequeña de $e = 0.1 \text{ cm}^3$
- Esferas niqueladas
- Esferas de plomo
- Esferas de madera
- Esferas de aluminio
- Cuerpos de diferentes geometrías
- Regla milimetrada
- Pie de Rey
- Micrómetro Palmer
- Foto interruptor
- Microcomputadora
- Líquido al cual se desea determinar su viscosidad

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿A qué se llama viscosidad?
2. ¿A qué se llama fuerza viscosa?
3. ¿De qué factores depende el coeficiente de viscosidad dinámica?
4. ¿Resulta importante tener en cuenta la fuerza de empuje (f_e) o fuerza de Arquímedes?
5. ¿Cuál es la expresión de la fuerza viscosa que actúa sobre un cuerpo que se mueve dentro de un fluido?
6. ¿Bajo qué circunstancias esta ley es válida?

7. La constante k , de dicha ley, ¿de qué depende?
8. El coeficiente de viscosidad dinámico, de dicha ley, ¿de qué depende?
9. Cuando el cuerpo que se mueve en el fluido es una esfera de radio r , el coeficiente k toma el valor de: $k = 6 \pi r$ y la fuerza viscosa: $F_v = 6 \pi r \eta v$, ¿qué nombre recibe esta expresión?
10. Para la realización de este Laboratorio-Proyecto, si usted decide utilizar gotas de agua, en vez de esferas metálicas, ¿cómo determinaría el volumen de dicha gota de agua?
11. Demuestre teóricamente que su propuesta puede ser realizada experimentalmente.

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 13

“LEY DE LOS GASES”

Objetivo: Determinar la relación entre el volumen, la temperatura y la presión de un gas. Confirmar de manera experimental las leyes de los Gases. Analizar con base en gráficos obtenidos a partir de los datos experimentales de presión y volumen, qué tanto se ajusta el aire al comportamiento ideal a las condiciones de trabajo en el laboratorio.

Condición de partida:

Se desea estudiar las relaciones entre las diferentes magnitudes que caracterizan a los gases, de acuerdo al modelo del gas ideal y comprobar la ley de Boyle, ley de Gay-Lussac y la ley de Charles.

Usted debe escoger el modo más adecuado de acuerdo a los medios disponibles para la realización de este estudio y enfatizar en la discusión física de los resultados obtenidos a partir de la construcción de las gráficas correspondientes.

Materiales y equipos:

- Naranja de metilo
- Jeringa
- Erlenmeyer
- Tubo de vidrio delgado
- Manguera
- Marcador de punta fina
- Regla graduada
- Vaso de pyrex con agua caliente
- Calentador eléctrico
- Hielo
- Vaso vacío
- Termómetro

Elementos a considerar para la discusión física:

1. ¿Cuál es el enunciado de la ley de Boyle, la ley de Gay-Lussac y la ley de Charles? ¿Cuáles son las principales magnitudes físicas involucradas? ¿Cómo se relacionan?
2. Plantee matemáticamente la relación existente entre las magnitudes que caracterizan a los gases de acuerdo al modelo del gas ideal.
3. ¿Cómo mantener la temperatura constante durante el experimento?
4. ¿Qué sucede si realizamos el experimento varias veces con muy poco tiempo entre repetición y repetición?
5. ¿Qué sucede con la energía interna del gas en cada repetición? Explique.

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorios virtuales:
 - <https://labovirtual.blogspot.com/2019/08/leyes-de-los-gases.html?m=1>
 - <https://www.google.com/amp/s/laurablogdotcom4.wordpress.com/2013/05/23/leyes-de-los-gases-ii-laboratorio-virtual/amp/?espv=1>
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

LABORATORIO PROYECTO # 14

“COMPROBACIÓN DE LA LEY DE BOYLE MARIOTTE”

Objetivo: Determinar la relación entre el volumen, la temperatura y la presión de un gas. Confirmar de manera experimental la ley de Boyle. Determinar el número de moles de la muestra de gas (aire).

Condición de partida:

Se desea estudiar las relaciones entre las magnitudes físicas que caracterizan a los gases de acuerdo al modelo del gas ideal y comprobar la ley de Boyle.

A partir de la ecuación de estado determine experimentalmente el número de moles de la muestra de gas empleada.

Materiales y equipos:

- Interface
- Computadora

- Sensor de presión
- Jeringuilla
- Termómetro
- Cables de conexión

Elementos a considerar para la discusión física:

1. Bajo qué condiciones un gas real se puede considerar un gas ideal.
2. ¿Cómo mantener la temperatura constante durante el experimento? Escriba la expresión matemática de la ley de Boyle, represente el proceso en una gráfica $p=f(V)$.
3. ¿Cuál es la ecuación de trabajo para determinar el número de moles de la muestra de gas?

Elabore el **informe del laboratorio**, en el que se precise:

- Análisis de la situación física
- Recogida de datos de las mediciones y su tabulación.
- Exprese los resultados con el correspondiente análisis de las incertidumbres.
- Haga una valoración acerca del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Haga una valoración de las incertidumbres involucradas en cada uno de los ejercicios por usted propuesto.

Bibliografía:

- Búsqueda en internet
- Laboratorios virtuales:
 - https://www.educaplus.org/gases/lab_boyle.html
 - <https://sites.google.com/site/labvirtualfq/home/ley-de-boyle>
- Llovera, J.; Ortega, J. (sa). *Introducción al Laboratorio de Física. Fundamentos del cálculo de Incertidumbres* [Folleto en digital].
- Sears, Zemansky (2008). *Física Universitaria*. Tomo I. Parte I. Editorial Félix Valera 9^{na} edición, reimprimir. Cuba.
- Sears, Zemansky. Pearson Education, Addison Wesley (2013). *Física Universitaria*. Volumen I. 13^{ra} edición en version digital.

2.3. Análisis de la factibilidad de aplicación de los Laboratorios Proyectos de Física I para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

En el presente epígrafe se realiza un análisis de los resultados obtenidos de la reflexión de un colectivo especializado y del criterio de especialistas para comprobar la factibilidad de la propuesta de Laboratorios Proyecto de Física I para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

A continuación, se explican los principales resultados que se obtienen:

En el taller de reflexión participaron siete profesores, de ellos, un Doctor en Ciencias Pedagógicas y tres Máster en Ciencias; se invitó además a un profesor de la carrera de Ingeniería Civil.

Su objetivo se centró en promover la reflexión y obtener un consenso primario sobre la factibilidad de los Laboratorios Proyectos propuestos, además del intercambio de experiencias, ideas y opiniones para el logro de una visión integral de la necesidad de concebir estos en función de favorecer el desarrollo de habilidades experimentales que tributen a la formación del ingeniero Civil.

El desarrollo del taller se estructuró de la siguiente manera:

1. Elaboración de una síntesis del trabajo, contentiva de la concepción de Laboratorio Proyecto y los que se proponen, lo cual se les presentó a los participantes. Fueron puestos a consideración los siguientes elementos:
 - Caracterización del término Laboratorio Proyecto.
 - Ideas generales a considerar para la elaboración de los Laboratorios Proyectos.
 - Procedimiento para la elaboración de los Laboratorios Proyectos.
 - Estructura de los Laboratorios Proyectos.
 - Propuesta de Laboratorios Proyectos.
2. Debate, con intercambio de opiniones y reflexiones acerca de la propuesta que se realiza.

Los participantes en el taller expresaron sus opiniones y emitieron sus valoraciones conforme a los elementos que le fueron ofrecidos.

Los criterios aportados fueron los siguientes:

- Las ideas generales son pertinentes y consideran aquellos elementos necesarios para

desarrollar esta modalidad de actividad experimental.

- El procedimiento para la elaboración de los Laboratorios Proyectos expresa de manera general la lógica a seguir para ello, aunque debe precisarse que esto es a partir de determinar las habilidades experimentales que se van a desarrollar.
- La estructura de los Laboratorios Proyectos es adecuada, aunque se sugiere que pudiesen dejar mayores alternativas de montaje experimental, a partir de los medios disponibles con que cuenta el estudiante, en los que deben incorporarse los informáticos.
- Los Laboratorios Proyectos elaborados son necesarios, se ajustan al programa de la disciplina Física I, se corresponde con la finalidad a la que están dirigidas para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil.
- En las propuestas de Laboratorios Proyectos se debe trabajar más en la intencionalidad formativa y lograr mayor vínculo con las características del Ingeniero Civil, así como en mayor incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Otra opinión emitida, que afianza la aceptación entre los profesionales reunidos en la actividad es:

- Se aprecia que en los Laboratorios Proyectos se puede favorecer el desarrollo de habilidades experimentales necesarias para la formación del Ingeniero Civil en función de su objeto de la profesión, lo cual contribuye además a la formación profesional que demanda el contexto actual, que puede facilitar el interés de los estudiantes y se involucren de manera consciente en su propia formación.

No se produjeron planteamientos negativos sobre las posibilidades de aplicación de la propuesta, solo sugerencias de elementos que pueden mejorar los Laboratorios Proyectos en función del desarrollo de habilidades experimentales en la formación de estos profesionales.

Una vez realizado el taller de reflexión, se consideró oportuno además, utilizar el *criterio de especialistas* que 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 los Laboratorios Proyecto de Física I que se proponen y que estos propicien el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil.

Para ello se seleccionaron 12 especialistas, a partir de su voluntariedad y nivel de compromiso personal, los cuales se encuentran directamente o han estado vinculados a la docencia de la Física y a la actividad experimental del Ingeniero Civil.

Todos los especialistas son graduados universitarios con experiencia en la actividad experimental, de ellos 33.3 % (4) están vinculados directamente a la formación del Ingeniero Civil, 50,0 % (6) poseen título de Doctor, 41.6 % (5) poseen título de Máster, y 8.3 % (1) es Licenciado. 50,0 % (6) realizan investigaciones relacionadas con la actividad experimental. La experiencia profesional se encuentra en el rango de 15 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 un documento contentivo del procedimiento para elaborar los Laboratorios Proyectos, la estructura de estos y la propuesta de Laboratorios Proyecto que se realiza para la Física I de Ingeniería Civil y se les solicitó el criterio a través de un instrumento (Anexo 8).

En el análisis de los resultados del instrumento se valora como escala: Imprescindible, Muy Útil, Útil, Podría servir y No aporta.

Los resultados más significativos obtenidos del análisis descriptivo de las opiniones de los especialistas fueron (Anexo 9):

- Las ideas generales a considerar para la elaboración de los Laboratorios Proyectos se consideraron por el 83,3 % (10) como imprescindible. Pues ello permite considerar aquellos elementos necesarios para elaborar esta modalidad.
- El procedimiento para la elaboración de los Laboratorios Proyectos se considera de imprescindible por el 75,0 % (9).
- La estructura de los Laboratorios Proyectos es útil, considerada así por el 58,3 % (7) y de muy útil por el 16,7 % (2) de los consultados.

- Los Laboratorios Proyectos propuestos se consideran de muy útil por el 66,7 % (8), un 12,5 % (1) lo considera imprescindible.

La evaluación otorgada por los especialistas a los Laboratorios Proyecto de Física I para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil, permiten valorarlas como factible de aplicar en esta carrera.

Se les solicitó, además, otros criterios que pudiesen mejorar la propuesta que se realiza, a partir de lo cual:

- Un 41,6 % (5) considera que pueden mejorarse los Laboratorios Proyectos al incorporar alternativas donde se utilicen medios técnicos informáticos como computadoras, dispositivos móviles y otros.
- Un 33,2 % (4) sugieren algún otro elemento orientador y que no limite la posibilidad de variantes acerca del montaje experimental donde se logre mayor vínculo con aquellas habilidades experimentales que debe poseer el ingeniero civil para el desempeño de sus funciones profesionales.
- Un 25,0 % (3) sugieren que dentro de la estructura se debe enfatizar en cuanto a la importancia del diseño y la defensa de los resultados.

Al analizar los resultados de los criterios emitidos en el taller de reflexión, así como de la consulta a especialistas, estos posibilitan perfeccionar las propuestas de Laboratorios Proyectos que se realizan de la Física I en la carrera de Ingeniería Civil, los cuales se considera favorecerían las habilidades experimentales de los estudiantes del primer año. Se considera factible su implementación en esta carrera.

CONCLUSIONES

El estudio de los fundamentos teóricos metodológicos relacionados con las habilidades durante la realización de actividades experimentales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en la carrera de Ingeniería Civil evidenció la necesidad de las mismas en la formación de este profesional para su desempeño laboral.

El análisis de la aplicación de diversos instrumentos empíricos a los estudiantes y profesores, evidencian limitaciones en el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, donde no se aprovechan las potencialidades de las actividades experimentales, fundamentalmente las prácticas de laboratorio, para su logro, lo cual incide en la formación de este profesional.

Los presupuestos teórico metodológicos asumidos sobre la concepción de las actividades experimentales a través de otras modalidades, condujeron a la elaboración de un conjunto de Laboratorios Proyectos de Física I para el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil, en el que se precisan, además, las ideas generales para elaborar estos laboratorios, así como el procedimiento para ello y su estructura.

El análisis efectuado por el autor de la investigación, a partir de los resultados de un taller de reflexión y de criterios de especialistas seleccionados, indican la factibilidad de implementación de los Laboratorios Proyectos de Física I, los que deben propiciar el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil, lo cual incidirá en la formación de este estudiante.

RECOMENDACIONES

Continuar la investigación, aplicando los Laboratorios Proyectos propuestos e incrementar el aporte de otros para el ciclo completo de Física General en la carrera de Ingeniería Civil, donde se tenga además una mayor presencia de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Establecer una estrategia para la medición de las habilidades experimentales en los estudiantes a través de toda la disciplina y su incidencia en el desempeño profesional del Ingeniero Civil.

Valorar la pertinencia de introducir la experiencia en otras carreras que reciben la disciplina Física General en la Universidad de Holguín.

BIBLIOGRAFÍA

Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) (2016).

Agüero, M. et al. (1987): Formación de habilidades prácticas en estudiantes de 1er año de la Licenciatura en Educación, especialidad Química. *Revista Varona, No. 18, enero-junio.*

Álvarez de Zayas, C. M. (1996). *Hacia una escuela de excelencia.* Editorial Academia. La Habana

Álvarez de Zayas, C. M. (1992). *La Escuela en la Vida.* Editorial Félix Várela, La Habana.

Álvarez de Zayas, R. M. (1997). *Hacia un currículum integral y contextualizado,* Editorial Academia. La Habana.

Arencibia, H.M., Morales, H.J., Torres, M. (2017). Las habilidades experimentales en la formación del profesor de Química. *In Ciencia e Innovación Tecnológica (Vol. I).* Académica Universitaria.

Avendaño, R. (1989). *¿Sabes enseñar a clasificar y comparar?* Editorial Pueblo y Educación, La Habana.

Batista Zaldívar, M. A.; Mariño Castellanos, P. A.; González Bello, S. L. (2014). Los laboratorios-proyectos como estrategia didáctica a través del desarrollo de competencias investigativas. *Revista Cubana de Física. Vol. 31 No. 1 E.* Sociedad Cubana de Física.

Bello, L. (1993): *Habilidades experimentales en Química* [tesis doctoral]. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

Blas, E. (2000). Sistema de habilidades experimentales de la disciplina Química Inorgánica para la Licenciatura en Educación, Especialidad de Química [tesis doctoral]. Universidad de Holguín, Holguín.

Brito, H. (1999). *Capacidades, habilidades y hábitos. Una alternativa teórica, metodológica y práctica.* Ed. Pueblo y Educación, La Habana.

Bugáev, I. (1989). *Metodología de la Enseñanza de la Física en la escuela media.* Editorial Pueblo y Educación. La Habana.

Colado Pernas, J.E. (2005). *Elaboración, diseño y ejecución de las actividades experimentales de ciencias naturales. Estructura didáctica para el nivel secundario.*

- [material no publicado]. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. La Habana.
- Colado Pernas, J. E. (2003). *Estructura didáctica para las actividades experimentales de las ciencias naturales en el nivel medio* [tesis doctoral]. Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona”. La Habana.
- Crespo, T. (2007). *Respuestas a 16 preguntas sobre el empleo del método Delphy en la investigación pedagógica*. Editorial San Marcos, Lima.
- Crespo Madera, E.J. y Álvarez Vizoso, T. (2008). Clasificación epistemológica de las “prácticas” de laboratorio. *Revista Pedagogía Universitaria, Vol. 6, No. 2*.
- Cuenca, D.; Tamayo, J (2002). *Estrategia para la Dinámica de las Habilidades experimentales de la Física para estudiantes de Ingeniería* [ponencia]. V Taller Internacional sobre la enseñanza de la Física en Ingeniería. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. La Habana.
- Domingos-João, J., Pérez Ponce, 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 Claro, Z. (2012). *La educación energética de los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Educación, especialidad Matemática Física* [tesis doctoral]. Universidad de Ciencias Pedagógicas “José de la Luz y Caballero”, Holguín.
- Donatien Caballero, J.C. (1995). *Perfeccionamiento de la formación de las habilidades experimentales del profesor de Física y Electrónica* [tesis maestría]. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
- Estévez, B. (1998): *Algunos trabajos sobre el tratamiento de las habilidades* [ponencia]. I. S. P. “José de la Luz y Caballero”. Holguín.
- Fonseca Chaleal, A.J. (2016). *Análisis histórico crítico y la actividad experimental: Construyendo el fenómeno de flotación* [tesis maestría]. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Fraga Movilio, J. (1996). *Temas escogidos de Didáctica de la Física*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Freire, A. (1997). *Formación de habilidades experimentales en la Disciplina Física para Ingeniería Industrial* [tesis maestría]. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.

- Fuentes, H. (1989): *Perfeccionamiento del Sistema de habilidades en la disciplina Física General para estudiantes de Ciencias Técnicas* [tesis doctoral]. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
- Fuentes, H., Mestre, U., Repilado, F. (1997). *Fundamentos didácticos para un proceso de enseñanza aprendizaje participativo* [Monografía]. Centro de Estudios de Educación Superior "Manuel F. Gran", Santiago de Cuba.
- Fundora, J. (2000): *Una concepción de las prácticas de laboratorios en la enseñanza aprendizaje de la Física en la formación de profesores* [ponencia]. Libro de Actas del II Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria, Universidad de La Habana.
- Gil Pérez, D. et al. (1996). *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P. (1997). Tendencias actuales en la enseñanza-aprendizaje de la física. En *Temas escogidos de la didáctica de la física*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Gómez Zoque, A. (1999): *Una Alternativa Didáctica para el Perfeccionamiento de la Formación de Habilidades Experimentales en los Futuros Licenciados en Educación de la Carrera de Física y Electrónica* [tesis maestría]. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
- Gómez Zoque; A. (1997). Ponencia presentada en el Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. La Habana.
- Hidalgo San Juan, A. y Pérez Alí Osmań, E. J. (2020, febrero). *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.
- Kuznietsov G. B. (1962). *La génesis de la explicación mecánica de los fenómenos físicos, y las ideas de la Física cartesiana. Ideas Básicas de la Física*. Editorial Pueblos Unidos. Montevideo Uruguay.
- Majmutov, M. I. (1983). *La Enseñanza Problémica*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana.

- Malagón, J.; Sandoval, S., Ayala, M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica Nueva serie, No. 36, enero-junio*, 119 – 138.
- Malagón, J.; Sandoval, S., Ayala, M., Tarazona, L. (2006). *El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia* [monografía]. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Márquez, A. (1994). *Habilidades: reflexiones y proposiciones para su evaluación*. Centro de Estudios de Educación Superior “Manuel F. Gran”. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba.
- Martin, J.C., Mena, J.L., Valcárcel, N. (2017). Concepción didáctica para la formación de habilidades experimentales de Física en la carrera de Agronomía. *In Ciencia e Innovación Tecnológica (EDACUN). Vol. I, 665-675*. Editorial Académica Universitaria.
- Mejía Padilla, M.F. (2014). *Implementación de actividades experimentales usando materiales de fácil obtención como estrategia didáctica en la enseñanza aprendizaje de la química en la secundaria básica* [tesis maestría]. Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Educación Superior [MES] (2018). Plan de Estudio “E” carrera Ingeniería Civil. La Habana.
- Ministerio de Educación Superior [MES] (junio 2018). “Documento Base para la Elaboración de los Planes de Estudio E”. La Habana. <https://www.mes.gob.cu/es/planes-e-defendidos>
- Ministerio de Educación Superior [MES] (2007). <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-210-de-2007-de-ministerio-de-educacion-superior>
- Moltó Gil, E. (2004). *La formación del profesor de Física para la educación media cubana* [ponencia]. III Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias. Universidad de La Habana.
- Montes de Oca, N., Machado, E.F (2009). *Las habilidades intelectuales*. Consultado el 27 de agosto de 2020 <http://www.Monografias.com>.

- Morales Hernández, H. (2014). Habilidades profesionales experimentales para la enseñanza de la Física en la formación inicial de la especialidad de Matemática-Física en la UCP "Rafael María de Mendive". *Revista IPLAC, No.2140, julio - agosto*.
- Paredes Pupo, R. V. (2009). *Propuesta de Orientaciones Metodológicas para los Trabajos de Laboratorio de Física octavo grado Secundaria Básica* [tesis maestría]. Universidad de Ciencias Pedagógicas "José de la Luz y Caballero", Holguín.
- Peña C., E. (2012). *Uso de actividades experimentales para recrear conocimiento científico escolar en el aula de clase, en la institución educativa mayor de yumbo* [tesis de grado]. Universidad Nacional Sede Palmira. Palmira, Valle.
- Pérez Alí Osmán, E. J. y Gómez Zoque, A. (1995, diciembre). El trabajo experimental en la carrera de Física y Electrónica. *Revista Perfiles de la Física y su Enseñanza, 1* (3), 24-26.
- Pérez, F. (1987): El método experimental: componente esencial de la enseñanza problémica. *Revista Educación, Año XVII, enero-marzo, No. 64, p. 61-67*. La Habana.
- Pérez F., D. (1996). *Los estudios de Ingeniería y Arquitectura en La Habana*. Ediciones ISPJAE. La Habana.
- Petrovski, A.V. (1985). *Psicología General*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Pozo, E.G. (2013). *El trabajo experimental en los estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación, especialidad de Matemática-Física* [tesis doctoral]. Universidad de Ciencias Pedagógicas "Rafael María de Mendive". Pinar del Río.
- Rivada V., M.L. (2001). *Cómo y quiénes iniciaron la enseñanza de la Carrera Ingeniería Civil en Cuba*. *Revista Obra, Año 5, No. 5*. La Habana.
- 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.
- Rojas, C. y Achiong, G. (1990). *El experimento químico y su papel en la realización de la función desarrolladora en la enseñanza*. Congreso Internacional de Pedagogía 90. Palacio de las Convenciones. La Habana.

- Rojas, C. (1988). Algunas consideraciones sobre el problema de desarrollo de las habilidades experimentales en los estudiantes de la Licenciatura en Educación, especialidad Química. Revista Varona, No. 20. La Habana.
- Rojas, C. (1985). Las Prácticas de Laboratorio de Química y el desarrollo de la actividad independiente. Revista Varona No. 14. La Habana.
- Ruiz Gutiérrez, A. (2005). Estrategia metodológica para desarrollar en los docentes de la Educación Preuniversitaria la habilidad profesional pedagógica para la enseñanza de la lectura. Tesis de Doctorado. Ciego de Ávila.
- Talízina, N. F. (1992). La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares. Editorial Ángeles. México.
- Talízina, N. F. (1988). Psicología de la enseñanza. Editorial Progreso. Moscú.
- Torres Cabra, C.A., Bernal Garzón, G.E. (2013). *La actividad experimental y la comprensión de la relación entre comportamiento y estructura de las sustancias* [tesis grado]. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Valledor Estevil, R. (1990): Concepción sistémica del experimento químico escolar como vía para el perfeccionamiento del proceso de formación de habilidades experimentales en las primeras etapas de enseñanza de la Química [ponencia]. Congreso Internacional Pedagogía`90. La Habana.

ANEXO 1. Guía de observación al proceso docente.

Objetivo: Observar la marcha del proceso de desarrollo de habilidades experimentales en la disciplina Física General en la carrera de Ingeniería Civil.

A clases de laboratorio y discusión de resultados.

1. El alumno asiste al laboratorio en horario extra a realizar su preparación consciente
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
2. El alumno realiza el montaje experimental correspondiente a la práctica
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
3. Acto de medición de magnitudes físicas:
 - a) Saben determinar la apreciación del instrumento de medición
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
 - b) Saben leer las escalas de los instrumentos
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
 - c) ¿Cuál instrumento es más complejo para su manipulación?
Cronómetro ___ Balanza ___ Pie de rey ___ Termómetro ___ Probeta ___
Regla graduada ___ Otro ___ ¿Cuál?
4. ¿Requieren de la ayuda del profesor o instructor constantemente?
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
5. ¿Organizan adecuadamente la información?
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
6. ¿Saben construir los gráficos que se derivan de la actividad experimental?
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
7. ¿Interpretan correctamente los resultados del experimento?
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
8. El profesor orienta tareas y, o problemas experimentales después de la actividad experimental
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____
9. Se evidencia el uso de tablas y manuales al interpretar los resultados
Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____

A pruebas parciales y finales.

10. Posee el examen final una componente experimental

Siempre _____ Casi siempre _____ A veces _____ Nunca _____

a) Si lo posee

- Tipo de actividad que se evalúa
 - Reproducción de experimentos ya hechos
 - Montaje de otro experimento nuevo
 - Tarea experimental orientada con anterioridad
 - Variante de laboratorio realizado
 - Problema experimental
- Característica de la realización de la actividad experimental por parte el estudiante:

	B	R	M	Ausencia
Uso de los instrumentos y equipos				
Manipulación del sistema experimental				
Medición de una magnitud				
Generalización de resultados				
Conclusión de la actividad				
Aplicación de lo conocido				

- Grado de independencia

Mucha _____ Poca _____ Ninguna _____

11. La evaluación otorgada al estudiante se corresponde con los objetivos generales de la asignatura.

Sí _____ No _____

ANEXO 2. Prueba Pedagógica aplicada a los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil

Nombre: _____ Grupo: _____

1. A partir de una situación problémica que requiera la realización de una actividad experimental. ¿Cuáles son los pasos que usted seguiría en el diseño experimental?
2. Realice el montaje que aparece en la figura.
 - Péndulo simple

- Péndulo (masa - resorte)
- Plano inclinado

3. Relaciona la magnitud física con el instrumento de medición:

Magnitud física

1. Masa
2. Tiempo
3. Temperatura
4. Volumen
5. Longitud

Instrumento de medición

- ___ Probeta
- ___ Balanza
- ___ Regla graduada
- ___ Cronómetro
- ___ Termómetro
- ___ Pie de Rey

a) Caracterice los instrumentos de medición.

4. Para determinar experimentalmente la aceleración de un cuerpo se usó la expresión:

$$a = 2s/t^2$$

donde, **s**: distancia recorrida y **t**: tiempo.

a) ¿Cómo se mide cada magnitud? (Directa o indirectamente).

ANEXO 3. Encuesta a estudiantes de primer año de Ingeniería Civil

Objetivo: Diagnosticar el estado de desarrollo de la habilidad experimental medir con instrumentos de escala sencilla y con escala Vernier, de los estudiantes de primer año de Ingeniería Civil.

Estimados estudiantes, se está realizando una investigación sobre las habilidades experimentales y es por ello que solicitamos tu colaboración para realizar el siguiente instrumento, el cual no tiene carácter evaluativo. Gracias

Marca con una **X** la alternativa que consideres cierta.

1. El diseño de la actividad experimental que se les ofrece en las clases, ¿trae implícito el montaje experimental a realizar?

Siempre A veces Algunas veces Nunca

2. Cuando le presentan de la actividad experimental, ¿qué técnica operatoria se les facilita?

Seguir un paso a paso las orientaciones.

Escoger el mejor modo de acuerdo a los materiales disponibles.

3. ¿Qué nivel de conocimiento consideras tener para realizar la medición de una magnitud?:

Muy alto Alto Medio Bajo Muy Bajo

4. ¿Antes de realizar una medición determinas la precisión y exactitud del instrumento con el que realizarás la misma?

Sí No No recuerdo

5. ¿Conoces y has trabajado antes con instrumentos de escala Vernier?

Sí No No recuerdo

6. ¿Tienes en cuenta al realizar la medición las incertidumbres implícitas en ella?

Sí No No recuerdo

7. ¿Crees que, como futuro ingeniero civil, te sea de utilidad adquirir habilidades en el uso de los instrumentos de medición durante las prácticas de laboratorio de Física?

Sí No Me abstengo

ANEXO 4. Encuesta a profesores

Estimado profesor, con el fin de perfeccionar el trabajo de formación de habilidades experimentales en la disciplina Física I para la carrera de Ingeniería Civil, se solicita que usted responda con la mayor profesionalidad el siguiente cuestionario. Se agradece su colaboración.

1. La planificación de las actividades experimentales a ejecutar por los estudiantes se concibe para:

- Conferencias
- Laboratorios
- Clases prácticas
- Seminarios
- Práctica Laboral
- Tareas extraclases
- Otras

2. La estructuración de las actividades experimentales se planifica en forma sistémica.

___ Sí ___ No. De ser afirmativa la respuesta diga:

a) ¿En qué se basa la misma? _____

3. ¿El programa de la asignatura tiene un sistema de habilidades experimentales?

___ Sí ___ No. De ser afirmativa la respuesta:

a) ¿Está determinada la estructura interna de cada habilidad experimental?

Sí___ No___

4. ¿Cómo usted controla y evalúa la formación de las habilidades experimentales en los estudiantes durante el desarrollo de la asignatura?

5. Las actividades experimentales propuestas se desarrollan a un nivel:

Familiarización ___ Reproductivo ___ Productivo ___ Creativo ___

6. En las actividades experimentales los estudiantes evidencian:

	SI	NO	A VECES
INDEPENDENCIA			
SEGURIDAD			
VALORAR			
ARRIBAR A CONCLUSIONES			

ANEXO 5. Entrevista a docentes del departamento de Física.

Estimado profesor:

Se está realizando una investigación relacionada con el desarrollo de habilidades experimentales desde Laboratorios Proyectos en los estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Civil y necesitamos de su imprescindible colaboración, por lo que le solicitamos responda las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuenta usted con los suficientes medios de enseñanza para el desarrollo de la actividad experimental en sus clases?
2. ¿Usted plantea a los estudiantes la posibilidad de ellos mismos crear los montajes de las instalaciones experimentales a diferencia del diseño creado por usted?
3. ¿Cree usted que sea necesario y pertinente que el estudiante diseñe su propio montaje?
4. ¿Cómo es el interés y motivación de los estudiantes por el estudio de los contenidos de Física?
5. ¿Los temas que se imparten en la asignatura de Física I se abordan de manera integrada?

ANEXO 6. Entrevista a profesores de Física I de la Universidad de Holguín en el curso 2018 - 2019

Estimado profesor, se está realizando una investigación relacionada con el desarrollo de habilidades experimentales en la disciplina Física I para la carrera de Ingeniería Civil a partir de los Laboratorios Proyectos. Se solicita que usted responda con la mayor profesionalidad el siguiente cuestionario.

Se agradece, de antemano, su colaboración.

Cuestionario:

1. ¿Cómo evalúa usted el nivel de habilidad experimental que tienen los estudiantes al realizar una medición con instrumentos de escala simple y escala Vernier cuando inician la Física I?
2. ¿Considera que los estudiantes de primer año deben mejorar en las habilidades manipulativas que como futuro ingeniero necesitan para poderlos aplicar en las actividades experimentales?

3. Si usted ha trabajado con los alumnos de primer año de Ingeniería Civil en cómo realizar mediciones en las actividades experimentales de Física I, relate su experiencia.
4. ¿Considera que la adquisición de habilidades manipulativas en las mediciones, a través, de las actividades experimentales de Física, ayuda a los estudiantes en el desarrollo de un mejor ingeniero?
5. Cómo usted evalúa el desarrollo de las actividades experimentales en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Holguín, en cuanto a:
 - a. Motivación de los estudiantes hacia las tareas experimentales.
 - b. Desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes.
 - c. Método de trabajo durante la realización de las actividades experimentales.

ANEXO 7. Encuesta a Jefe de Disciplina

Compañero: Con vistas a dar cumplimiento a tareas de una investigación necesitamos sus valiosos criterios en cuanto a los elementos que a continuación se le presentan, agradeciéndole de antemano el tiempo que le destinará al llenado de esta encuesta y seguros de que su aporte redundará en beneficio de la elevación de la calidad del desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Holguín. **Muchas gracias**

DATOS GENERALES:

Nombre y apellidos: _____

Campus Universitario: _____ Disciplina: _____

1. Marque con una X cómo valora su dominio sobre:

Las habilidades experimentales:	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Propias en usted					
Conocimiento para enseñarlas					
En los estudiantes actuales					

2. ¿Ha impartido actividades metodológicas en las que en algún punto tiene implícito tratamiento al desarrollo de habilidades experimentales?

Si ___ No ___ Tal vez ___

3. ¿En qué medida considera usted que el proceso de enseñanza aprendizaje favorece el desarrollo de habilidades experimentales?

Mucho ___ Poco ___ Nada ___

4. ¿En el Trabajo Metodológico que usted realiza incluye actividades demostrativas de cómo desarrollar habilidades experimentales en los estudiantes?

Si ___ No ___

En caso afirmativo, ¿con qué frecuencia?

En todas las actividades ___ A veces ___ Nunca ___

¿A través de qué formas? _____

5. ¿Cómo considera usted que es su preparación para dirigir en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física las actividades experimentales?

Muy alta ___ Alta ___ Media ___ Baja ___ Ninguna ___

6. ¿Cómo considera usted el nivel de preparación de los profesores de Física de su disciplina en cuanto a desarrollar habilidades experimentales en los estudiantes?

Muy alto ___ Alto ___ Medio ___ Bajo ___ Ninguno ___

7. Considera usted, que sus profesores necesiten mayor preparación en cuanto al desempeño en las actividades experimentales para desarrollar habilidades en los estudiantes.

Sí ___ No ___

8. Brinde sugerencias o recomendaciones en función que en las actividades experimentales el docente desarrolle habilidades experimentales en los estudiantes que respondan a un uso eficiente de las potencialidades del departamento en el proceso de enseñanza aprendizaje.

ANEXO 8. Cuestionario para determinar el nivel de satisfacción con respecto a los Laboratorios Proyectos que favorecen el desarrollo de habilidades experimentales de los estudiantes de primer año de Ingeniería Civil.

Objetivo: Búsqueda de consenso a partir de los criterios de los especialistas acerca de los Laboratorios Proyectos que favorecen el desarrollo de habilidades experimentales de los estudiantes de primer año de Ingeniería Civil.

Estimado colega:

Usted ha sido seleccionado(a) como especialista con el fin de aportar criterios acerca de la propuesta de los Laboratorios Proyectos que favorecen el desarrollo de habilidades experimentales de los estudiantes de primer año de Ingeniería Civil. Solicitamos de usted la mayor colaboración posible, exponiendo sus criterios y opiniones al respecto, así como la sinceridad en las respuestas.

1.- 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:

C₁: Imprescindible **C₂:** Muy Útil **C₃:** Útil **C₄:** Podría servir **C₅:** No aporta.

ELEMENTOS A CONSIDERAR	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅
1. Ideas generales a considerar para la elaboración de los Laboratorios Proyectos.					
2. Procedimiento para la elaboración de los Laboratorios Proyectos.					
3. Estructura de los Laboratorios Proyectos.					
4. Propuesta de los Laboratorios Proyectos.					

- ¿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 9. Categoría general otorgada a cada uno de los elementos consultados.

RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO DE DATOS						
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	
1. Ideas...	10	3	1			Imprescindible
2. Procedimiento...	9	1	3	1		Imprescindible
3. Estructura...	2	2	7	1		Útil
4. Propuesta...	1	8	2	1		Muy útil

C₁: Imprescindible C₂: Muy Útil C₃: Útil C₄: Podría servir C₅: No aporta.

