



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS**

**PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES:
MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**

Guías de laboratorio experimental para la enseñanza de
Mecánica Clásica dirigido a estudiantes de la Carrera de
Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la
Física

**Trabajo de titulación para optar al título de Licenciado/a en Pedagogía
de las Matemáticas y la Física**

Autor:

Jessica Alexandra Pilco Sucuy

Tutora:

PhD. Narcisa de Jesús Sánchez Salcán

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Jessica Alexandra Pilco Sucuy, con cédula de ciudadanía 0606157162, autor del trabajo de investigación titulado: GUÍAS DE LABORATORIO EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE MECÁNICA CLÁSICA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 20 de noviembre del 2023.



Jessica Alexandra Pilco Sucuy
C.C. 0606157162



ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 27 días del mes de Noviembre de 2023, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **JESSICA ALEXANDRA PILCO SUCUY** con CC: **0606157162**, de la carrera **PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado **"GUÍAS DE LABORATORIO EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE MECÁNICA CLÁSICA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA"**, por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.


PhD. Narcisa de Jesús Sánchez Salcán
TUTOR(A)

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación GUÍAS DE LABORATORIO EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE MECÁNICA CLÁSICA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA, presentado por Jessica Alexandra Pilco Sucuy, con cédula de identidad 0606157162, bajo la tutoría de la PhD. Narcisa de Jesús Sánchez Salcán; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 24 días del mes de enero de 2024.

PhD. Carmen Siavil Varguillas Carmona
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



MsC. Laura Esther Muñoz Escobar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



MsC. Jhonny Patricio Ilbay Cando
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **PILCO SUCUY JESSICA ALEXANDRA** con CC: **0606157162**, estudiante de la Carrera **PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**, Facultad de **CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"GUÍAS DE LABORATORIO EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE MECÁNICA CLÁSICA DIRIGIDO A ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA"**, cumple con el 5 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 19 de enero de 2024

PhD. Narcisca de Jesús Sánchez Salcán
TUTOR(A)

DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado a mi pequeña gran familia, mis padres: Hilario Pilco y María Juana Sucuy por haberme motivado e inspirado a seguir adelante cumpliendo cada meta para mi crecimiento personal y profesional, con arduo esfuerzo y sobre todo responsabilidad en cada una de mis obligaciones.

A todos mis hermanos y hermanas, quienes han sido un ejemplo e inspiración para seguir mi carrera profesional.

- Jessica Pilco

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por proporcionarme la dicha de vivir y gozar de buena salud a lo largo de mi formación personal y académica.

A mis padres, por cada palabra de aliento para seguir adelante, su entereza y entrega hacia sus hijos quienes poco a poco hemos ido cumpliendo cada una de nuestras obligaciones gracias a su apoyo incondicional.

A mis hermanos y hermanas que me han apoyado moral, emocional y académicamente a lo largo de mi vida.

A mis amigos, con quienes he compartido una vida estudiantil llevadera y quienes también me han enseñado varias cosas en la vida.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, lugar en el que he conocido a varias personas, compañeros, amigos y mis docentes que han compartido sus conocimientos y proporcionado herramientas para un buen desempeño profesional, sobre todo mi tutora la PhD. Narcisa Sánchez por ayudarme en la presente investigación como trabajo de titulación.

- Jessica Pilco

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I **15**

I INTRODUCCIÓN **15**

1.1	Antecedentes	16
1.2	Planteamiento del Problema	19
1.2.1	Formulación del problema	20
1.2.2	Preguntas Directrices	21
1.3	Justificación	21
1.4	Objetivos	22
1.4.1	Objetivo general	22
1.4.2	Objetivos específicos	22

CAPÍTULO II **23**

II MARCO TEÓRICO **23**

2.1	Estado del arte	23
2.2	Constructivismo	25
2.2.1	Corrientes educativas del constructivismo	26
2.2.1.1	Corriente evolucionista	26
2.2.1.2	Postura de desarrollo intelectual con énfasis en los contenidos científicos	26
2.2.1.3	Corriente del desarrollo de habilidades cognitivas	26
2.2.1.4	Constructivismo sociocultural	26

2.2.2	Enseñanza	27
2.2.3	Modelos didácticos de enseñanza	28
2.2.4	Aprendizaje	29
2.2.5	Condiciones de aprendizaje	30
2.2.5.1	Aprendizaje significativo	31
2.2.5.2	Importancia del aprendizaje significativo	31
2.3	Mecánica Clásica	32
2.3.1	Cinemática	33
2.3.1.1	El movimiento	33
2.3.2	Dinámica	33
2.3.2.1	La Fuerza	34
2.3.3	Método científico	36
2.3.4	Laboratorio experimental	37
2.3.5	Tipos de prácticas experimentales	38
2.3.6	Estructura de guías de laboratorio experimental	41
2.3.7	Actividades experimentales en la enseñanza de la Física	43
2.3.8	Actitudes	44
2.3.8.1	Tipos de actitudes	44
2.3.8.2	Escalas de medición de las actitudes	45
2.4	Contenido Curricular	46
2.4.1	Mecánica de partículas puntuales	46
2.4.2	Dinámica de la partícula	47
2.5	Definición de términos básicos	48

CAPÍTULO III 49

III MARCO METODOLÓGICO 49

3.1	Tipo de investigación	49
3.1.1	Según el enfoque	49
3.1.2	Según el lugar	49
3.1.3	Según el tiempo	49
3.1.4	Según su nivel de profundidad	49
3.2	Diseño de la investigación	50
3.3	Técnica e instrumento para la recolección de datos	50
3.3.1	Técnicas	50
3.3.2	Instrumentos	50
3.4	Validez y confiabilidad de los instrumentos	50
3.4.1	Validez	50
3.4.2	Confiabilidad	51
3.5	Población y muestra	52
3.5.1	Población	52
3.5.2	Muestra	52
3.6	Métodos de análisis, y procesamiento de datos.	53

3.6.1	Método de análisis	53
3.6.2	Procesamiento de datos	53
CAPÍTULO IV		55
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1	Análisis e interpretación de Datos	55
4.2	Discusión de resultados	66
CAPÍTULO V		69
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1	Conclusiones	69
5.2	Recomendaciones	70
CAPÍTULO VI		71
VI	PROPUESTA	71
6.1	Título de la propuesta	71
6.2	Objetivos de la propuesta	71
6.2.1	Objetivo General:	71
6.2.2	Objetivos específicos:	71
6.3	Justificación de la propuesta	71
6.4	Fundamentación de la propuesta	72
6.5	Diseño de la propuesta	73
6.6	Validación de la propuesta	74
REFERENCIAS		76
ANEXOS		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	<i>Clasificación de las prácticas de laboratorio de Física</i>	38
Tabla 2.2	<i>Clasificación de Caballer y Oñorbe (1999)</i>	39
Tabla 2.3	<i>Clasificación de Herron (citado por Tamir y García, 1992)</i>	39
Tabla 2.4	<i>Clasificación de Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994)</i>	40
Tabla 3.1	<i>Puntaje y escala de grado porcentual</i>	50
Tabla 3.2	<i>Validación del instrumento: Expertos</i>	51
Tabla 3.3	<i>Rangos de Fiabilidad</i>	51
Tabla 3.4	<i>Estadísticas de fiabilidad prueba objetiva</i>	52
Tabla 3.5	<i>Población</i>	52
Tabla 3.6	<i>Muestra</i>	53
Tabla 4.1	<i>Resultados Pregunta 1: Estilo de enseñanza empleado en las prácticas de laboratorio de física</i>	55
Tabla 4.2	<i>Resultados de Pregunta 2: Estilo de enseñanza preferido en las prácticas de laboratorio de física</i>	57
Tabla 4.3	<i>Resultados Pregunta 3: Trabajo práctico de acuerdo al plan de estudios de Física</i>	58
Tabla 4.4	<i>Resultados Pregunta 3: Trabajo práctico de acuerdo al plan de estudios de Física</i>	59
Tabla 4.5	<i>Resultados de Pregunta 5: Beneficios del trabajo de laboratorio de física</i>	61
Tabla 4.6	<i>Resultados de Pregunta 6: Actitudes del estudiante hacia el laboratorio de física</i>	64
Tabla 6.1	<i>Validación de la propuesta de investigación: Expertos</i>	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1	<i>Aprendizaje, teorías, tipos y condiciones</i>	29
Figura. 4.1	<i>Estilo de enseñanza empleado en las prácticas de laboratorio de física</i>	56
Figura. 4.2	<i>Estilo de enseñanza preferido en las prácticas de laboratorio de física</i>	57
Figura. 4.3	<i>Trabajo práctico de acuerdo al plan de estudios de Física</i>	58
Figura. 4.4	<i>Forma de usar laboratorios de física para la enseñanza de Mecánica Clásica</i>	60
Figura. 4.5	<i>Beneficios del trabajo de laboratorio de física</i>	62
Figura. 4.6	<i>Actitudes del estudiante hacia el laboratorio de física</i>	65

RESUMEN

La enseñanza efectiva de la Mecánica Clásica constituye un pilar fundamental en la formación de estudiantes de física. A pesar de la disponibilidad de recursos didácticos, se observa una carencia significativa de guías de laboratorio experimental adaptadas a las necesidades específicas de los estudiantes. Por tanto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo proponer guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica en los estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo para el fortalecimiento de las competencias en las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la partícula. La investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo transversal y descriptivo, con un diseño no experimental, la muestra fue seleccionada con un muestreo no probabilístico de tipo intencional, corresponden a los estudiantes de segundo, tercero y cuarto semestre de la carrera antes mencionada. Como instrumento para la recolección de datos se aplicó un cuestionario con la finalidad de conocer las actitudes de los estudiantes frente al uso de las prácticas experimentales. De los resultados obtenidos, se muestra que la actitud de los estudiantes objeto de estudio frente al uso de las prácticas de laboratorio es positiva, reconociendo la importancia hacia el desarrollo de habilidades prácticas, y un alto interés por disponer de un repositorio de guías de laboratorio experimental. Finalmente, como propuesta fueron elaboradas y validadas las guías de laboratorio experimental, utilizando los equipos de laboratorio de la facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de Chimborazo, para las temáticas: los principios básicos de la Física, el movimiento unidimensional y bidimensional, así como las leyes del movimiento de Newton y sus aplicaciones.

Palabras clave: Laboratorio experimental, Mecánica Clásica, método científico, aprendizaje significativo, guías de laboratorio

ABSTRACT

The effective teaching of Classical Mechanics constitutes a fundamental pillar in the formation of physics students. Despite the availability of didactic resources, there is a significant lack of experimental laboratory guides adapted to the specific needs of students. Therefore, the present research work aims to propose experimental laboratory guides for the teaching of Classical Mechanics in students of the Pedagogy of Experimental Sciences: Mathematics and Physics of the National University of Chimborazo for the strengthening of competences in the subjects of Particle Mechanics and Particle Dynamics. The research has a quantitative approach of transversal and descriptive type, with a non-experimental design, the sample was selected with a non-probabilistic sampling of intentional type, corresponding to students of second, third and fourth semester of the aforementioned major. As an instrument for data collection, a questionnaire was applied in order to know the students' attitudes towards the use of experimental practices. From the results obtained, it is shown that the attitude of the students under study towards the use of laboratory practices is positive, recognizing the importance towards the development of practical skills, and a high interest in having a repository of experimental laboratory guides. Finally, as a proposal, experimental laboratory guides were elaborated and validated, using the laboratory equipment of the Faculty of Education Sciences of the National University of Chimborazo, for the following topics: the basic principles of Physics, one-dimensional and two-dimensional motion, as well as Newton's laws of motion and their applications.

Keywords: Experimental laboratory, Classical Mechanics, scientific method, meaningful learning, laboratory guides.



Reviewed by:

Msc. Jhon Inca Guerrero.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604136572

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Al igual que en otros países del mundo, en Ecuador el uso del laboratorio es, sin duda, una de las herramientas más eficaces para el aprendizaje significativo en campos como la ciencia, la física, la química y la biología. El propósito del uso del laboratorio en la educación puede resumirse en aumentar el interés y la curiosidad de los alumnos, desarrollar el pensamiento creativo, el pensamiento crítico y la habilidad de resolución de problemas, como también para apoyar su desarrollo conceptual, mejorar las habilidades del proceso científico como la recogida de datos, la observación e interpretación de resultados.

Es así que, el aprendizaje de la física emplea experimentos con materiales didácticos enriquecedores para dotar a los alumnos de conocimientos, habilidades, actitudes y comportamientos adecuados, pero en algunos casos los estudiantes no disponen de guías de laboratorio para la realización de las prácticas de laboratorio, por lo que es necesario dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Cómo se puede diseñar y estructurar efectivamente guías de laboratorio para integrar de manera coherente la teoría y la práctica, fomentando una comprensión profunda de los conceptos de Mecánica Clásica?

De acuerdo con Flores et al. (2009), la finalidad de ejecutar una práctica de laboratorio es que los alumnos adquieran conocimiento científico de forma comprensiva, mediante un proceso activo de enseñanza en un ambiente de aprendizaje donde pueda construir y reconstruir los modelos propuestos con procedimientos de la ciencia e indagación científica y así comprender la naturaleza, pues resulta necesario que el docente dinamice el Proceso de Enseñanza Aprendizaje (PEA).

Sin embargo, Tenreiro y Marques (2006) mencionan que la mayoría de las actividades de laboratorio promueven una escasa implicación cognitiva del alumnado y se centran en demostraciones ilustrativas de la teoría con una ejecución de tipo “recetas de cocina”, lo cual imposibilita la estimulación de las capacidades de pensamiento como plantear y responder preguntas, diseñar experiencias y formular y probar hipótesis; además, los laboratorios no cuentan con los equipos adecuados o los docentes no se encuentran capacitados para usarlos, por lo que no se pueden desarrollar prácticas experimentales óptimas.

El trabajo de laboratorio se considera importante para los logros de los estudiantes en la educación científica, por ello la presente investigación se enfoca en el diseño de guías de laboratorio experimental para la enseñanza de Mecánica Clásica, haciendo uso del equipo de laboratorio existente en la facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo, dirigidas a estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física. En tal sentido, este trabajo contribuye al desarrollo curricular, dado que proporciona un recurso específico, promoviendo el trabajo práctico en los laboratorios, para facilitar la comprensión

de conceptos, promover la aplicación práctica de los mismos y, fomentar el conocimiento científico, beneficiando tanto a estudiantes como a docentes en el proceso de formación académica y de profesionalización.

Para llevarla a cabo, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo y sin manipulación alguna de los datos, por lo que su diseño fue no experimental. Para la recogida de la información se empleó la técnica de la encuesta con su instrumento, el cuestionario empleando escalas de medición de Likert y diferencial semántico aplicado a los estudiantes de segundo, tercero y cuarto semestre de la Carrera de la Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física.

Este proyecto de investigación presenta la siguiente estructura manteniendo una secuencia lógica en su desarrollo:

En el **capítulo I** se encuentra la introducción donde se aborda el tema de la investigación, los antecedentes, el planteamiento del problema, la formulación del problema, preguntas directrices, la justificación y los objetivos.

El **capítulo II** abarca el estado del arte, donde se consideran investigaciones que se han realizado recientemente en torno al presente proyecto, las mismas que sirvieron como base para fundamentar ciertos aspectos relacionados con las variables en estudio, y el marco teórico donde se aborda el contenido científico y documental en torno al laboratorio experimental, guías y su estructura para la enseñanza y aprendizaje de la Mecánica Clásica.

En el **capítulo III** se estructura el marco metodológico donde se describe el tipo de investigación según el enfoque, lugar, tiempo y nivel de profundidad, el diseño de la investigación, la técnica e instrumento para la recolección de los datos, la validez y confiabilidad de los instrumentos, población y muestra de estudio, método de análisis y procesamiento de datos,

El **capítulo IV** comprende el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la investigación, así como la discusión.

En el **capítulo V** se presentan las conclusiones y recomendaciones con base en los objetivos planteados en a investigación.

En el **capítulo VI** se adjunta la propuesta de las guías de laboratorio experimental abordando temáticas concernientes al estudio de la Mecánica Clásica.

1.1 Antecedentes

La enseñanza de la Física ha resultado una tarea tediosa tanto para el docente como para el estudiante, dado que implica una comprensión de los fenómenos que ocurren en la naturaleza para poder explicarlos a través de las leyes a las cuales se rige la misma, por lo que su enseñanza se ha desarrollado de manera tradicional orientada hacia el conocimiento y no al proceso de aprendizaje. En tal virtud, el diseño y desarrollo de

guías de laboratorio experimental desempeñan un rol crucial en el proceso de enseñanza aprendizaje, al proporcionar a los estudiantes herramientas concretas para la comprensión de los principios fundamentales de la Mecánica Clásica, pues su efectividad radica en su diseño, estructura y contenido. Por tanto, es imperativo abordar una evaluación crítica de las guías de laboratorio, identificando oportunidades de mejora y perfeccionamiento para generar conocimientos sólidos en los estudiantes.

Duque (2015) en su investigación llevada a cabo en Bárbula - Venezuela, desarrolló una propuesta de prácticas de laboratorio para la unidad curricular de Física I empleando un enfoque constructivista para elevar el rendimiento académico de los cadetes del primer semestre de la Academia Militar de la Armada Bolivariana, pues su punto de partida fue diagnosticar el rendimiento académico que poseían los estudiantes. El instrumento empleado fue un cuestionario con escalamiento tipo Likert, con el cual se pudo detectar que uno de los factores influyentes en el rendimiento podía deberse a la falta de entendimiento empírico de los datos y concepto impartidos en las clases y la falta de diseño y ejecución de un programa de prácticas de laboratorio; por otro lado, se detectó una alta motivación de manera personal y por parte del profesor al encontrar que más del 90% de los encuestados poseían una buena percepción profesional, académica y educativa del docente que imparte las clases de Física, así como una aptitud de aprobación y aceptación hacia la materia reconociendo la utilidad del laboratorio para mejorar su aprendizaje con una actitud favorable para su implementación. De este modo, el investigador identificó una manera de incentivar más la motivación, vinculando el conocimiento teórico con el experimental mediante ejercicios prácticos y diversos con el fin de fortalecer los conocimientos adquiridos, pues la estructura adoptada en su propuesta fue el título del trabajo práctico, objetivos, materiales, fundamentos, experimento o instrucciones, y preguntas post laboratorio.

Con respecto a esta investigación, se apreció que para aumentar el rendimiento académico, influye la motivación personal del estudiante y por parte del docente, así como una actitud favorable hacia la inmersión de actividades experimentales en su plan de estudios. Al analizar la propuesta establecida por el investigador, se evidenciaron tres actividades de laboratorio con un alto índice de factibilidad, y se enfatiza que la experimentación bajo un enfoque constructivista es un recurso didáctico eficiente que permite a los estudiantes la comprensión de conceptos propios de la Física.

Además, Benalcazar (2020) en su investigación titulada "Laboratorio de física y su influencia en el desempeño académico de la brigada de guardiamarinas de la Escuela Superior Naval Cmté. Rafael Morán Valverde" demostró que el rendimiento académico de la materia de Física en el personal de Guardiamarinas de primero y segundo año mejoraba frente a la mayor cantidad de prácticas, evidenciando la influencia directa de ejercicios prácticos en el laboratorio. Para la recolección de la información se emplearon técnicas como la encuesta, determinando el nivel de utilización y las mejoras que se podían aplicar al Laboratorio de Física de la Escuela Superior Naval, los registros de calificaciones de la asignatura de Física en los cuatro años evidenciando el desempeño académico de la brigada de guardiamarinas, y entrevistas aplicadas a docentes de la asignatura en mención. El

estudio confirmó que la frecuencia con la que se realizaban las prácticas de laboratorio era parcialmente bajo al realizarse mensualmente, y los docentes consideraron que uno de los tópicos donde se deberían realizar prácticas en el laboratorio era la mecánica clásica. Por ello, resultó factible la aplicación de un instructivo de prácticas de Laboratorio de Física sobre la base de los contenidos estructurados en los syllabus correspondientes, de modo que se logre afianzar los conocimientos teóricos-prácticos para lograr aprendizajes significativos en los estudiantes.

Es evidente la importancia de las prácticas de laboratorio para potenciar el aprendizaje, al igual que la necesidad de contar con el instructivo cuyo elementos constitutivos fueron el título de la práctica, los objetivos, recursos y materiales e instrucciones que ayude tanto al docente en la gestión del proceso de enseñanza como al estudiante apoyando su aprendizaje. Sin embargo, se pudo apreciar que durante cada unidad de estudio se proponía solamente una práctica de laboratorio.

Por otro lado, Guachún (2022), analizó el impacto de la implementación de prácticas de laboratorio de Física con un enfoque epistemológico mediante la V de Gowin en la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Cuenca-Ecuador. En el estudio se detalla la importancia y aplicaciones de actividades experimentales bajo la integración de la teoría y la práctica, ya que el enfoque epistemológico permitía determinar la incidencia positiva en la comprensión, motivación y comportamiento para la solución de problemas que implicaba la asignatura mediante las prácticas de laboratorio. La muestra fue de 50 estudiantes de los periodos marzo-agosto 2019 y marzo-agosto 2021, que para la recolección de datos se emplearon instrumentos tales como el test de conocimientos, informes de prácticas de laboratorio, entrevistas a grupos focales y diarios de campo, con ellos se pudo concluir que a través de las prácticas de laboratorio empleadas se lograron alcanzar los resultados de aprendizaje esperados aprobando la materia con un promedio alto y adquirieron un aprendizaje significativo. Su propuesta consistió en 15 informes de laboratorio de la asignatura de Física I cuya estructura fue establecida en 9 etapas, los cuales fueron: tema o evento de estudio, pregunta central de la investigación, conceptos clave necesarios, qué se necesita para realizar la práctica, cómo se organizan las ideas y datos, leyes y principios involucrados, qué acaba de aprender, teorías generales y explicar si es bueno o malo lo que se acaba de aprender.

De acuerdo con el investigador, lo que quiere es generar aprendizajes significativos, empleando una nueva guía para el desarrollo de prácticas de laboratorio con la estructura UVE Gowin con la cual le ha arrojado resultados positivos, pero inicialmente requiere de la enseñanza de la metodología de trabajo experimental al no ser conocida por los estudiantes, presentando mayor dependencia hacia el docente, muchas dudas e inquietudes como es normal al iniciarlo. Sin embargo, lo que se quiere es proporcionar a los estudiantes una estructuración adecuada y explícita para que puedan aprender en conjunto bajo un mismo enfoque (mismos materiales, igual procedimiento) permitiendo tanto el apoyo dentro del mismo grupo como con los otros compañeros para que el aprendizaje sea en sí colaborativo en toda su extensión.

1.2 Planteamiento del Problema

Un estudio sobre el uso de las prácticas de laboratorio en Física y Química en dos contextos educativos diferentes: Alemania y España, realizado a equipos directivos, profesorado, alumnado y familias, menciona que las actividades experimentales son útiles en la enseñanza científica; sin embargo, un 40% de alumnos murcianos nunca hacen este tipo de actividades, lo cual los aleja de la realización de estudios científicos (Tárraga et al., 2007). Esto se debe a que el tratamiento de las prácticas de laboratorio de Física y Química están influenciadas por elementos organizativos o de dotación de recursos, pero lo que más influye es la concepción de la enseñanza y la educación, la formación del profesorado inadecuada, el reconocimiento social, entre otros. Al analizar la formación docente, Valencia y Torres (2017) en su estudio "Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias", evidencia que no se mantiene una relación significativa entre las prácticas de laboratorio y la concepción sobre la naturaleza de la ciencia, ya que las guías bajo las que se ejecutan las mismas, se centran en procedimientos que contribuyen poco a la transmisión de la visión adecuada de esta, el cómo elaborarla y cómo validarla, llevando a una reflexión sobre las actividades de laboratorio.

Así, Elizondo (2013) menciona que las clases de física simplemente están orientadas al conocimiento más no al proceso de enseñanza – aprendizaje, por lo que destaca 6 tipos de dificultades presentes en los alumnos para la comprensión de la Física y los que más se han repetido en la aplicación de laboratorios y exámenes son las dificultades para transcribir al lenguaje matemático los datos del problema, deficiencias en sus habilidades matemáticas y de transcribir al lenguaje de la Física los datos de la solución del problema, con ello se reiteran las deficiencias en la comprensión de los conceptos matemáticos que implican los enunciados de los problemas de Física.

La enseñanza científica se ha reducido a la transmisión de conocimientos ya elaborados sin generar en los estudiantes una aplicación del método científico, lo cual influye y obstaculiza su aprendizaje. La forma en que los docentes llevan a cabo el trabajo experimental mantiene un enfoque tradicional de realizar las prácticas de laboratorio donde el estudiante recibe la información de lo que debe hacer, con qué, cómo y qué resultados obtener. Fernández (2015) menciona que la enseñanza de las ciencias está relacionada estrictamente con la actividad docente, ya que su accionar está centrado en aspectos que en mayor medida son conceptuales, sin establecer relación alguna con la Ciencia – Tecnología – Sociedad (CTS) ni con acontecimientos del diario vivir.

Por otro lado, un estudio realizado por Pavón et al. (2020) sobre la Caracterización de la Enseñanza de Física Experimental en la ciudad de Guayaquil, resalta que la física experimental recibe poca importancia debido a que inciden factores tales como la baja enseñanza de la física experimental por la poca preparación docente, así como la escasez de materiales e instrumentos para ejecutar las prácticas. Esto conlleva el análisis del tipo de formación de futuros docentes en estas áreas que se está llevando a nivel universitario, principalmente sobre la actividad experimental en los laboratorios.

Por todo lo antes mencionado, la enseñanza efectiva de la Mecánica Clásica constituye un pilar fundamental en la formación de estudiantes de física. A pesar de la disponibilidad de recursos didácticos, se observa una carencia significativa de guías de laboratorio experimental adaptadas a las necesidades específicas de los estudiantes. Esta carencia afecta la calidad del aprendizaje y la comprensión profunda de los conceptos fundamentales de la Mecánica Clásica.

Entre los problemas presentados para la enseñanza de la física, Olivares (2019) y González (2019) mencionan las siguientes:

Ausencia de Material Didáctico Específico: La falta de guías de laboratorio experimental específicamente diseñadas para la enseñanza de Mecánica Clásica impide una aplicación práctica efectiva de los principios teóricos, afectando la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Desconexión entre Teoría y Experimentación: Se evidencia una brecha entre la teoría expuesta en las aulas y la aplicación práctica en el laboratorio, lo que limita la integración coherente de los conceptos de Mecánica Clásica.

Necesidad de Guías Contextualizadas: La falta de guías de laboratorio contextualizadas y alineadas con el plan de estudios dificulta la aplicación coherente de prácticas experimentales, afectando la comprensión global de la materia.

Sin embargo, hoy en día se habla de un aprendizaje construido por el estudiante mediante experiencias que se van desarrollando a través de la combinación de la teoría con la práctica, pero requiere de un instrumento que lo guíe hacia el logro de un aprendizaje significativo, el cual contenga el conocimiento esencial, ordenado y sistemático, por lo que las guías de laboratorio experimental haría que este lea comprensivamente el tema, conceptualice gráficamente el fenómeno y razone matemáticamente tratando de resolver un problema real.

En tal sentido, al analizar dentro de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, no se cuenta con un manual o instructivo de prácticas experimentales acorde al equipamiento del laboratorio para la enseñanza de la Mecánica Clásica. Por ello, la presente investigación pretende diseñar guías de laboratorio experimental para la enseñanza de Física en la temática de Mecánica Clásica, dirigida a los estudiantes de la carrera en mención, con el fin de fortalecer la relación teórica – práctico del contenido teórico, apoyando al docente en su proceso de enseñanza para que sea constructivista al aplicar las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica.

1.2.1 Formulación del problema

¿Cómo se puede diseñar y estructurar efectivamente las guías de laboratorio para integrar de manera coherente la teoría y la práctica, fomentando una comprensión profunda de los conceptos de Mecánica Clásica?

1.2.2 Preguntas Directrices

- ¿Cuáles son las actitudes que tienen los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física hacia el uso del laboratorio experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica?
- ¿Cuáles son los contenidos mínimos que se abordan en las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la Partícula propuesta en la malla curricular?
- ¿Cuál es la estructura de una guía de laboratorio experimental usando el método científico?
- ¿Qué criterio emiten los expertos en el área de la Física sobre la propuesta de guías de laboratorio para la enseñanza de Mecánica Clásica?

1.3 Justificación

Los laboratorios de Física se han constituido en espacios que facilitan la comprensión de contenidos teóricos como prácticos, por lo que se ha potenciado la asimilación de conocimientos por parte de los estudiantes a través de la enseñanza de técnicas experimentales promoviendo así actitudes científicas.

La formulación y desarrollo de guías de laboratorio experimental específicas para la enseñanza de Mecánica Clásica abordará las carencias identificadas, mejorando la calidad del proceso educativo y facilitando una integración más efectiva entre la teoría y la experimentación en el aprendizaje de la física.

Es así que, la investigación establecida es de gran importancia, ya que se pretende fortalecer la formación teórica y experimental de los futuros profesionales para que sean capaces de impartir clases eficazmente, despertando el interés y la motivación en sus estudiantes. Del mismo modo, su relevancia radica en fusionar la metodología tradicional con una estrategia didáctica a base de actividades experimentales con enfoque a la ejecución de experimentos en los laboratorios institucionales en los cuales consoliden los conocimientos y desarrollen habilidades prácticas y científicas, necesarias para su ejercicio profesional.

Por tal razón, la presente investigación plantea el desarrollo de guías de laboratorio experimental como aporte académico para fomentar la mejora del aprendizaje de la mecánica clásica a través de prácticas experimentales, pues dado que este tema se constituye en el punto de partida del estudio de la Física explicando el movimiento de cualquier cuerpo existente, se requiere su dominio a nivel conceptual y práctico. Además, sobre la base de la fundamentación teórica, se pudo rescatar los tipos de prácticas que se pueden implementar en el ejercicio docente y clarificar su finalidad, teniendo en cuenta que las actitudes de los discentes pueden servir para la organización y elección de estrategias metodológicas en cuanto a la planeación de la actividad experimental, determinando su importancia para la comprensión de la ciencia y generación de aprendizajes significativos, enmarcado en la

teoría pedagógica para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la Física con un enfoque constructivista.

Por consiguiente, la investigación resulta viable al desarrollarse en la Universidad Nacional de Chimborazo, contando con las fuentes primarias siendo los estudiantes de Pedagogía de Matemática y Física, así como las fuentes de información secundarias con respecto a investigaciones enmarcadas en el tema de estudio. Además, para el desarrollo de las guías de laboratorio experimental se tomó en consideración los materiales e instrumentos con los que se encuentran equipados los laboratorios institucionales, de modo que no queden obsoletos y aporten a la preparación práctica de los estudiantes en formación docente de esta área.

En cuanto a la propuesta realizada, se considera como beneficiarios directos tanto a estudiantes quienes tendrán a su alcance una guía que les oriente y facilite su aprendizaje de manera autónoma, como a los docentes que impartan los contenidos curriculares de Cinemática y Dinámica quienes contarán con un recurso didáctico para implementar actividades experimentales y puedan determinar la validez de esta. Y es trascendental al poder ser usada para estudios posteriores, al elaborar un instrumento de apoyo a la enseñanza, el cual podrá ser evaluado tras su aplicación en otras instituciones educativas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica en los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las actitudes que tienen los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física hacia el uso del laboratorio experimental en la enseñanza de la Mecánica Clásica.
- Determinar los contenidos mínimos que se abordan en Mecánica Clásica de las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la Partícula propuesta en la malla curricular.
- Desarrollar guías de laboratorio que integren de manera efectiva la teoría y la práctica, fomentando la comprensión profunda de los principios físicos involucrados.
- Validar las guías de laboratorio para la enseñanza de la Mecánica Clásica a través de juicio de expertos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Las prácticas de laboratorio se han considerado como entornos dinámicos donde los estudiantes "aprenden a hacer, razonar, interactuar, debatir, poner en común ideas, puntos de vista y por supuesto, poder transformar la realidad" (Reyes, 2020, p. 1). Estas se han constituido en una herramienta de aprendizaje integradora de saberes, habilidades y actitudes generales, así como específicas, útiles para la construcción del conocimiento dentro de la comunidad científica, al permitir al estudiante interactuar con el objeto de estudio mediante procedimientos, técnicas, instrumentos y aparatos.

Galvis et al. (2017) en su investigación "Prácticas de laboratorio en la educación superior: ¿cómo transformarlas?", realizó una descripción del desarrollo de las prácticas de laboratorio a nivel universitario en Colombia y el mundo, pudiendo recabar información en fuentes bibliográficas en varias bases de datos como Redalyc, Scencedirect, Dialnet, Proquest, MLA Directory of Periodicals, Journal of the Learning Sciences, SciELO, Medline, Clinikal Key, Ebsco y Springer, con las cuales estableció una comparativa de las estructuras de las prácticas de laboratorio de tipo tradicional y de forma alternativa. En el primero, se desarrolló un proceso general donde se plantea el objetivo de práctica en el laboratorio, la fundamentación teórica, materiales e instrumentos, desarrollo de la práctica y el análisis de resultados; mientras que, en el segundo, se orientó hacia la elaboración de preguntas problematizadoras que permitan consolidar el aprendizaje de acuerdo a lo que observan a medida que van experimentando. Así, en las conclusiones se evidencia una evaluación crítica de los resultados, integrando los conocimientos previos con los construidos a través de la experimentación y los argumentos teóricos. Estos enfoques alternativos han permitido alcanzar factores con éxito como la motivación, autosuficiencia, el trabajo en equipo, el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), y el desarrollo de competencias investigativas.

En este contexto, es importante generar un proceso de reflexión en los estudiantes, tomando en cuenta los factores establecidos en la investigación que guíen a la producción de nuevos conocimientos tanto para el estudiante como para a comunidad científica y académica, pues también se considera mejorar el nivel de autoeficiencia y comprensión del dominio de conocimiento a través de la inmersión de las TIC cuando se usen los laboratorios.

Así, Ole (2020), en su investigación titulada "Effect of of a developed physics laboratory manual on the conceptual understanding of industrial technology students", determinó la eficacia de un manual de laboratorio de Física para estudiantes de Tecnología Industrial. Para ello, utilizó un diseño cuasi experimental con un grupo experimental y de control conformado por 21 estudiantes cada uno, sometidos a un proceso de emparejamiento para

la obtención de datos, mismos que utilizado la estadística descriptiva con pruebas-t para el análisis de datos y la media del tamaño del efecto de Cohen para medir la importancia práctica del material didáctico, arrojaron como resultados efectos favorables sobre una evidente mejora de la comprensión conceptual de los estudiantes en sus clases de laboratorio. Finalmente, bajo la evaluación de su estudio, indicó un fuerte apoyo a la utilización del material didáctico para uso instructivo e institucional que promueva una enseñanza de calidad.

Es así como se enfatiza en la importancia de implementar varios tipos de actividades y herramientas por parte de los docentes, en áreas de las ciencias, como es el caso de la Física, donde los materiales didácticos pertinentes (evaluados adecuadamente) resultan ser principales fuentes de contenidos de aprendizaje para docentes y estudiantes que, bajo el principio constructivista, se logre una construcción activa de conocimientos y adquieran competencias como la comunicación, creatividad e innovación, el pensamiento crítico y la capacidad para resolver problemas.

Goulart (2015), en su trabajo titulado "Investigação sobre o uso do laboratório didático de física por professores do ensino técnico de nível médio integrado da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)- campus Curitiba" que tuvo por objetivo investigar las dificultades encontradas por profesores de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná - campus de Curitiba, en el uso de la experimentación como estrategia de enseñanza. Para ello, se eligieron a profesores y alumnos de Física de los cursos técnicos de enseñanza media de la UTFPR para identificar la práctica docente, considerando el uso del laboratorio, por lo que la metodología empleada fue de carácter cuantitativo. Para la recolección de la información se usó a dos cuestionarios; el primero destinado a los docentes con 34 preguntas que versan en torno al uso del laboratorio, material de apoyo y planificación con su carga de trabajo, y el segundo dirigido a estudiantes con 13 preguntas sobre el uso del laboratorio docente y su importancia, así como de materiales de apoyo.

En cuanto al análisis de datos, empleó la estadística simple para las preguntas cerradas y análisis de contenido para las abiertas, obteniéndose que los docentes aún siguen impartiendo clases tradicionales y cuando usan el laboratorio didáctico es cerrado, llevado a cabo bajo la misma línea en que aprendieron en su formación; además, el material de apoyo como libros, son usados para la preparación de las clases, pero pocos de ellos sugieren la experimentación como complemento. Pese a ello, los estudiantes consideran que las clases de laboratorio son buenas y les ayuda a comprender la asignatura de mejor manera, con lo cual ha ido incrementando su motivación; sin embargo, se carecen de equipos de laboratorio para todo el grupo, además de preparación por parte de los docentes. Así, concluye que, cada uno de los docentes tienen sus propias percepciones y formas de usar el laboratorio, pero requieren una capacitación adecuada en cuanto a la implementación de prácticas de laboratorio, así como del manejo de los equipos.

Con ello, se evidencia la necesidad de una formación integral de profesionales quienes imparten la disciplina de la Física, implementando en ellos experiencias prácticas para que adquieran las herramientas necesarias, de modo que puedan transformar la teoría en

experiencias tangibles como lo son las prácticas de laboratorio, donde las habilidades pedagógicas adquiridas les permitan una transmisión de conceptos de manera efectiva, captando el interés y motivación de sus estudiantes.

Por otro lado, al analizar la implementación de las prácticas experimentales en el proceso educativo, se han evidenciado inconvenientes, pues Zorrilla y Mazzitelli (2020) en su trabajo titulado “Las actitudes hacia los Trabajos Prácticos de Laboratorio en la formación docente en Física y en Química” menciona que al abordar la enseñanza de las Ciencias Naturales, se debe considerar el carácter experimental con una interacción de la teoría y práctica para favorecer el aprendizaje de los estudiantes, pues su investigación consistió en estudiar las Representaciones sociales RS de los Trabajos Prácticos de Laboratorio TPL y las actitudes en 15 docentes formadores de estas ciencias para contribuir al proceso de formación docente inicial, por lo que para la obtención de la información empleó un instrumento con escala Likert para conocer las actitudes y profundizar en las opiniones del grupo de estudio a través de una entrevista, con ello se procesó los datos a través de perfiles actitudinales. Los resultados arrojaron que los docentes muestran una actitud positiva, están muy de acuerdo y a favor respecto al desarrollo de las prácticas experimentales, ya que favorecen el aprendizaje del alumnado, así como su formación docente, por lo que es necesario el incremento de las mismas, así como la adaptación a recursos disponibles; sin embargo, estos no cuentan con el conocimiento básico para trabajar de forma exitosa por lo que es conveniente replantearse la práctica docente para contribuir a su formación inicial. Tomando como referencia este trabajo, se han analizado las actitudes de los estudiantes ante la aplicación de laboratorio experimental en su proceso de formación inicial y poder proponer a base de ello un material que se constituye en guías de prácticas de laboratorio, mismas que potencien su aprendizaje y a su vez sirvan como material de apoyo en su futuro ejercicio profesional.

2.2 Constructivismo

De acuerdo con la teoría constructivista, el aprendizaje es considerado como un proceso en el que se parte de los conocimientos previos que tenga el estudiante y lo vaya construyendo conforme a las actividades y situaciones del contexto, haciendo hincapié en la reflexión de la experiencia. Desde principios de los años noventa se ha ampliado la base teórica de la posición constructivista en relación con la aplicación en el aula, haciendo que la escuela rompa con los modelos tradicionales de enseñanza y que resulte más significativa, entendiendo así que “el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano” (Carretero, 2021, p.19), por lo que en apoyo a esta construcción se debe comprender dos aspectos que son la representación inicial que se tenga de la nueva información, y la actividad que se desarrolle, ya sea de forma interna o externa.

Así, al tomar en cuenta los elementos de la tríada didáctica, Alumno – Docente – Conocimiento, fundamentada en esta teoría, los roles se reivindican haciendo que el primer elemento sea el de constructor de esquemas y estructuras operativas convirtiéndose en el principal responsable de su aprendizaje y procesador activo de la información a través de

la cual logre abstraer su verdadero significado, esto además, lo obliga a ser el participante activo del proceso de enseñanza aprendizaje que seleccione y transforme la información mediante la construcción de hipótesis para la toma de sus decisiones, lo cual le brinda la posibilidad de ir a su propio ritmo apropiándose de la información recibida. El rol del docente es el de facilitador, moderador y coordinador de las diversas actividades de aprendizaje del estudiante, a través de un clima afectivo, armónico y de confianza mutua, docente – discente, por ello, requiere de materia y fuentes primas como materiales físicos, interactivos y manipulables para fomentar la participación activa tanto de forma individual como grupal.

2.2.1 Corrientes educativas del constructivismo

2.2.1.1 Corriente evolucionista

Tomando en consideración el constructivismo educativo, se destaca la corriente evolucionista o desarrollista con su principal exponente Piaget, el cual explica que la inteligencia atraviesa por fases cualitativamente distintas explicadas a través de estadios: sensoriomotor, preoperacional, de operaciones concretas y de operaciones formales, donde a medida que el estudiante vaya desarrollándose biológicamente, va atravesando por cada uno de estos estadios y adquiere esquemas y estructuras nuevas para apreciar la realidad con otro enfoque.

2.2.1.2 Postura de desarrollo intelectual con énfasis en los contenidos científicos

Por otro lado, dentro de la postura de desarrollo intelectual con énfasis en los contenidos científicos, se recalca que el conocimiento científico es un medio en apoyo al desarrollo de potencialidades intelectuales, haciendo que los contenidos complejos sean accesibles de acuerdo a las capacidades intelectuales de los estudiantes a través de la conexión con sus conocimientos previos; en virtud de esto, se divide en dos corrientes: aprendizaje por descubrimiento y aprendizaje significativo donde sus representantes son Ausubel y Bruner respectivamente (Araya et al., 2007).

2.2.1.3 Corriente del desarrollo de habilidades cognitivas

Además, la corriente de desarrollo de habilidades cognitivas hace énfasis en el desarrollo de estas habilidades (**describirlas**) más no de los contenidos, ya que la enseñanza se debe centrar en hacer que el estudiante sea capaz de observar, clasificar, analizar, deducir y evaluar para aplicarlas a cualquier tema, por ello Hilda Taba como principal exponente, propone metodologías para el desarrollo del pensamiento inductivo.

2.2.1.4 Constructivismo sociocultural

Por último, la corriente constructivista social, establecida por Vygotsky y Bruner, se enmarca en el desarrollo máximo y multifacético de las capacidades e intereses del sujeto

que aprende, donde el conocimiento es una experiencia compartida producida a través de la relación recíproca y compleja del individuo y el contexto (Guerra, 2020).

Por ello, para desarrollar el presente trabajo de investigación, se enfocará en la postura del desarrollo intelectual con énfasis en los contenidos científicos, dado que tanto la enseñanza como el aprendizaje del tema propuesto, recaen en la comprensión del movimiento en una dimensión empleando una guía didáctica como apoyo que combine tanto el contenido teórico como su puesta en práctica a través de prácticas de laboratorio.

2.2.2 Enseñanza

La educación ha sido concebida como un proceso de enseñanza y aprendizaje, pero la enseñanza parte desde un proceso específico de instrucción hasta identificado como la propia educación, pero siempre ha estado ligada a la transmisión de conocimientos, instrucción de habilidades, generación de cambios conductuales en las personas. El fin de este proceso es facilitar el desarrollo de la personalidad del ser humano, para lo cual se han establecido concepciones tradicionales como menciona Tintaya (2016), las cuales son: transmisión de experiencias, conocimientos, se concibe como una instrucción o adiestramiento de conductas, así como el modelamiento de hábitos, la personificación de la enseñanza en la figura del profesor, y la educación concebida como el desarrollo de conocimientos y habilidades o el desarrollo de estructuras cognitivas más que el desarrollo de la personalidad del alumnado.

La enseñanza implica la modificación de conocimientos, actitudes, habilidades y comportamientos debido a un proceso de influencia de una persona a otra, que por lo general es del profesor al estudiante, y en ciertos casos es viceversa. Sin embargo, se ha dejado de lado todas estas concepciones y se lo ha definido como un acto de transmisión de experiencias, las cuales crean condiciones óptimas para facilitar la construcción de estructuras internas o personales del sujeto que aprende.

Es fundamental llevar una organización de las condiciones de enseñanza, por lo que se debe desarrollar las siguientes (Tintaya, 2016):

- **Investigación:** indagación sobre las necesidades educativas, materiales y de información a organizar.
- **Innovación:** Requieren la creación y construcción de materiales, actividades, instrumentos y condiciones necesarias para facilitar el aprendizaje.
- **Planificación:** Se organiza el trabajo de intervención; definición de objetivos, tareas, metodologías, estrategias, recursos y de la evaluación del trabajo colaborativo, secuencia de actividades en espacios y tiempos determinados detallados en los planes de clase, secuencias didácticas o proyectos de aula.

2.2.3 Modelos didácticos de enseñanza

Existen varios modelos didácticos de enseñanza, los cuales se han constituido en herramientas teórico – prácticas con las que se pretende lograr una transformación de la realidad educativa, orientada hacia un mayor protagonismo de estudiantes y docentes, con un vínculo entre el análisis teórico y la práctica, por lo que se pretende dar solución a los problemas de enseñanza en los distintos niveles educativos. Por ello, se destacan los modelos didácticos tradicionales y los modelos didácticos alternativos, pues estos últimos resultan ser más apropiados para la enseñanza de las ciencias naturales en general (Requesens & Díaz, 2009).

La enseñanza de las ciencias naturales requiere de la creación de espacios propicios para la integración de saberes previos, donde se transmite conocimientos tanto de biología, química, física como matemática, y otras más de especialización como la genética, edafología y climatología. Sin embargo, su enseñanza se ha mantenido a través de modelos didácticos tradicionales, por lo que resulta ser pertinente analizar estos modelos didácticos alternativos.

Los modelos didácticos alternativos implican un proceso de investigación por parte de los estudiantes que cuentan con el apoyo y guía del docente y se vincula con un aprendizaje constructivista, así la transmisión de conocimientos se enfoca en una secuencia de actividades y el proceso de construcción del conocimiento es recursivo. Entre estos se destacan los siguientes: modelo basado en la hipótesis de compatibilidad que promueve la transmisión de conocimientos elaborados como una acción pasiva de acumulación, el modelo basado en la hipótesis de incompatibilidad que demuestran la conservación de ideas previas pese al tránsito de los procesos de aprendizaje del alumno, modelo basado en la hipótesis de la independencia incita a la coexistencia del conocimiento cotidiano y el conocimiento científico, y finalmente el modelo más avanzado genera la hipótesis de la interacción jerárquica donde se construyen varios niveles de análisis o complejidad para el abordaje de un mismo problema (Requesens & Díaz, 2009). Si bien es cierto, con estos modelos se puede seguir innovando en la educación y crear una más integradora, lo cual permita adoptar un enfoque evolutivo e integrador del conocimiento.

Del mismo modo, Ruiz (2016) enfocó la enseñanza de las ciencias experimentales bajo los siguientes modelos didácticos:

- Modelo por transmisión o recepción: es un modelo tradicional de enseñar el cual se basa en la transmisión/recepción de conocimientos previamente elaborados por la comunidad científica con una adaptación a las capacidades de los estudiantes, así el papel del docente se centran en transmitir conceptos y el alumno en participar cuando se les pregunte algo, ya que solo asimilan los contenidos.
- Modelo por descubrimiento: se basa en la observación objetiva para extraer conclusiones mediante un método científico universal e infalible, por lo que facilita la organización y coherencia de los esquemas conceptuales adquiridos, así el papel

principal es del alumno al descubrir por sí mismo los conocimientos científico con datos empíricos donde el docente debe enseñar destrezas de investigación.

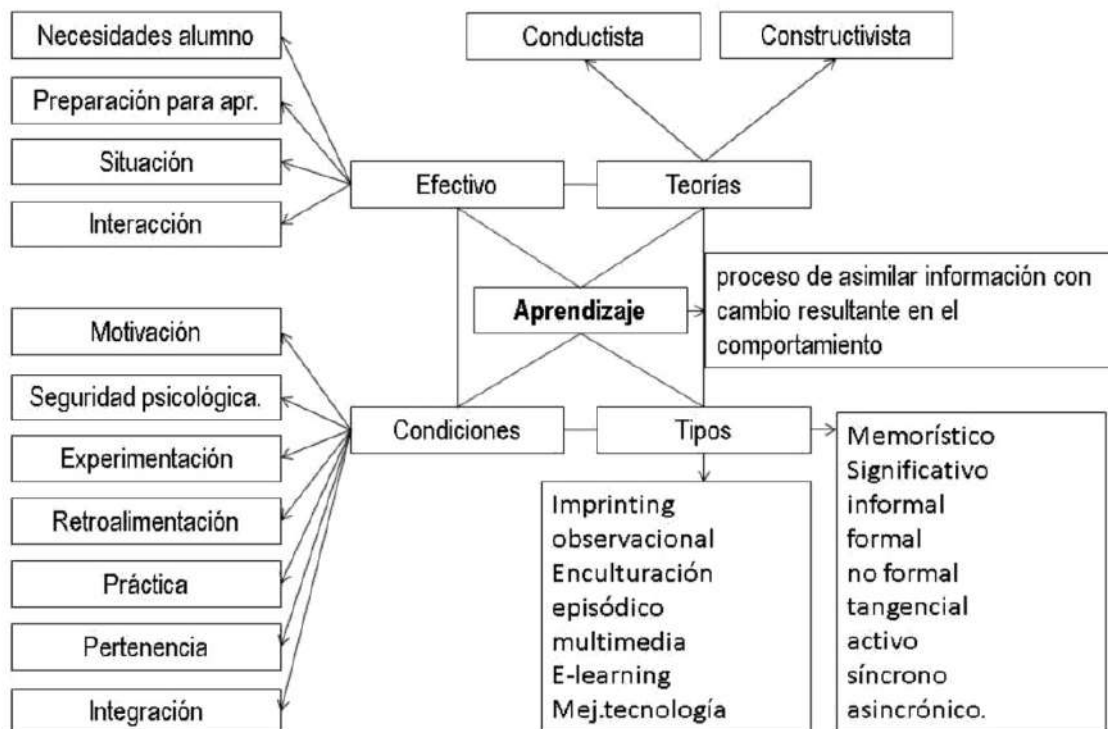
- Modelo constructivista: hace referencia a la construcción personal del aprendizaje que parte de las ideas previas del alumno para dar explicaciones, de esa manera se reconstruyen los conocimientos de modo cooperativo y en un clima de diálogo, por ende el estudiante es el protagonista de su proceso de enseñanza - aprendizaje y el docente es investigador en el aula, diagnostica y soluciona problemas de aprendizaje.

2.2.4 Aprendizaje

El proceso de asimilación de información, de construcción individual y social, que tiene como resultado un cambio en el comportamiento relativamente permanente como resultado de la experiencia y la práctica, es concebido como aprendizaje. De acuerdo con el constructivismo, es el alumno quien construye su propio aprendizaje, establece relaciones entre elementos, atribuye un significado a la información recibida y lo ejecuta bajo la guía de pares o padres, donde el docente es su orientador (Vega et al., 2019).

Figura 2.1

Aprendizaje, teorías, tipos y condiciones



Nota. Extraído de Sáez (2018)

2.2.5 Condiciones de aprendizaje

Para asegurar un aprendizaje efectivo, es importante tomar en consideración las condiciones bajo las cuales se desarrolla este proceso, por tanto, Sáez (2018) señala las siguientes:

- **Motivación:** Hace referencia al conjunto de factores internos o externos que determinan en gran parte el accionar de las personas, pues es la impulsadora del resto de habilidades como son la voluntad, la perseverancia, el optimismo y la actitud positiva. Esta es una condición previa para lograr un aprendizaje efectivo y es tarea del docente motivar a sus estudiantes de varias formas para aumentar el interés de este último, generando un deseo fuerte y continuar guiándolo a un aprendizaje sostenido.
- **Seguridad psicológica:** El alumno debe sentirse libre de expresar sus ideas, preguntas o preocupaciones tanto sus compañeros como al docente, dado que su participación es esencial y proporcionar un ambiente estimulante aumenta las probabilidades de aprender.
- **Experimentación:** Aprender implica explorar, conceptualizar, experimentar e interactuar. El conjunto de actividades que conducen al estudiante a enfrentar directamente una situación, desafío o problema complejo se constituye en la base para su comprensión, solo el "hacer" puede traer aprendizaje.
- **Retroalimentación:** La intervención del docente es crucial en el proceso de aprendizaje, es él quien debe proporcionar los resultados del logro alcanzado por sus estudiantes y estos deben ser retroalimentados para mantener a sus alumnos motivados e interesados en aprender. Esta información sobre el acto de aprender proporciona las fortalezas y debilidades, aciertos y errores que promueven la reestructuración del sistema de conocimientos, preparando a las estructuras cognitivas del aprendiz para la aprehensión significativa de los nuevos saberes, habilidades, actitudes y destrezas, reduciendo la distancia entre el nivel actual de conocimientos y el nivel que se aspira obtener.
- **Práctica:** Para potencializar el desarrollo de habilidades, el docente debe llevar una planificación de las situaciones de aprendizaje, haciendo de las prácticas parte de ellas. El arte de la repetición incita al cerebro a recordar dicha acción, idea o tarea en particular y afianzar la información, lo cual generaría un aprendizaje efectivo y significativo.
- **Pertenencia y configuración:** Para dinamizar el proceso de aprendizaje se deben construir relaciones entre la teoría y la práctica, dando sentido de conexión con el entorno de aprendizaje, pues la forma en que este se estructure y organice facilitará que la interacción entre estudiantes y docente sea óptima.
- **Integración:** Para que el conocimiento percibido por el estudiante sea significativo, duradero y aplicable en situaciones del mundo real, la integración es el componente

fundamental, pues facilita la relación entre los conocimientos previos y los nuevos que los lleve a la reflexión y metacognición.

Las condiciones de aprendizaje tienen un impacto significativo en la efectividad y calidad del proceso de adquisición de conocimientos y habilidades, así los educadores pueden adaptar su forma de enseñanza en atención a las diferencias individuales de sus estudiantes, lo que aumentará a probabilidad de éxito académico. Además, es imprescindible la creación de un ambiente de aprendizaje acogedor, positivo y estimulante que motive intrínseca como extrínsecamente; pero es imperativo disponer de recursos y materiales para un aprendizaje efectivo, incluyendo libros, tecnología, laboratorios, materiales de estudio y acceso a información relevante, todo meticulosamente ligad con una interacción social fomentando el diálogo y la colaboración entre los actores del proceso de aprendizaje.

2.2.5.1 Aprendizaje significativo

En el proceso educativo, Ausubel (1983) menciona tres elementos: los docentes y su forma de enseñar, la estructuración del conocimiento en el currículo y el modo en el que se produce en un entorno social, pues ha sido un gran desafío para los docentes el buscar y encontrar estrategias que innoven el proceso de aprendizaje. Es así que el aprendizaje significativo se ha considerado como una estrategia que facilita "la adquisición de nuevos conocimientos con significado, comprensión, criticidad y posibilidades de usar esos conocimientos en explicaciones, argumentaciones y solución de situaciones o problemas" (Moreira, 2017, p. 2).

Cuando la nueva formación se engancha o interconecta de forma sustancial, lógica, coherente y no arbitraria con los preexistentes, se genera en el estudiante una estructura de conocimientos con claridad, estabilidad y diferenciación suficiente, pues se promueve un aprendizaje con sentido, en estrecha relación con el contexto socioeducativo, el cual puede ser aplicado en diferentes situaciones de su vida diaria para dar solución a problemas de los más simples a los complejos.

2.2.5.2 Importancia del aprendizaje significativo

La importancia de este aprendizaje radica en la capacidad para promover una comprensión profunda y duradera de la información, dando lugar a un aprendizaje más efectivo y transferible. El estudiante puede conectar la nueva información con lo que ya conoce, pues no es una simple memorización superficial, sino adquirir un conocimiento sólido de los conceptos y transferirlos a la memoria a largo plazo para ir construyéndolo y ampliándolo a medida que avance en sus estudios.

En la educación universitaria, el centro de formación en la etapa final de la educación para la profesionalización e inserción a la vida laboral, se debe promover la formación de seres humanos consecuentes con los problemas de la sociedad, por lo que demanda de estrategias pedagógicas que contribuyan a la formación de su espíritu crítico, reflexivo,

autoconsciente, preparados en adquirir conocimientos con significado para usarlo en la solución de problemas de modo competente. Por ende, resulta de gran importancia pensar en una educación superior donde el estudiante sea quien obtenga herramientas necesarias para reconstruir los esquemas de conocimiento partiendo de sus experiencias previas, facilitando el espacio para la adquisición de la autonomía intelectual.

Dentro de este marco, Roa (2021) menciona el papel que debe desempeñar el estudiante y el docente, pues el primero debe estar apto y predispuesto a comprender la información que se le provee para que establezca relaciones entre lo que aprende y lo que ya poseía en su estructura cognitiva, así también el material de aprendizaje debe estar organizado para que encuentre significado en él. Ahora el docente, cumple el papel de ser el guía, auxiliar, garante del estudiante, debe elaborar material pertinente para activar el conocimiento previo, empleando recursos que faciliten la transición del nuevo contenido a sus estructuras cognitivas de manera significativa.

2.3 Mecánica Clásica

La Mecánica Clásica, la teoría física más antigua, describe el movimiento de los sistemas físicos, pues es la primera teoría predictiva que se ha formulado acerca de cómo funciona el Universo. Como expresan Serway y Jewett (2008), la física se encuentra dividida en seis áreas primordiales, siendo la mecánica clásica la primera y está destinada al estudio del movimiento de objetos grandes (en relación con los átomos) que se mueven con rapidez mucho más lenta que la de la luz, por lo que a esta también se la conoce como mecánica newtoniana o simplemente mecánica, orientada en la comprensión de sistemas mecánicos aplicando principios y modelos para obtener una descripción de muchos fenómenos naturales.

Así mismo, Young y Freedman (2009), enfatizan en que la mecánica se enfoca en el estudio de las relaciones entre fuerza, materia y movimiento, la cual se divide en cinemática (parte de la mecánica que describe el movimiento) y la dinámica (la relación entre el movimiento y sus causas). Además, se menciona a Isaac Newton como el padre de la mecánica clásica, dado que formuló las leyes de Newton que son la base de la mecánica clásica (por tal razón llamada también mecánica newtoniana), útiles para la comprensión de los tipos de movimiento más conocidos.

Su estudio gira en torno a situaciones donde las velocidades y las dimensiones de los cuerpos son significativamente menores a la velocidad de la luz y a dimensiones atómicas, por ello también analiza los cambios de energía y el trabajo producidos por fuerzas que generan movimiento y gran parte de la mecánica clásica se describe gracias a las leyes de Newton que implica una combinación de dinámica y cinemática, dos grandes ramas de estudio.

2.3.1 Cinemática

El estudio del movimiento, al margen de las causas que lo producen, es abordada por la Cinemática, una de las ramas de la Mecánica, que explica cuándo un cuerpo experimenta un cambio de posición de acuerdo a un sistema de referencia, a través de un estudio de la geometría del movimiento usando las magnitudes fundamentales de longitud, en forma de camino recorrido, de posición y desplazamiento con el tiempo como parámetro (García, 2020).

2.3.1.1 El movimiento

El cambio de posición que experimenta un cuerpo en el espacio por un periodo de tiempo determinado es denominado como movimiento, pues conforme se produce una trayectoria determinada, se realizará la clasificación de movimientos. Por ello, ente los elementos que se deben considerar son:

- Trayectoria: línea que describe el movimiento en un cuerpo puntual, el cual, conforme a su naturaleza, puede ser rectilíneo, curvilíneo, circular, elíptico y parabólico.
- Distancia: cantidad de espacio recorrido por un cuerpo en su desplazamiento.
- Velocidad: relación entre la distancia recorrida y el tiempo.
- Aceleración: variación de la velocidad por unidad de tiempo.
- Tiempo: comprende a un intervalo que muestra la duración de un evento, de acuerdo con la posición y sus cambios.

Todos los conocimientos deben ser asimilados en profundidad por los estudiantes que cursan esta carrera, dado implica la comprensión del resto de contenidos para afrontar las asignaturas de mayor complejidad dentro de su área de formación profesional.

2.3.2 Dinámica

El estudio correspondiente a la relación entre el movimiento y las causas que lo producen le corresponde a la Dinámica, ya que dicho movimiento implica una interacción con otros cuerpos descritos mediante fuerzas, por lo que también analiza las propiedades de los movimientos originados. Así, Las Leyes de Newton se constituyen en los pilares básicos para dar explicación a estos movimientos, las cuales son:

- Primera ley de Newton, conocida como la Ley de la inercia “todo cuerpo que no está sometido a ninguna interacción (cuerpo libre o aislado) permanece en reposo o se traslada con velocidad constante”, explicando la modificación del estado del movimiento de un cuerpo.
- Segunda ley de Newton establece que la rapidez con la que cambia el momento lineal (intensidad de su cambio) es igual a la resultante de las fuerzas que actúan sobre él.

- Tercera ley de Newton o Ley de Acción y Reacción “si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este último ejerce sobre el primero una fuerza igual en módulo y de sentido contrario a la primera”.

2.3.2.1 La Fuerza

De acuerdo con la física, la fuerza es una magnitud vectorial que expresa una acción que se imprime en el objeto en estado de movimiento o reposo, implicando un cambio de velocidad, dirección o forma, pues modifica su aceleración o también puede deformar un objeto y generar un cambio en la presión. Entre los tipos de fuerza que existen, se reducen a cuatro fundamentales:

- Fuerza electromagnética
- Fuerza nuclear fuerte
- Fuerza nuclear débil
- Fuerza de la gravedad

Los conceptos básicos que se emplean en el estudio en general de la mecánica clásica son espacio, tiempo, masa y fuerza. El espacio se constituye a la noción de posición respecto a un sistema de referencia; el tiempo hace alusión a la determinación de un suceso, indicando la posición en cada instante; la masa es una característica para comparar cuerpos y, la fuerza que representa la acción de un cuerpo sobre otro.

Wainmaier y Salinas (2005) distinguen cuatro dimensiones fundamentales de actividades, metas o conductas asociadas al aprendizaje de la ciencia desde una perspectiva psicológica constructivista, orientación epistemológica del realismo científico y una visión metodológica integradora de estrategias cualitativas y cuantitativas, en las cuales los estudiantes universitarios comprenden el cuerpo conceptual de la mecánica clásica a nivel básico de las carreras científico - tecnológicas:

1. Diferenciar conceptos y leyes
 - (a) Explicar diferencias entre significados de conceptos afines
 - (b) Reconocer el significado de ley y conceptos
 - (c) Exponer sobre un área conceptual
 - (d) Generar ejemplos
2. Integrar conceptos (en leyes) y leyes (en teorías)
 - (a) Identificar conceptos y leyes válidas en una situación
 - (b) Identificar conceptos y leyes válidas en un contexto "nuevo"
3. Transferir conceptos y leyes lateral y verticalmente

- (a) Traducir un concepto o ley de una forma simbólica a otra
 - (b) Solucionar situaciones problemáticas similares a las vistas
 - (c) Solucionar situaciones problemáticas "nuevas"
4. Relacionar teorización y comportamiento fáctico
- (a) Reconocer modelos, supuestos, límites de validez
 - (b) Explicar verbalmente condiciones de validez de leyes
 - (c) Reconocer condiciones de validez de leyes

Así, también se establecen cuatro dimensiones sobre la comprensión de la naturaleza epistemológica de los conceptos, leyes, teorías y modelos de la mecánica clásica, donde el estudiante universitario debe ser capaz de:

1. Respecto a la naturaleza epistemológica de los conceptos científicos:
 - (a) Identificar características relevantes de los conceptos
 - (b) Reconocer la interrelación entre conceptos y leyes
2. Respecto de la naturaleza epistemológica de las leyes científicas:
 - (a) Reconocer la función de las leyes
 - (b) Identificar características relevantes de las leyes
3. Respecto de la naturaleza epistemológica de las teorías científicas:
 - (a) Reconocer la relación entre las leyes y las teorías
 - (b) Identificar características relevantes de las teorías
4. Respecto de la naturaleza epistemológica de los modelos científicas:
 - (a) Reconocer a los modelos como referentes inmediatos de las leyes y teorías
 - (b) Reconocer la incidencia de los modelos sobre las condiciones de validez de leyes y teorías

Para la comprensión del cuerpo conceptual de la mecánica clásica

La Mecánica se aplica en una gran variedad de situaciones en la vida cotidiana, por ello se vale de otras ciencias como el álgebra, geometría, trigonometría, cálculo elemental y diferencial y la expresión gráfica, resaltando su importancia trascendental para los estudiantes el aprenderla, pero muchos de ellos encuentran difíciles de comprender y manejar, razón por la cual el objetivo de este trabajo de investigación ha sido proporcionar guías diseñadas con el propósito de brindar a los estudiantes una experiencia práctica que complemente su aprendizaje teórico, promoviendo así una comprensión más profunda de los conceptos y principios fundamentales de la Mecánica Clásica. Es decir, dirigir la enseñanza a potenciando trabajos prácticos que favorezcan aspectos esenciales como la emisión de hipótesis y ejecución de experimentos para la demostración de fenómenos, acudiendo al método científico para comprobarlo, refutarlo a través de una secuencia de pasos.

2.3.3 Método científico

La ciencia se ha constituido en un conjunto de conocimientos de fenómenos o hechos basándose en principios y causas que lo producen, por lo que para su análisis se debe mantener un orden, un procedimiento de hallar la verdad y a su vez poder enseñarla a través de un método ya sea analítico o sintético, asegurando los alcances de la ciencia, su proyección y transmisión, pues se ha constituido en un método de investigación para la producción de conocimiento en las ciencias basado en lo empírico y la medición, sujetos a pruebas de razonamiento.

Así, el método científico, consiste en la observación sistémica, la medición, experimentación, formulación, análisis y modificación de hipótesis. Está sustentado por dos pilares fundamentales, los cuales son: la reproductibilidad, que es la capacidad de repetir un determinado experimento en cualquier lugar y por cualquier persona, facilitando la comunicación y publicidad de los resultados obtenidos, y el segundo es la refutabilidad donde toda proposición científica tiene que ser susceptible de ser refutada o falsada. Por ello, no se puede decir que realmente existe un método científico netamente definido, sino que se apoya en métodos definitorios, clasificatorios, estadísticos, hipotético – deductivos, procedimientos de medición, etc.

Las características asociadas con el método científico son las siguientes: racional, analítico, objetivo, claro y preciso, verificable y explicativo.

Para el desarrollo de las actividades experimentales, se aplica el método científico, cuyas etapas son (De Hoyos, 2020):

- Identificación del problema: Puede surgir por la ausencia de conocimiento, una pregunta o la necesidad de explicar datos preexistentes.
- Planteamiento de hipótesis: El objetivo es buscar una solución provisional al problema que se plantea.
- Análisis e interpretación de los resultados: Se recurre a la experimentación u observación para comprobar las hipótesis planteadas, pues se realiza la recogida, análisis e interpretación de los datos.
- Verificación de los resultados.
- Diseño del nuevo esquema mental: Se realiza un análisis de los resultados.

Aunque en la mayoría de investigaciones se suele denominar al método científico también como método experimental, este último genera un escenario que se desea analizar teniendo control de todas sus variables, la experimentación es concebida como la fuente de conocimiento y criterio de verdad donde impera la participación activa y directa del sujeto sobre el objeto, de ahí que se lo asocia con el experimento de laboratorio.

2.3.4 Laboratorio experimental

El Laboratorio ha sido concebido como un espacio de generación de experiencias dinámicas que incentivas a la producción colectiva e innovadora de la realidad, remitiendo el diseño, la experimentación y colaboración de un grupo de aprendices que promueven la creatividad y consolidación de aprendizajes significativos.

La práctica de laboratorio se ha constituido en un tipo de clase que tiene como objetivos instructivos fundamentales la adquisición de habilidades propias de los métodos de investigación científica, de modo que los estudiantes amplíen, profundicen, consoliden, realicen y prueben los fundamentos teóricos que implica la asignatura de estudio como son las ciencias naturales (física, química y biología) mediante la experimentación garantizando el trabajo grupal o en equipo en la ejecución de la práctica (Cabrera et al., 2017). Se puede apreciar que persigue objetivos similares a una clase práctica, sin embargo, la fuente para su logro es diferente, ya que se enfrentan a experiencias programadas con el apoyo manual.

El docente puede recurrir a múltiples acciones didácticas para el logro de la construcción de conceptos como parte del proceso de enseñanza – aprendizaje son las prácticas experimentales, pues parten de una situación problémica la cual permite la formulación de hipótesis, establecimiento de modelos y validación de resultados llegando a un razonamiento hipotético – deductivo, es decir que se aplica el método científico, por lo que la estructuración de las mismas se deben llevar a cabo mediante etapas de realización.

El trabajo independiente desarrollado por parte del estudiante es crucial aunque muy complejo, pues las etapas de realización de la práctica de laboratorio depende intrínsecamente de su accionar, pues el docente las planifica de acuerdo con el estudio teórico que sirva de fundamento tanto de marco teórico como las técnicas de los experimentos correspondientes, teniendo como primera etapa a la preparación de la práctica la cual versa sobre la consulta del marco teórico. La segunda corresponde a la realización de la práctica, la cual se constituye en el trabajo desarrollado en el laboratorio donde el estudiante interactúa con el material (utensilios, instrumentos, aparatos y reactivos), reproduce los fenómenos deseados, realiza las anotaciones respectivas que ayuden a los cálculos respectivos. Finalmente, las conclusiones de la práctica conciernen a la elaboración del informe de resultados en relación con el análisis de sus datos observados.

La observación y experimentación son condiciones que predominan en el laboratorio, exigiendo el uso de métodos y procedimientos específicos para su ejecución, por lo que Cabrera et al. (2017), menciona que el docente debe preparar de acuerdo a aspectos organizativos, ya sea de forma individual o grupal, a través de una secuencia para facilitar la dirección de la realización de las prácticas experimentales, como son:

- Orientación de los objetivos, tareas fundamentales a desarrollar y técnicas operatorias básicas que se utilizaran.
- Distribución de materiales.
- Trabajo independiente de los alumnos.

- Discusión colectiva de los resultados obtenidos.

2.3.5 Tipos de prácticas experimentales

De acuerdo con Crespo y Alvarez (2001), se han clasificado a las Prácticas de Laboratorio PL tomando en consideración ciertos criterios de acuerdo al desempeño que se pretende lograr por parte de los estudiantes, por lo que se detalla en la siguiente Tabla 2.1:

Tabla 2.1
Clasificación de las prácticas de laboratorio de Física

Criterios	Clasificación
Por su carácter metodológico	Abierto Cerrado Semiabierto o Semicerrado
Por sus objetivos didácticos	De habilidades o destrezas De verificación De predicción Inductivos De investigación
Por su carácter de realización	Frontales Por ciclos personalizados
Por su carácter organizativo docente	Temporales Semi temporales/ Semi espaciales Espaciales

Nota. Extraído de Crespo y Alvarez (2001)

Sin embargo, López y Tamayo (2012) destacan varias clasificaciones con base en la enseñanza que se debería profundizar en los estudiantes, cubriendo aspectos como: construcción de conocimientos, habilidades y destrezas propias del trabajo científico, así como al desarrollo de actitudes, habilidades y destrezas que implican el desarrollo de un trabajo experimental, por lo que se destaca el aporte que estos llevan hacia la ejecución de actividades en equipo, fortalecimiento de relaciones significativas entre actividades prácticas y sucesos o acontecimientos presentes en la vida diaria y vinculados en el conocimiento específico de áreas de las ciencias naturales como la biología, química y la física. Así, destacan la existencia de múltiples clasificaciones de prácticas experimentales o de laboratorio de acuerdo con varios autores, las cuales se detallan a continuación (Tabla 2.2):

Tabla 2.2*Clasificación de Caballer y Oñorbe (1999)*

“Problemas – Cuestiones”	Refuerzo y aplicación de la teoría
“Problema – Ejercicio”	Aprendizaje con base en técnicas de resolución de problemas (usar la balanza o pipetear)
“Problema – Investigación”	Resolución con metodología de investigación

Hodson (1994) menciona que la demanda cognitiva exigida a los estudiantes en las PL de Problemas – Cuestiones y Problema – Ejercicio es poca, ya que se enfoca en seguir pasos hacia la resolución de ejercicios, por lo que no se llega a una comprensión real de lo que están desarrollando, pues las prácticas tradicionales se encuentran dentro de estas dos categorías. Por otro lado, Herron (citado por Tamir y García, 1992) distingue cuatro fases o niveles que se deben desarrollar en una PL, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.3*Clasificación de Herron (citado por Tamir y García, 1992)*

Nivel cero	Se proporciona pregunta, método y respuesta
Nivel uno	Se proporciona pregunta y método para que el estudiante halle la respuesta
Nivel dos	Se brinda la pregunta, el estudiante elige el método y encuentra la respuesta
Nivel tres	Se muestra un fenómeno para que el estudiante sea quien se formule la pregunta, encuentre un método para que dé una respuesta adecuada.

Destacando a las prácticas tradicionales dentro de los niveles cero y uno, donde son capaces de adquirir ciertas habilidades y destrezas con base en el trabajo que se lleva a cabo en el laboratorio, pues se está dejando de lado la importancia que este debe implicar dentro del planteamiento de preguntas e hipótesis hacia lo estudiando teóricamente en los trabajos prácticos por lo que pierden su valía.

Del mismo modo, Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994), clasifica a las PL por el carácter metodológico, objetivos didácticos, estrategia general de trabajo, carácter de realización y carácter organizativo docente, detallado a continuación:

Tabla 2.4*Clasificación de Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994)*

Por su carácter metodológico	<p>Abiertos: Planteamiento de un problema, el cual se conduce a la experimentación para la aplicación de sus conocimientos, hábitos y habilidades, los cuales no le son suficientes para poder resolverlo.</p> <p>Cerrados (“Tipo receta”): Los conocimientos están bien elaborados y estructurados.</p> <p>Semiabiertos o Semicerrados: No se facilitan todos los conocimientos elaborados, pero se les ofrece situaciones problémicas que inciten la curiosidad, suposición e incluso emitir hipótesis.</p> <p>De verificación: Requieren la comprobación experimental de los contenidos teóricos que implica la asignatura (leyes y principios).</p> <p>De predicción: Se plantea un hecho, manifestación u ocurrencia en un montaje experimental dado.</p>
Por sus objetivos didácticos	<p>Inductivos: Se orienta paso a paso el desarrollo del experimento mediante tareas estructuradas hacia la obtención de un resultado desconocido.</p> <p>De investigación: Las tareas están bien estructuradas, de modo que orientan paso a paso al desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado desconocido.</p>
Dentro de una estrategia general de trabajo	<p>Frontales: Todos los estudiantes realizan prácticas de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones de desarrollo. Es usada como complemento al finalizar un contenido teórico o desarrollar habilidades manipulativas.</p> <p>Por ciclos: Se fracciona las PL en subsistemas según la estructura didáctica del curso, siguiendo como criterios las dimensiones del contenido como unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales.</p>
Por su carácter de realización	<p>Personalizadas: Se rotan los diseños experimentales, los cuales están relacionados con los contenidos de la asignatura, se recibirán durante el curso y pueden aún no ser recibidas en clases teóricas.</p> <p>Temporales: Exige una planificación en el horario docente con un tiempo determinado, siendo de estricto cumplimiento por parte de los estudiantes.</p> <p>Semitemporales o Semiespaciales: Se establece un límite espacio – temporal dentro de la planificación docente, para que los alumnos puedan y deban desarrollarlas de acuerdo con un determinado ciclo de contenidos teóricos.</p>
Por su carácter de organización docente	<p>Espaciales: Requiere de conocimiento previo del estudiante desde el inicio del curso, siendo actividades reto dentro de la asignatura para dar cumplimiento a los objetivos educativos planificados, por lo que se les facilitarán orientaciones para su ejecución.</p>

Dentro de esta clasificación establecida por varios autores, se enfatiza en la importancia

y fin de cada una de las PL, pues siempre se le presenta al estudiante un problema a resolver, por lo que debe aplicar los conocimientos teóricos adquiridos durante su desarrollo, enfatizando así en el verdadero sentido que implican, como es propender el trabajo científico de manera apropiada. El tipo de PL que se pueda o se deba aplicar para la enseñanza, dependerá del criterio del docente, la modalidad de aplicación o el objetivo didáctico, lo que sí es evidente es que siguen en “revolución pendiente” de la enseñanza de las ciencias para favorecer la motivación y obtención de un egresado de la universidad más profesional y capacitado (Crespo & Alvarez, 2001).

2.3.6 Estructura de guías de laboratorio experimental

Una guía para prácticas de laboratorio debe orientar al estudiante para adquirir destrezas y que se encuentre totalmente preparado para poder solventar inconvenientes o retos en su vida profesional, y las experiencias adquiridas pueden ser extrapoladas a situaciones específicas que se encuentren en procesos reales.

En tal virtud, considerado el método científico o experimental de Cruz y Beltrán (2018), los pasos para un estudio científico del fenómeno determinado son:

1. Observación del fenómeno: se analiza de manera reiterativa las características del fenómeno para lograr una mayor precisión en la toma de datos.
2. Búsqueda de información: la búsqueda debe ser exhaustiva teniendo como fuente a libros, revistas, apuntes de clase, entre otros.
3. Formulación de hipótesis: se escoge la explicación más completa y sencilla de la experiencia que se va a trabajar, ajustándose a la explicación razonable de la práctica.
4. Comprobación experimental: se debe comprobar exhaustivamente el fenómeno en cuestión para comprobar la veracidad o falsedad de la hipótesis planteada.
5. Trabajo en el laboratorio: se deben tomar en cuenta todos los tratamientos para realizar la parte experimental en un laboratorio donde se medirán las variables y factores que intervienen en el fenómeno.
6. Tratamiento de datos: se lleva a cabo el tratamiento formal matemático de los datos o mediciones para establecer relaciones expresando en tablas y gráficos.
7. Análisis de factores: los factores pueden ser controladas o manipuladas, por lo que al realizar el experimento se debe delimitar las magnitudes físicas. En el experimento se puede encontrar con variables controladas (magnitudes físicas que no interfieren en las medidas del experimento), variables dependientes (magnitudes físicas que varían respecto a otra variable física) y variables independientes (magnitud física que es controlada y no es afectada por el medio ambiente).
8. Construcción de tablas y gráficos: se organizan los datos en tablas conteniendo tanto a la variable independiente como dependiente para realizar los gráficos y en algunos casos se hallan funciones polinómicas donde el tratamiento es más complejo.

9. Conclusiones y comunicación de resultados: se emite una conclusión objetiva de la experiencia, la cual puede ser objetable por la comunidad científica.
10. Elaboración de leyes y teorías: corresponde a la comprobación de la hipótesis dado el análisis exhaustivo, tomando en cuenta que se puedan generalizar, comprobar por medio de la experiencia y explicar por funciones matemáticas.

Tomando en cuenta estos aspectos y la importancia del laboratorio experimental para potenciar el aprendizaje práctico, la estructura que deben tener las guías de laboratorio que Cuz y Beltrán (2018) proponen, es la siguiente:

- Nombre de la institución
- Nombre de la práctica
- Autores de las guías
- Introducción
- Objetivo general
- Marco teórico
- Instrucciones para el desarrollo del laboratorio
 - Videos
 - Simulación
 - Montaje propuesto
 - Materiales
 - Paso a paso del montaje
 - Precauciones
 - Montaje alternativo
- Resultados y análisis
 - Toma de datos
 - Tabla de datos
 - Gráficas
- Evaluación de la práctica

Por otro lado, el Departamento de Física y Geología de la Universidad de Pamplona establece en su manual de guías de laboratorio los siguientes elementos:

- Objetivos
- Esquema de laboratorio y materiales

- Marco teórico
- Procedimiento
- Preguntas de control
- Conclusiones y observaciones derivadas de los resultados obtenidos en la práctica
- Bibliografía

Varela et al. (2015) establecen una estructura similar de las guías, en ella se encuentra una introducción de la práctica, el marco conceptual, los materiales, métodos y actividades, y se presenta claves para el reporte donde se establecen preguntas acordes a la práctica realizada.

Con base en las estructuras analizadas, se considerarán los elementos para el desarrollo de la propuesta sobre las guías de laboratorio experimental referente a la Mecánica Clásica.

2.3.7 Actividades experimentales en la enseñanza de la Física

Las actividades experimentales desarrolladas para el aprendizaje de la Física, se ha evidenciado que se aplica con una visión cientifista, enfocado simplemente a la comprobación de teorías (López & Tamayo, 2012). Es decir que, se acepta el éxito de la ciencia, pues se identifica al conocimiento con la ciencia y sobre la base de ella se desarrollarán todo tipo de cuestiones teóricas y prácticas.

Al desarrollar actividades repetitivas como la ejecución de actividades experimentales, se desarrollarán habilidades y el aprendizaje se tornará más sencillo de entenderlo, pero no solo consiste en repetirlas tras el desarrollo de un curso o del proceso educativo, lo importante es la calidad, pues no se debe mantener un trabajo rutinario y facilista, implica un análisis previo de acuerdo con logro o meta de aprendizaje en relación con el contenido curricular establecido dentro del pénsum académico para un mayor desarrollo intelectual.

En la enseñanza de la física dentro del nivel universitario, con miras hacia la formación profesional de un docente, el desarrollo de las PL debe ser llevadas con mayor rigor científico, pues no se comparan con las desarrolladas en el ciclo escolar o de colegiatura, donde simplemente se las realiza para contribuir a la elaboración de explicaciones teóricas de los fenómenos o hechos de la naturaleza y sean capaces de interactuar responsablemente con criterios científicos. Además, es importante mantener una estructura general, la cual contenga objetivos, introducción, situación problema, marco teórico y procedimientos, pues López y Tamayo (2012), en su estudio mencionaron que las guías de laboratorio no presentan esta estructura general y en muchas de las veces los objetivos no son claros, haciendo que los estudiantes no le encuentren un sentido al trabajo práctico, por lo que el 56% de estas tampoco requieren de un informe de laboratorio. Así, las prácticas de laboratorio dan más importancia al aprendizaje conceptual, más no al procedimental y actitudinal, los cuales son trascendentales para la construcción del conocimiento científico.

2.3.8 Actitudes

La disposición mental y emocional de una persona hacia una cosa, persona o actividad manifestada a través de pensamientos, emociones y comportamiento se denomina como actitud, pues la definición que ha establecido Allport sobre este término es:

Una actitud es un estado mental y neurofisiológico de disponibilidad, organizado por la experiencia, que ejerce una influencia directiva sobre las reacciones del individuo hacia todos los objetos o todas las situaciones que se relacionan con ella (Allport, 1935).

Aunque existen una infinidad de definiciones acerca de la actitud, la definición con mayor consenso del cual se ha llegado enunciada por Kerlinger y Lee (2002) que la establece como "una predisposición organizada a pensar, sentir, percibir y comportarse hacia un referente u objeto cognitivo. Se trata de una estructura perdurable de creencias que predispone al individuo a comportarse de manera selectiva hacia los referentes de actitud" (p. 648).

2.3.8.1 Tipos de actitudes

Sánchez y Mesa (1998), consideran que en toda actitud se pueden encontrar el componente afectivo, cognitivo y conativo o comportamental. En el primero, el objeto puede asociarse a algunos recuerdos o sentimientos de agrado o desagrado, teniendo una intensidad variada en función del interés o valor del objeto para el sujeto; el segundo se refiere al conjunto de creencias y opiniones que el sujeto posee hacia el objeto, el conocimiento es crucial para determinar la actitud, pero dado que puede ser equivocado o fragmentado provocaría una actitud errónea; y, el tercero, se refiere a las disposiciones, intenciones o tendencias conductuales de acción que corresponde a la consecuencia de la unión de las dos anteriores.

Con base en lo anterior, se puede establecer la variabilidad de la actitud, la cual también va a depender del contexto en el que el sujeto se encuentre. Así mismo, se pueden establecer diversos tipos de actitudes:

- Actitud positiva: se considera como la predisposición y visión optimista que ayudan al desenvolvimiento frente a una actividad, pues en este estudio corresponde a las prácticas experimentales, haciendo uso de los recursos disponibles para solucionar problemas o dificultades de aprendizaje donde el estudiante se centra en aquello que posee y no de lo que carece.
- Actitud negativa: la predisposición mental es inadecuada, de resistencia, rechazo a las alternativas de solución de los problemas, pues referente a las prácticas experimentales sería las limitaciones de instrumentos o tiempo para ejecutarlas, lo cual genera una desilusión e inclusive una sensación negativa afirmando que estas no sirven o no favorecen su aprendizaje práctico.

- Actitud indiferente: corresponde a un estado carente de interés del estudiante donde la predisposición no existe, es decir, el trabajo práctico o los experimentos no despiertan su interés que podrían considerar solo como entretenimiento pero no un ambiente de aprendizaje.

En virtud de componentes y tipos de actitudes, se puede establecer que el aprendizaje no solo puede estar considerando factores dentro de la institución, sino también el entorno familiar, local e incluso nacional o mundial, puesto que o problemas en casa, su ciudad, país e inclusive el mundo, puede traerle al estudiante un sinnúmero de pensamientos, sentimientos o maneras de accionar frente a su vida tanto personal como profesional, por lo que dentro de la institución el docente debe generar motivación a sus estudiantes y también mostrar actitudes que ayuden a potenciar el aprendizaje significativo en su alumnado.

2.3.8.2 Escalas de medición de las actitudes

De acuerdo con Morales (2006) existen tres tipos de escalas básicas consideradas como clásicas, pues estas son diferenciales, sumativas y acumulativas o conocida por los nombres de autores como Thurstone (diferenciales), Likert (sumativas) y Guttman (acumulativas).

Sulbarán (2009) menciona que las escalas de actitudes son un instrumento de medición que permite un acercamiento a la variabilidad evaluativa de las personas con respecto a un objeto, por ello menciona a las siguientes:

- Escalas tipo Thurstone: denominado como método de comparación de pares, consiste en la presentación de una lista previa de enunciados pertinentes para medir el grado de favorabilidad/desfavorabilidad de una muestra representativa de la población que tienen hacia cierto objeto.
- Escalas tipo Likert: consiste en un amplio número de afirmaciones que califican al objeto de actitud que va de lo favorable a lo desfavorable, situando al individuo en un punto determinado que además tiene en cuenta la amplitud y la consistencia de las respuestas actitudinales. Con esta escala se alcanzan coeficientes altos de fiabilidad con menos ítems.
- El escalograma de Guttman: algunos de sus ítems indican en mayor medida la fuerza o intensidad de la actitud, pues esta escala está constituida por afirmaciones donde el escalograma garantiza medir una dimensión única (propiedad de unidimensionalidad).
- Diferencial semántico: también denominado prueba del diferencial semántico, es un instrumento de evaluación psicológica creada por Charles Osgood, George Suci y Percy Tannenbaum en 1957 que mide la dimensión afectiva o evaluativa de la actitud. Consiste en una serie de pares de adjetivos extremos o bipolares, los cuales califican al objeto de actitud.
- Escalas tipo Fishbein: su objetivo es explicar y predecir la conducta humana aproximada a la intención conductual mediante la actitud o actitudes por n

consecuencias percibidas, a través de normas subjetivas predichas sobre la expectativa de k referentes equilibradas por la motivación para cumplir con ellos, pues la intención es intentar realizar una conducta y medir la cantidad de esfuerzo permitiendo concluir que cuanto más fuerte sea esa intención, más probable será que se produzca la conducta.

En este sentido, las escalas que se emplearán en el instrumento serán la Escala tipo Likert dada la popularidad de la misma en múltiples investigaciones y el Diferencial semántico.

2.4 Contenido Curricular

La carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física en su currículo ha articulado su plan de estudios basándose en campos de formación siendo los de Formación teórica (FT), Praxis profesional (PP), Epistemología metodología investigación (EMI), Comunicación y lenguaje (CL), e Integración contexto saberes y cultura (ICSC), pues en atención a los mismos se ha diseñado una organización curricular de acuerdo a unidades como Unidad Básica, Unidad Profesional, Unidad integración Curricular, Prácticas Servicio Comunitario, y Prácticas Laborales; considerando a Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la partícula como asignaturas a cursar dentro del primero y segundo semestre respectivamente, las cuales corresponden a la Unidad Profesional.

2.4.1 Mecánica de partículas puntuales

Dentro de la malla curricular de la carrera, se ha establecido la asignatura de Mecánica de partículas puntuales, en el primer semestre, la cual pertenece al nivel de organización curricular básica y al campo de formación teórica llevada a través de naturaleza teórica – práctica haciendo uso de laboratorios físico y virtual teniendo como objetivo el fortalecimiento de los conocimientos básicos así como los instrumentos de apoyo para potencializar el aprendizaje significativo de los diversos hechos, sucesos o fenómenos físicos que ocurren en la naturaleza, por lo que su estudio se aborda en tres unidades detalladas de la siguiente forma:

- **Unidad 1: Unidades, cantidades físicas y vectores:** El resultado de aprendizaje esperado es que el estudiante sea capaz de interpretar las leyes de la naturaleza, diferenciar magnitudes escalares y vectoriales y resolver operaciones con vectores en el plan, así como en el espacio tridimensional, pues el conocimiento adquirido podrá ser aplicado en problemas prácticos y relacionados con la vida cotidiana. Por tal razón, la unidad temática engloba a magnitudes físicas, errores, sistemas de coordenadas en el plano, magnitudes vectoriales y escalares, así como operaciones con las mismas.
- **Unidad 2: Movimiento en una y dos dimensiones:** El estudiante debe ser capaz identificar el movimiento que realiza una partícula de acuerdo al análisis de las características que presente, podrá interpretar las gráficas en función del tiempo

y la posición, velocidad y aceleración tanto en el movimiento unidimensional, bidimensional y circular, por lo que se aborda el Movimiento rectilíneo uniforme (M.R.U.), Movimiento rectilíneo uniforme variado (M.R.U.V.), Movimiento vertical, Movimiento circular (M.C.U.), Movimiento parabólico - tiro oblicuo y tiro horizontal.

- **Unidad 3: Leyes del movimiento de Newton:** Los resultados de aprendizaje esperados por los estudiantes es describir, comprobar las leyes de Newton y diseñar diagramas de cuerpo libre para resolver problemas, reconociendo sistemas inerciales como no inerciales, vincular la masa del objeto con su velocidad, aplicar el principio de conservación de la cantidad de movimiento lineal y determinar el centro de masa para un sistema simple de dos cuerpos.

2.4.2 Dinámica de la partícula

Del mismo modo, la asignatura de Dinámica de la partícula, dictada en segundo semestre, también implica una naturaleza teórica, práctica y con laboratorio físico y virtual, que tiene como objetivo el desarrollo de la comprensión, análisis crítico y la investigación de fenómenos físicos que ocurren en la naturaleza, abordando su contenido en tres unidades:

- **Unidad 1: Aplicaciones de las leyes de Newton:** El estudiante será capaz de comprobar las leyes de Newton a través de la guía de práctica de laboratorio grupal, pues contrastará los estudios de Aristóteles, Galileo y Newton comparando experiencias frente a razones para explicar el movimiento de objetos y poder aplicar el contenido teórico en ejercicios y problemas reales.
- **Unidad 2: Trabajo, potencia y energía:** Los resultados de aprendizaje esperados son generar, comprender la definición operacional, características, comportamientos y relación del trabajo, potencia y energía mecánica con base en esquemas teóricos con los que se apoye para deducir las fórmulas, además de considerar a la variación de la energía mecánica representa el trabajo por un objeto donde se aplica la segunda ley de Newton así como las de cinemática y la conservación de la energía con los cuales sea capaz de resolver ejercicios y problemas que involucren el análisis de sistemas conservativos.
- **Unidad 3: Cantidad de movimiento, impulso y choques:** En esta unidad el estudiante demostrará experimentar las leyes del impulso y la conservación del momento lineal donde se establezca una relación entre la masa y la velocidad, argumentando además que la fuerza es la variación del momento lineal en el transcurso del tiempo, por lo que también se requiere en la aplicación de sistemas aislados de dos cuerpos y resolución de problemas del diario vivir la aplicación del teorema del impulso, la cantidad de movimiento y la tercera ley de Newton.

En este sentido se comprende a la Física, entendiendo a la naturaleza como materia en movimiento que ocupa un espacio singular entre las matemáticas y las ciencias naturales, para tomar de ellas la tendencia a observar, ordenar, analizar y extraer conclusiones, por

lo que ambas cátedras se constituyen en las ramas de la Mecánica Clásica: Cinemática y Dinámica.

2.5 Definición de términos básicos

Actitud: Es la disposición mental y emocional de una persona hacia algo o alguien, y se manifiesta a través de sus pensamientos, emociones y comportamientos.

Aprendizaje significativo: Es un proceso que engloba la dimensión emocional, motivacional y cognitiva de la persona, se constituye en la adquisición de nuevos conocimientos con significado, comprensión, criticidad y posibilidades de usar esos conocimientos en explicaciones, argumentaciones y solución de situaciones - problema, incluso nuevas situaciones.

Cinemática: Se centra en el movimiento de objetos a lo largo del tiempo, sin tener en cuenta las fuerzas que lo causan.

Constructivismo: Teoría del aprendizaje centrada en la idea de que el conocimiento se construye activamente en la mente del individuo a medida que interactúa con su entorno y la información disponible mediante la reflexión, experiencia y resolución de problemas.

Dinámica: Estudia el movimiento de los objetos y las fuerzas que lo causan, empleando leyes y principios tales como las leyes del movimiento de Newton.

Enseñanza: Proceso planificado y organizado a través del cual un individuo (educador o maestro) transmite conocimientos, habilidades, valores y experiencias a otra persona (estudiante o aprendiz) facilitando el aprendizaje y su desarrollo.

Guía de laboratorio: Documento escrito que proporciona instrucciones detalladas y procedimiento específicos para llevar a cabo experimentos o actividades en un entorno de laboratorio, que ayudan a científicos, técnicos o estudiantes llevar a cabo los experimentos de manera estructurada y segura.

Laboratorio experimental: Espacio físico diseñado y equipado para llevar a cabo investigaciones científicas, experimentos y pruebas bajo condiciones controladas para observar, medir y analizar fenómenos naturales o artificiales.

Mecánica clásica: Rama de la Física que estudia el movimiento de los objetos y las fuerzas que influyen en su comportamiento, particularmente en las escalas de tamaño y velocidad típicas de la vida cotidiana.

Método científico: Proceso sistemático y ordenado para investigar y comprender los fenómenos naturales, resolver problemas y formular explicaciones basadas en evidencia.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Según el enfoque

En enfoque del presente trabajo de investigación fue de carácter cuantitativo, debido a que se recolectó datos sobre la visión general de las actitudes que tienen los estudiantes hacia la enseñanza de la física, centrado en la Mecánica Clásica, para lo cual se empleó la estadística, para analizarlos en relación con los objetivos planteados para la obtención de las conclusiones respectivas.

3.1.2 Según el lugar

La investigación fue de campo, al realizarse en el lugar de los hechos, la Universidad Nacional de Chimborazo, con los estudiantes de la Carrera de Pedagogía en Ciencias Experimentales: Matemática y la Física.

También fue bibliográfica, ya que se indagó sobre el proceso de enseñanza de la Física mediante el uso del laboratorio experimental aplicada a la enseñanza de la Mecánica Clásica, obteniendo la información de varias fuentes como libros, artículos de revistas, trabajos de investigación previos, así como sitios web, los cuales han sido referenciados bibliográficamente.

3.1.3 Según el tiempo

El estudio fue de tipo transversal, porque se realizó en un período a corto plazo.

3.1.4 Según su nivel de profundidad

Su nivel fue descriptivo propositivo porque se indagó y describió los datos encontrados sobre las actitudes hacia la enseñanza de la Mecánica Clásica y con base en ello, se diseñó guías de laboratorio experimental acorde al equipamiento del laboratorio institucional, construyendo una herramienta de apoyo para la enseñanza de la física básica titulada "Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la Práctica", la cual contiene guías tanto de la Cinemática como de la Dinámica que, de acuerdo a la malla curricular, se abordan en las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la Partícula de primero y segundo semestre respectivamente.

3.2 Diseño de la investigación

El siguiente trabajo de investigación tuvo un diseño no experimental dado que no se realizó ningún tipo de manipulación intencional de variables, por lo que el problema investigado se estudió tal y como se presentó en su forma natural de acuerdo con la observación del fenómeno.

3.3 Técnica e instrumento para la recolección de datos

3.3.1 Técnicas

La técnica para la recolección de datos fue la encuesta para conocer qué piensan los estudiantes de segundo, tercero y cuarto semestre acerca de la forma en cómo aprendieron la Mecánica Clásica en las cátedras de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la partícula.

3.3.2 Instrumentos

Para la recolección de datos se realizó un cuestionario con preguntas claras y concretas, usando la escala Likert con cinco alternativas y el diferencial semántico con una valoración de 5 puntos, las cuales ayuden a conocer más sobre el objeto de estudio. El instrumento ha sido tomado de la investigación de Al-Abri (2010), con ciertas modificaciones tanto en el número de alternativas de las escalas como preguntas, relacionando de acuerdo a la temática planteada en el estudio, por lo que al ser aplicada nuevamente se sometió a la validación bajo el juicio de expertos en el área.

3.4 Validez y confiabilidad de los instrumentos

3.4.1 Validez

La escala de puntuación del instrumento, mediante la cual se validó, se acogió bajo el modelo de Infantes et al. (2021) detallado en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1

Puntaje y escala de grado porcentual

Determinación	Puntaje	Grado Porcentual
Excelente	5	81-100%
Muy buena	4	61-80%
Buena	3	41-60%
Regular	2	21-40%
Deficiente	1	0-20%

La validación del instrumento fue realizada por expertos de la Universidad Nacional de Chimborazo del área de Física, quienes proporcionaron valoraciones muy favorables, dando a conocer que los ítems estuvieron acorde a los objetivos de la investigación de manera clara y precisa, lo cual se especifican en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2

Validación del instrumento: Expertos

Evaluadores				
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Cuestionario	100%	100%	100%	100%

Los expertos de la Universidad Nacional de Chimborazo, bajo su evaluación, determinaron que la validez del instrumento es excelente al alcanzar la puntuación máxima del 100%, lo que significa que el instrumento presentado es suficiente para la recolección de los datos.

3.4.2 Confiabilidad

La Estadística de Fiabilidad realizada por el método de consistencia interna, el coeficiente alfa de Cronbach se ejecutó mediante la escala de valoración de la Tabla 3.3 de Lima & Arcia (2019).

Tabla 3.3

Rangos de Fiabilidad

Rangos	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy Alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy Baja

La fiabilidad del instrumento del proyecto de investigación fue realizada en el programa estadístico RStudio mediante un procedimiento de consistencia interna, el coeficiente alfa de Cronbach como se indica en la Tabla 3.4.

El coeficiente de Alfa de Cronbach aplicado a los ítems del instrumento, arrojó un resultado de 0.887 que de acuerdo con la interpretación de Lima y Arcia (2019) tiene una confiabilidad "muy alta" porque se encuentra en el rango "0.81 a 1". Por tanto, se concluye que la consistencia interna del instrumento utilizado es muy alta y procede su aplicación.

Tabla 3.4*Estadísticas de fiabilidad prueba objetiva*

Estadísticas de Fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,8866966	45

3.5 Población y muestra

3.5.1 Población

Para el desarrollo de la presente investigación, la población sujeto de estudio corresponde a los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo del periodo académico 2023 - 1S, quienes han cursado como parte de su formación profesional la rama de la Física, denominada Mecánica Clásica, a través de prácticas experimentales (desarrollo de experimentos haciendo uso de los laboratorios institucionales), detallada en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5*Población*

Semestre	Número de estudiantes
Primero	63
Segundo	19
Tercero	21
Cuarto	14
Quinto	14
Sexto	16
Séptimo	21
Octavo	22
Total	190

3.5.2 Muestra

Para la selección de la muestra se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, siendo estudiantes de segundo, tercero y cuarto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo del periodo académico 2023 - 1S, debido a que se ha considerado obtener una información objetiva y veraz de las actitudes que se han percibido durante su estudio de Mecánica Clásica, bajo el criterio de selección de la población, contando así con un total de 44 estudiantes, los cuales se detallan en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6

Muestra

Semestre	Número de estudiantes
Segundo	16
Tercero	14
Cuarto	14
Total	44

3.6 Métodos de análisis, y procesamiento de datos.

3.6.1 Método de análisis

En primera instancia, se realizó la búsqueda de material bibliográfico en las revistas científicas, tesis y bibliografías actualizadas de acuerdo al objeto de estudio, a través de los cuales se analizaron los aspectos fundamentales y necesarios para el desarrollo de la investigación.

Para la validación del instrumento se siguió el siguiente procedimiento:

- (a) Desarrollar la tabla de operacionalización de las variables.
- (b) Seleccionar a los jueces especializados en el área de la Física, para la validación del instrumento.
- (c) Carta explicativa con la solicitud de apoyo a la validación.
- (d) Elaborar el juego de documentos para cada experto.

En cuanto a la recolección de datos, primero se transcribió el cuestionario, realizando algunas adaptaciones a preguntas y escala de medición; luego se socializó a los estudiantes de segundo, tercero y cuarto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física del periodo académico 2023 -1S, para finalmente recolectar los datos y posterior realizar el respectivo análisis descriptivo. Esta recolección de datos se realizó previo a la finalización del periodo académico en mención, con el fin de recolectar la información de estudiantes del segundo semestre, quienes ya estuvieron finalizando el estudio de la Mecánica Clásica.

3.6.2 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó la Estadística Descriptiva, a través del cual se realizó la formulación de tablas de frecuencia para establecer las interpretaciones de los resultados. Para ello se empleó el software estadístico RStudio aplicando técnicas adecuadas y lógicas para el análisis estadístico.

El procedimiento fue el siguiente:

- Reconocimiento de la información recolectada.
- Elaboración de tablas y figuras para evidenciar el comportamiento de la población sujeto de estudio.
- Análisis e interpretación de los respectivos gráficos elaborados en cada pregunta planteada.
- Elaboración de los resultados y discusión de los datos.
- Planteamiento de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación se han obtenido en el marco de la investigación realizada a la muestra de 44 estudiantes, pertenecientes a la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física del periodo académico 2023 - 1S, mismos que proporcionan las relaciones, tendencias y patrones identificados, permitiendo una comprensión profunda del fenómeno en estudio como son las actitudes hacia las prácticas experimentales.

4.1 Análisis e interpretación de Datos

Pregunta 1. Marque una de las siguientes opciones sobre cómo ha realizado las prácticas experimentales en el laboratorio de física durante la enseñanza de Mecánica Clásica.

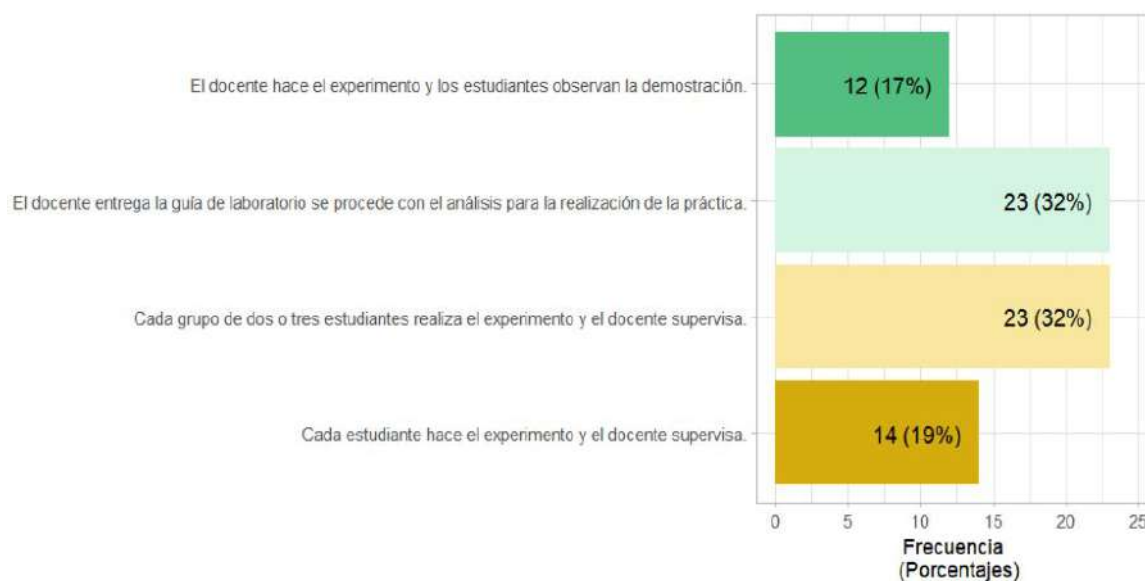
Tabla 4.1

Resultados Pregunta 1: Estilo de enseñanza empleado en las prácticas de laboratorio de física

	Frecuencia	Porcentaje
El docente hace el experimento y los estudiantes observan la demostración.	12	17%
El docente entrega la guía de laboratorio, se procede con el análisis para la realización de la práctica.	23	32%
Cada grupo de dos o tres estudiantes realiza el experimento y el docente supervisa.	23	32%
Cada estudiante hace el experimento y el docente supervisa.	14	19%

Figura 4.1

Estilo de enseñanza empleado en las prácticas de laboratorio de física



Análisis e Interpretación

El 32%, correspondiente a 23 de las respuestas obtenidas, indica que los estilos de mayor predominancia empleados por el docente son entregando guías de laboratorio con su análisis respectivo para proceder a realizar las prácticas experimentales; del mismo modo, 32% revela que también se conforman grupos de trabajo para el desarrollo de los experimentos donde el docente mantiene una constante supervisión, aunque no se deja de lado el hecho de que cada estudiante tenga la posibilidad de realizar el experimento con la supervisión del docente o de que netamente el docente haga el experimento y los estudiantes simplemente lo observen.

La elección de estas dos opciones de mayor predominancia para el desarrollo de prácticas experimentales por parte de los docentes puede deberse a varios factores tanto de los objetivos de aprendizaje, nivel de los estudiantes e incluso recursos disponibles dentro de los laboratorios; pues en el primero, los estudiantes pueden tener la posibilidad de comprender mejor los conceptos teóricos previo al desarrollo de un experimento, mientras que el segundo se enfoca en fomentar la colaboración, el trabajo en equipo, la reducción de carga del trabajo y el desarrollo de habilidades sociales y científicas lo cual enriquece la experiencia de aprendizaje en el laboratorio.

Pregunta 2. Marque una de las siguientes opciones sobre la mejor forma de realizar las prácticas experimentales para la enseñanza de la Mecánica Clásica.

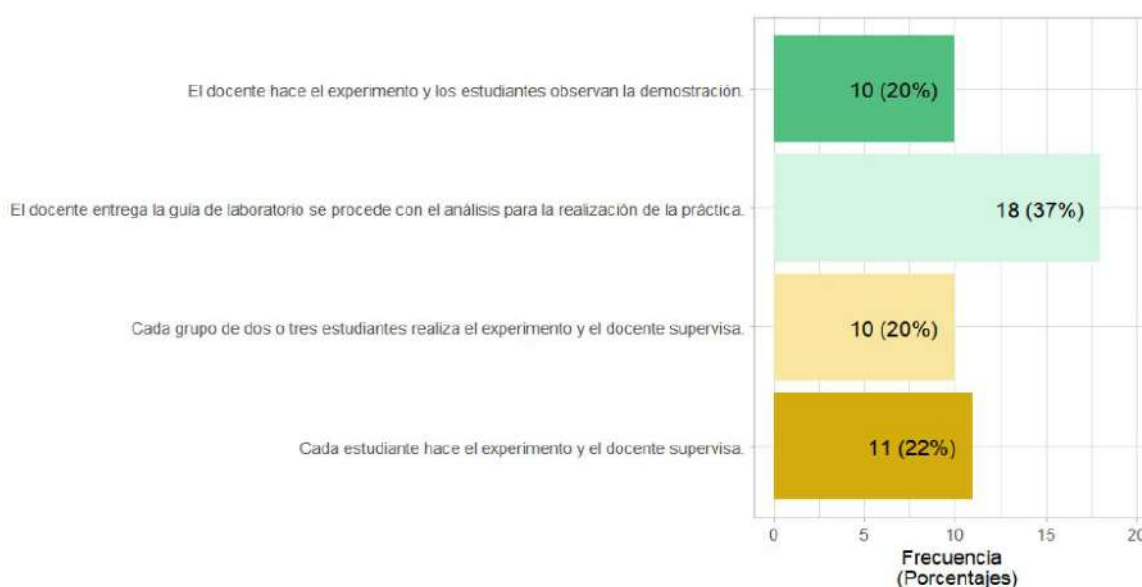
Tabla 4.2

Resultados de Pregunta 2: Estilo de enseñanza preferido en las prácticas de laboratorio de física

	Frecuencia	Porcentaje
El docente hace el experimento y los estudiantes observan la demostración.	10	20%
El docente entrega la guía de laboratorio se procede con el análisis para la realización de la práctica.	18	37%
Cada grupo de dos o tres estudiantes realiza el experimento y el docente supervisa.	10	20%
Cada estudiante hace el experimento y el docente supervisa.	11	22%

Figura 4.2

Estilo de enseñanza preferido en las prácticas de laboratorio de física



Análisis e Interpretación

Dentro del estilo de enseñanza preferido por los estudiantes, el 37%, correspondiente a 18 de las respuestas obtenidas, muestra una mayor inclinación hacia el desarrollo de prácticas de laboratorio a través del análisis de una guía, esto puede deberse a la preferencia del docente por mantener una estructuración clara del aprendizaje asegurando seguir un proceso organizado y lógico para llevar a cabo los experimentos, proporciona seguridad, reproducibilidad y fomentar al aprendizaje autónomo del alumnado. Por otro lado, no existe una gran diferencia entre las otras opciones de enseñanza, pues todo dependerá del docente, así como del contenido teórico y la disponibilidad de materiales en el laboratorio.

Pregunta 3. ¿Cómo describiría el trabajo práctico en el plan de estudios de Física?
Marque solo una casilla en cada línea.

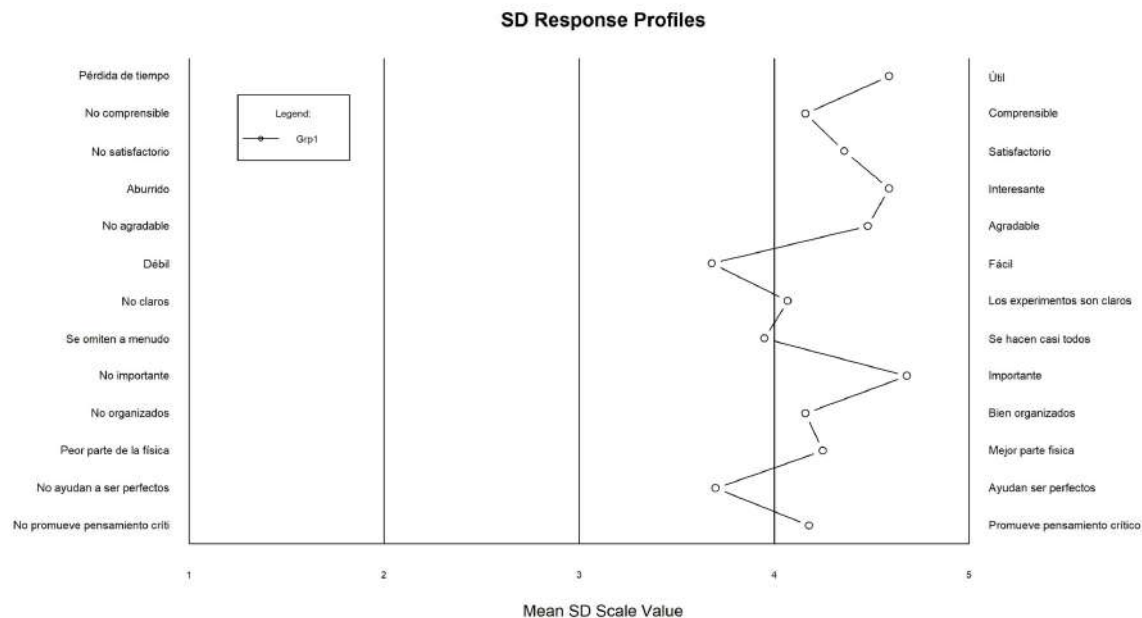
Tabla 4.3

Resultados Pregunta 3: Trabajo práctico de acuerdo al plan de estudios de Física

Pares adjetivos		Promedio
Pérdida de tiempo	Útil	4.59
No comprensible	Comprensible	4.16
No satisfactorio	Satisfactorio	4.36
Aburrido	Interesante	4.59
No agradable	Agradable	4.48
Difícil	Fácil	3.68
Los experimentos no son claros	Los experimentos son claros	4.07
Se omiten a menudo	Se hacen casi todos	3.95
No importante	Importante	4.68
No organizados	Bien organizados	4.16
La peor parte de la Física	La mejor parte de la Física	4.25
No ayudan a los estudiantes a ser perfectos	Ayudan a los estudiantes a ser perfectos	3.70
No promueven el pensamiento crítico	Promueven el pensamiento crítico	4.18

Figura 4.3

Trabajo práctico de acuerdo al plan de estudios de Física



Análisis e Interpretación

Con base en la escala empleada del diferencial semántico de Osgood, se aprecia la valoración que se ha obtenido frente a múltiples aspectos que tienen adjetivos opuestos en cada extremo, permitiendo abstraer la significación del trabajo práctico que se mantiene dentro del plan de estudios de Física, lo que permite afirmar que de 44 estudiantes

encuestados consideren a este como útil, interesante, importante, agradable, satisfactorio, e inclusive representar la mejor parte de la física, pues además promueven el pensamiento crítico y en su mayoría son claros, ya que se ha obtenido una valoración promedio dentro del intervalo 4 y 5.

Sin embargo, aunque no posee una puntuación baja, ya que se encuentra dentro del intervalo de calificación 3 y 4, se concibe que algunos estudiantes pueden considerar al trabajo práctico como no tan fácil de realizar, pues adicionalmente, dentro de uno de los aspectos considerados dentro de esta valoración, los estudiantes afirman que no necesariamente ayudan a lograr su perfección dentro de este campo, pues existen ocasiones en las que no se pueda realizar prácticas experimentales ya sea por el contenido teórico que se aborde o las condiciones físico - temporales por las cuales se atraviere en su entorno.

Pregunta 4. ¿Cuál es su opinión sobre la mejor manera de utilizar los laboratorios de física en la enseñanza de Mecánica Clásica?

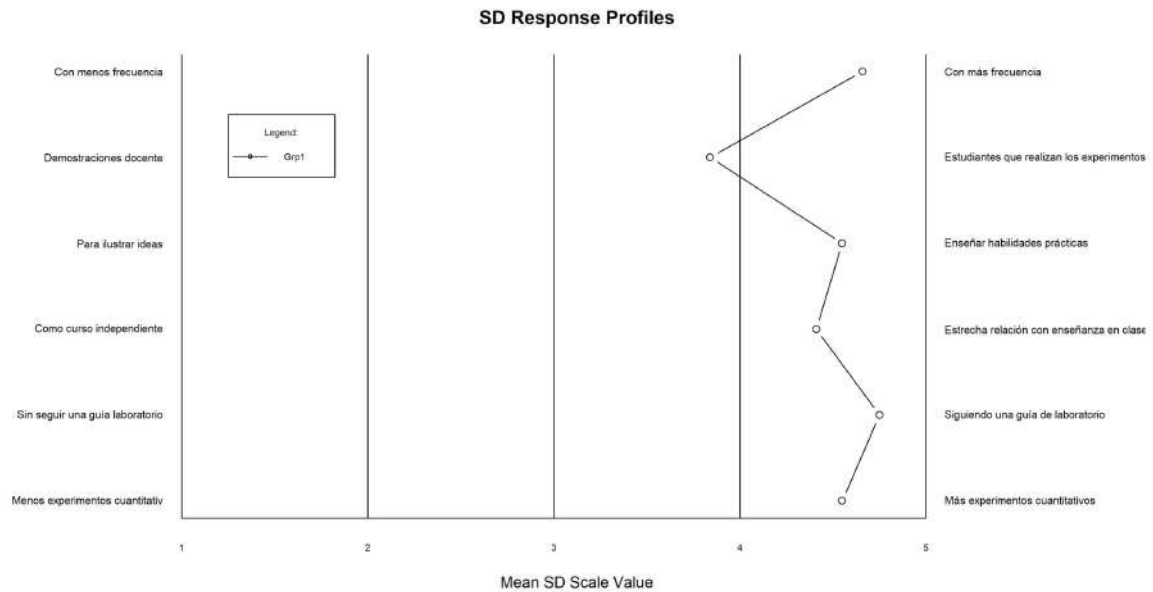
Tabla 4.4

Resultados Pregunta 3: Trabajo práctico de acuerdo al plan de estudios de Física

Pares adjetivos		Promedio
Con menos frecuencia	Con más frecuencia	4.66
Mediante demostraciones del docente	Con estudiantes que realicen los experimentos	3.84
Para ilustrar ideas	Para enseñar habilidades prácticas	4.55
Como curso independiente	En estrecha relación con la enseñanza en clase	4.41
Sin seguir una guía de laboratorio	Siguiendo una guía de laboratorio	4.75
Menos experimentos cuantitativos	Más experimentos cuantitativos	4.55

Figura 4.4

Forma de usar laboratorios de física para la enseñanza de Mecánica Clásica



Análisis e Interpretación

Al indagar la forma de trabajo que prefieren los estudiantes frente a ciertos aspectos valorados en una escala de Osgood, mencionan que los laboratorios de física deberían usarse con más frecuencia siguiendo una guía de laboratorio, con un enfoque hacia la enseñanza de habilidades prácticas y que mantengan una estrecha relación con lo enseñando en clases (contenido teórico), pues existe una preferencia hacia el desarrollo de experimentos cuantitativos. Por otro lado, tienen cierta inclinación donde el docente sea quien realice las demostraciones a que los estudiantes los hagan directamente.

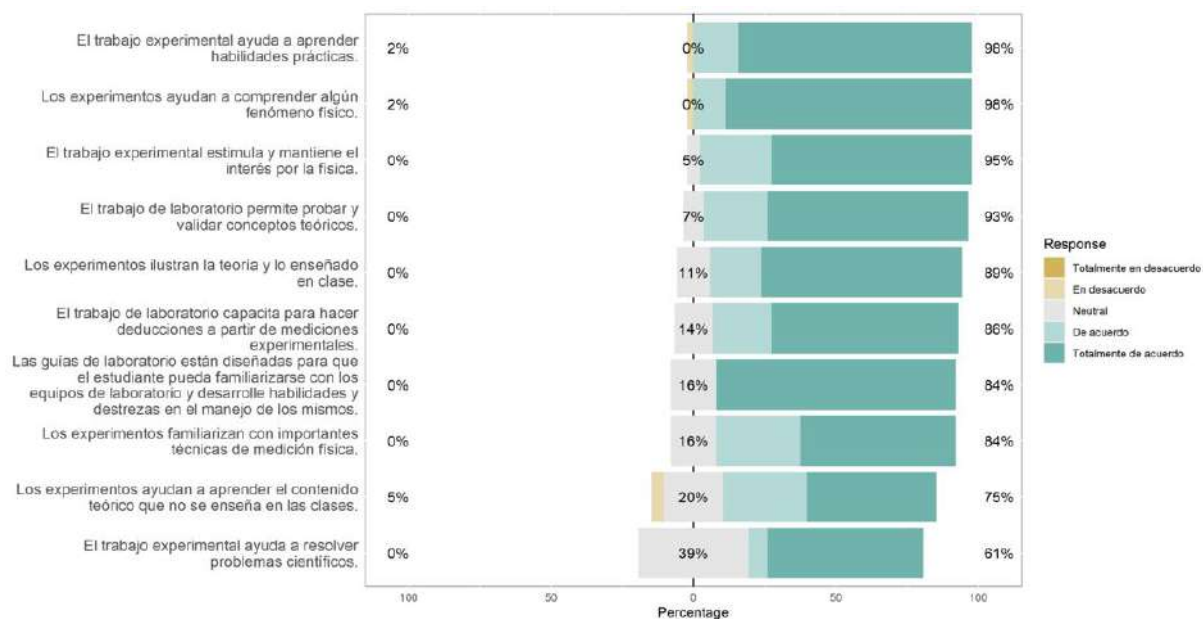
Esta tendencia a que los estudiantes prefieran realizar experimentos de física con guías de laboratorio y enfocado en que sean más cuantitativos puede deberse a la claridad y estructura que proporcionan las mismas para mantener un procedimiento comprensible, pues cabe recalcar que los experimentos cuantitativos tienden a enfocarse en la medición precisa de datos y aplicación de conceptos matemáticos útiles para la comprensión de los contenidos que se abordan dentro de la Mecánica Clásica. Además, el docente también puede perseguir ciertos objetivos de enseñanza hacia sus estudiantes como es la resolución de problemas complejos utilizando principios físicos y que son capaces de ver a la Física como una forma de abordar problemas del mundo real.

Pregunta 5. Según investigaciones anteriores, hay varias razones por las que el trabajo de laboratorio de física es parte de la mayoría de las clases. Si está de acuerdo con la afirmación, marque la casilla correspondiente.

Tabla 4.5*Resultados de Pregunta 5: Beneficios del trabajo de laboratorio de física*

Indicadores	Nivel de acuerdo				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
El trabajo experimental ayuda a aprender habilidades prácticas.	36 82%	7 16%	0 0%	1 2%	0 0%
Los experimentos ayudan a comprender algún fenómeno físico.	38 87%	5 11%	0 0%	1 2%	0 0%
El trabajo experimental estimula y mantiene el interés por la física.	31 70%	11 25%	2 5%	0 0%	0 0%
El trabajo de laboratorio permite probar y validar conceptos teóricos.	31 70%	10 23%	3 7%	0 0%	0 0%
Los experimentos ilustran la teoría y lo enseñado en clase.	31 71%	8 18%	5 11%	0 0%	0 0%
El trabajo de laboratorio capacita para hacer deducciones a partir de mediciones experimentales.	29 66%	9 20%	6 14%	0 0%	0 0%
Las guías de laboratorio están diseñadas para que el estudiante pueda familiarizarse con los equipos de laboratorio y desarrolle habilidades y destrezas en el manejo de los mismos.	37 84%	0 0%	7 16%	0 0%	0 0%
Los experimentos familiarizan con importantes técnicas de medición física.	24 54%	13 30%	7 16%	0 0%	0 0%
Los experimentos ayudan a aprender el contenido teórico que no se enseña en las clases.	20 45%	13 30%	9 20%	2 5%	0 0%
El trabajo experimental ayuda a resolver problemas científicos.	24 54%	3 7%	17 39%	0 0%	0 0%

Figura 4.5
Beneficios del trabajo de laboratorio de física



Análisis e Interpretación

El trabajo de laboratorio de física ha traído consigo varios beneficios hacia el aprendizaje de la Física como tal, pues al encuestar a los 44 estudiantes, el 98% está de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el trabajo experimental ayuda a aprender habilidades prácticas y solo el 2% está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo; por otro lado, el 98% afirma que los experimentos ayudan a comprender los fenómenos físicos en estudio. Al indagar si el trabajo experimental estimula y mantiene su interés por la física, el 95% está de acuerdo y totalmente de acuerdo, pues el 5% se mantiene neutral ante dicha afirmación; además, se analizó si los estudiantes consideraban que el trabajo de laboratorio permitía probar y validar conceptos teóricos y el 93% estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo, pues esto puede deberse a que la realización de experimentos permite establecer una conexión práctica y empírica con los conceptos teóricos, ya que proporcionan una evidencia concreta y observable de un fenómeno determinado, es así que también el 89% está de acuerdo y totalmente de acuerdo en que los experimentos ilustran la teoría y lo enseñado en clase; sin embargo, el 7% y 11% se muestran neutrales ante dichas afirmaciones respectivamente.

También, el 86% está de acuerdo y totalmente de acuerdo con que el trabajo de laboratorio capacita para hacer deducciones a partir de mediciones experimentales, pues una de las características de una práctica experimental es estimular el pensamiento crítico, así como la valoración y verificación de teorías científicas fomentando el desarrollo de la capacidad de cuestionar y analizar la información. En cuanto a las guías de laboratorio, el 84% está de acuerdo y totalmente de acuerdo con que estas están diseñadas para que los estudiantes puedan familiarizarse con los equipos de laboratorio y desarrolle habilidades y destrezas en el manejo de los mismos, pero el 16% se mantiene neutral. Del mismo modo, el 84% está de acuerdo y totalmente de acuerdo en que los experimentos familiarizan con

importantes técnicas de medición física, lo que puede deberse a que estos requieren del manejo de múltiples instrumentos de medición como son calibradores, reglas, balanzas, cronómetros, medidores de voltaje, etc., los cuales requieren de una precisión y exactitud permitiendo la estimación de errores para hacer una evaluación crítica de los resultados.

En cuanto a la tendencia de que los experimentos ayudan a aprender el contenido teórico que no se enseña en las clases, el 75% está de acuerdo y totalmente de acuerdo con esta afirmación, lo cual puede deberse a que ellos pueden visualizar directamente los fenómenos físicos y ayudarlos a recordar y retener mejor los conceptos teóricos, pues no se deja de lado el que sean ellos quienes descubran y exploren conceptos por sí mismos, pero existe un 5% que no lo ve de esta manera, ya que están en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. También, el 61% considera que el trabajo experimental ayuda a resolver problemas científicos y esto debido a que la experimentación desempeña un papel crucial en el método científico y en la investigación científica en general, ya que proporciona una base empírica sólida que sustenta la toma de decisiones informadas en la ciencia; sin embargo, el 39% se muestra neutral.

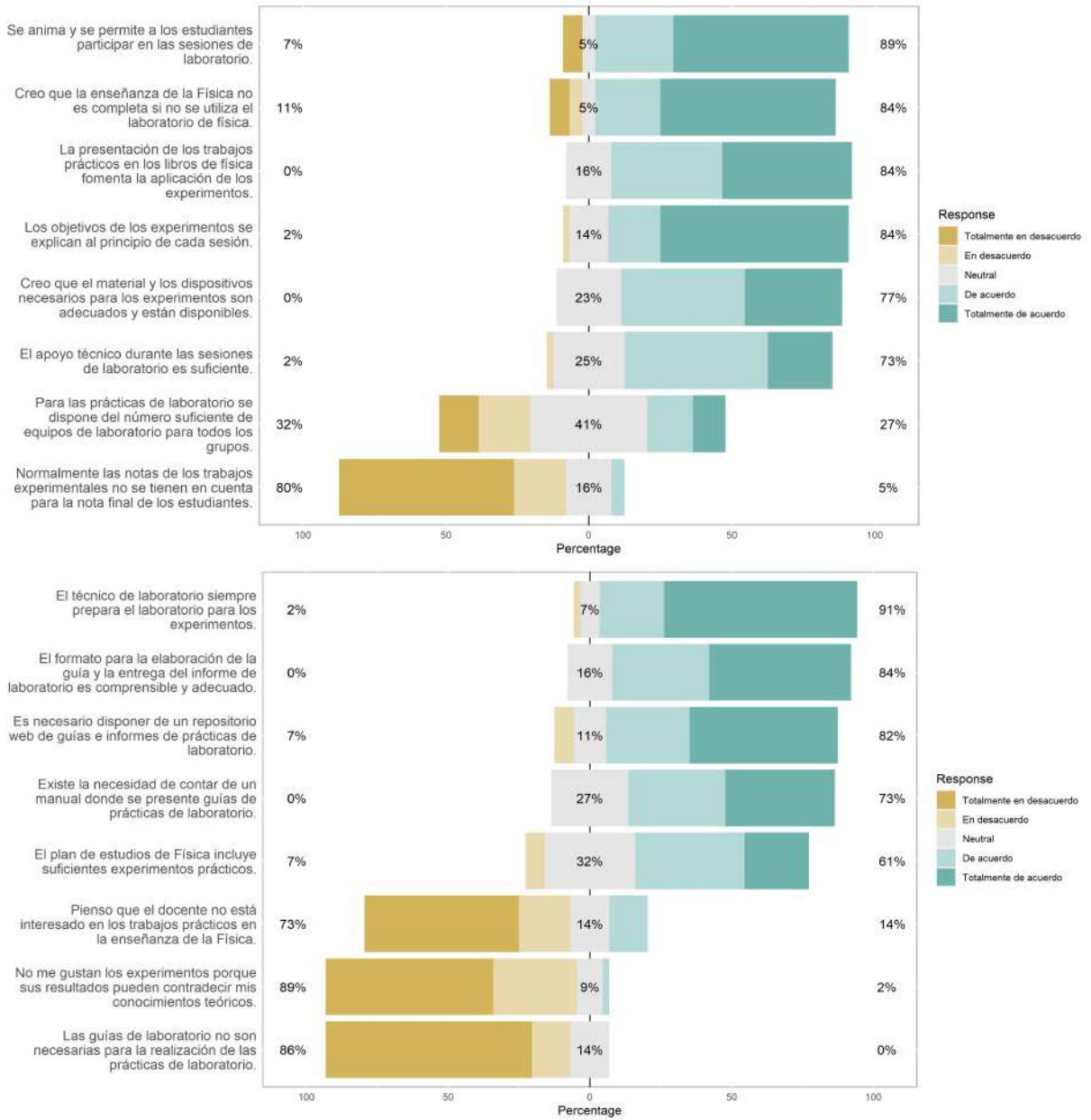
Pregunta 6. En cada línea, marque la casilla que mejor refleje su opinión.

Tabla 4.6*Resultados de Pregunta 6: Actitudes del estudiante hacia el laboratorio de física*

Indicadores	Nivel de acuerdo				
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Se anima y se permite a los estudiantes participar en las sesiones de laboratorio.	27 62%	12 27%	2 5%	0 0%	3 7%
Creo que la enseñanza de la Física no es completa si no se utiliza el laboratorio de física.	27 62%	10 22%	2 5%	2 5%	3 7%
La presentación de los trabajos prácticos en los libros de física fomenta la aplicación de los experimentos.	20 45%	17 39%	7 16%	0 0%	0 0%
Los objetivos de los experimentos se explican al principio de cada sesión.	29 66%	8 18%	6 14%	1 2%	0 0%
Creo que el material y los dispositivos necesarios para los experimentos son adecuados y están disponibles.	15 34%	19 43%	23 10%	0 0%	0 0%
El apoyo técnico durante las sesiones de laboratorio es suficiente.	10 23%	22 50%	11 25%	1 2%	0 0%
Para las prácticas de laboratorio se dispone del número suficiente de equipos de laboratorio para todos los grupos.	5 11%	7 16%	18 41%	8 18%	6 14%
Normalmente las notas de los trabajos experimentales no se tienen en cuenta para la nota final de los estudiantes.	0 0%	2 5%	7 16%	8 18%	27 62%
El técnico de laboratorio siempre prepara el laboratorio para los experimentos.	30 68%	10 23%	3 7%	1 2%	0 0%
El formato para la elaboración de la guía y la entrega del informe de laboratorio es comprensible y adecuado.	22 50%	15 34%	7 16%	0 0%	0 0%
Es necesario disponer de un repositorio web de guías e informes de prácticas de laboratorio.	23 52%	13 30%	5 11%	3 7%	0 0%
Existe la necesidad de contar de un manual donde se presente guías de prácticas de laboratorio.	17 39%	15 34%	12 27%	0 0%	0 0%
El plan de estudios de Física incluye suficientes experimentos prácticos.	10 23%	17 38%	14 32%	3 7%	0 0%
Pienso que el docente no está interesado en los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física.	0 0%	6 14%	6 14%	8 18%	32 72%
No me gustan los experimentos porque sus resultados pueden contradecir mis conocimientos teóricos.	0 0%	1 2%	4 9%	13 30%	26 59%
Las guías de laboratorio no son necesarias para la realización de las prácticas de laboratorio.	0 0%	0 0%	6 14%	6 14%	32 72%

Figura 4.6

Actitudes del estudiante hacia el laboratorio de física



Análisis e Interpretación

Para conocer las actitudes que toman los docentes frente al trabajo práctico que se realiza en los laboratorios, se han establecido 16 enunciados donde el estudiante, de acuerdo a su criterio, evalúa el trabajo que se ha estado desarrollando en los mismos, es así que con base en los resultados se evidencia que el 91% está de acuerdo y totalmente de acuerdo con que el técnico/a de laboratorio siempre prepara el espacio de trabajo para realizar las prácticas experimentales y el 73% está de acuerdo y totalmente de acuerdo en que el apoyo que recibe por parte del técnico/a durante las sesiones es suficiente, Por otro lado, el 89% está de acuerdo y totalmente de acuerdo en que dentro de las prácticas se anima y permite a los estudiantes participar en las sesiones de laboratorio y es que el trabajo más

que hacer el docente es formar al estudiante enriqueciendo significativamente su aprendizaje de manera activa sobre todo en la física, por lo que esto podría estar relacionado con el interés del docente hacia el trabajo práctico en la enseñanza de la Física donde el 73% está en desacuerdo y totalmente en desacuerdo a que este no le preste interés a las mismas, lo que da paso a que el 89% esté en desacuerdo y totalmente en desacuerdo a que los resultados de los experimentos contradigan sus conocimientos teóricos y no les guste realizarlos, pues el 84% está de acuerdo y totalmente de acuerdo con que la enseñanza de la Física no sería completa si no se utiliza el laboratorio.

Al analizar si el plan de estudios de Física y si en este se incluye un número suficiente de experimentos prácticos, el 61% estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo, pero el 7% pensaba lo contrario, ya que estuvieron en desacuerdo y totalmente en desacuerdo ante dicha afirmación, pues el 32% se mantuvo neutral, lo que conlleva inferir que se requieren prácticas que abarquen a la gran mayoría de temas. Así, se cuestionó sobre la forma de trabajo para realizar los experimentos si al inicio de cada sesión el docente explicaba los objetivos de los mismos, pues el 84% estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo con dicha afirmación, y sobre la base de las calificaciones que se atribuye a los trabajos experimentales los estudiantes afirman que sí son tomadas en consideración para su nota final, por lo que se podría decir que cada una de las prácticas deben realizarse bien o perfectamente bien para asegurar un buen puntaje en ese ámbito, ya que de acuerdo a la forma de evaluación que mantiene la universidad, esto se encuentra dentro del componente de experimentación para el promedio de los estudiantes.

Por ello, se analizó si las guías de laboratorio no eran necesarias para la realización de las prácticas experimentales y el 86% estuvo en desacuerdo y totalmente en desacuerdo con dicha afirmación, donde el 73% está de acuerdo y totalmente de acuerdo con contar con un manual donde se presenten guías e informes de prácticas de laboratorio, esto puede deberse a que las guías les proporcionan dirección, seguridad, objetivos de aprendizaje claros y una base estructurada para la realización de experimentos. Del mismo modo, el 82% enfatiza en disponer de un repositorio web de guías e informes de prácticas de laboratorio, esto facilitaría la accesibilidad, eficiencia y calidad de su educación en el ámbito científico y educativo, pues hay que tomar en cuenta que para el desarrollo de las prácticas se debe tomar en consideración los equipos con los que cuentan los laboratorios, así el 77% estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo con eso, pero sí se requiere de un mejor abastecimiento porque el 32% manifestó que para las prácticas no siempre se disponen del número suficiente de equipos de laboratorio para todos los grupos, lo que en parte podría limitar la interacción completa de los estudiantes.

4.2 Discusión de resultados

Los resultados de esta investigación reflejan una tendencia significativa entre los estudiantes hacia el trabajo de laboratorio en la enseñanza de la física, destacando la utilidad, el valor de discernir conceptos teóricos y el desarrollo de habilidades prácticas en un entorno

experimental, ya que se promueve la participación activa para un aprendizaje significativo.

Los resultados coinciden con lo expuesto por Galvis et al. (2017), quienes consideran que las prácticas de laboratorio pueden transformarse para mejorar la experiencia de aprendizaje del estudiante; así mismo, es posible proponer los laboratorios como espacios de generación de aprendizajes significativos si se tienen cuenta factores como el trabajo en equipo, motivación, autoeficacia y uso de las TIC. Además, es transversal al desarrollo de competencias investigativas para la producción de nuevos conocimientos, tanto para el estudiante como para la comunidad académica.

De igual forma, lo expuesto por los estudiantes participantes en esta investigación, coincide con los resultados obtenidos en la investigación titulada: El uso del laboratorio didáctico de física por profesores de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná - campus de Curitiba, realizada por Goulart (2015), donde los estudiantes consideran que las clases de laboratorio son buenas y les ayudan a comprender la asignatura. También está claro que los profesores piensan que el uso de actividades experimentales son motivadoras para los estudiantes y cultiva en ellos habilidades prácticas, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, aspectos cruciales en la formación integral de individuos capaces para enfrentar desafíos del mundo real.

Además, se evidenció que existe mayor preferencia por realizar prácticas de laboratorio que siguen un enfoque basado en guías con un análisis previo, lo cual se debe en gran parte a la utilidad, interés y satisfacción que encuentran en el trabajo práctico por su estructuración clara al poder seguir un proceso organizado y lógico. Así mismo, mostraron cierta inclinación hacia el desarrollo de experimentos cuantitativos, dado que se perciben como una forma efectiva de integrar la teoría y la práctica aplicando los conceptos de manera cuantificable y medible.

Por otro lado, reconocen la importancia para el desarrollo de habilidades prácticas porque se familiarizan con diversas técnicas de medición, acorde con la naturaleza de la física experimental, debido al uso de múltiples equipos de laboratorio y estimación de errores que amerita el método científico, pues el saber hacer ciencia implica que el estudiante sea capaz de identificar el problema, formulación de preguntas investigables, hipótesis y predicciones, el diseño y la ejecución de experimentos y ligado a ello la observación, medición, clasificación y seriación, recolección de datos, interpretación de resultados, elaboración y comunicación de conclusiones, lo cual contribuye a potenciar su capacidad de resolver problemas científicos. Visto de esta manera, la experimentación se constituye en una base empírica sólida que respalda la toma de decisiones informadas en la ciencia (Sosa & Dávila, 2019).

Tal como menciona Ole (2020) en su estudio sobre el efecto de un manual de laboratorio de física en la comprensión conceptual, donde señala que la pertinencia de un manual de laboratorio en una clase de experimentación, se constituye en una herramienta esencial para que los estudiantes comprendan plenamente los conceptos aprendidos en clase. Lo que coincide con la propuesta de esta investigación de disponer de un manual de múltiples guías

de laboratorio que aborden la mecánica clásica, ya que facilitaría el acceso, la eficiencia y la calidad de la educación en el ámbito científico y educativo desde la formación inicial de docentes pedagogos en las diferentes áreas de la Física.

Es así que se detallan varias de las razones por las cuales se consideran importantes a las guías de prácticas experimentales y propiamente las prácticas, tanto para los estudiantes en este estudio como docentes en el estudio de Zorrilla y Mazzitelli 2020, siendo la facilidad del aprendizaje práctico que las guías ofrecen, la seguridad a la hora de disponer de instrucciones detalladas sobre el manejo de equipos, la estandarización y reproducibilidad de los experimentos para establecer una comparación entre los resultados obtenidos, y sobre todo, contar con un enfoque en conceptos clave y lecciones específicas de mecánica clásica que para el docente como para el estudiante serían de gran ayuda.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física mostraron una actitud positiva hacia el uso del laboratorio experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica, manifestada en términos de utilidad, interés, importancia y satisfacción del trabajo práctico en equipo, así como la motivación del docente y la técnica de laboratorio. Además, existe un alto nivel de preferencia por trabajar en el laboratorio con guías para mantener un análisis teórico - experimental sistemático, organizado y lógico de los tópicos básicos que esta rama de la Física requiere.

Con base en el análisis de la malla curricular de la carrera, las asignaturas que abordan el estudio de la Mecánica Clásica son Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la Partícula, mismas que dentro de su plan de estudios estipulados en los sílabos correspondientes establecen una serie de contenidos mínimos esenciales para comprender y analizar el comportamiento de los objetos en movimiento y las fuerzas que influyen en ellos, siendo estos: magnitudes físicas y vectores, sistemas de coordenadas, movimiento en una y dos dimensiones y, las leyes del movimiento de Newton. Los conocimientos adquiridos en estas dos cátedras proporcionan una base sólida de la Mecánica Clásica con un enfoque en la resolución de problemas prácticos y situaciones reales para comprender el mundo de la física y su aplicación en el diario vivir.

De acuerdo con la literatura revisada en varias investigaciones, se estableció una secuencia organizada de pasos, cuya estructura para desarrollar las guías de laboratorio experimental fue título de la práctica, objetivos, una breve introducción, marco teórico, materiales, procedimiento experimental y resultados, situación problémica y una sección de observaciones, tomando en consideración los contenidos mínimos establecidos en los sílabos. Su elaboración pretende facilitar la adquisición de conocimientos teórico-prácticos y sobre todo la aplicación del método científico en cada una de las prácticas útiles para los estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, quienes serán los futuros docentes que en su ejercicio profesional impartirán estos contenidos a nivel secundario como superior, los cuales contarán con guías base para realizar las actividades experimentales.

Como lo certificaron el juicio de expertos tras la revisión y refinamiento de las "Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la Práctica", se ha obtenido una valoración de 100% correspondiente al criterio de Presentación, 100% al criterio de Estructura, 100% al Contenido global y 100% al Contenido individual, arrojando un puntaje global de 100%, con el cual se evidencia un respaldo unánime tras la validación positiva al proporcionar una

visión valiosa sobre la efectividad y alto grado de aceptación de las guías propuestas para la enseñanza - aprendizaje de la Mecánica Clásica.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda fomentar la continuidad de un enfoque de enseñanza de la Mecánica Clásica basado en guías de laboratorio, las cuales cuenten con una estructuración clara y organización lógica de las prácticas, de modo que se logre satisfacer las preferencias de los estudiantes y fomentar un aprendizaje más efectivo. De esta manera se seguirá promoviendo el desarrollo de habilidades prácticas, familiarización con equipos de medición y la estimación de errores, fundamentales para su formación científica, ya que varias investigaciones reconocen su efectividad para el aprendizaje y la motivación de los estudiantes hacia el trabajo práctico.

De acuerdo con la identificación de los contenidos mínimos establecidos las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la partícula, se sugiere a los docentes que imparten estas cátedras ahondar en la enseñanza de estos conceptos básicos, apoyados con el desarrollo de prácticas de laboratorio específicas cubriendo los contenidos mínimos de manera efectiva en el transcurso del semestre.

El diseño de guías de laboratorio experimental requiere de una revisión y actualización regular para asegurar su relevancia y efectividad, por lo que se sugiere desarrollar retroalimentaciones tanto de docentes como estudiantes para mejorar la estructura y contenido de las guías, dado que así también se mejorará la calidad de la enseñanza de la Mecánica Clásica a través de la implementación efectiva de las guías.

Dentro de la validación de las guías de laboratorio, se recomienda a futuros investigadores o docentes de física evaluar su impacto en el aprendizaje dada la puesta en práctica en los laboratorios, para que las guías sean efectivas y beneficien a los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física en su aprendizaje de la Mecánica Clásica, al proporcionar información adicional para futuras mejoras.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 Título de la propuesta

Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la Práctica

6.2 Objetivos de la propuesta

6.2.1 Objetivo General:

Desarrollar un recurso integral y práctico que sirva como guía de laboratorio experimental para educadores y estudiantes, con el propósito de mejorar la comprensión de los principios fundamentales de la Mecánica Clásica a través de la experimentación activa y el análisis práctico.

6.2.2 Objetivos específicos:

- Proporcionar una amplia gama de guías de laboratorio que abarquen conceptos básicos y fundamentales de la Mecánica Clásica.
- Vincular los conceptos teóricos de la Mecánica Clásica con experimentos concretos, ofreciendo a los educadores y estudiantes herramientas prácticas para visualizar y comprender los principios físicos subyacentes.
- Diseñar actividades experimentales que involucren a los estudiantes de manera activa, promoviendo el análisis crítico, la resolución de problemas y el descubrimiento de conceptos a través de la práctica y la observación directa.

6.3 Justificación de la propuesta

La enseñanza de la Mecánica Clásica desempeña un papel fundamental en la formación de futuros docentes en el área de la Física al sentar las bases para la comprensión de los principios fundamentales que rigen el comportamiento de los fenómenos en movimiento. En tal virtud, las prácticas de laboratorio proporcionan un entorno dinámico para que los estudiantes apliquen los conceptos adquiridos en las clases, por lo que su inmersión en la enseñanza y/o aprendizaje ha permitido una comprensión profunda de principios científicos, fomentar habilidades prácticas, cognitivas y analíticas, así como también el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y destrezas experimentales indispensables para la investigación y formación integral de futuros científicos y profesionales en ciencias,

como son los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, quienes tras una investigación previa al desarrollo la propuesta, han mostrado una actitud positiva y la necesidad de contar con manual de guías de prácticas de laboratorio que los oriente tanto en conceptos aplicados en la práctica como en resultados que se puedan obtener tras su ejecución. Por ello, las Guías de Laboratorio Experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la práctica, ofrece una sólida comprensión práctica que involucra la manipulación directa de instrumentos, así como la observación de resultados empíricos. proporcionando a los futuros docentes una perspectiva práctica para la transmisión efectiva de conceptos y enriquecimiento en sus métodos de enseñanza.

Estas experiencias prácticas diseñadas serán esenciales para cultivar un entendimiento profundo de los principios científicos y matemáticos, preparando a los futuros educadores para impartir conocimientos con una base sólida y contextualizada en la realidad experimental. Pues también ha sido elaborada como un material de apoyo para los docentes quienes impartan estas temáticas incorporándolas en su enfoque pedagógico, convirtiéndose así en un agente clave para la implementación exitosa de estas prácticas y contribuyan a la disminución de brechas entre lo teórico y práctico suscitado a lo largo de la enseñanza misma de la Física, con el fin de potenciar un aprendizaje significativo y duradero.

Estas guías de prácticas de laboratorio no solo representa un recurso valioso para la formación en ciencias experimentales, sino que también destaca la importancia del Método Científico como una herramienta indispensable en el arsenal cognitivo de los futuros profesionales. La integración del Método Científico en las prácticas de laboratorio amplifica las potencialidades y beneficios ya reconocidos, pues los estudiantes no solo adquieren conocimientos experimentales, sino también desarrollan habilidades fundamentales para la investigación científica, fortaleciendo la base conceptual, la conexión entre teoría y aplicación práctica, y promueve una mentalidad investigadora que sigue una estructura metodológica sólida para abordar y comprender fenómenos físicos.

6.4 Fundamentación de la propuesta

Las "Guías de Laboratorio Experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la práctica" se han desarrollado bajo la corriente del Constructivismo, teoría del aprendizaje que sostiene que el conocimiento no es algo que se transmite pasivamente de un profesor a un estudiante, sino que se construye activamente por el aprendiz en interacción con su entorno. De esta forma, el aprendizaje es considerado como un proceso en el que se parte de los conocimientos previos que tenga el estudiante y lo vaya construyendo conforme a las actividades y situaciones del contexto, haciendo hincapié en la reflexión de la experiencia ofrecida en cada una de las guías de laboratorio permitiendo a los estudiantes experimentar directamente con los principios de la Mecánica Clásica, fomentando la construcción activa de su propio conocimiento.

Además, se enfoca en el aprendizaje activo al involucrarlos directamente en la experimentación y el análisis de datos para la comprensión profunda y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas conforme a las temáticas planteadas, de modo que construyan su conocimiento a través de la observación, experimentación y reflexión. Por otro lado, se potencia a un aprendizaje significativo, teoría del aprendizaje propuesta por Ausubel, quien enfatiza en la importancia de relacionar nuevos conceptos con conocimientos previos para que el aprendizaje sea más significativo y duradero, por lo que las guías de laboratorio vinculan los experimentos con los principios teóricos de la Mecánica Clásica, permitiendo a los estudiantes entender la relevancia y aplicabilidad de los conceptos.

Finalmente, se propone trabajar con un enfoque en el trabajo en equipo para generar espacios de colaboración e interacción social para la construcción del conocimiento, donde los estudiantes mantengan una participación activa y cooperativa en el desarrollo de cada uno de los experimentos donde compartan experiencias individuales y conocimientos previos, para enriquecer la diversidad de perspectivas.

6.5 Diseño de la propuesta

La propuesta de investigación se encuentra estructurada por la portada en la cual contiene al nombre de la institución, título y autor-tutor; páginas preliminares que engloban a una breve presentación, objetivos y fundamentación; índice general el cual presenta los contenidos a lo largo de sus páginas; y, finalmente el contenido en sí donde se encuentran las guías de laboratorio experimental, que abarcan una amplia gama de conceptos sobre errores en las mediciones, vectores, movimiento de partículas y leyes fundamentales de Newton, los cuales son reforzados con el trabajo práctico para el cual se emplean netamente equipos con los que se encuentran equipados los laboratorios de la Universidad Nacional de Chimborazo. Cada experimento propuesto se estructura cuidadosamente siguiendo los pasos del método científico: observación, formulación de hipótesis, diseño experimental, recolección de datos, análisis y conclusión.

Las guías elaboradas corresponden a los siguientes temas:

Capítulo I: Cinemática

- Errores en las mediciones
- Variación lineal
- Variación no lineal
- Descomposición de vectores
- Adición de vectores
- Movimiento rectilíneo uniforme
- Movimiento rectilíneo uniforme variado

- Caída libre
- Movimiento circular uniforme
- Movimiento parabólico

Capítulo II: Dinámica

- Equilibrio del sistema de fuerzas concurrentes - coplanares
- Segunda ley de Newton
- Coeficiente de fricción

De este modo, se ha optado por abordar en mayor medida experimentos cuantitativos de acuerdo al requerimiento de la muestra analizada, los cuales requieren del manejo directo de instrumentos de laboratorio, su manejo, observación, recolección de datos, así como el seguimiento de los procesos. Así, la estructura de cada una de las guías contiene:

- Título de la práctica: se presenta el tema con el que se identifica la práctica experimental.
- Objetivos: se exponen la(s) meta(s) a conseguir al llevar a cabo la actividad en el laboratorio.
- Introducción: se aborda una descripción del propósito u objetivo del trabajo, así como aspectos generales relevantes e incluye las hipótesis que se ponen a prueba en el experimento.
- Marco teórico: se enfoca en una breve fundamentación teórica del experimento, leyes y fórmulas o ecuaciones a emplearse para su desarrollo.
- Materiales, procedimiento experimental y resultados: se describen y muestran los equipos a utilizar apoyadas a través de imágenes, las técnicas experimentales, indicaciones de armado del equipo e indicaciones de la recolección de datos para presentarlos en tablas y gráficas.
- Situación problémica: se incluye un bloque de preguntas de análisis sobre el tema de la práctica, la cual será solventada tras la ejecución de la misma y el análisis del marco teórico.
- Observaciones: comprende un apartado donde el estudiante puede registrar información relevante o detalles significativos observados durante el experimento.

6.6 Validación de la propuesta

La propuesta de Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la Práctica, ha sido sometida a una validación a través de un juicio de expertos bajo cuatro criterios de evaluación, obteniendo los resultados detallados en la tabla 6.1.

Tabla 6.1*Validación de la propuesta de investigación: Expertos*

Criterios	Evaluadores			Total
	Experto 1	Experto 2	Experto 3	
Presentación	100%	100%	100%	100%
Estructura	100%	100%	100%	100%
Contenido global	100%	100%	100%	100%
Contenido individual	100%	100%	100%	100%
Total	100%	100%	100%	100%

Es así que, para explorar en detalle la propuesta de investigación en mención, se invita a consultar en la sección de Anexos (Anexo 8) presentados al final de este trabajo.

REFERENCIAS

- Al-Abri, A. (2010). *Attitudes to school physics laboratory in oman* [Tesis de maestría, Master of Science]. University of Glasgow. Retrieved from <http://theses.gla.ac.uk/id/eprint/1980>
- Allport, G. (1935). Attitudes. in cm murchison (ed.), *handbook of social psychology*. worcester, mass: Clark university press.
- Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). Constructivismo: oígenes y perspectivas. *LAURUS. Revista de Educación*, 13(24), 76-92. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111485004>
- Benalcazar, E. (2020). *Laboratorio de física en el desempeño académico en la brigada de guardiamarinas de la escuela superior naval "cmte. rafaél morán valverde"* [Tesis de grado].
- Cabrera, J., Sánchez, I. I., medina, F., & Arias, J. (2017). Prototipo de guía didáctica para la enseñanza–aprendizaje de la física en ingeniería mediada por herramientas digitales disponibles en la web–uso de simuladores. In *Memorias de congresos utp* (pp. 132–141). Retrieved from <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1481>
- Carretero, M. (2021). *Constructivismo y educación*. Tilde editora.
- Crespo, E., & Alvarez, T. (2001). Clasificación de las prácticas de laboratorio de física. *Pedagogía Universitaria*, 6(2), 42–49.
- Cruz, C., & Beltrán, L. (2018). Elaboración del manual de prácticas experimentales con énfasis en mecánica clásica para los laboratorios de la universidad distrital francisco José de caldas.
- De Hoyos, S. (2020). El método científico y la filosofía como herramientas para generar conocimiento. *Revista Filosofía UIS*, 19(1). doi: <https://doi.org/10.18273/revfil.v19n1-2020010>
- Duque, E. (2015). *Propuesta: PrÁcticas de laboratorio de fÍsica i bajo un enfoque constructivista para elevar el rendimiento de los cadetes del primer semestre* [Tesis de grado, maestría en Educación en Física]. Universidad de Carabobo.
- Elizondo, M. (2013). Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la física. *Presencia universitaria*, 3(5), 70–77.
- Fernández, A. (2015). *El uso de las prácticas de laboratorio de física y química en educación secundaria obligatoria. una propuesta práctica de intervención para 4º de eso* [Tesis de grado de maestría, maestría de formación de Profesorado en Educación Secundaria - Especialidad Física y Química]. Universidad Internacional de la Rioja. Retrieved from <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3293>

- Flores, J., Caballero, M., & Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, 33(68), 75–111.
- Galvis, M., Laitòn, P., & Ávalo, A. (2017). Prácticas de laboratorio en educación superior: ¿cómo transformarlas? *Actualidades Pedagógicas*, 1(69), 81–103. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap/vol1/iss69/8/>
- García, L. (2020). Tipos de movimiento en cinemática. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4*, 8(16), 27–28.
- González, D. (2019). *Experiencias de cátedra para la docencia en física* [Tesis de grado de maestría, maestría en Profesor De Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas De Idiomas]. Universidad de Valladolid. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/38556>
- Goulart, J. (2015). *Investigação sobre o uso do laboratório didático de física por professores do ensino técnico de nível médio integrado da universidade tecnológica federal do paraná-campus curitiba* [Tesis de grado, licenciatura em Física]. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Retrieved from <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8856>
- Guachún, F. (2022). *Nuevas prácticas de laboratorio en la formación del docente de física* (Tesis doctoral, Doctor en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales mención Física). Universidad Nacional del Comahue.
- Guerra, J. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano..... *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(2).
- Infantes, L., Juan, M., & Santiago, D. (2021). Implementación de un sistema integrado de planificación de recursos empresariales para mejorar la productividad en las recaudaciones por caja de una importante clínica de la ciudad de lima. *Revista Industrial Data*, 24(2), 29-52.
- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales* (4ta ed.). México, DF: McGrawHill/Interamericana.
- Lima, G., & Arcia, M. (2019). Gestión sostenible para la producción de biofungicidas y fortalecimiento del sector de bioinsumos agrícolas venezolano. *Revista Industrial Data*, 10(1), 26-40.
- López, A., & Tamayo, (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145–166.
- Morales, P. (2006). *Medición de actitudes en psicología y educación: construcción de escalas y problemas metodológicos* (3ra ed., Vol. 80). Universidad Pontificia Comillas de Madrid.

- Moreira, M. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12). Retrieved from <https://www.archivosdeciencias.fahce.unlp.edu.ar/article/view/Archivose029>
- Ole, F. (2020). Effect of a developed physics laboratory manual on the conceptual understanding of industrial technology students. *European Journal of Education Studies*, 7(6). Retrieved from <https://oapub.org/edu/index.php/ejes/article/view/3118>
- Olivares, J. (2019). *La escasez de recursos didácticos adecuadamente elaborados que afecta la implementación de la didáctica educativa en el nivel secundaria de la ie “unión latinoamericana” n 1235* [Tesis de grado, licenciatura en Arte y Diseño Empresarial]. Universidad San Ignacio de Loyola, Perú. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.14005/8893>
- Pavón, C., Encalada, J., Torres, M., & Garcés, E. (2020). Caracterización de la enseñanza de física experimental en la ciudad de guayaquil: resultados finales. *Sinergias Educativas*, 5(1). Retrieved from <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/382/3821581001/index.html>
- Requesens, E., & Díaz, G. (2009). Una revisión de los modelos didácticos y su relevancia en la enseñanza de la ecología. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*, 7(1).
- Reyes, E. (2020). Prácticas de laboratorio: la antesala a la realidad. *Revista Multi-Ensayos*, 6(11), 61–66. Retrieved from <https://www.lamjol.info/index.php/multiensayos/article/view/9290>
- Roa, J. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos. *Revista Científica de FAREM-Estelí*, 63–75. Retrieved from <https://www.camjol.info/index.php/FAREM/article/view/11608>
- Ruiz, L. (2016). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la física y la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 630–648.
- Sáez, J. (2018). *Estilos de aprendizaje y métodos de enseñanza*. Editorial UNED.
- Sánchez, S., & Mesa, M. (1998). Construcción de escalas para la evaluación de actitudes. *Actitudes hacia la tolerancia y la cooperación en ambientes multiculturales*, 9–35.
- Serway, R., & Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* (7ma ed., Vol. 1). Cengage Learning.
- Sosa, J., & Dávila, D. (2019). La enseñanza por indagación en el desarrollo de habilidades científicas. *Educación y Ciencia*(23), 605–624. Retrieved from https://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/view/10275

- Sulbarán, D. (2009). Medición de actitudes. *Caracas: Editorial de la Universidad Central de Venezuela.*
- Tárraga, P., Bechtold, H., & De Pro Bueno, A. (2007). El uso de las prácticas de laboratorio en física y química en dos contextos educativos diferentes: Alemania y España. *Educatio siglo XXI, n° 25, 2007.*
- Tenreiro, C., & Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 3(3), 452–466.*
- Tintaya, P. (2016). Enseñanza y desarrollo personal. *Revista de investigación Psicológica(16), 75–86.* Retrieved from http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-30322016000200005
- Valencia, K., & Torres, T. (2017). Impacto formativo de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias(Extra), 3033–3038.* Retrieved from <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336979>
- Varela, D., Bustamante, Á., Dueñas, J., & Vinasco, M. (2015). *Guía para prácticas experimentales de física: Mecánica.* Universidad de la Salle.
- Vega, N., Flores, R., Flores, I., Hurtado, B., & Rodríguez, J. (2019). Teorías del aprendizaje. *XIKUA boletín científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan, 7(14), 51–53.* Retrieved from <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/xikua/article/view/4359>
- Wainmaier, C., & Salinas, J. (2005). Incomprensiones en el aprendizaje de la mecánica clásica básica. *Revista de Enseñanza de la Física, 18(1), 39–54.*
- Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física universitaria* (10ma ed., Vol. 1). PEARSON EDUCACIÓN.
- Zorrilla, E., & Mazzitelli, C. (2020). Las actitudes hacia los trabajos prácticos de laboratorio en la formación docente en física y en química.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos para la recopilación de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA

Estimado estudiante,

Este cuestionario pretende conocer su opinión sobre las prácticas experimentales en Física; hasta qué punto satisface su interés y entusiasmo. Sus respuestas son de carácter confidencial y con fines únicos para el desarrollo del trabajo de investigación titulado "Guías de laboratorio experimental para la enseñanza de Mecánica Clásica dirigido a estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física".

Instrucciones:

- Lea cuidadosamente las interrogantes y marque con una (x) la opción que más se acerque de acuerdo a su opinión.
- Sea sincero/a en sus respuestas.
- Por favor conteste a todos los ítems.

1. Marque cómo ha realizado las prácticas experimentales en el laboratorio de física durante la enseñanza de Mecánica Clásica.

- | | |
|--|--------------------------|
| El docente hace el experimento y los estudiantes observan la demostración. | <input type="checkbox"/> |
| Cada estudiante hace el experimento y el docente supervisa. | <input type="checkbox"/> |
| Cada grupo de dos o tres estudiantes realiza el experimento y el docente supervisa. | <input type="checkbox"/> |
| El docente entrega la guía de laboratorio se procede con el análisis para la realización de la práctica. | <input type="checkbox"/> |

2. Marque la mejor forma de realizar las prácticas experimentales para la enseñanza de la Mecánica Clásica.

- | | |
|--|--------------------------|
| El docente hace el experimento y los estudiantes observan la demostración. | <input type="checkbox"/> |
| Cada estudiante hace el experimento y el docente supervisa. | <input type="checkbox"/> |
| Cada grupo de dos o tres estudiantes realiza el experimento y el docente supervisa. | <input type="checkbox"/> |
| El docente entrega la guía de laboratorio se procede con el análisis para la realización de la práctica. | <input type="checkbox"/> |

3. ¿Cómo describiría el trabajo práctico en el plan de estudios de Física? Marque sólo una casilla en cada línea.



	5	4	3	2	1	
Útil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pérdida de tiempo
Comprensible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No comprensible
Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No satisfactorio
Interesante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aburrido
Agradable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No agradable
Fácil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Difícil
Los experimentos son claros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los experimentos no son claros
Se hacen casi todos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se omiten a menudo
Importante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No importante
Bien organizados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No organizados
La mejor parte de la Física	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La peor parte de la Física
Ayudan a los estudiantes a ser perfectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No ayudan a los estudiantes a ser perfectos
Promueven el pensamiento crítico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No promueven el pensamiento crítico

3. ¿Cuál es su opinión sobre la mejor manera de utilizar los laboratorios de física en la enseñanza de Mecánica Clásica?

		5	4	3	2	1	
Con más frecuencia		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Con menos frecuencia
Con estudiantes que realizan los experimentos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mediante demostraciones del docente
Para enseñar habilidades prácticas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Para ilustrar ideas
En estrecha relación con la enseñanza en clase		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Como curso independiente
Siguiendo una guía de laboratorio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sin seguir una guía de laboratorio
Más experimentos cuantitativos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Menos experimentos cuantitativos

4. Según investigaciones anteriores, hay varias razones por las que el trabajo de laboratorio de física es parte de la mayoría de las clases. Si está de acuerdo con la afirmación, marque la casilla correspondiente.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
El trabajo experimental estimula y mantiene el interés por la física.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los experimentos ilustran la teoría y lo enseñado en clase.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los experimentos ayudan a aprender el contenido teórico que no se enseña en las clases.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El trabajo experimental ayuda a aprender habilidades prácticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los experimentos ayudan a comprender algún fenómeno físico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El trabajo experimental ayuda a resolver problemas científicos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los experimentos familiarizan con importantes técnicas de medición física.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El trabajo de laboratorio capacita para hacer deducciones a partir de mediciones experimentales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El trabajo de laboratorio permite probar y validar conceptos teóricos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las guías de laboratorio están diseñadas para que el estudiante pueda familiarizarse con los equipos de laboratorio y desarrolle habilidades y destrezas en el manejo de los mismos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. En cada línea, marque la casilla que mejor refleje su opinión.

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
El plan de estudios de Física incluye suficientes experimentos prácticos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pienso que el docente no está interesado en los trabajos prácticos en la enseñanza de la Física.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Las guías de laboratorio no son necesarias para la realización de las prácticas de laboratorio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existe la necesidad de contar de un manual donde se presente guías de prácticas de laboratorio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es necesario disponer de un repositorio web de guías e informes de prácticas de laboratorio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No me gustan los experimentos porque sus resultados pueden contradecir mis conocimientos teóricos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El técnico de laboratorio siempre prepara el laboratorio para los experimentos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El formato para la elaboración de la guía y la entrega del informe de laboratorio es comprensible y adecuado.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Los objetivos de los experimentos se explican al principio de cada sesión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La presentación de los trabajos prácticos en los libros de física fomenta la aplicación de los experimentos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Se anima y se permite a los estudiantes participar en las sesiones de laboratorio.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Para las prácticas de laboratorio se dispone del número suficiente de equipos de laboratorio para todos los grupos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Normalmente las notas de los trabajos experimentales no se tienen en cuenta para la nota final de los estudiantes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Creo que la enseñanza de la Física no es completa si no se utiliza el laboratorio de física.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
El apoyo técnico durante las sesiones de laboratorio es suficiente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Creo que el material y los dispositivos necesarios para los experimentos son adecuados y están disponibles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo 2: Validación de los instrumentos para la recolección de datos: Experto 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. DATOS INFORMATIVOS

TEMA:	Guías de laboratorio experimental para la enseñanza de Mecánica Clásica dirigido a estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física
AUTOR(A):	Piico Sucuy Jessica Alexandra
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	<p>1. Objetivo General Proponer guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica en los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo.</p> <p>2. Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar las actitudes que tienen los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física hacia el uso del laboratorio experimental en la enseñanza de la Mecánica Clásica. Determinar los contenidos mínimos que se abordan en Mecánica Clásica de las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la Partícula propuesta en la malla curricular. Diseñar guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la mecánica clásica usando el método científico. Validar las guías de laboratorio para la enseñanza de la Mecánica Clásica a través de juicio de expertos.


II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1	CLARIDAD					X
2	OBJETIVIDAD					X
3	ORGANIZACIÓN					X
4	SUFICIENCIA					X
5	INTENCIONALIDAD					X
6	CONSISTENCIA					X
7	COHERENCIA					X
8	METODOLOGÍA					X
9	PERTINENCIA					X
10	RELEVANCIA					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Aplicable [x]	Aplicable después de corregir []	No aplicable []
PROMEDIO DE VALIDACIÓN:		100%

IV. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

Validado por: Mgs. Laura Muñoz		Firma:  <small>LAURA ESTHER MUÑOZ ESCOBAR</small>
Cargo: DOCENTE	Fecha: 11/7/2023	
C.I.: 0601870942	Cel.: 0998607885	

Anexo 3: Validación de los instrumentos para la recolección de datos: Experto 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. DATOS INFORMATIVOS

TEMA:	Guías de laboratorio experimental para la enseñanza de Mecánica Clásica dirigido a estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física
AUTOR(A):	Pilco Sucuy Jessica Alexandra
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	<p>1. Objetivo General Proponer guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica en los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo.</p> <p>2. Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las actitudes que tienen los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física hacia el uso del laboratorio experimental en la enseñanza de la Mecánica Clásica. • Determinar los contenidos mínimos que se abordan en Mecánica Clásica de las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la Partícula propuesta en la malla curricular. • Diseñar guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la mecánica clásica usando el método científico. • Validar las guías de laboratorio para la enseñanza de la Mecánica Clásica a través de juicio de expertos.


II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES		CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60 %	Muy buena 61-80%	Excelente 81- 100%
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3	ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica.					X
4	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					X
5	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					X
6	CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico-científicos.					X
7	COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
8	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X
9	PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					X
10	RELEVANCIA	Los ítems del instrumento son esenciales o importantes.					X

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Aplicable [X]	Aplicable después de corregir []	No aplicable []
PROMEDIO DE VALIDACIÓN:	100%	

IV. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

Validado por: Mgs. Cristian Carranco		Firma:  <small>CRISTIAN DAVID CARRANCO AVILA</small>
Cargo: Docente	Fecha: 11/07/2023	
C.I.: 1003433388	Cel.: 0993143295	

Anexo 4: Validación de los instrumentos para la recolección de datos: Experto 3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. DATOS INFORMATIVOS

TEMA:	Guías de laboratorio experimental para la enseñanza de Mecánica Clásica dirigido a estudiantes de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales; Matemáticas y la Física
AUTOR(A):	Pico Sucuy Jessica Alexandra
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	<p>1. Objetivo General Proponer guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica en los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales; Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo.</p> <p>2. Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las actitudes que tienen los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales; Matemáticas y la Física hacia el uso del laboratorio experimental en la enseñanza de la Mecánica Clásica. • Determinar los contenidos mínimos que se abordan en Mecánica Clásica de las asignaturas de Mecánica de partículas puntuales y Dinámica de la Partícula propuesta en la malla curricular. • Diseñar guías de laboratorio experimental para la enseñanza de la mecánica clásica usando el método científico. • Validar las guías de laboratorio para la enseñanza de la Mecánica Clásica a través de juicio de expertos.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES		CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60 %	Muy buena 61-80%	Excelente 81- 100%
1	CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					✓
2	OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					✓
3	ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica.					✓
4	SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					✓
5	INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					✓
6	CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico-científicos.					✓
7	COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					✓
8	METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					✓
9	PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					✓
10	RELEVANCIA	Los ítems del instrumento son esenciales o importantes.					✓

III. OPINIÓN DE APLICACIÓN

Aplicable []	Aplicable después de corregir [✓]	No aplicable []
PROMEDIO DE VALIDACIÓN:		

IV. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

Validado por: <i>Kleber David Capamarca Soto</i>		Firma: <i>Kleber David Capamarca Soto</i>
Cargo: <i>Docente UYACH</i>	Fecha: <i>11 Julio 2023</i>	
C.I.: <i>0301757373</i>	Cel.: <i>0942546836</i>	

Anexo 5: Validación de la propuesta de investigación: Experto 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y
TECNOLOGÍAS



CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y
LA FÍSICA

FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO

RÚBRICA DE REVISIÓN
<p>TÍTULO: Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la Práctica.</p>

Procedimiento:

Proceda a la revisión del texto académico detenidamente. Posterior, por cada categoría indicada en la rúbrica valore los criterios marcando con una X de acuerdo a la siguiente Escala Likert: **Excelente (5), Muy bueno (4), Bueno (3), Regular (2) y Deficiente (1).**

Indique en el apartado de observaciones información que considere necesaria que pueda ampliar lo registrado en la opción seleccionada.

Categoría 1: Referente a la presentación

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
El título describe de forma adecuada la esencia del texto académico					x	
Diseño gráfico y presentación visual de la portada					x	
Presentación visual y combinación de colores de la guía					x	

Categoría 2: Referente a la estructura

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Se señala de modo explícito el interés del trabajo					x	
Está claramente definido el/los objetivo/s de estudio					x	
Los títulos y subtítulos son descriptivos y facilitan la identificación de secciones					x	
Secuencia lógica y coherente de las diferentes secciones					x	

Categoría 3: Referente al contenido

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Coherencia con los contenidos de Mecánica Clásica					X	
Cobertura de los contenidos básicos de Mecánica Clásica					X	
Redacción en la guía de forma clara y de fácil comprensión					X	
El documento cuenta con material bibliográfico					X	

Categoría 4: Referente a la información de las guías de prácticas experimentales

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Estructura de las prácticas de laboratorio					X	
Contenido del marco teórico					X	
Imágenes y esquemas de equipo de forma nítida					X	
Claridad en las instrucciones para realizar las prácticas					X	

IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO	
Validado por: Cristian Carranco	Firma:  <small>Firmado electrónicamente por:</small> CRISTIAN DAVID CARRANCO AVILA
Cargo: Docente UNACH	
Fecha: 2023/11/23	
C.I.: 1003433388	Cel.: 0993143295

Anexo 6: Validación de la propuesta de investigación: Experto 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y
TECNOLOGÍAS



CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y
LA FÍSICA

FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO

RÚBRICA DE REVISIÓN
TÍTULO: Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la Práctica.

Procedimiento:

Proceda a la revisión del texto académico detenidamente. Posterior, por cada categoría indicada en la rúbrica valore los criterios marcando con una X de acuerdo a la siguiente Escala Likert: **Excelente (5), Muy bueno (4), Bueno (3), Regular (2) y Deficiente (1)**.

Indique en el apartado de observaciones información que considere necesaria que pueda ampliar lo registrado en la opción seleccionada.

Categoría 1: Referente a la presentación

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
El título describe de forma adecuada la esencia del texto académico					X	
Diseño gráfico y presentación visual de la portada					X	
Presentación visual y combinación de colores de la guía					X	

Categoría 2: Referente a la estructura

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Se señala de modo explícito el interés del trabajo					X	
Está claramente definido el/los objetivo/s de estudio					X	
Los títulos y subtítulos son descriptivos y facilitan la identificación de secciones					X	
Secuencia lógica y coherente de las diferentes secciones					X	

Categoría 3: Referente al contenido

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Coherencia con los contenidos de Mecánica Clásica					X	
Cobertura de los contenidos básicos de Mecánica Clásica					X	
Redacción en la guía de forma clara y de fácil comprensión					X	
El documento cuenta con material bibliográfico					X	

Categoría 4: Referente a la información de las guías de prácticas experimentales

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Estructura de las prácticas de laboratorio					X	
Contenido del marco teórico					X	
Imágenes y esquemas de equipo de forma nítida					X	
Claridad en las instrucciones para realizar las prácticas					X	

IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO	
Validado por: <i>Keiver David Capamarca Sacta</i>	Firma: <i>Keiver David Capamarca Sacta</i>
Cargo: <i>Docente Unach</i>	Fecha: <i>25/Nov/2023</i>
C.I.: <i>0301454343</i>	Cel.: <i>0992546836</i>

Anexo 7: Validación de la propuesta de investigación: Experto 3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y
TECNOLOGÍAS



CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y
LA FÍSICA

FICHA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO

RÚBRICA DE REVISIÓN
TÍTULO: Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la Práctica.

Procedimiento:

Proceda a la revisión del texto académico detenidamente. Posterior, por cada categoría indicada en la rúbrica valore los criterios marcando con una X de acuerdo a la siguiente Escala Likert: **Excelente (5), Muy bueno (4), Bueno (3), Regular (2) y Deficiente (1)**.

Indique en el apartado de observaciones información que considere necesaria que pueda ampliar lo registrado en la opción seleccionada.

Categoría 1: Referente a la presentación

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
El título describe de forma adecuada la esencia del texto académico					X	
Diseño gráfico y presentación visual de la portada					X	
Presentación visual y combinación de colores de la guía					X	

Categoría 2: Referente a la estructura

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Se señala de modo explícito el interés del trabajo					X	
Está claramente definido el/los objetivo/s de estudio					X	
Los títulos y subtítulos son descriptivos y facilitan la identificación de secciones					X	
Secuencia lógica y coherente de las diferentes secciones					X	

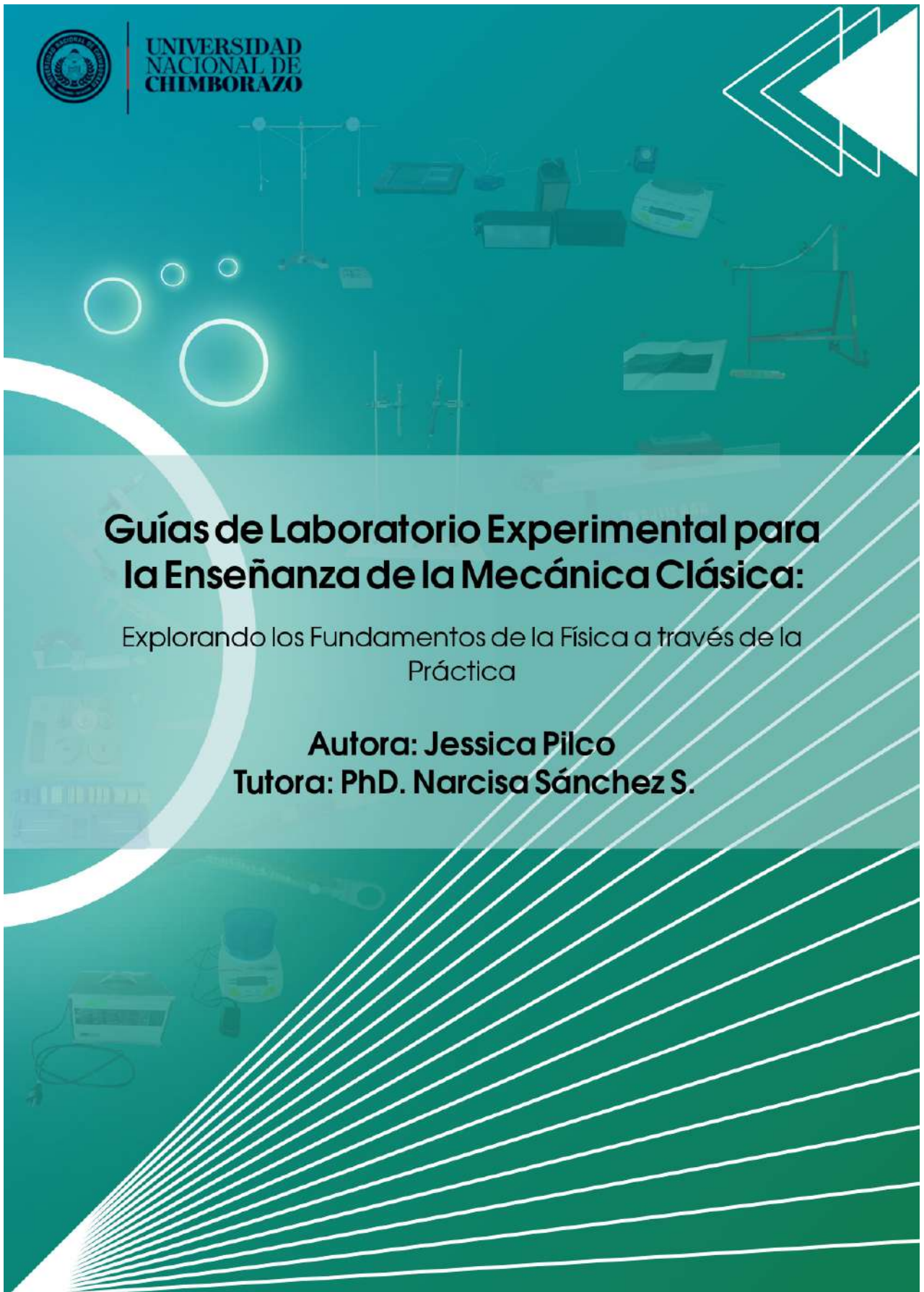
Categoría 3: Referente al contenido

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Coherencia con los contenidos de Mecánica Clásica					X	
Cobertura de los contenidos básicos de Mecánica Clásica					X	
Redacción en la guía de forma clara y de fácil comprensión					X	
El documento cuenta con material bibliográfico					X	

Categoría 4: Referente a la información de las guías de prácticas experimentales

Criterio	1	2	3	4	5	Observación
Estructura de las prácticas de laboratorio					X	
Contenido del marco teórico					X	
Imágenes y esquemas de equipo de forma nítida					X	
Claridad en las instrucciones para realizar las prácticas					X	

IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO		
Validado por: Mgs. Laura Muñoz	Firma:  Firmado electrónicamente por: LAURA ESTHER MUÑOZ ESCOBAR	
Cargo: DOCENTE		Fecha: 05/12/2023
C.I.: 0601870942		Cel.: 0998607885





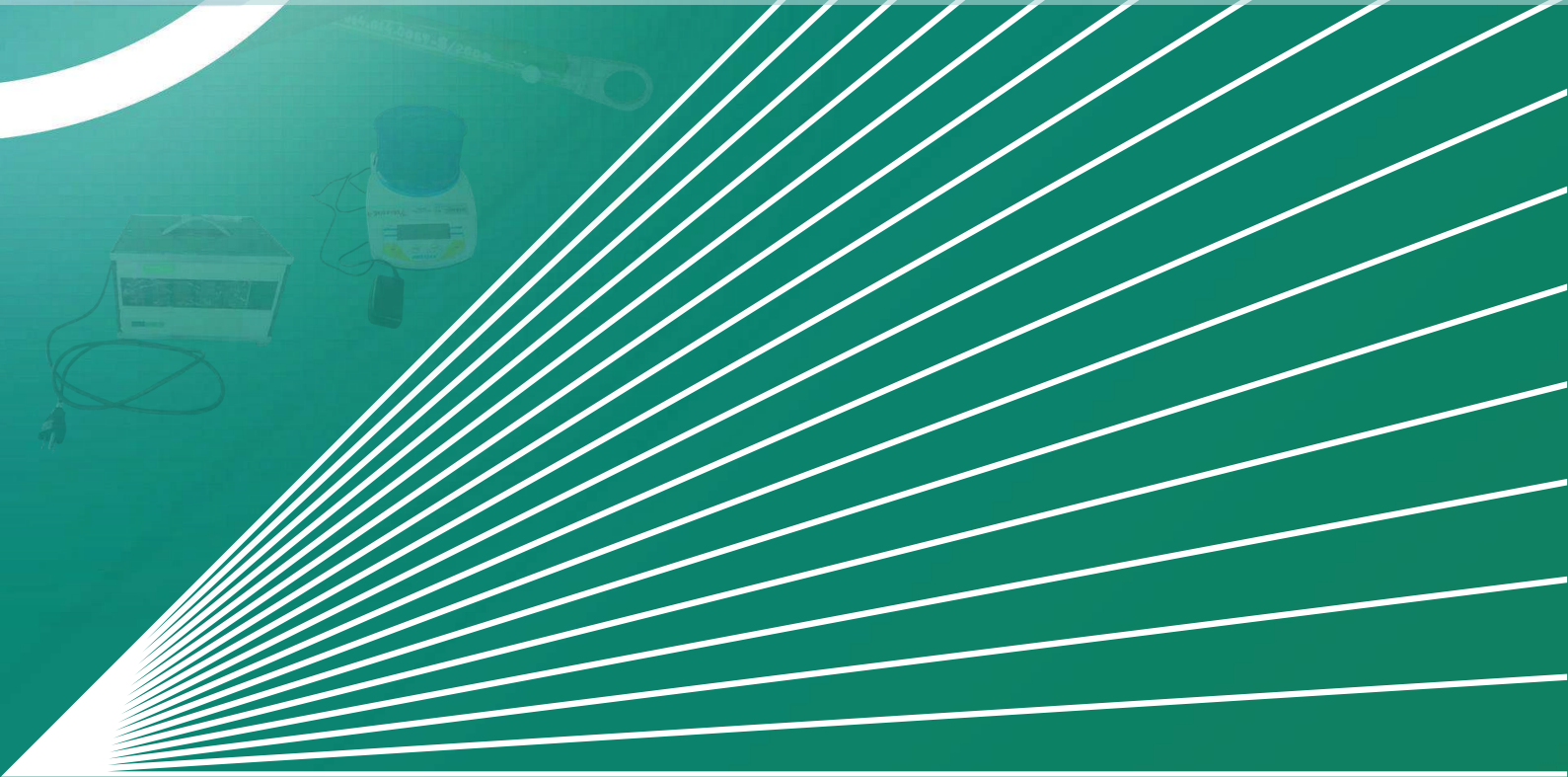
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
CHIMBORAZO



Guías de Laboratorio Experimental para la Enseñanza de la Mecánica Clásica:

Explorando los Fundamentos de la Física a través de la
Práctica

Autora: Jessica Pilco
Tutora: PhD. Narcisa Sánchez S.



PRESENTACIÓN

Las prácticas de laboratorio proporcionan un entorno dinámico para que los estudiantes apliquen los conceptos adquiridos en las clases, por lo que su inmersión en la enseñanza y/o aprendizaje ha permitido una comprensión profunda de principios científicos, fomentar habilidades prácticas, cognitivas y analíticas, así como también el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y destrezas experimentales indispensables para la investigación y formación integral de futuros científicos y profesionales en ciencias, específicamente de la Física, como son los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, quienes tras una investigación previa al desarrollo de este material, han mostrado una actitud positiva y la necesidad de contar con un manual de guías de prácticas de laboratorio que los oriente tanto en conceptos aplicados en la práctica como en resultados que se puedan obtener tras su ejecución. En este contexto, la realización de prácticas de laboratorio emerge como un pilar fundamental para la formación de futuros profesionales en el campo de la Física.

Por ello, las “Guías de Laboratorio Experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la práctica” ofrece una sólida comprensión práctica de los principios fundamentales de la Mecánica Clásica. A lo largo de sus páginas se encuentran guías de laboratorio experimentales, que abarcan una amplia gama de conceptos sobre errores en las mediciones, vectores, movimiento de partículas y leyes fundamentales de Newton, los cuales son reforzados con el trabajo práctico para el cual se emplean netamente equipos con los que se encuentran equipados los laboratorios de la Universidad Nacional de Chimborazo. Cada experimento propuesto se estructura cuidadosamente siguiendo los pasos del método científico: observación, formulación de hipótesis, diseño experimental, recolección de datos, análisis y conclusión. De este modo, la estructura misma de cada una de las guías contiene el título de la práctica, objetivos, una breve introducción, marco teórico, materiales empleados y procedimiento experimental para que sea el estudiante quien obtenga los resultados detallados en tablas y gráficas, la discusión de resultados donde se incluye un bloque de preguntas de análisis y las conclusiones.

Estas experiencias prácticas son esenciales para cultivar un entendimiento profundo de los principios científicos y matemáticos, preparando a los futuros educadores para impartir conocimientos con una base sólida y contextualizada en la realidad experimental. Pues también ha sido diseñada como un material de apoyo para los docentes que impartan estas temáticas incorporándolas en su enfoque pedagógico, convirtiéndose así en un agente clave para la implementación exitosa de estas prácticas.

Estas guías de prácticas de laboratorio no solo representan un recurso valioso para la formación en ciencias experimentales, sino que también destaca la importancia del Método Científico como una herramienta indispensable en el arsenal cognitivo de los futuros profesionales. La integración del Método Científico en las prácticas de laboratorio amplifica las potencialidades y beneficios ya reconocidos, pues los estudiantes no solo adquieren conocimientos experimentales, sino también desarrollan habilidades fundamentales para la investigación científica, fortaleciendo la base conceptual, la conexión entre teoría y aplicación práctica, y promueve una mentalidad investigadora que sigue una estructura metodológica sólida para abordar y comprender fenómenos físicos.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Desarrollar un recurso integral y práctico que sirva como guía de laboratorio experimental para educadores y estudiantes, con el propósito de mejorar la comprensión de los principios fundamentales de la Mecánica Clásica a través de la experimentación activa y el análisis práctico.

Objetivos específicos:

- Proporcionar una amplia gama de guías de laboratorio que abarquen conceptos básicos y fundamentales de la Mecánica Clásica.
- Vincular los conceptos teóricos de la Mecánica Clásica con experimentos concretos, ofreciendo a los educadores y estudiantes herramientas prácticas para visualizar y comprender los principios físicos subyacentes.
- Diseñar actividades experimentales que involucren a los estudiantes de manera activa, promoviendo el análisis crítico, la resolución de problemas y el descubrimiento de conceptos a través de la práctica y la observación directa.

FUNDAMENTACIÓN

Las "Guías de Laboratorio Experimental para la enseñanza de la Mecánica Clásica: Explorando los Fundamentos de la Física a través de la práctica" se han desarrollado el Constructivismo, teoría del aprendizaje que sostiene que el conocimiento no es algo que se transmite pasivamente de un profesor a un estudiante, sino que se construye activamente por el aprendiz en interacción con su entorno. De esta forma, el aprendizaje es considerado como un proceso en el que se parte de los conocimientos previos que tenga el estudiante y lo vaya construyendo conforme a las actividades y situaciones del contexto, haciendo hincapié en la reflexión de la experiencia ofrecidas en cada una de las guías de laboratorio permitiendo a los estudiantes experimentar directamente con los principios de la Mecánica Clásica, fomentando la construcción activa de su propio conocimiento.

Además, se enfoca en el aprendizaje activo al involucrarlos directamente en la experimentación y el análisis de datos para la comprensión profunda y el desarrollo de habilidades de resolución de problemas conforme a las temáticas planteadas, de modo que construyan su conocimiento a través de la observación, experimentación y reflexión. Por otro lado, se potencia a un aprendizaje significativo, teoría del aprendizaje propuesta por Ausubel, quien enfatiza en la importancia de relacionar nuevos conceptos con conocimientos previos para que el aprendizaje sea más significativo y duradero, por lo que las guías de laboratorio vinculan los experimentos con los principios teóricos de la Mecánica Clásica, permitiendo a los estudiantes entender la relevancia y aplicabilidad de los conceptos.

Finalmente, se propone trabajar con un enfoque en el trabajo en equipo para generar espacios de colaboración e interacción social para la construcción del conocimiento, donde los estudiantes mantengan una participación activa y cooperativa en el desarrollo de cada uno de los experimentos donde compartan experiencias individuales y conocimientos previos, para enriquecer la diversidad de perspectivas.



Índice general

I

Cinemática

1	Magnitudes y medidas.....	11
1.1	Errores en las mediciones	@ 11
1.1.1	Introducción.....	11
1.1.2	Marco teórico	11
1.1.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	13
1.1.4	Conclusiones.....	15
1.1.5	Situación problemática.....	15
1.1.6	Observaciones.....	15
1.2	Variación lineal.....	@ 16
1.2.1	Introducción.....	16
1.2.2	Marco teórico	16
1.2.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	17
1.2.4	Conclusiones.....	19
1.2.5	Situación problemática.....	19
1.2.6	Observaciones.....	19
1.3	Variación no lineal	@ 20
1.3.1	Introducción.....	20
1.3.2	Marco teórico	20
1.3.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	21
1.3.4	Conclusiones.....	23
1.3.5	Situación problemática.....	23
1.3.6	Observaciones.....	23
2	Vectores.....	25
2.1	Descomposición de vectores.....	@ 25
2.1.1	Introducción.....	25
2.1.2	Marco teórico	25
2.1.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	27
2.1.4	Conclusiones.....	29
2.1.5	Situación problemática.....	29
2.1.6	Observaciones.....	29
2.2	Adición de vectores	@ 30
2.2.1	Introducción.....	30
2.2.2	Marco teórico	30
2.2.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	32
2.2.4	Conclusiones.....	35
2.2.5	Situación problemática.....	35
2.2.6	Observaciones.....	35

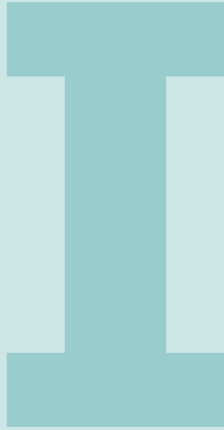
3	Movimiento.....	37
3.1	Movimiento rectilíneo uniforme	@ 37
3.1.1	Introducción.....	37
3.1.2	Marco teórico	37
3.1.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	39
3.1.4	Conclusiones.....	42
3.1.5	Situación problemática.....	42
3.1.6	Observaciones.....	43
3.2	Movimiento rectilíneo uniforme variado.....	@ 44
3.2.1	Introducción.....	44
3.2.2	Marco teórico	44
3.2.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	46
3.2.4	Conclusiones.....	51
3.2.5	Situación problemática.....	51
3.2.6	Observaciones.....	51
3.3	Caída Libre.....	@ 52
3.3.1	Introducción.....	52
3.3.2	Marco teórico	52
3.3.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	53
3.3.4	Conclusiones.....	56
3.3.5	Situación problemática.....	56
3.3.6	Observaciones.....	56
3.4	Movimiento circular uniforme.....	@ 57
3.4.1	Introducción.....	57
3.4.2	Marco teórico	57
3.4.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	58
3.4.4	Conclusiones.....	60
3.4.5	Situación problemática.....	60
3.4.6	Observaciones.....	61
3.5	Movimiento parabólico.....	@ 62
3.5.1	Introducción.....	62
3.5.2	Marco teórico	62
3.5.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados	63
3.5.4	Conclusiones.....	65
3.5.5	Situación problemática.....	66
3.5.6	Observaciones.....	66

II

Dinámica

4	Leyes de Newton	69
4.1	Equilibrio del sistema de fuerzas concurrentes-coplanares	@ 69
4.1.1	Introducción.....	69
4.1.2	Marco teórico	69
4.1.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados.....	71
4.1.4	Conclusiones.....	72
4.1.5	Situación problemática.....	73
4.1.6	Observaciones.....	73
4.2	Segunda ley de Newton	@ 74
4.2.1	Introducción.....	74
4.2.2	Marco teórico	74
4.2.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados.....	75
4.2.4	Conclusiones.....	78

4.2.5	Situación problemática.....	78
4.2.6	Observaciones.....	79
4.3	Coeficiente de fricción.....@	80
4.3.1	Introducción.....	80
4.3.2	Marco teórico.....	80
4.3.3	Materiales, procedimiento experimental y resultados.....	82
4.3.4	Conclusiones.....	86
4.3.5	Situación problemática.....	86
4.3.6	Observaciones.....	87
5	Equipos de laboratorio.....	89



Cinemática

1	Magnitudes y medidas	11
1.1	Errores en las mediciones.....@	11
1.2	Variación lineal	@ 16
1.3	Variación no lineal.....@	20
2	Vectores	25
2.1	Descomposición de vectores	@ 25
2.2	Adición de vectores.....@	30
3	Movimiento	37
3.1	Movimiento rectilíneo uniforme	@ 37
3.2	Movimiento rectilíneo uniforme variado.....@	44
3.3	Caída Libre.....@	52
3.4	Movimiento circular uniforme.....@	57
3.5	Movimiento parabólico	@ 62

PHYSICS

1. Magnitudes y medidas

1.1 Errores en las mediciones

Objetivos de la práctica

- ◆ Estudiar los conceptos básicos sobre medidas y errores en el laboratorio mediante el manejo de varios instrumentos de medida para la resolución de problemas.
- ◆ Calcular los errores absolutos, relativos y porcentuales al realizar una medición.



1.1.1 Introducción

La búsqueda de la verdad en la ciencia a menudo comienza con la medición, parte fundamental del proceso científico, la cual puede desarrollarse dentro de un laboratorio, en el campo o mediante observaciones cotidianas. Sin embargo, en la experimentación se producen desviaciones del valor medio de una magnitud física respecto al valor real de dicha magnitud, los cuales son inevitables y dependen del método e instrumentos empleados para realizar las mediciones.

Por ello, el presente informe se centra en explorar los errores experimentales haciendo uso de varios instrumentos de medición para la recopilación de datos, con el fin de apreciar la verdadera naturaleza de la incertidumbre en las observaciones y tomar decisiones informadas sobre la precisión de datos y confiabilidad de resultados. A su vez, se pretende comprobar que al realizar mediciones empleando instrumentos de alta calidad, la magnitud de los errores experimentales será mínima, por lo que los errores absolutos, relativos y porcentuales serán significativamente bajos.

1.1.2 Marco teórico

En las mediciones, la precisión y exactitud son dos cualidades fundamentales en el ámbito de la ciencia y la experimentación para la obtención de resultados confiables que ayuden a comprender fenómenos naturales, por lo que es imprescindible conocer sus definiciones.

■ **Definición 1.1 — Medición.** Comparación de una magnitud con otra de la misma especie que se toma como unidad, cuyo resultado siempre es una magnitud escalar.

■ **Definición 1.2 — Precisión.** Capacidad de registrar valores similares en mediciones sucesivas.

$$\% \text{ Precisión} = \frac{\text{Desviación estándar de la muestra}}{\text{Media de la muestra}} * 100$$

- **Definición 1.3 — Exactitud.** Aproximación o cercanía del valor medido respecto al valor real o referencial.

Al realizar mediciones se cometen una multitud de errores, debido tanto a la falta de sensibilidad de los aparatos como a las deficiencias del observador, razón por la cual el número proporcionado como resultado de una medida, nunca es el valor exacto de la cantidad que se pretende expresar, sino un valor aproximado. Así, se distinguen dos grupos de errores:

Errores sistemáticos: Se relacionan con la forma de utilizar los diferentes instrumentos de medida, dentro de los que se distingue al error de calibrador o el error de paralaje.

- **Definición 1.4 — Error de calibrado.** Está ligado directamente al instrumento, por lo que muchos de ellos deben ser configurados de forma apropiada antes de ser utilizados (calibrado), dado que añadirán un sesgo en cada una de las medidas realizadas.

- **Definición 1.5 — Error de paralaje.** Es propio de instrumentos de medida analógicos, pues se comete cuando nuestra visual no se coloca en forma perpendicular con respecto al objeto que se está observando.

Errores aleatorios o accidentales: Se producen debido a causas que no se pueden controlar, por lo que se suele realizar varias mediciones considerando como valor final más probable la media aritmética de los datos obtenidos. Dentro de estos se encuentra al error absoluto y relativo.

- **Definición 1.6 — Error absoluto (ϵ_a).** Corresponde a la diferencia entre el valor obtenido y el valor exacto, tomando al valor exacto como la media aritmética de varias mediciones

$$\epsilon_a = |\text{Valor_exacto} - \text{Valor_aproximado}|$$

$$\epsilon_a = |\bar{X} - X_i|$$

- **Definición 1.7 — Error relativo (ϵ_r).** Corresponde al cociente entre el error absoluto y la medida exacta, el cual no lleva ninguna unidad a diferencia del primero.

$$\epsilon_r = \frac{|\text{Valor_exacto} - \text{Valor_aproximado}|}{|\text{Valor_exacto}|}$$

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon_a}{|\text{Valor_exacto}|}$$

$$\epsilon_r = \frac{|\bar{X} - X_i|}{|X|}$$

- **Definición 1.8 — Error porcentual (ϵ_p).** Corresponde al error relativo en términos porcentuales, un error numérico expresado por el valor que arroja un error relativo, posteriormente multiplicado por 100.

$$\epsilon_p = \frac{|\text{Valor_exacto} - \text{Valor_aproximado}|}{|\text{Valor_exacto}|} * 100\%$$

$$\epsilon_p \equiv \epsilon_r * 100\%$$

$$\epsilon_p = \frac{|X - X_i|}{|X|} * 100\%$$

Nota: Si al medir los primeros valores (alrededor de por ejemplo 5 mediciones) de una cantidad física se observa que la desviación estándar es pequeña comparada con el error del instrumento, no habrá necesidad de tomar una gran cantidad de datos para encontrar el valor promedio. Las mediciones que tengan en una desviación mayor que tres veces la desviación estándar, se recomienda descartarlas.

1.1.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

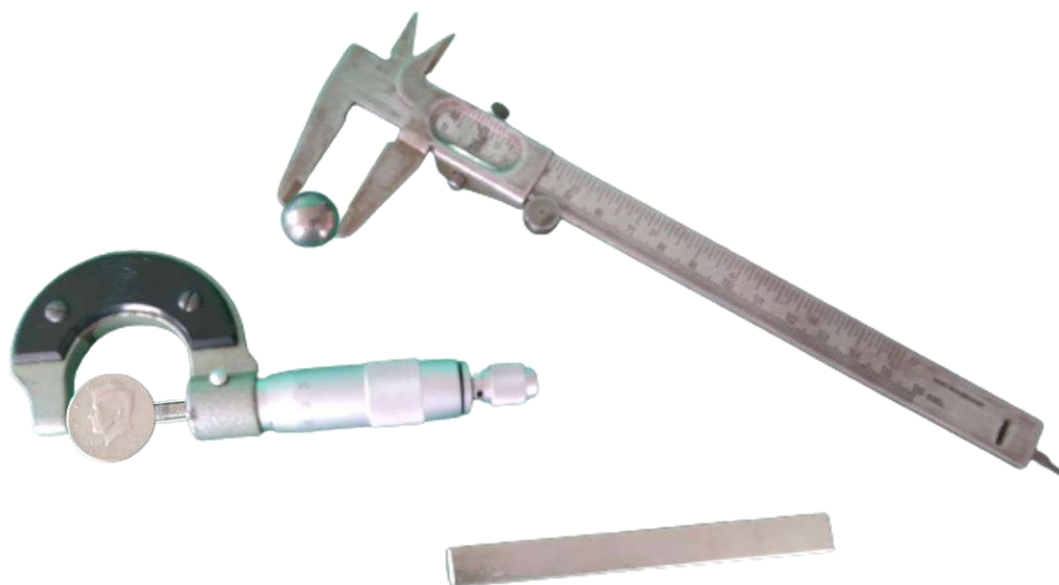
1.1.3.1 Materiales

Tabla 1.1: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Tornillo micrométrico	
1	Calibrador Vernier	
1	Moneda	
1	Esfera	
1	Barra de metal	

1.1.3.2 Esquema del equipo

Figura 1.1: Equipo - medición y determinación de errores



1.1.3.3 Procedimiento experimental

1. Previo a la toma de datos se debe calibrar el tornillo micrométrico coincidiendo el cero del tambor con el cero del tornillo o la escala horizontal. Para la lectura de los valores de las mediciones, la parte entera se la realiza en la escala horizontal en mm, y las divisiones del tambor proporcionan las centésimas de mm.
2. Realizar 5 mediciones del diámetro y espesor de la moneda con el tornillo micrométrico e ir registrando los datos en la tabla 1.2.
3. Realizar 5 mediciones del diámetro de la esfera y registrar los datos en la tabla 1.3.
4. Para la lectura de la medida, en la regla principal se lee la parte entera, señalada por el cero del nonio y la parte decimal se lo hace en la pequeña, en mm y décimas de mm.

5. Realizar 5 mediciones del largo, ancho y altura de la barra prismática con ayuda del calibrador y registrar los datos en la tabla 1.4.
6. Realizar 5 mediciones del diámetro de la esfera y registrar los datos en la tabla 1.5.

1.1.3.4 Resultados

Calcular geoméricamente el volumen de la moneda, la barra y la esfera, y en cada una de las magnitudes medidas determinar el error absoluto, relativo y porcentual.

- Resultados obtenidos al realizar las mediciones de la moneda y la esfera con el tornillo micrométrico.

Tabla 1.2: Resultados - Moneda

Nº de medición	Radio (mm)	Área (mm ²)	Grosor (mm)	Volumen (mm ³)	Error absoluto	Error relativo	Error porcentual
1							
2							
3							
4							
5							
\bar{X}							

Tabla 1.3: Resultados - Esfera

Nº de medición	Radio (mm)	Volumen (mm ³)	Error absoluto	Error relativo	Error porcentual
1					
2					
3					
4					
5					
\bar{X}					

- Resultados obtenidos al realizar las mediciones de la barra y la esfera con el calibrador vernier.

Tabla 1.4: Resultados - Barra

Nº de medición	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Volumen (cm ³)	Error absoluto	Error relativo	Error porcentual
1							
2							
3							
4							
5							
\bar{X}							

Tabla 1.5: Resultados - Esfera

Nº de medición	Radio (cm)	Volumen (cm ³)	Error absoluto	Error relativo	Error Porcentual
1					
2					
3					
4					
5					
\bar{X}					

1.1.4 Conclusiones

- ¿Cómo se calcula el error a partir de los errores de las cantidades físicas medidas?
- ¿Cómo los tipos de errores afectan en la toma de mediciones?
- Si dos estudiantes miden la misma longitud con el mismo instrumento, ¿por qué podrían obtener resultados ligeramente diferentes? ¿Cómo se puede explicar y cuantificar esta variabilidad?
- ¿Cómo afectaría la falta de calibración a la precisión de las mediciones realizadas en el laboratorio?

1.1.5 Situación problemática

1 Supongamos que se realiza un experimento con protones y se espera tener una precisión superior al 1%. Si se toma la masa del protón a $1,7 \times 10^{-27}$ kg (en lugar de la más precisa $1,67 \times 10^{-27}$ kg), introducirá un error sistemático de error del 2%, que casi con toda seguridad echará por tierra sus esperanzas de obtener resultados del 1%. ¿Cómo puede explicar esta relación de dependencia de las cifras significativas al realizar la toma experimental de datos?

2 Suponga que desea encontrar la masa de un anillo de oro que le gustaría venderle a un amigo. No quiere poner en peligro su amistad, por lo que desea obtener una masa exacta del anillo para poder cobrar un precio justo de mercado. Estimas que la masa está entre 10 y 20 gramos por lo pesado que se siente en la mano, pero esta no es una estimación muy precisa. Después de buscar un poco, encuentra una balanza electrónica que da una lectura de masa de 17,43 gramos. Si bien esta medición es mucho más precisa que la estimación original, ¿cómo sabes que es exacta y qué tan seguro estás de que esta medición representa el valor real de la masa del anillo?

1.1.6 Observaciones

1.2 Variación lineal

Objetivos de la práctica

- ◆ Estudiar la variación lineal en forma experimental.
- ◆ Determinar la proporcionalidad entre sus variables y la ecuación que gobierna el fenómeno.



1.2.1 Introducción

La variación lineal es un concepto fundamental en el estudio de fenómenos físicos, matemáticos y científicos en general. Se aborda la variación existente entre dos o más variables que presentan una dependencia proporcional, haciendo que un cambio producido en una variable automáticamente afecte también la otra, pues mantienen una relación constante permitiendo la comprensión y predecir comportamientos de sistemas diversos. Por ello, el estudio de la variación lineal de manera experimental permite explorar las relaciones entre diferentes conjuntos de datos buscando una proporcionalidad constante y establecer ecuaciones que describan de manera cuantitativa el fenómeno de estudio. De este modo, se quiere comprobar si existe una relación lineal significativa entre las variables de estudio en el experimento, donde la pendiente de esta relación es igual a un valor constante específico.

1.2.2 Marco teórico

Una de las formas para comprender mejor el proceso de un fenómeno físico es a través de gráficas dado que se puede visualizar la relación entre los datos. La variación lineal implica una representación gráfica la cual será una línea recta donde intervienen variables independientes y dependientes, así como una proporcionalidad directa e indirecta.

▪ **Definición 1.9 — Variable dependiente.** Es aquella variable que se pone a prueba a nivel experimental sujeta a manipulación por el experimentador, que representan una propiedad, cualidad, característica o aptitud con poder para afectar al resto de variables, pudiendo alterar o marcar su comportamiento. En una gráfica, los valores de esta variable se localizan en el eje horizontal (eje x).

▪ **Definición 1.10 — Variable independiente.** Es aquella variable o variables cuyo comportamiento se ve afectado por la variable independiente, pues representa el producto o resultado cuya variación se está estudiando. En una gráfica, los valores de esta variable se localizan en el eje vertical (eje y).

▪ **Definición 1.11 — Constante de proporcionalidad.** Es un elemento numérico racional, usado para definir el patrón de semejanza entre dos magnitudes que se ven alteradas de forma simultánea.

▪ **Definición 1.12 — Relaciones directamente proporcionales.** Dos magnitudes son directamente proporcionales cuando la magnitud independiente aumenta y la magnitud dependiente también aumenta. O si la magnitud independiente disminuye la magnitud dependiente también disminuye en la misma proporción. En consecuencia, estas magnitudes están ligadas por un cociente constante, simbolizado por:

$$K = \frac{y}{x} \qquad y = K * x \qquad (1.1)$$

K = Constante de proporcionalidad o pendiente

▪ **Definición 1.13 — Relaciones inversamente proporcionales.** Dos magnitudes son inversamente proporcionales cuando la magnitud independiente aumenta y la magnitud dependiente disminuye en la misma proporción ó viceversa. Simbolizando, la ecuación que liga las variables es:

$$y \propto \frac{1}{x} \qquad \alpha = K \qquad y = \frac{K}{x} \qquad y * x = K \qquad (1.2)$$

▪ **Definición 1.14 — Proporcionalidad lineal (pendiente de una recta).** Si al representar la gráfica (y) en función de (x) resulta una línea recta que interseca en el eje y en el punto b que no pasa por el origen, por lo tanto, la pendiente o constante de proporcionalidad K determina magnitudes que no son directamente proporcionales sino que la variación es lineal entre estas dos variables, cuya ecuación se deduce de la siguiente manera:

$$\Delta y = y - y_0 \quad \Delta x = x - x_0 \quad K = \frac{\Delta y}{\Delta x} \quad y = Kx + b \quad (1.3)$$

La variación lineal ocurre entre dos magnitudes físicas cuando la gráfica que las representa es una línea recta; esto es equivalente a afirmar que las variables están en dependencia lineal. Uno de estos casos representa a la denominada Ley de Hooke, la cual enuncia lo siguiente:

Ley 1.1 — Ley de Hooke. La fuerza ejercida por un resorte es directamente proporcional a su deformación. ■

$$F = -kx \quad (1.4)$$

La fuerza que se requiere para estirar o comprimir un resorte es proporcional a la cantidad de estiramiento o compresión x . El valor de k es una medida de la rigidez del resorte y, el signo negativo en la ecuación 1.4 significa que la fuerza que ejerce el resorte siempre tiene una dirección opuesta al desplazamiento de equilibrio.

1.2.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

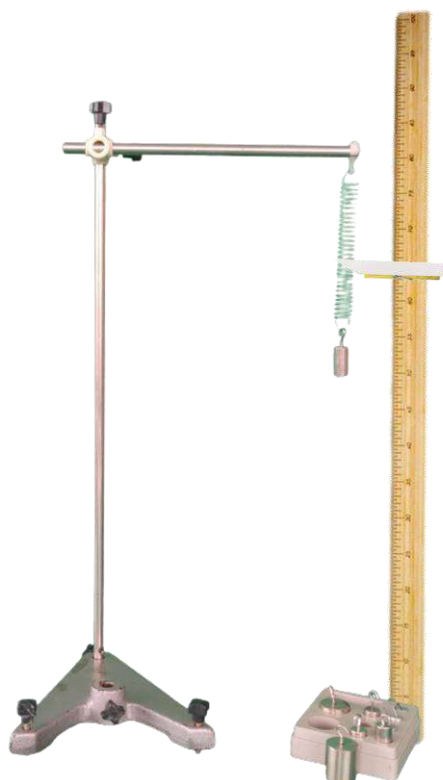
1.2.3.1 Materiales

Tabla 1.6: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Resorte helicoidal	
1	Varilla de 550mm	
1	Varilla de 250 mm	
1	Manguito en cruz	
1	Gancho de plástico	
1	Caja de masas prototipo	
2	Indicadores	
1	Regla	
1	Base triangular	

1.2.3.2 Esquema del equipo

Figura 1.2: Equipo - variación lineal



1.2.3.3 Procedimiento experimental

1. Armar el equipo de acuerdo con el esquema.

R Para armar el equipo, coloca la varilla de 550mm en el agujero de la base triangular, luego en la parte superior de la varilla colocar y ajustar el manguito en cruz e introducir por una de sus entradas la varilla de 250mm. En el extremo de esta última varilla colocar el gancho de plástico y suspender el resorte helicoidal en cuyo extremo se irán agregando las masas. Para tomar la medida de las elongaciones del resorte, coloca la regla y apoyado de un indicador toma cada uno de los datos.

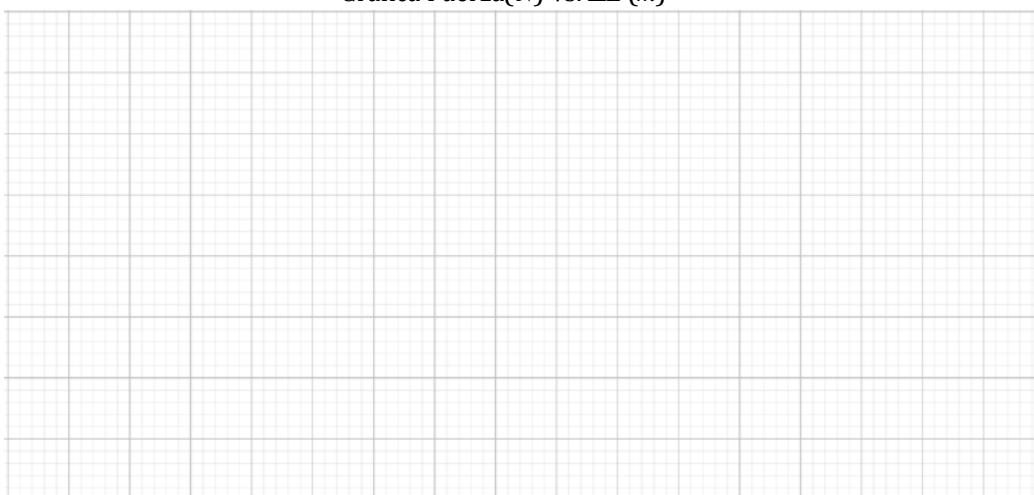
2. Medir la longitud inicial del resorte.
3. Cargar en el resorte una masa de 25g.
4. Registrar la nueva longitud del resorte.
5. Repetir el paso anterior con cargas sobre el resorte de 45g, 50 g, 60g, 75g, 100g.
6. Registrar los valores en la tabla 1.7.
7. Realizar la gráfica de la F en función de ΔL .

1.2.3.4 Resultados

Determinar el valor de la constante de proporcionalidad y calcular el error absoluto, relativo, porcentual y el error cuadrático medio (MSE).

Tabla 1.7: Resultados - Constante de proporcionalidad

Nº de medición	Masa (kg)	Peso (N) $W = m \cdot g$	$\Delta L = L_f - L_o$	$K = \frac{F}{\Delta L}$	ϵ_a	ϵ_r	ϵ_p	ϵ'_a
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Gráfica Fuerza(N) vs. ΔL (m)

1.2.4 Conclusiones

- ¿Cuál es el valor de la constante del resorte obtenido?
- Al graficar la F en función de ΔL , que tipo de gráfica se obtiene, que representa la pendiente en esta gráfica.
- ¿Qué proporcionalidad existe entre las variables analizadas?
- ¿Cuál es la ecuación que gobierna el fenómeno?

1.2.5 Situación problémica

1 Un estudiante está investigando la relación entre el esfuerzo aplicado a un material y la deformación resultante. Utilizando un material elástico, como una barra metálica, el estudiante aplica diferentes cargas y mide la deformación del material. Al aplicar la ley de Hooke, que establece que el esfuerzo aplicado a un material elástico es directamente proporcional a la deformación resultante, el estudiante examina si los datos experimentales muestran una relación lineal entre el esfuerzo y la deformación. ¿Cuál es la importancia de esta relación lineal en la comprensión del comportamiento de materiales bajo carga y cómo se puede utilizar para predecir el comportamiento del material en diferentes condiciones?

2 Para analizar la suspensión de un automóvil se ha utilizado un resorte como modelo simplificado. El mecánico realiza pruebas donde aplica diferentes cargas al automóvil y mide la compresión resultante del resorte en la suspensión. ¿La relación entre la carga aplicada y la compresión del resorte se ajusta a una relación lineal?, ¿cómo la comprensión de la variación lineal en la suspensión puede mejorar el diseño y rendimiento de los sistemas de suspensión automotriz?

1.2.6 Observaciones

1.3 Variación no lineal

Objetivos de la práctica

- ◆ Determinar experimentalmente que la gráfica característica de una variación no lineal cuadrática es una parábola.



1.3.1 Introducción

Existen fenómenos físicos y naturales, cuyos sistemas poseen un comportamiento que no sigue una relación lineal directa entre las variables involucradas al tener aumentos o disminuciones entre ellas que no se producen con la misma intensidad, por lo que es necesario estudiar y comprender estos cambios no proporcionales que implica la variación no lineal. A través de la exploración de este tipo de variación, se pretende identificar patrones y tendencias que permitan una mejor interpretación de la variabilidad en las relaciones entre magnitudes estudiadas.

En tal sentido, se desea comprobar si existe la posibilidad de que exista una relación cuadrática entre las variables donde la gráfica característica de una variación no lineal cuadrática es una parábola e indica un comportamiento modelado a través de una ecuación cuadrática.

1.3.2 Marco teórico

El estudio de fenómenos que exhiben una variación no lineal es esencial para comprender la complejidad inherente a numerosos aspectos de la naturaleza, ya que estos presentan patrones más intrincados y dinámicos, por ello se abordan las bases conceptuales de la variación no lineal.

Al igual que la variación lineal, también existen relaciones de proporcionalidad en la variación no lineal que no es directa, por lo que hay dos formas de linealizar ya sea si los datos proporcionan una parábola o hipérbola.

■ **Definición 1.15 — Proporcionalidad al cuadrado.** Una magnitud es directamente proporcional al cuadrado, cuando al duplicar la magnitud independiente (x), el valor de la magnitud dependiente (y) se vuelve 4 veces mayor; si triplicamos a (x) la variable (y) se vuelve 9 veces mayor, etc.

Al representar la gráfica de una relación directamente proporcional al cuadrado, se obtiene una **parábola**. Para linealizarla es necesario elevarlo al cuadrado a la magnitud independiente (x) o extraer la raíz cuadrada, elevar al cubo o extraer la raíz cúbica, etc., con ello se establece que la magnitud dependiente es directamente proporcional al cuadrado de la variable independiente cuyo cociente es un valor constante (K), cuya relación se expresa por la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned}
 y &\propto x^2 \therefore \alpha = K \\
 \frac{y}{x^2} &= K \\
 y &= K * x^2
 \end{aligned}
 \tag{1.5}$$

■ **Definición 1.16 — Proporcionalidad con el inverso del cuadrado.** Una magnitud es inversamente proporcional al cuadrado, cuando al duplicar la magnitud independiente (x), el valor de la magnitud dependiente (y) se vuelve 4 veces menor; si triplicamos a (x) la variable (y) se vuelve 9 veces menor, etc., por lo que la magnitud dependiente (y) es inversamente proporcional al cuadrado de la magnitud independiente (x), ó la variable dependiente es proporcional al inverso del cuadrado de la variable independiente. La ecuación que liga estas variables es la siguiente.

$$\begin{aligned}
 y &\propto \frac{1}{x^2} \\
 \alpha &= K \\
 y &= \frac{K}{x^2}
 \end{aligned}$$

$$y * x^2 = K \quad (1.6)$$

Al representar la gráfica de una relación inversamente proporcional al cuadrado, se obtiene una **hipérbola**; por tanto estas magnitudes están ligadas por un producto constante $y * x^2 = K$. Para linealizar la hipérbola es necesario encontrar el valor inverso de la magnitud independiente (x) al cuadrado ($\frac{1}{x^2}$), luego realizar la gráfica de la magnitud dependiente en función del inverso de la magnitud independiente al cuadrado.

Es importante abordar el estudio de las funciones no lineales las cuales presentan una tasa de cambio que no es constante, pues entre las principales se encuentran las exponenciales, logarítmicas, trigonométricas, polinómicas de grado superior, entre otras.

▪ **Definición 1.17 — Función cuadrática.** También denominada como función parabólica, es una función polinómica de segundo grado que tiene la forma:



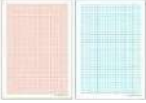
$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

Siendo $a \neq 0$ y a, b, c números reales.

1.3.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

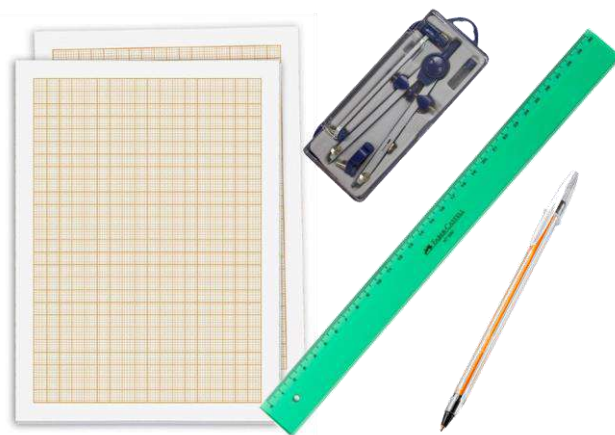
1.3.3.1 Materiales

Tabla 1.8: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Compás	
1	Regla	
1	Hoja	

1.3.3.2 Esquema del equipo

Figura 1.3: Equipo - variación no lineal



1.3.3.3 Procedimiento experimental

1. Con el empleo del compás dibujar círculos de 1cm, 2cm, 3cm, 4cm de radio.
2. Calcular el área de cada uno de los círculos.
3. Anotar los valores en la tabla 1.9.
4. Realizar la gráfica del área A en función del radio R .
5. Realizar la gráfica del A en función del R^2

1.3.3.4 Resultados

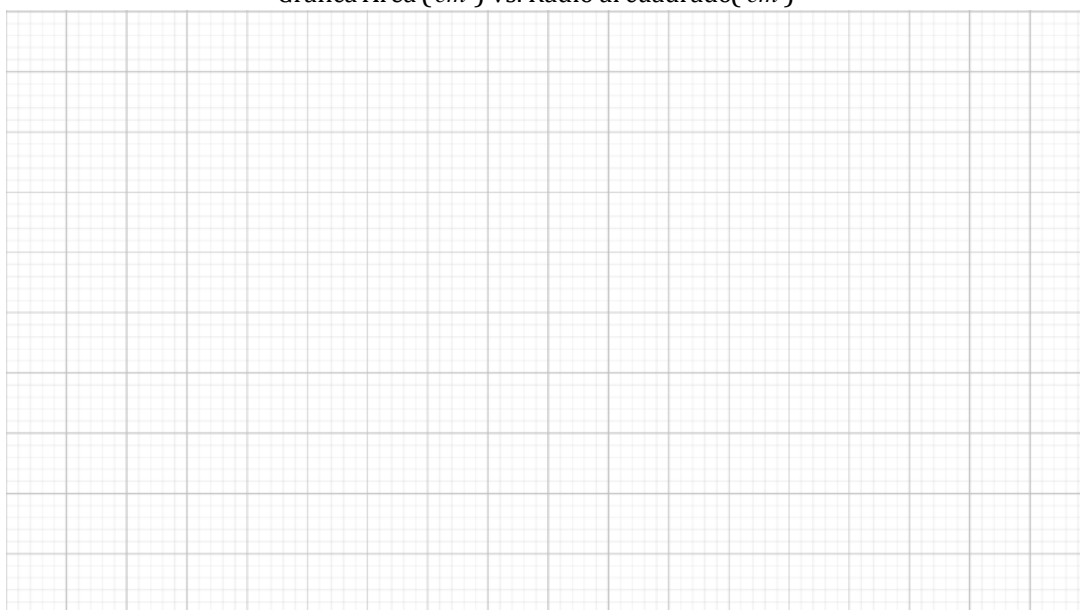
Identifica el tipo de proporcionalidad y determinar el valor de la constante.

Tabla 1.9: Resultados - Constante de proporcionalidad de variación no lineal

Nº de medición	Radio (cm)	Radio al cuadrado (cm ²)	Área (cm ²)	$K = \frac{A}{R^2}$
1				
2				
3				
4				

Gráfica Área (cm²) vs. Radio (cm)



Gráfica Área (cm^2) vs. Radio al cuadrado (cm^2)

1.3.4 Conclusiones

- ¿Qué tipo de gráfica se obtiene al graficar el área en función del radio?
- ¿El área es directamente proporcional al radio elevado al cuadrado?

1.3.5 Situación problemática

1 Se investiga el comportamiento de un material que exhibe propiedades elásticas no lineales sometiéndolo a diferentes cargas y midiendo la deformación resultante. A diferencia de un material que sigue la ley de Hooke, este material muestra un comportamiento no lineal donde la relación entre la fuerza aplicada y la deformación no es directamente proporcional. Determine la relación funcional entre la fuerza y la deformación, y discuta cómo este comportamiento afecta la aplicación y el diseño de materiales en ingeniería estructural y dispositivos médicos.

2 Se calienta un objeto a diferentes tasas y se registra su temperatura a intervalos regulares. Se observa que la temperatura del objeto no aumenta de manera lineal con el tiempo, sino que sigue una curva de calentamiento no lineal debido a efectos como la transferencia de calor no uniforme dentro del objeto y los cambios en la capacidad térmica a medida que la temperatura aumenta. Determine la relación funcional entre la temperatura del objeto y el tiempo transcurrido durante el calentamiento, y discuta cómo esta variación no lineal afecta los procesos de calentamiento y enfriamiento en aplicaciones como la cocción de alimentos o la producción de materiales.

1.3.6 Observaciones

PHYSICS

2. Vectores

2.1 Descomposición de vectores

Objetivos de la práctica

- ◆ Expresar una fuerza en función de sus componentes rectangulares a lo largo de cada dirección.
- ◆ Calcular la fuerza resultante de un sistema de fuerzas.



2.1.1 Introducción

Los vectores proporcionan una descripción de magnitudes físicas con dirección y sentido, por lo que su estudio corresponde un pilar esencial para comprender el movimiento e interacción de objetos en el espacio bidimensional y tridimensional. En tal virtud, se exploran y aplican los principios fundamentales de los vectores, destacando su papel en la descripción precisa de desplazamientos y fuerzas, de modo que los estudiantes consoliden su conocimiento teórico y se familiaricen con la representación gráfica de vectores fomentando el razonamiento analítico, así como la destreza para aplicar conceptos vectoriales en el análisis y la resolución de situaciones prácticas.

Esta práctica experimental espera obtener una representación eficiente de las fuerzas mediante el uso de vectores, donde la fuerza resultante tenga una dirección y magnitud específicas, siendo determinadas con precisión utilizando las leyes de la trigonometría y la suma vectorial.

2.1.2 Marco teórico

En un laboratorio de Física es común colgar un objeto con dos o más cuerdas y medir las fuerzas que se ejercen sobre el mismo para soportar su peso. El estado del objeto se analiza en términos de las fuerzas que actúan sobre él, en tal sentido se aborda su definición.

■ **Definición 2.1 — Vector.** El término proviene del latín "vectoris" que significa "el que conduce". Por lo que, un vector es un segmento de recta en el espacio que parte de un punto hacia otro con dirección y sentido.

■ **Definición 2.2 — Descomposición vectorial.** Descomponer un vector es obtener las componentes del mismo en los ejes que se encuentre. Es decir, la proyección del vector original sobre los ejes del plano (x,y) en 2D o en el espacio (x,y,z) en 3D.

■ **Definición 2.3 — Componentes rectangulares.** Las componentes rectangulares de un vector son los

datos que conforman dicho vector en el sistema de coordenadas cartesianas. Un vector \vec{A} en 2D tiene componente horizontal y vertical, las mismas que algebraicamente se pueden calcular con:

$$A_x = |\vec{A}| \cos(\theta)$$

$$A_y = |\vec{A}| \operatorname{sen}(\theta)$$

Considerando que A es el módulo del vector y θ es su dirección.

■ **Definición 2.4 — Fuerza.** La fuerza es una magnitud vectorial capaz de modificar los estados de movimiento de un cuerpo o partícula, tales como su trayectoria y desplazamiento uniforme. Según la mecánica newtoniana existe la fuerza de fricción, gravitatoria y electromagnética. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Newton(N), el mismo que esta dado como:

$$1[N] = 1 \left[\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2} \right]$$

■ **Definición 2.5 — Fuerza de fricción.** Es la fuerza que se opone al cambio de movimiento de los cuerpos, pues esta ejerce resistencia a abandonar el estado de reposo, o de movimiento,

■ **Definición 2.6 — Sistema de fuerzas.** Es el conjunto de fuerzas que actúan simultáneamente sobre el mismo cuerpo, cada una de ellas recibe el nombre de componente del sistema.

■ **Definición 2.7 — Fuerza resultante.** Es una fuerza única capaz de sustituir a todas las componentes de un sistema de fuerzas, y produce el mismo efecto de todas las fuerzas que actuaban sobre el cuerpo. Estase calcula de la siguiente forma:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (2.1)$$

Si las fuerzas actuantes se encuentran en el plano bidimensional, se realiza la sumatoria de fuerzas en ambos ejes.




$$\Sigma \vec{F}_x = F_{x1} + F_{x2} + \dots + F_{xn} \quad \Sigma \vec{F}_x = |\vec{F}_1| \cos(\theta_1) + |\vec{F}_2| \cos(\theta_2) + \dots + |\vec{F}_n| \cos(\theta_n) \quad (2.2)$$

$$\Sigma \vec{F}_y = F_{y1} + F_{y2} + \dots + F_{yn} \quad \Sigma \vec{F}_y = |\vec{F}_1| \operatorname{sen}(\theta_1) + |\vec{F}_2| \operatorname{sen}(\theta_2) + \dots + |\vec{F}_n| \operatorname{sen}(\theta_n) \quad (2.3)$$

2.1.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

2.1.3.1 Materiales

Tabla 2.1: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Caja de masas	
1	Base triangular	
2	Poleas	
1	Hilo	
2	Varillas de 550mm	
3	Manguitos en cruz	
2	Espigas de eje	

2.1.3.2 Esquema del equipo

Figura 2.1: Equipo - sistema de poleas

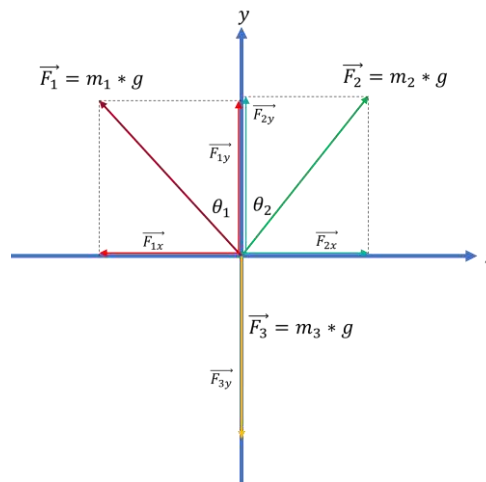


2.1.3.3 Procedimiento experimental

- Coloque el sistema de poleas de acuerdo con la Fig.2.1 con $m_1 = 200$ g, $m_2=250$ g y $m_3=300$ g.

R Para armar el sistema de poleas, coloca una de las varillas en el agujero de la base triangular ajustándola, luego en la parte superior coloca un manguito en cruz en cuyo orificio atraviese la otra varilla. Ahora, en cada extremo de la varilla superior coloca los manguitos en cruz y en una de sus entradas coloca el cuerpo cilíndrico (más grueso) de la espiga de eje. En los extremos de la espiga (parte cilíndrica delgada) coloca las poleas. Conecta el sistema mediante una cuerda o hilo en cuyos extremos y punto medio cuelguen las masas.
- Pegar una hoja de papel detrás de las cuerdas para poder marcar las posiciones de las cuerdas.
- Minimizar las fuerzas de fricción golpeando la cuerda lateralmente. Marcar las posiciones de cada cuerda en el papel con dos puntos, teniendo cuidado de minimizar los errores de paralaje.
- Con un lápiz, marcar en el papel la posición de cada trozo de hilo tomando un punto en cada extremo.
- Tenga en cuenta las masas (m_1, m_2 y m_3) suspendidas de cada hilo.
- Retirar el papel cuadriculado y dibuje vectores en la dirección de las cuerdas, con longitudes directamente proporcional a las masas correspondientes, es decir para dibujar las fuerzas busque una escala apropiada, ejemplo 2 cm equivale a 1 N.
- Dibujar el diagrama de fuerzas como se muestra en la Fig. 2.2

Figura 2.2: Diagrama de fuerzas



- Medir los ángulos y registrar en la tabla 2.2.
- Calcular las componentes horizontales y verticales de fuerzas.
- Utilizar sus resultados y las ecuaciones (2.2) y (2.3) para estimar los componentes de la fuerza resultante.

2.1.3.4 Resultados

Tabla 2.2: Resultados - Vectores

Masa (kg)	Fuerza (N)	Dirección (θ)	F_x	F_y
0.200				
0.250				
0.300				
			$\sum F_x =$	$\sum F_y =$

Para el cálculo de la componente rectangular de la fuerza \vec{F}_1, \vec{F}_2 y \vec{F}_3 en el eje x utilizar la siguiente fórmula:

$$F_x = |\vec{F}| \cos(\theta) \quad (2.4)$$

Para el cálculo de la componente rectangular de la fuerza \vec{F}_1, \vec{F}_2 y \vec{F}_3 en el eje y utiliza la siguiente fórmula:

$$F_y = |\vec{F}| \text{sen}(\theta) \quad (2.5)$$

Para el cálculo de la fuerza resultante utiliza la siguiente fórmula:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad (2.6)$$

Realizar el Diagrama de fuerzas y ubica a la fuerza resultante.

Diagrama de Fuerzas



2.1.4 Conclusiones

- La fuerza gravitatoria está dada exactamente por la composición de las dos fuerzas. ¿Cuál es la diferencia entre la esta fuerza resultante y la fuerza gravitatoria?
- Aparte de las magnitudes, ¿qué otro factor influye sobre la composición de las fuerzas?

2.1.5 Situación problémica

1 Un automóvil se mueve a lo largo de un puente que forma un ángulo de 30 grados respecto al eje norte-sur. La velocidad del automóvil es de 60 km/h hacia el norte. Determine la componente norte y la componente este de la velocidad del automóvil. ¿Cómo varía la velocidad del automóvil si cambiamos el ángulo del puente?

2 Un nadador se mueve a través de un río que fluye hacia el este a una velocidad de 2 m/s. El nadador puede nadar a una velocidad de 3 m/s en agua quieta. Determine la velocidad y la dirección en la que se desplaza el nadador. ¿Cómo afecta la velocidad de la corriente del río la velocidad y la dirección del nadador?

2.1.6 Observaciones

2.2 Adición de vectores

Objetivos de la práctica

- ◆ Determinar la fuerza resultante y equilibrante de un sistema de fuerzas concurrentes por el método del polígono y del paralelogramo.



2.2.1 Introducción

En diversas situaciones, los objetos pueden experimentar múltiples fuerzas que actúan en diferentes direcciones y magnitudes. Para comprender cómo estas fuerzas interactúan y determinar la fuerza resultante, se recurre a la adición vectorial empleando principios de descomposición vectorial, vectores base o unitarios y la conversión de vectores en el plano a través del método gráfico del paralelogramo y analíticamente (en términos de sus vectores unitarios y componentes rectangulares).

Al contar con un sistema equilibrado, se desea hallar la fuerza resultante de todo el sistema la cual debe ser cero o aproximadamente cero, y además, aplicando el método del polígono y paralelogramo se pretende comprobar que la fuerza resultante entre dos fuerzas es igual a la tercera, pero con sentido contrario.

2.2.2 Marco teórico

La comprensión profunda de conceptos como suma de vectores y productos escalares es esencial para abordar fenómenos físicos complejos y modelar sistemas en movimiento, por ello abordaremos su concepto y propiedades que implica operar con la adición.

▪ **Definición 2.8 — Propiedades de la adición de vectores.** La adición de vectores cumple con las siguientes propiedades:

1. Es conmutativa

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = \vec{V}_2 + \vec{V}_1$$

2. Es asociativa

$$\vec{V}_1 + (\vec{V}_2 + \vec{V}_3) = (\vec{V}_1 + \vec{V}_2) + \vec{V}_3$$

3. Es distributiva vectorial

$$K(\vec{V}_1 + \vec{V}_2) = K\vec{V}_1 + K\vec{V}_2$$

4. Es distributiva escalar

$$(m+n)\vec{V}_1 = m\vec{V}_1 + n\vec{V}_1$$

5. Es idéntico aditivo

$$\vec{V}_1 + \mathbf{0} = \vec{V}_1$$

6. Es inverso aditivo

$$\vec{V}_1 + (-\vec{V}_1) = \mathbf{0}$$

Para resolver el problema gráficamente con fuerzas concurrentes de distintas direcciones, se dispone de dos métodos: el método del polígono y el método del paralelogramo.

▪ **Definición 2.9 — Método del polígono.** Este método también conocido como cabeza y cola es usado para encontrar la resultante de varios vectores concurrentes coplanares. El procedimiento consiste en graficar los vectores uno a continuación de otro, con dirección y sentido correspondiente; la resultante es el vector que cierra el polígono desde el origen hasta el extremo del último vector.

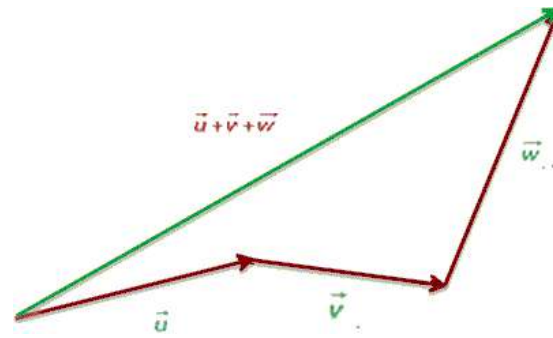


Figura 2.3: Método del Polígono

▪ **Definición 2.10 — Ley Poligonal.** La ley poligonal de fuerzas sigue el método gráfico para hallar la resultante de fuerzas dadas y se establece como: Cuando más de dos fuerzas concurrentes coplanarias que actúan en un punto están representadas por los lados de un polígono tomados en orden, en dirección y magnitud, la línea de cierre de polígono tomada en orden inverso, representa la resultante en dirección y magnitud".

▪ **Definición 2.11 — Método del paralelogramo.** El método permite obtener la resultante de dos vectores concurrentes separados un ángulo cualquiera. Para ello, primero se dibujan a escala los dos vectores (\vec{a} y \vec{b}) con punto de aplicación común, luego se completa el paralelogramo dibujando los vectores paralelos a los iniciales en la terminación de cada uno, llegando así a tener que la resultante coincide con la diagonal del paralelogramo con orientación desde el origen al vértice opuesto.

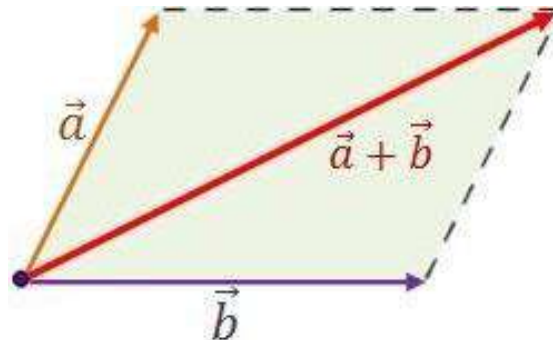


Figura 2.4: Método del Paralelogramo

Algebraicamente la resultante al cuadrado de dos vectores es igual a la suma de los dos vectores al cuadrado mas el doble producto de ambos vectores por el coseno del ángulo que separa los mismos

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2 AB \cos(\theta)$$

Además, cuando se requiere hallar el ángulo existente entre dos fuerzas actuantes, se recurre al producto escalar.

▪ **Definición 2.12 — Producto escalar.** También llamado producto interno o producto punto, es la operación algebraica que toma dos vectores y retorna un escalar, e indica la proyección del segundo vector sobre el primero. El producto escalar es posible calcular mediante dos métodos:

$$1) \Rightarrow \vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cos(\theta)$$

$$2) \Rightarrow \vec{A} \cdot \vec{B} = (A_x * B_x) + (A_y * B_y) + (A_z * B_z)$$

2.2.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

2.2.3.1 Materiales

Tabla 2.3: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Base rectangular	
2	Varillas de soporte de 550 mm	
2	Manguitos en cruz	
2	Soportes de dinamómetro	
1	Hilo	
2	Dinamómetros	
1	Caja de masas prototipo	

2.2.3.2 Esquema del equipo

Figura 2.5: Equipo - sistema de fuerzas concurrentes



2.2.3.3 Procedimiento experimental

1. Armar el equipo de acuerdo a la figura 2.5.

R Coloque y ajuste las dos varillas de soporte en los extremos de la base rectangular y ajústelos, luego a la misma altura colocar los maguitos en cruz y el soporte de dinamómetro como se indica en la figura. En cada una de las entradas del soporte introduzca a los dinamómetros y ajuste para evitar movimientos de los mismos. Trate de colocar en la misma dirección para tomar un punto de fuerzas concurrentes. Finalmente enlace los dinamómetros con hilo y cuelgue una masa prototipo de acuerdo dictamine el procedimiento.
2. Suspender la masa prototipo de peso conocido en el acople de fuerzas de acuerdo con el esquema. Los dinamómetros deben estar sujetos por sus respectivos soportes.
3. Leer las fuerzas 1 y 2 en los dinamómetros y anotar en la tabla de valores.
4. Dibujar un punto en el centro de la hoja de papel milimetrado y colocarla detrás de las tres fuerzas, procurando que coincida el punto con el centro de unión del acople.
5. Marcar las posiciones donde las cuerdas pasan por los bordes de la hoja de papel milimetrado.
6. Repetir el papel y trazar rectas que unan estos puntos con el centro.
7. Sobre las líneas dibujar a escala las tres fuerzas.
8. Utilizar el método del polígono para graficar las tres fuerzas.
9. Utilizar el método del paralelogramo empleando la fuerza \vec{F}_1 y \vec{F}_2 y halla la resultante entre ellas.
10. Medir el ángulo entre \vec{F}_1 y \vec{F}_2 y anotar todos los datos en la tabla 2.4.
11. Comparar el valor del ángulo medido experimentalmente con el que hallarás analíticamente.

2.2.3.4 Resultados

Tabla 2.4: Resultados - Adición de vectores

Fuerza	Masa (kg)	Fuerza (N)	Dirección (θ)	F_x	F_y	Ángulo entre F_1 y F_2
F_1						
F_2						
F_3						
				$\Sigma F_x =$	$\Sigma F_y =$	

Para el cálculo de la componente rectangular de la fuerza \vec{F}_1 , \vec{F}_2 y \vec{F}_3 en el eje x utiliza la siguiente fórmula:

$$F_x = |\vec{F}| \cos(\theta) \quad (2.7)$$

Para el cálculo de la componente rectangular de la fuerza \vec{F}_1 , \vec{F}_2 y \vec{F}_3 en el eje y utiliza la siguiente fórmula:

$$F_y = |\vec{F}| \operatorname{sen}(\theta) \quad (2.8)$$

Para el cálculo de la fuerza resultante utiliza la siguiente fórmula:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \quad (2.9)$$

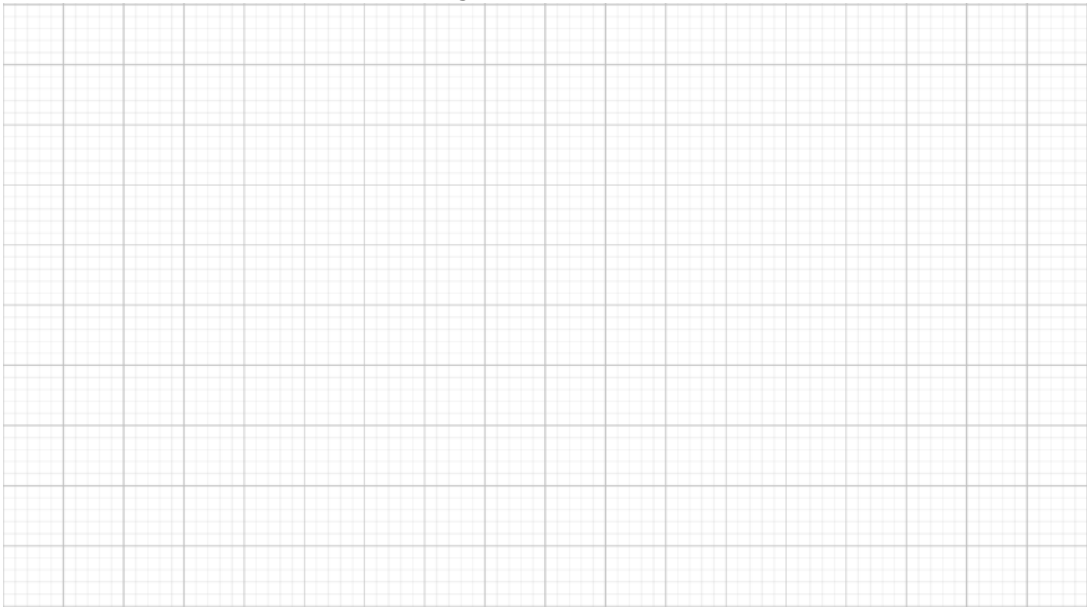
Para el cálculo del ángulo entre \vec{F}_1 y \vec{F}_2 , utiliza la siguiente fórmula:

$$\cos(\theta) = \frac{\vec{F}_1 \cdot \vec{F}_2}{|\vec{F}_1| |\vec{F}_2|} \quad (2.10)$$

Para el cálculo del módulo de la Fuerza resultante F_R por el método del paralelogramo utiliza la siguiente fórmula:

$$|\vec{F}_R|^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos(\theta) \quad (2.11)$$

Diagrama de Fuerzas



Método del polígono



Método del paralelogramo



2.2.4 Conclusiones

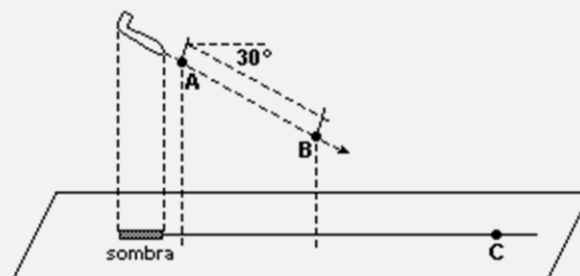
- ¿En qué condiciones un polígono construido al sumar vectores se considera cerrado?
- ¿Cuál es la relación entre la magnitud de la fuerza resultante y la magnitud de las fuerzas originales en el método del paralelogramo?
- ¿Para qué sirve el producto escalar entre vectores?

2.2.5 Situación problemática

1 La figura representa un avión, que desciende formando un ángulo de 30 grados con la horizontal, siguiendo una trayectoria recta entre los puntos A y B. En el suelo, considerado como un plano horizontal, se representa la sombra de la aeronave, proyectado verticalmente, y un punto de referencia C.

Considere las afirmaciones que se refieren al movimiento de la aeronave en la sección AB, y seleccione la alternativa correcta:

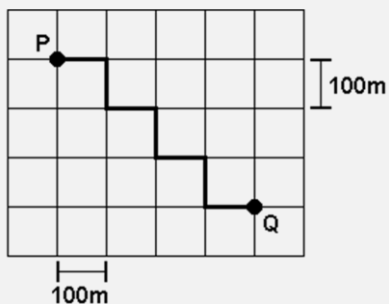
- La velocidad del avión con respecto al punto C es mayor que la velocidad de su sombra, proyectada en el suelo, con respecto al mismo punto.
- La velocidad del avión es cero en relación con su sombra proyectada en el suelo.
- La velocidad del avión con respecto al punto C es igual a la velocidad de su sombra, proyectada en el suelo con respecto al mismo punto.
- La velocidad del avión con respecto a su sombra proyectada en el suelo es mayor que la velocidad de su sombra con respecto al punto C.
- La velocidad de la sombra con respecto al punto C es independiente de la velocidad del avión.



2 En un barrio, donde todas las cuadras son cuadradas y las calles paralelas están separadas 100 m, un transeúnte camina de P a Q por el camino representado en el siguiente diagrama.

El desplazamiento vectorial de este transeúnte tiene un módulo, en metros, igual a

- a) 300
- b) 350
- c) 400
- d) 500
- e) 700



3 En un estacionamiento, un conejo se mueve, en secuencia, 12m hacia el Oeste, 8m hacia el Norte y 6m hacia el Este. El desplazamiento resultante tiene módulo

- a) 26m
- b) 14m
- c) 12m
- d) 10m
- e) 2m

2.2.6 Observaciones

PHYSICS

3. Movimiento

3.1 Movimiento rectilíneo uniforme

Objetivos de la práctica

- ◆ Determinar la magnitud de la velocidad de un cuerpo que se desplaza de manera rectilínea y constante.
- ◆ Analizar las gráficas (x vs t), (v vs t) y ver el comportamiento del movimiento de dicho cuerpo.



3.1.1 Introducción

En el ámbito de la física, el Movimiento Rectilíneo Uniforme (M.R.U.) se rige como un fenómeno elemental que describe el desplazamiento de un objeto en línea recta con una velocidad constante, pues se caracteriza porque un móvil, objeto o partícula recorre desplazamientos iguales en tiempos iguales o distancias en determinados tiempos, con rapidez o velocidad constante, adquiriendo módulo, dirección y sentido, cuya aceleración es igual a cero.

En este contexto, el laboratorio sobre M.R.U. se propone explorar las características intrínsecas de este movimiento para comprender mejor su naturaleza y establecer conexiones con las leyes fundamentales de la cinemática a través de la meticulosa recopilación de datos y el análisis sistemático. Pues se pretende poner a prueba suposiciones de que la gráfica de distancia o desplazamiento versus tiempo es una línea recta que parte desde el origen (función lineal), así como la representación gráfica de la velocidad o rapidez versus tiempo representa a una función constante.

3.1.2 Marco teórico

- **Definición 3.1 — Movimiento.** Un móvil está en movimiento relativo con relación a un sistema de coordenadas elegido como fijo, cuando sus coordenadas varían al transcurrir el tiempo.
- **Definición 3.2 — Reposo.** Un móvil está en reposo relativo con relación a un sistema de coordenadas elegido como fijo, cuando no cambian las mismas a medida que transcurre el tiempo.
- **Definición 3.3 — Trayectoria.** Son los diferentes puntos que ocupa la posición del móvil al moverse desde una posición a otra.
- **Definición 3.4 — Distancia (d).** Es la longitud de la trayectoria recorrida por el móvil desde una posición a otra.

■ **Definición 3.5 — Vector desplazamiento ($\Delta\vec{r}$).** Es el movimiento que experimenta la posición del móvil en cierto intervalo de tiempo (Δt) considerando su posición inicial (\vec{x}_o) hasta su posición final (\vec{x}_f). Esta es una magnitud vectorial y tiene la misma dirección y sentido que la velocidad y aceleración o son opuestas.

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_o$$

$$\vec{x}_f = \vec{x}_o + \Delta\vec{x} \quad (\text{Ecuación vector posición}) \quad (3.1)$$

Cuando el móvil recorre distancias iguales en tiempos reales, con rapidez y velocidad constantes en módulo, dirección y sentido, la aceleración es nula ($\vec{a} = 0$)

■ **Definición 3.6 — Rapidez media (v_m).** Es la distancia (d) recorrida por el móvil en cada intervalo de tiempo (Δt).

$$v_m = \frac{d}{\Delta t} \quad (3.2)$$

■ **Definición 3.7 — Velocidad media (\vec{v}_m).** Es el desplazamiento ($\Delta\vec{x}$) realizado por el móvil en cada intervalo de tiempo (Δt) en una dirección y sentido determinado.

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} \quad (3.3)$$

$$\vec{x}_f = \vec{x}_o + \vec{v}_m \Delta t \quad (\text{Ecuación vector posición}) \quad (3.4)$$

La rapidez y velocidad no son sinónimos en el movimiento bidimensional, en consecuencia, la rapidez es el módulo de la velocidad.

■ **Definición 3.8 — Velocidad instantánea.** Es una cantidad vectorial tangente a la trayectoria en un punto determinado, que indica el sentido del movimiento en cualquier instante o la velocidad real que dispone el móvil.

Si el movimiento del móvil se realiza en línea recta, siguiendo el eje (x) con velocidad constante en tiempo (Δt), tenemos la expresión $x = x + v \Delta t$; el movimiento en una sola dirección y sentido, en tales casos, rapidez y velocidad serán iguales, se elimina la notación vectorial y la ecuación queda $x = vt$ porque todos los vectores tienen el mismo sentido y vector unitario. En consecuencia, la ecuación se expresa:

$$v = \frac{x}{t} \quad (3.5)$$

Las principales características del movimiento rectilíneo uniforme son:

- Primero, el vector de velocidad es constante, lo que significa que su dirección (y sentido) son independientes del tiempo. Por lo tanto, la velocidad inicial es igual a la velocidad final.
- La aceleración es cero y excluye cualquier movimiento circular porque todo movimiento circular tiene una aceleración centrípeta para cambiar la dirección del vector velocidad.
- El valor absoluto del desplazamiento (cambio de posición) es igual a la distancia recorrida por el cuerpo y se describe en términos de tiempo transcurrido y velocidad.
- La velocidad puede ser cero (reposo), positiva o negativa. Por lo tanto, el movimiento puede tener dos direcciones: una velocidad negativa representa un movimiento en dirección opuesta a la dirección que hemos aceptado como positiva.
- En algunos casos, la velocidad instantánea varía, pero para simplificar los cálculos, entonces usamos la velocidad promedio.

3.1.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

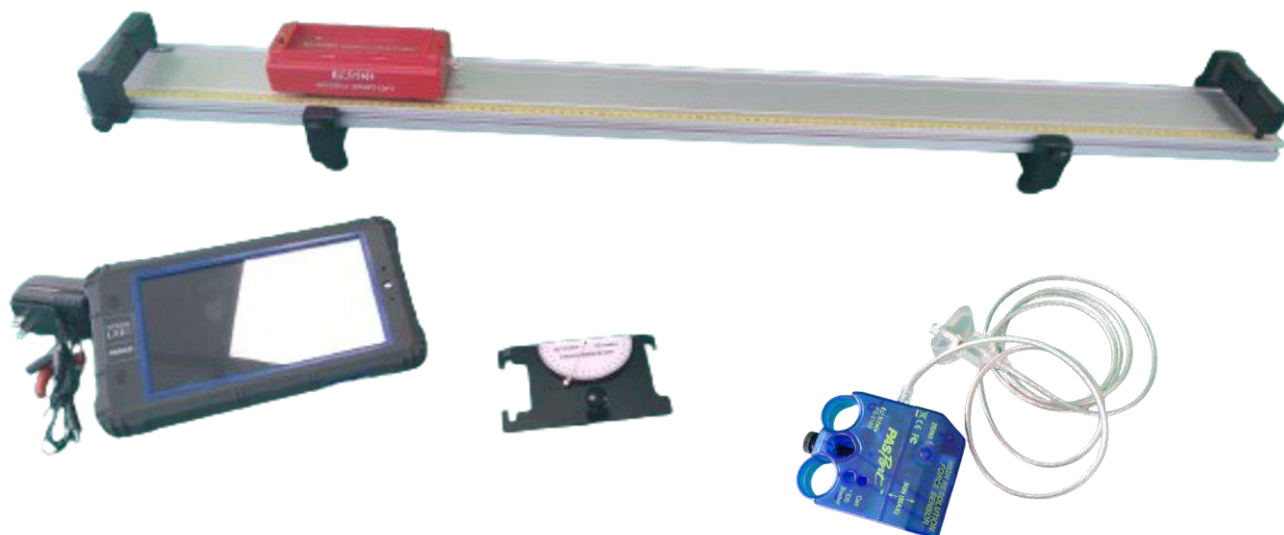
3.1.3.1 Materiales

Tabla 3.1: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Riel de soporte con accesorios	
1	Carro dinámico	
1	Interfaz de datos SPARK LXi2 Datalogger (PS-3600B)	
1	Sensor de movimientos con accesorios	
1	Indicador de ángulo	

3.1.3.2 Esquema del equipo

Figura 3.1: Equipo - M.R.U.



3.1.3.3 Procedimiento experimental

Preparación

1. Colocar el carrito sobre la riel nivelada de tal manera que se quede quieto en su lugar sin tener que aplicar nada como freno.
2. A continuación, presionar el disparador del carro dinámico para ocasionar un movimiento continuo. Si comienza a moverse, pero termina frenándose, incline la mesa un poco de manera que te ayude a

mantener el movimiento. Si por el contrario, el carrito se mueve cada vez más rápido, inclínala un poco menos.

3. Encender la interfaz de datos de SPARKvue.
4. Solicite un gráfico cartesiano de velocidad versus tiempo.
5. Realizar algunas grabaciones de prueba, buscando que la gráfica de velocidad vs tiempo arroje una línea horizontal después de producir un movimiento constante al carrito.

Desarrollo

1. Reiniciar SPARKvue y pide “Crear un nuevo experimento”, para arrancar con una pantalla limpia.
2. Solicitar un gráfico cartesiano de posición versus tiempo.
3. Cargar el impulsor a resorte del carrito en su posición del medio.
4. Apoyar el carrito contra un final de carrera.
5. Comienza a grabar.
6. Apretar el gatillo disparador del impulsor a resorte. El carrito viajará hasta la otra punta de la mesa.
7. Frenar la grabación.
8. Configurar la ventana visualizadora para que deje a la vista múltiples grabaciones de datos.
9. Grabar otros dos tiros del carrito en las mismas condiciones (sin mover la mesa, ni los fines de pista usando la misma posición de carga del impulsor a resorte)
10. Observa con atención las gráficas resultantes:
 - ¿Qué tienen en común?
 - ¿En qué se diferencian?
11. Usar el cursor y su herramienta delta para examinar distintos tramos de las gráficas de posición vs tiempo.
 - Tomando dos o más intervalos de la misma duración, pero de distintos momentos del viaje: ¿Cómo se comparan las distancias que el carrito recorrió en cada uno de ellos?
 - Si en un intervalo el carrito recorrió una determinada distancia: ¿Cuánta distancia recorre en el doble de tiempo? ¿y en el triple? ¿y en el cuádruple?
 - ¿Cómo harías para expresar, mediante una fórmula sencilla, este comportamiento? Tu fórmula debería ser tal que:
 - Si te nombran un momento determinado puedas decir dónde estaba el carrito.
 - Una fórmula sencilla, derivada de la anterior, te debería permitir responder la cuestión inversa: si te nombran una posición determinada, deberías poder decir en qué momento el carrito estuvo allí.
 - ¿Te parece que el cociente $\Delta x / \Delta t$ tendría un rol destacado?
 - ¿Qué otro parámetro te haría falta conocer para completar tu fórmula?
 - Prueba tu/s fórmula/s interrogándola con valores de parámetro (tiempo o posición) tomados al azar y contrasta su eficacia comparando sus respuestas con los valores experimentales.
12. Ahora vamos a hacer un tiro más veloz. Para esto, usa la tercera posición de carga del impulsor a resorte.
13. Graba el tiro en esta nueva condición y observa atentamente las gráficas resultantes:
 - ¿Qué tienen en común?
 - ¿En qué se diferencian?
 - ¿Te animas a generar una/s nueva/s fórmula/s similar/es a la/s anterior/es que describan esta nueva situación?
14. A estas alturas, ya te habrás dado cuenta de lo importante que es este cociente $\Delta x / \Delta t$ para describir la situación. Por eso le damos un nombre propio: velocidad, y una notación abreviada.
15. Agregar una segunda gráfica cartesiana con sus tiempos sincronizados con la primera con el botón y pedir a SPARKvue que muestre velocidad versus tiempo.
16. Momento a momento, SPARKvue calculará el cociente $\Delta x / \Delta t$ y te lo mostrará directamente como velocidad.
17. Compara el resultado de un cociente $\Delta x / \Delta t$ sobre la gráfica de posición vs tiempo con el valor de la magnitud velocidad que el programa muestra en la ventana inferior en el mismo momento.
18. Para distinguir lo que es delante de lo que es atrás, tomamos la convención de asignar un signo positivo a las distancias que están para delante y uno negativo a las que están para atrás.
 - ¿Cómo crees que afectará esto a la gráfica de posición versus tiempo?
 - ¿Cómo crees que afectará a la de velocidad?
19. Da vuelta el carrito y graba un último tiro (esta vez el carrito irá para atrás)
20. Compara tus predicciones con lo que observas en pantalla.

21. A estas alturas, ya has observado casi todas las variantes de MRU que se pueden presentar.
- ¿Cómo los caracterizarías en términos físicos?
 - ¿Cómo los caracterizarías en términos de las gráficas que generan?

3.1.3.4 Resultados

Registrar los datos obtenidos de la interfaz de datos, halla la velocidad promedio a la cual se movía el carrito y, grafica la posición y velocidad en función del tiempo. Compara con las gráficas proporcionadas por el software.

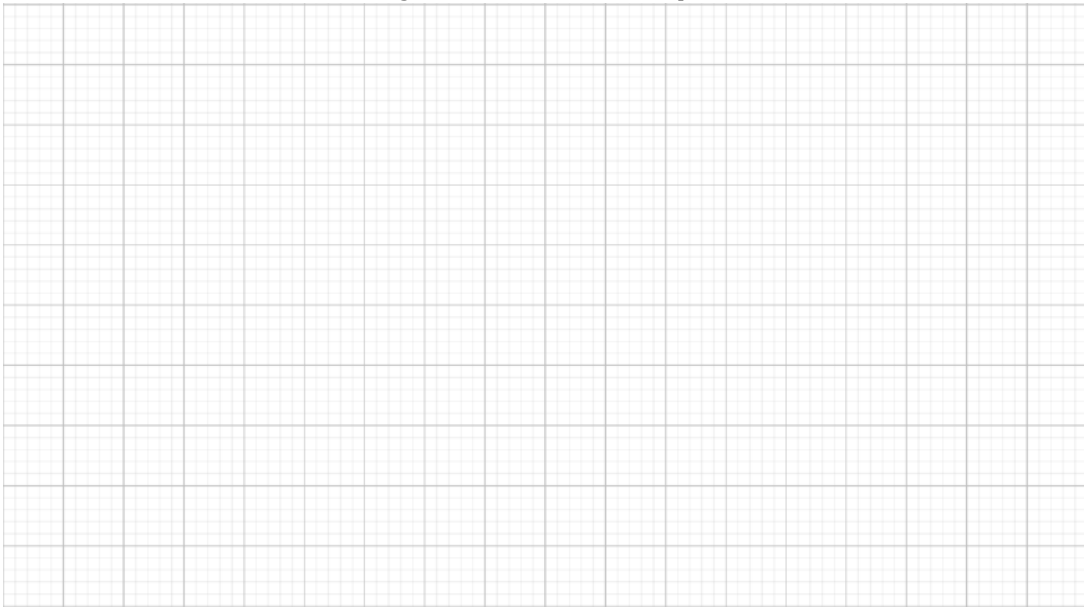
Tabla 3.2: Resultados - M.R.U.

Nº	Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
			$\vec{v} =$

Diagrama Posición vs. Tiempo



Diagrama Velocidad vs. Tiempo

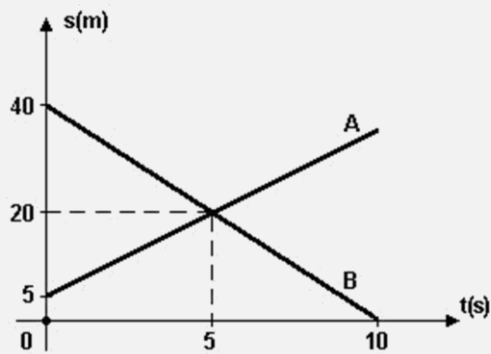


3.1.4 Conclusiones

- ¿Cuáles son las funciones de la posición y velocidad del objeto de análisis: $x = x(t)$ y $v = v(t)$?
- ¿Qué información clave proporcionan?
- ¿Cómo podrías determinar la velocidad del coche a partir del diagrama de la posición vs tiempo?

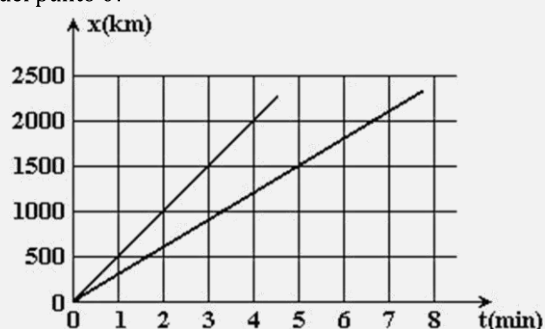
3.1.5 Situación problemática

1 Dos partículas A y B se mueven a lo largo de la misma trayectoria, y la siguiente gráfica indica sus posiciones (s) en función del tiempo (t). De la gráfica podemos decir que las partículas:



- move in the same direction;
- move in opposite directions;
- at the instant $t = 0$, they are 40 m apart;
- move with the same velocity;
- do not meet.

2 Un terremoto normalmente da lugar a dos tipos de ondas, sep, que se propagan por el suelo a diferentes velocidades. El siguiente gráfico muestra la variación en el tiempo de la distancia recorrida por cada una de las ondas desde el epicentro del terremoto. ¿Con cuántos minutos de diferencia llegarán estas ondas a una ciudad situada a 1500 km del punto 0?



- a) 5
- b) 4
- c) 3
- d) 2
- e) 1

3 Un Un coche sale de la ciudad A con dirección a la ciudad B y otro coche sale de la ciudad B con dirección a la ciudad A. Ambos siguen la misma carretera en sentido contrario. A lo largo de todo el recorrido, la velocidad media del coche A es de 80 km/h y la del coche B es de 100 km/h. La distancia entre las ciudades es de 160 km. Analiza las proposiciones.

- I. Ambos autos están en movimiento uniforme.
- II. No hay forma de determinar cuándo se encuentran los autos.
- III. En el momento del encuentro, el auto B recorrió una distancia mayor que el auto A.
- IV. La velocidad relativa media entre ellos es de 180 km/h.
- V. El coche B terminó la ruta 24 minutos antes que el coche A.

Seleccione la alternativa correcta .

- a) Sólo las afirmaciones III, IV y V son verdaderas.
- b) Sólo las afirmaciones I, II y III son verdaderas.
- c) Sólo las afirmaciones I, II y IV son verdaderas.
- d) Sólo las afirmaciones I, II y V son verdaderas.
- e) Sólo las afirmaciones II, IV y V son verdaderas.

3.1.6 Observaciones

3.2 Movimiento rectilíneo uniforme variado

Objetivos de la práctica

- ◆ Determinar la magnitud de la aceleración de un cuerpo que se desplaza de manera rectilínea sobre un plano inclinado.
- ◆ Analizar las gráficas x vs t , v vs t y a vs t y el comportamiento del movimiento de dicho cuerpo.



3.2.1 Introducción

La comprensión del movimiento rectilíneo uniformemente variado (M.R.U.V.), caracterizado por una aceleración constante, ha evolucionado desde las contribuciones iniciales de los pioneros de la física, como Galileo Galilei, hasta las teorías más contemporáneas en base a las formulaciones matemáticas de Sir Issac Newton. Este movimiento aparece cuando la rapidez o la velocidad de un móvil cambia uniformemente y la aceleración es constante a medida que transcurre el tiempo.

A diferencia del M.R.U., en el M.R.U.V. se presenta la aceleración, dando a conocer que la velocidad no es constante a lo largo de todo el movimiento, considerando así la existencia de una velocidad inicial y una final. Los signos o la dirección de tanto la aceleración como la velocidad pueden proporcionar información sobre la naturaleza del movimiento. Si ambas magnitudes tienen el mismo signo (y, por lo tanto, la misma dirección), el objeto en movimiento seguirá avanzando y acelerando en esa dirección. Sin embargo, si los signos de la velocidad y la aceleración son opuestos (por ejemplo, una aceleración negativa y una velocidad positiva), se cancelarán mutuamente, lo que eventualmente llevará al cuerpo en movimiento a detenerse.

Por tal razón, se pretende comprobar la relación lineal entre el tiempo y la posición, así como la constancia de la aceleración experimentada por el objeto en movimiento mediante la verificación experimental.

3.2.2 Marco teórico

Existen conceptos fundamentales que analizar, los cuales son:

■ **Definición 3.9 — Aceleración (a).** Es la variación que experimenta la velocidad en cada intervalo de tiempo. La aceleración tiene la misma dirección y sentido que el vector variación de velocidad.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (3.6)$$

Las unidades de aceleración empleadas son las siguientes

$$\frac{m}{s} \Rightarrow \frac{m}{s^2}; \frac{cm}{s} \Rightarrow \frac{cm}{s^2}$$

Pero de acuerdo con el Sistema Internacional SI se expresa m/s^2 .

Además, dentro de este movimiento rectilíneo uniforme variado, se subdividen dos: el movimiento rectilíneo uniforme acelerado y el movimiento uniforme desacelerado.

■ **Definición 3.10 — Movimiento Rectilíneo Uniforme Acelerado (M.R.U.A.).** Este movimiento se realiza si la velocidad o rapidez aumenta progresivamente; es decir, cuando el móvil inicia con una velocidad inicial cero (tomando en consideración que es 0 cuando parte del reposo) y cada vez va aumentando su velocidad hasta que adquiere una velocidad llamada final realizándose esta variación en un determinado tiempo. Es así que, la aceleración adquirida por el móvil es positiva (\neq). Las ecuaciones empleadas en este movimiento son:

$$v_{fx} = v_{ox} + a_x t \quad (3.7)$$

$$v_{fx}^2 = v_{ox}^2 + 2a_x \Delta x \quad (3.8)$$

$$\Delta \vec{x} = \vec{v}_{0x} t + \frac{1}{2} \vec{a}_x t^2 \quad (3.9)$$

$$\vec{v}_{mx} = \frac{\vec{v}_{fx} + \vec{v}_{0x}}{2} \quad (3.10)$$

■ **Definición 3.11 — Movimiento Rectilíneo Uniforme Desacelerado (M.R.U.D.).** Este movimiento se establece cuando la velocidad disminuye de forma proporcional, es decir, empieza con una velocidad inicial alta y termina con una velocidad final baja que en muchas ocasiones es cero siempre y cuando el cuerpo se detiene, considerando así a la aceleración negativa (-). Por lo tanto, se utilizan las mismas ecuaciones del M.R.U.A. con la única diferencia de cambiar los signos a los términos que contienen la aceleración, así tenemos:

$$\vec{v}_{fx} = \vec{v}_{0x} - \vec{a}_x t \quad (3.11)$$

$$\vec{v}_{fx}^2 = \vec{v}_{0x}^2 - 2\vec{a}_x \Delta \vec{x} \quad (3.12)$$

$$\Delta \vec{x} = \vec{v}_{0x} t - \frac{1}{2} \vec{a}_x t^2 \quad (3.13)$$

$$\vec{v}_{mx} = \frac{\vec{v}_{fx} + \vec{v}_{0x}}{2} \quad (3.14)$$

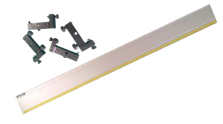






Las magnitudes que intervienen en las fórmulas planteadas previamente son:

- **Velocidad inicial** (\vec{v}_0): es la velocidad con la que comienza el movimiento
- **Velocidad final** (\vec{v}_f): es la velocidad con la que finaliza
- **Tiempo** (t): es el tiempo que tarda en realizarse el cambio de velocidad
- **Aceleración** (\vec{a}): es la magnitud que mide el cambio de velocidad por unidad de tiempo. Si es positiva significa que la velocidad va aumentando y si es negativa, que la velocidad va disminuyendo (frenado).
- **Desplazamiento** ($\Delta \vec{x}$): es el movimiento que experimenta la posición del móvil en cierto intervalo de tiempo.

3.2.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

3.2.3.1 Materiales

Tabla 3.3: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Riel de soporte con accesorios	
1	Carro dinámico	
1	Interfaz de datos SPARK LXi2 Datalogger (PS-3600B)	
1	Sensor de movimientos con accesorios	
1	Indicador de ángulo	
1	Cúspide de laboratorio	
1	Masa apilable	

3.2.3.2 Esquema del equipo



Figura 3.2: Equipo - M.R.U.V.

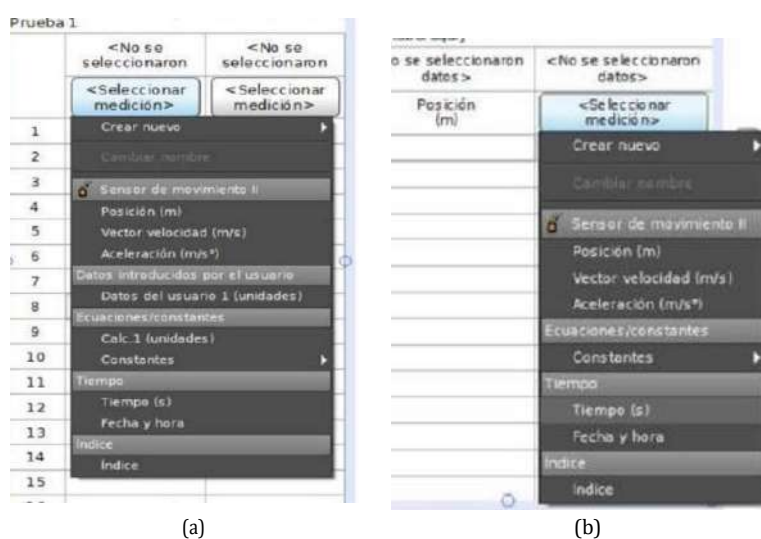


3.2.3.3 Procedimiento experimental

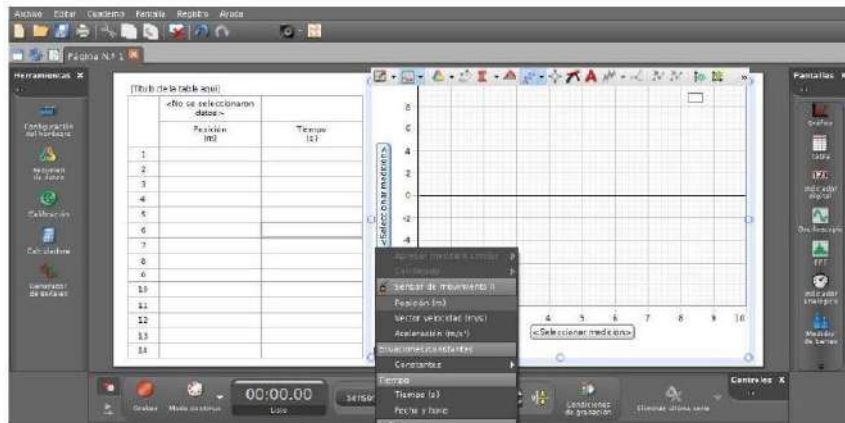
1. Armar una rampa considerando el ángulo de inclinación de 10 grados y verificar que todo el equipo esté conectado adecuadamente.
 - R** En la cúspide de laboratorio que consiste en una base triangular con un soporte universal, introduzca la masa apilable y ajuste a una pequeña altura. Encaje la tuerca de la masa apilable con una de las ranuras de la riel de soporte. Vaya ajustando la altura de la masa apilable para obtener el ángulo de inclinación indicado.
2. El conector del sensor de movimiento debe estar conectado en la entrada PASPORT 1 de la interfaz de datos SPARK LXI2.



3. Encienda la la interfaz, espere a que cargue totalmente el sistema. Dé doble clic en el ícono SparkVue.
4. El programa muestra que el sensor está conectado a la interfaz y listo para iniciar con el experimento ya que lo detecta automáticamente. Vuelva a seleccionar para que desaparezca el menú desplegable.
5. Para añadir un gráfico, haga clic en una o dos dimensiones (u otras variables) para seleccionarlas. Si selecciona una sola medición, se trazará en el eje y y con el tiempo en el eje x. Si selecciona dos mediciones, la primera seleccionada se trazará en el eje y, mientras que la segunda se trazará en el eje x.
6. Luego, haga clic en el botón **Gráfico** . Así, se agregará un gráfico a la vista preliminar, por lo que para salir de la pantalla de creación de páginas haga clic en **ACEPTAR**.
7. Para añadir una tabla, haga clic en una o varias mediciones u otras variables (hasta seis) para seleccionarlas.
8. Luego, haga clic en el botón **Tabla** . Así, se agregará una tabla a la vista preliminar, por lo que para salir de la pantalla de creación de páginas haga clic en **ACEPTAR**. Ahora se tendrá que seleccionar las variables con las que se desea trabajar. Para ello seleccione en la columna 1, (Figura (a)). Para la columna 2 seleccionar (Figura (b)).

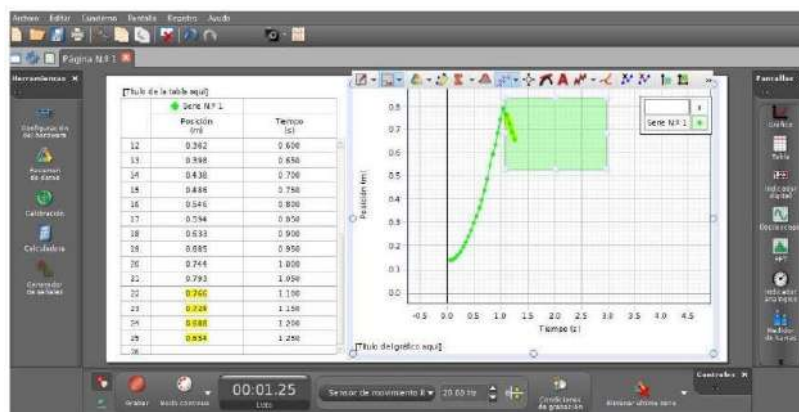


En la sección de la gráfica, seleccione para el eje de las ordenadas, esto hará que de manera automática en el eje de las abscisas se asigne la variable (Figura (c)).

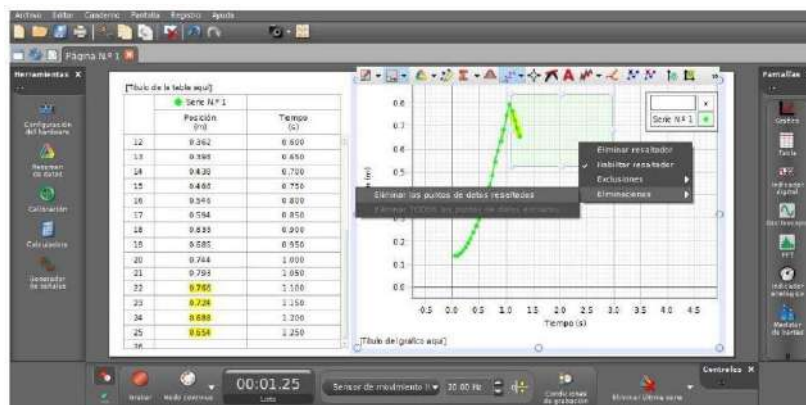


(c)

9. Coloque el carro dinámico sobre el plano inclinado en la posición inicial, a 5 cm del sensor. Simultáneamente dé un clic sobre el botón y suelte el carro. Cuando el carro dinámico alcance la posición final dé un clic sobre el botón . Registre la distancia recorrida aproximadamente por el carro.
 $d = \underline{\hspace{2cm}} [m]$
10. En el monitor se muestra la gráfica del comportamiento de la posición del carro dinámico. Borre los datos no deseados* y observe si dicho comportamiento es el esperado (Figura (d)), en caso contrario seleccione <Eliminar última serie> ubicada en la parte inferior de la pantalla. Para borrar los datos no deseados, seleccione el ícono resaltar (Figura (d)) y aparecerá un recuadro de color que, al dar clic sobre él, se puede desplazar, agrandar o disminuir su área de tal manera que pueda colocarse sobre los datos. De clic derecho, seleccionando y después (Figura (e)).



(d)



(e)

- Para obtener la magnitud de la aceleración del carro dinámico, del menú de la gráfica seleccione el ícono de ajuste de datos, de clic en la opción (Figura (f)) y posteriormente de clic en otro punto para que desaparezca el menú desplegable.



Figura No. 15



(f)

3.2.3.4 Resultados

Registrar los datos obtenidos de la interfaz de datos, halla la aceleración promedio del carrito y realice las respectivas gráficas.

Tabla 3.4: Resultados - M.R.U.V.

Nº	Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)	Aceleración (m/s ²)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
				$\vec{a} =$

Diagrama Posición vs. Tiempo

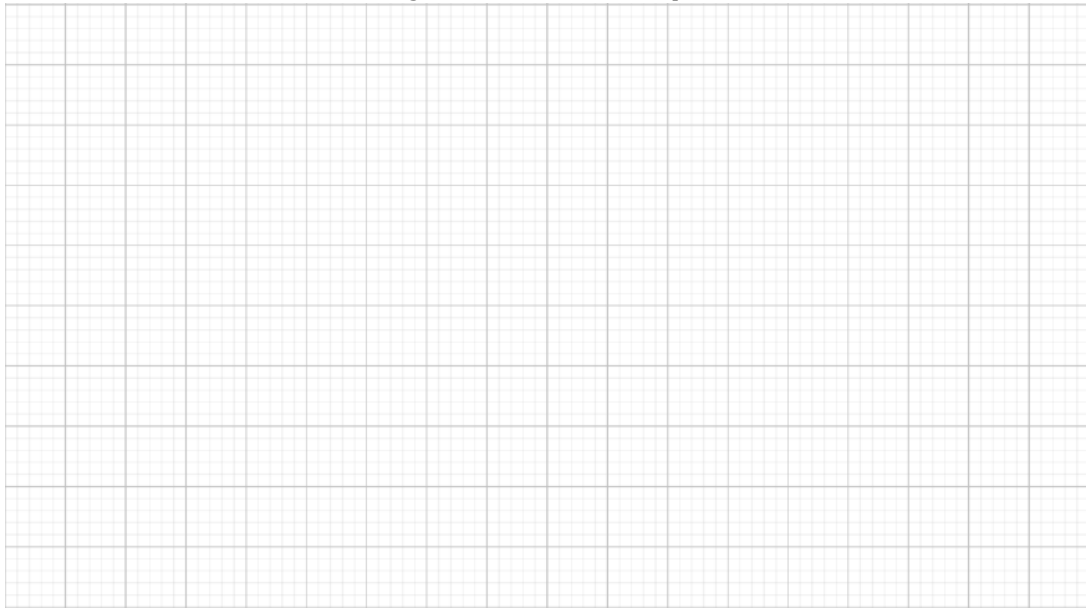


Diagrama Velocidad vs. Tiempo

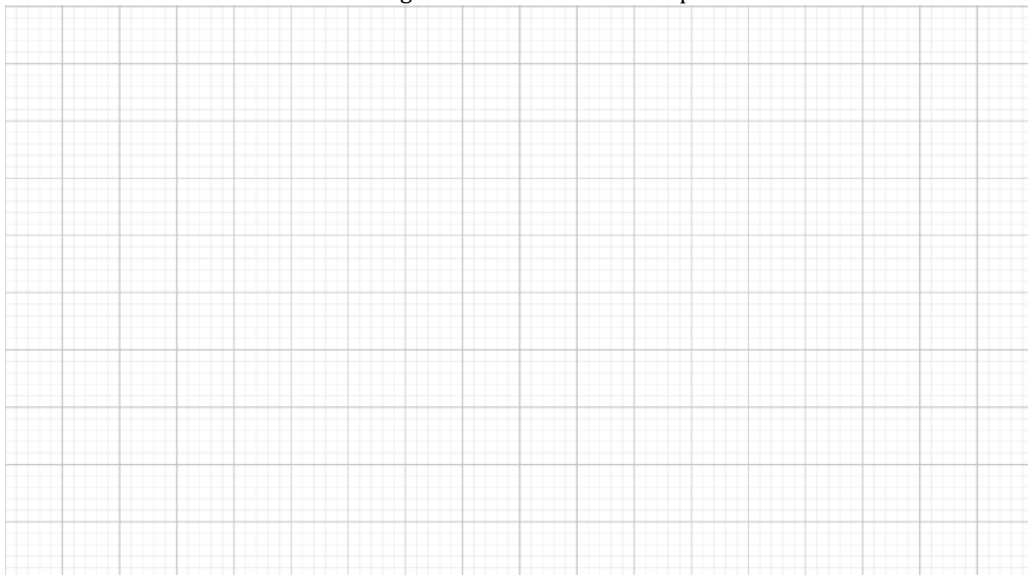
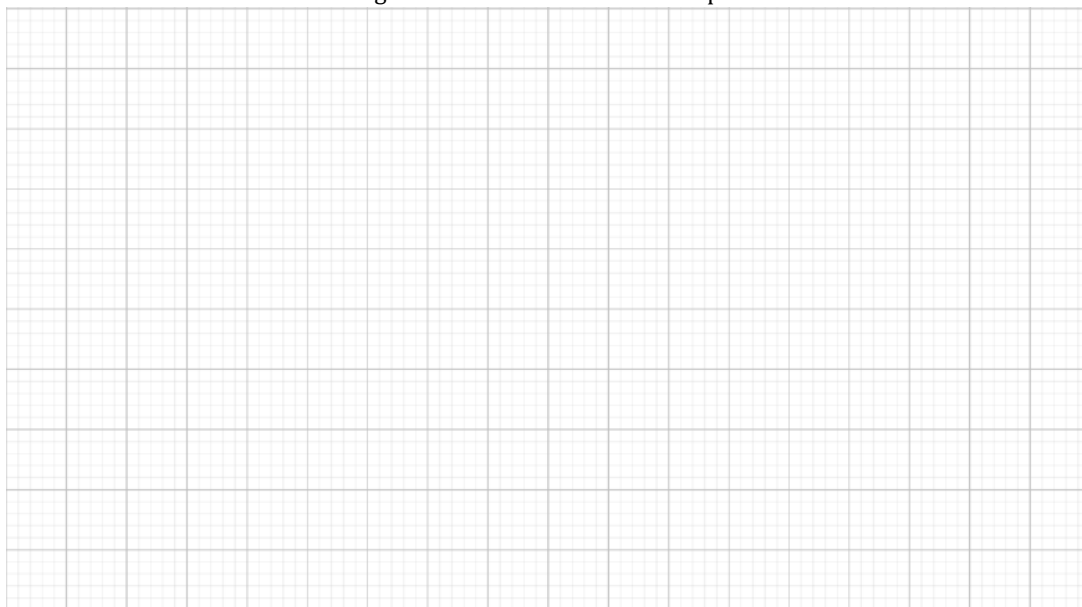


Diagrama de Aceleración vs. Tiempo



3.2.4 Conclusiones

- ¿Cómo varía la velocidad en un MRUV?
- ¿Cómo podrías determinar la aceleración y la velocidad del coche a partir de cada gráfica?
- ¿Qué patrones se observan en cada una de las gráficas?
- ¿Cuáles son las características del MRUV?

3.2.5 Situación problemática

1 Dos automóviles compiten en una pista recta. El automóvil A acelera uniformemente desde el reposo a $4m/s^2$, mientras que el automóvil B acelera uniformemente desde una velocidad inicial de $10 m/s$ a $2m/s^2$. ¿Cuál de los dos automóviles alcanzará primero una velocidad de $30 m/s$? ¿Cuál recorrerá una distancia mayor en ese momento? ¿Qué estrategias podrían emplear los conductores para optimizar el rendimiento de sus automóviles en una carrera de aceleración?

2 Un cohete despegue desde la superficie de la Tierra con una aceleración constante de $9.8m/s^2$, la misma que la gravedad terrestre. Calcula el tiempo que tarda en alcanzar una altura de 500 metros desde el despegue y la velocidad que lleva en ese momento. ¿Qué factores podrían afectar la eficiencia del cohete para alcanzar alturas mayores?

3.2.6 Observaciones

3.3 Caída Libre

Objetivos de la práctica

- ◆ Medir el desplazamiento de un objeto en caída libre.
- ◆ Comprobar la hipótesis de que la aceleración de un objeto en caída libre es uniforme.
- ◆ - Calcular la aceleración uniforme de un objeto en caída libre debida a la gravedad, g .



3.3.1 Introducción

En el ámbito de la física, la caída libre se erige como uno de los fenómenos más intrigantes y fundamentales, desafiando nuestra percepción cotidiana de los objetos en movimiento. La caída libre, caracterizada por la aceleración debida únicamente a la gravedad, ha sido objeto de estudio y reflexión desde los primeros días de la investigación científica. Desde los experimentos pioneros de Galileo Galilei, considerado como el padre de la ciencia moderna dado que utilizó la experimentación como método para conocer los hechos y el comportamiento de los fenómenos naturales; el mismo que midió la rapidez de la caída de los cuerpos.

La presente práctica de laboratorio se enmarca en la exploración sistemática y cuantitativa de la caída libre, con el propósito de examinar las relaciones entre el tiempo de caída, la distancia recorrida y la velocidad adquirida por un objeto en descenso. A través de la recopilación de datos experimentales, se busca no solo verificar las predicciones teóricas, sino también comprender de manera más profunda la influencia de la gravedad en el movimiento vertical de los cuerpos.

3.3.2 Marco teórico

El movimiento de caída libre de los cuerpos es un movimiento rectilíneo uniforme variado: es un movimiento uniforme acelerado cuando el cuerpo cae, siendo la aceleración de la gravedad considerada como positiva ($+g$) y es movimiento uniforme desacelerado cuando el cuerpo es lanzado hacia arriba, la aceleración de la gravedad se considera negativa ($-g$) por el ser el movimiento contra la gravedad de la Tierra; por lo tanto, la gravedad cambia ligeramente al variar la latitud y la altura con respecto al nivel del mar. Estas variaciones tienen como consecuencia que un cuerpo cambie de peso al pasar de un lugar a otro en la Tierra aunque en mínima proporción.

Existe el experimento realizado por Isaac Newton, donde a través de tubos al vacío se demostró la caída libre de los cuerpos, probando con un cuerpo pesado y uno liviano (una moneda y una pluma), observando que ambos cuerpos caen con la misma rapidez.

De esta manera se puede enunciar la ley establecida por Galileo Galilei, la cual es:

Ley 3.1 — Ley de caída libre de Galileo. Todos los cuerpos dejados caer desde una misma altura en el vacío, caen con la misma velocidad y aceleración, independientemente de su forma geométrica o de la sustancia que los compone. ■

Como el movimiento es uniformemente variado, por lo tanto, las ecuaciones escalares de caída de los cuerpos son las mismas que el M.R.U.V., con la diferencia de cambiar x por y y a por g . Por ejemplo, el instante en que se suelta la bola se considera el tiempo inicial $t = 0$. La posición de la pelota a lo largo de la regla se describe mediante la variable y . La posición de la pelota en un tiempo t viene dada por la ecuación (3.15)

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (3.15)$$

Si la pelota se suelta desde el reposo, la velocidad inicial es cero: $v_0 = 0$. Por lo tanto

$$y(t) = y_0 + \frac{1}{2}gt^2 \quad (3.16)$$

La velocidad en un punto cualquiera de la trayectoria se calcula con la ecuación (3.17)

$$v_{fy} = v_{0y} + gt \quad (3.17)$$

La aceleración debida a la gravedad varía ligeramente en función de la latitud y de la altura sobre la superficie terrestre. Pero, de forma general, se concibe con un valor de g $9,807 m/s^2$.

Para realizar el cálculo de la incertidumbre, se lo realiza con la fórmula de la desviación estándar, siendo la siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\bar{x}}\right)^2}{n-1}} \quad (3.18)$$

Anotamos la incertidumbre en tus mediciones

$$\langle g \rangle (m/s^2) \pm \sigma (m/s^2) \quad (3.19)$$

La incertidumbre es un parámetro que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser atribuidos a la magnitud que se está midiendo, como es en este caso especial el valor de la gravedad. de esta forma se determina la calidad del resultado de la medición el cual permite establecer comparaciones con los valores reales o estandarizados, indicando el rango de valores dentro del cual se puede confiar en la medición y el tamaño de la duda que existe en ella.

3.3.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

3.3.3.1 Materiales

Tabla 3.5: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Varilla de 500 mm	
2	Varillas de 250 mm	
1	Manguito en cruz	
1	Prensa de mesa	
1	Electroimán	
1	Fotocélula móvil	
4	Bola de acero	
4	Fuente de alimentación	

3.3.3.2 Esquema del equipo

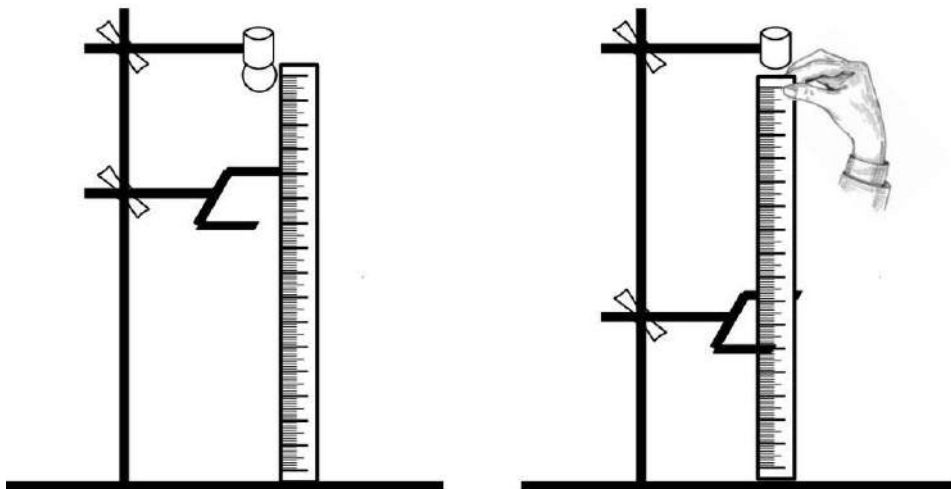
Figura 3.3: Equipo - caída libre



3.3.3.3 Procedimiento experimental

1. Ajustar la abrazadera superior (la que sujeta el imán) de tal manera que, con la regla sobre la mesa, el centro de la bola esté aproximadamente a la misma altura que el cero de la regla.
2. Encender el temporizador colocando el interruptor en el modo de impulsos.
3. Ajustar la altura de la pinza inferior (la que sujeta la fotocélula) por debajo del imán.
4. Alinear la fotocélula con el electroimán para que la bola pase por la fotocélula al caer. Para ello, gire la pinza alrededor de la varilla vertical y ajuste la fotocélula a lo largo de la varilla horizontal. Para comprobar que la alineación es correcta, sujete la parte superior de la regla justo debajo del imán para que no toque la mesa, y asegúrese de que la regla atraviesa la fotocélula.
5. Medir la posición de la fotocélula y registrarla en la tabla como un valor de y .

Figura 3.4: Posición de la fotocelda



6. Encender el imán y colocar la bola debajo de él, asegurándote de que permanezca allí.

7. Mantener un vaso de papel justo debajo de la fotocélula para atrapar la bola cuando caiga.
8. Sin dejar de prestar atención al cronómetro, apagar el imán. La pelota caerá. Son posibles tres resultados:
 - (a) el temporizador se pone en marcha y se detiene inmediatamente, mostrando un valor realmente pequeño (como 0,0001). En este caso, no tenga en cuenta este valor y mida de nuevo,
 - (b) el temporizador no se pone en marcha cuando se apaga el imán, sino que se pone en marcha más tarde, cuando la bola atraviesa la fotocélula. Por lo tanto, el temporizador sigue funcionando después de que la bola haya caído. En este caso pulsa reset y vuelve a medir,
 - (c) el temporizador se inicia cuando se apaga el imán, y se detiene cuando la bola atraviesa la fotocélula. En este caso, anota el tiempo en la tabla como valor de t .
9. Colocar la fotocélula a unos 10 cm por debajo de la posición anterior.
10. Medir de nuevo: repita los pasos 4 a 9 hasta que no quede espacio para mantener el vaso de papel bajo la fotocélula (unos 80 cm).

3.3.3.4 Resultados

Tabla 3.6: Resultados - Caída libre

Nº	y (m)	t (s)	g (m/s ²)	v_f (m/s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
			$\bar{g} =$	

El valor de la gravedad se calcula a partir de la ecuación 3.16 considerando que la velocidad inicial es cero siempre, por lo que al realizar el despeje de la gravedad queda:

$$g = \frac{2y}{t^2}$$

Diagrama Posición vs. Tiempo



Diagrama Velocidad vs. Tiempo



3.3.4 Conclusiones

- ¿Por qué se da la caída libre?
- ¿Cómo varía la velocidad en la caída libre de los cuerpos?
- ¿Cómo se relacionan el tiempo de caída y la distancia recorrida por un objeto en caída libre?
- ¿Cómo influye la posición inicial del objeto en su comportamiento durante la caída libre?
- ¿Cómo podrían afectar a la caída libre de un objeto factores como la resistencia del aire?

3.3.5 Situación problémica

1 En televisión se mostró un anuncio de una marca de galletas con la siguiente escena: una pareja joven se encuentra en un mirador sobre un río y alguien deja caer una galleta desde arriba. Luego de unos segundos, el niño se lanza desde el mismo lugar donde cayó la galleta y logra atraparla en el aire. En ambos casos, la caída es libre, las velocidades iniciales son cero, la altura de caída es la misma y la resistencia del aire es cero. Para Galileo Galilei, la situación física de este comercial se interpretaría como:

- imposible, porque la altura de la caída no fue suficientemente grande.
- posible, porque el cuerpo más pesado cae con mayor velocidad.
- posible, porque el tiempo que tarda cada cuerpo en caer depende de su forma.
- imposible, porque la aceleración de la gravedad no depende de la masa de los cuerpos.

2 Se deja caer un cuerpo A desde una altura de 80 m al mismo tiempo que se lanza un cuerpo B verticalmente hacia abajo con una velocidad inicial de 10 m/s, desde una altura de 120 m. Despreciando la resistencia del aire y considerando la aceleración de la gravedad como 10 m/s^2 , respecto al movimiento de estos dos cuerpos ¿se puede afirmar que ambos llegan al suelo al mismo tiempo? Explique.

3.3.6 Observaciones

3.4 Movimiento circular uniforme

Objetivos de la práctica

- ◆ - Establecer experimentalmente la relación entre la cinemática lineal y circular
- ◆ - Mostrar que una fuerza constante produce una aceleración centrípeta.



3.4.1 Introducción

El movimiento circular uniforme (MCU) se distingue por la trayectoria circular de un objeto en movimiento, en la que su velocidad angular permanece constante mientras describe una circunferencia a una velocidad tangencial constante.

Desde las primeras observaciones de cuerpos celestes en sus órbitas hasta la comprensión contemporánea de fenómenos cotidianos, el MCU ha sido un elemento crucial en la explicación de movimientos circulares. Galileo Galilei y Johannes Kepler fueron pioneros al describir las órbitas planetarias, sentando las bases para el estudio del MCU. Posteriormente, con el desarrollo de la mecánica newtoniana, se formalizaron las leyes del movimiento y se profundizó en la comprensión de fenómenos relacionados con el MCU.

La presente exploración del MCU en el marco de esta práctica de laboratorio tiene como objetivo analizar y comprender la dinámica de los objetos en movimiento circular uniforme. Se plantearán hipótesis relacionadas con la relación entre la velocidad angular, la velocidad tangencial y el radio de la trayectoria circular. A través de la recolección de datos experimentales y su posterior análisis, se busca no solo verificar teorías establecidas, sino también profundizar en la comprensión de los principios físicos subyacentes a este tipo de movimiento.

3.4.2 Marco teórico

El Movimiento Circular Uniforme (MCU) es el que posee un cuerpo que tiene como trayectoria una circunferencia y describe arcos iguales en tiempos iguales. En este tipo de movimiento la dirección de la velocidad de la partícula es tangente a la circunferencia que describe.

- **Definición 3.12 — Vector posición.** Si una partícula está provista de movimiento circular, el vector posición es constante y se lo puede expresar en coordenadas polares o a su vez en coordenadas en función de sus vectores unitarios.

$$\vec{r} = (r, \theta) \qquad \vec{r} = r_x \hat{i} + r_y \hat{j} \qquad (3.20)$$

- **Definición 3.13 — Posición angular.** La posición angular viene dada por el ángulo que describe la partícula con el centro de la circunferencia y el origen de un punto referencial; su unidad de medida es el radián.

$$\theta = \text{rad}$$

$$1 \text{ rev} = 1 \text{ vuelta} = 2\pi \text{ rad} = 360^\circ$$

- **Definición 3.14 — Desplazamiento angular.** El desplazamiento angular es la variación neta que experimenta la posición angular de la partícula respecto a un sistema de referencia.

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_o \qquad (3.21)$$

- **Definición 3.15 — Velocidad angular.** La velocidad angular es el ángulo descrito por el radio vector en la unidad de tiempo y en el sistema internacional se expresa en rad/s .

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \qquad (3.22)$$

- **Definición 3.16 — Periodo.** El periodo es el tiempo que se tarda la partícula en dar una vuelta completa.

Su unidad de medida es el segundo.

$$T = \frac{t}{n} \qquad T = \frac{2\pi rad}{\omega} \qquad (3.23)$$

■ **Definición 3.17 — Frecuencia.** La frecuencia es lo inverso del periodo, es decir, es el número de vueltas que tarda la partícula en una unidad de tiempo

$$f = \frac{n}{t} \qquad f = \frac{\omega}{2\pi rad} \qquad (3.24)$$

En el movimiento circular uniforme el módulo del vector velocidad lineal es constante, pero no así su dirección que es tangente a la trayectoria en cada punto de la circunferencia que se describe. Así pues, al variar la velocidad deducimos que hay una aceleración, esta puede descomponerse en dos componentes que son perpendiculares entre sí, la aceleración tangencial a_t y la aceleración normal o centrípeta a_n .

■ **Definición 3.18 — Aceleración total.** La aceleración total aparece cuando se suman las dos aceleraciones (tangencial y centrípeta), pero, hay que resaltar que la aceleración tangencial en MCU es nula, por ende, la aceleración total en el MCU es igual a la aceleración centrípeta. Si queremos calcular teóricamente la aceleración normal o centrípeta, se usa la siguiente fórmula:

$$a_c = \frac{v^2}{R} \qquad (3.25)$$

Se sabe que la velocidad lineal es:

$$\vec{v} = \omega \cdot R, \qquad (3.26)$$

Entonces si se realiza el reemplazo de la ecuación (3.26) en la ecuación (3.25), se tiene que:

$$a_c = \frac{\omega^2 \cdot R^2}{R} = \omega^2 \cdot R \qquad (3.27)$$

3.4.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

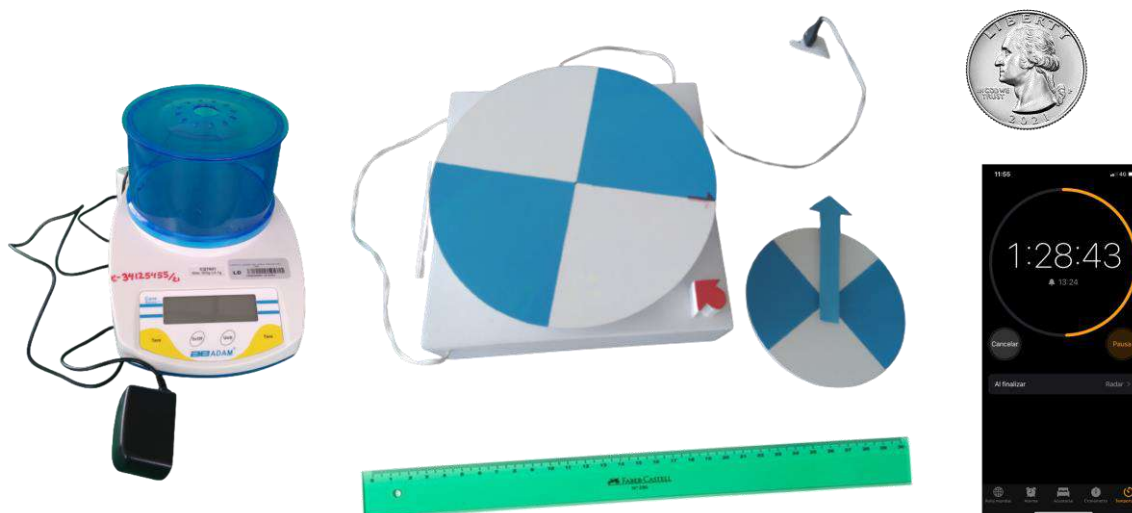
3.4.3.1 Materiales

Tabla 3.7: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Disco giratorio	
1	Cronometro	
1	Moneda	
1	Regla	
1	Balanza	

3.4.3.2 Esquema del equipo

Figura 3.5: Equipo - M.C.U.



3.4.3.3 Procedimiento experimental

1. Armar el equipo de acuerdo con la figura 3.5.
2. Medir el radio del disco giratorio.
3. Calcular la masa de la moneda.
4. Colocar la moneda en cualquier posición del disco.
5. Poner en funcionamiento el disco giratorio.
6. Tomando en consideración la posición de la moneda, medir el tiempo de giro para cierto número de revoluciones.
7. Registrar los valores en la Tabla (3.8), realizar los cálculos y gráficos respectivos.

3.4.3.4 Resultados

Hallar el tiempo medio, luego calcular la velocidad angular y con ese valor hallar la velocidad lineal y aceleración centrípeta tomando en cuenta el radio del disco.

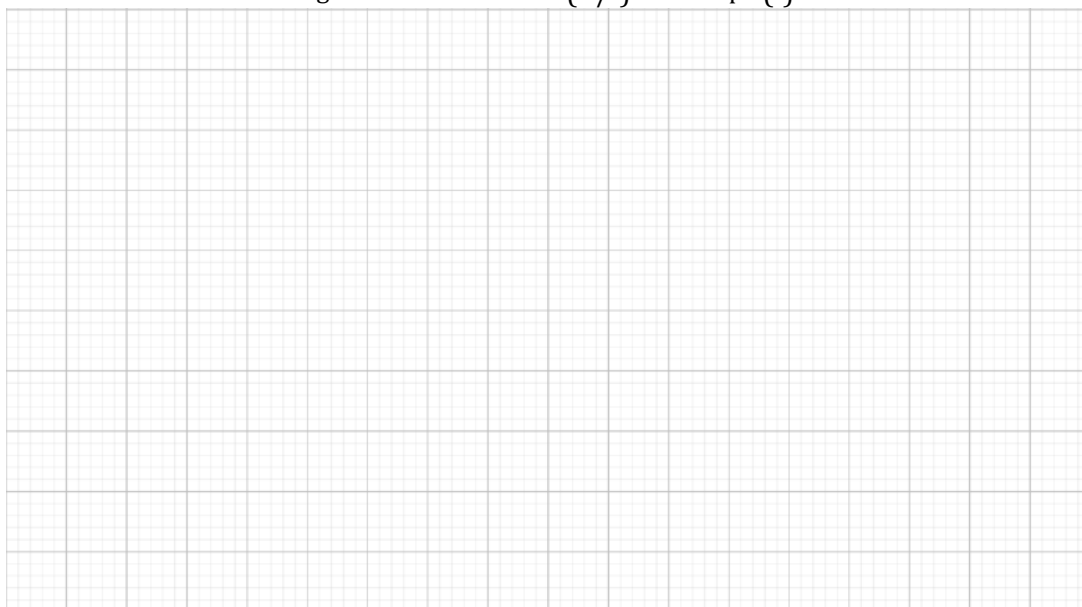
Tabla 3.8: Resultados - M.C.U.

Nº	$\Delta\theta$ (rad)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	t_m (s)	ω (rad s)	v (m s)	a_c (m s ²)
1								
2								
3								
4								
5								

El cálculo de la velocidad angular se realiza a partir de la ecuación (3.22)

Para el cálculo de la velocidad lineal o tangencial se utiliza la ecuación (3.26).

Así también para calcular la aceleración centrípeta se realiza a partir de la ecuación (3.27).

Diagrama Desplazamiento angular (rad) vs. Tiempo (s)Diagrama Velocidad lineal (m/s) vs. Tiempo (s)

3.4.4 Conclusiones

- ¿Cuál es la relación entre la velocidad angular y la velocidad tangencial en un movimiento circular uniforme?
- ¿Qué ocurre con la aceleración centrípeta cuando se varía la velocidad tangencial en un MCU?
- ¿Cómo afecta el cambio en el radio de la trayectoria al período de un objeto en MCU?
- ¿Cómo influye la variación en la velocidad angular en la frecuencia del movimiento circular uniforme?

3.4.5 Situación problemática

1 Un árbol de eucalipto se planta perpendicularmente a una superficie plana. El árbol se corta cerca del suelo y tarda 4s en salir de la posición vertical y permanecer en el suelo en posición horizontal. Determine el valor aproximado de la velocidad angular promedio de caída de este eucalipto.

2 Un automóvil se desplaza por una vía horizontal a velocidad constante, de tal manera que sus neumáticos ruedan sin resbalar en la vía. Cada neumático tiene un diámetro de $D = 0.50$ m y un medidor colocado sobre uno de ellos registra una frecuencia de 840 rpm ¿cuál es la velocidad del auto?

3.4.6 Observaciones

3.5 Movimiento parabólico

Objetivos de la práctica

- ♦ Analizar el movimiento de un cuerpo lanzado en un campo gravitacional.



3.5.1 Introducción

El movimiento parabólico se caracteriza por presentar una trayectoria curva que sigue la forma de una parábola, por lo que es considerado como un movimiento bidimensional en el plano con sus proyecciones sobre los ejes coordenados rectangulares que determinan las componentes rectangulares. Así, se establecen dos movimientos, uno horizontal (M.R.U.) y uno vertical (M.R.U.V.) los cuales son simultáneos e independientes, pues el vertical, se lo analiza en base al movimiento de un proyectil mismo que va ascendiendo hasta alcanzar una altura máxima y luego comienza a descender hasta tocar el suelo.

La experimentación que aquí se presenta se enmarca en la exploración detallada de las leyes que rigen el movimiento de un objeto proyectado en un plano horizontal bajo la acción exclusiva de la gravedad, lo que resulta en una trayectoria parabólica. Este análisis experimental, busca examinar y cuantificar la relación entre la velocidad inicial, el ángulo de proyección y las características geométricas de la trayectoria

3.5.2 Marco teórico

El movimiento parabólico es un movimiento realizado por cualquier objeto cuya trayectoria describe una parábola, corresponde con la trayectoria ideal de un proyectil que se mueve en un medio que no ofrece resistencia al avance y que está sujeto a un campo gravitatorio uniforme. el movimiento parabólico es un ejemplo de un movimiento realizado por un objeto de dos dimensiones o sobre un plano. Puede considerarse como la combinación de dos movimientos que son un movimiento horizontal uniforme y un movimiento vertical acelerado.

Al lanzar una piedra al aire, la piedra intenta realizar una elipse en uno de cuyos focos está el centro de la Tierra. Al caer inmediatamente choca con el suelo y la piedra se detiene, pero en realidad su trayectoria es un trozo de elipse idéntico a un trozo de parábola; es por ello que se utiliza la ecuación de una parábola y se lo llama **tiro parabólico**. Este movimiento se lo puede analizar como la posición de dos movimientos rectilíneos: un movimiento rectilíneo uniforme horizontal y un movimiento rectilíneo uniforme variado vertical.

Tener en consideración que tenemos la velocidad media que indica cuando una partícula se mueve y realiza un desplazamiento durante un intervalo de tiempo, observemos la ecuación (3.28) y para describir el movimiento con mayor detalle, necesitamos definir la velocidad en cualquier instante o punto específicos del desplazamiento

$$v_{med} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\text{Velocidad media}) \quad (3.28)$$

Así como la velocidad describe la tasa de cambio de posición con el tiempo, la aceleración describe la tasa de cambio de velocidad con respecto al tiempo. Al igual que la velocidad, la aceleración es una cantidad vectorial tomando a consideración que la aceleración se refiera al cambio de rapidez ya sea al aumentarlo o disminuirlo. De la misma manera se nos presenta la aceleración media, véase la ecuación (3.29)

$$a_{med} = \frac{v_{x2} - v_{x1}}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad (\text{Aceleración media}) \quad (3.29)$$

A continuación, las ecuaciones para trabajar cualquier problema ya sea con velocidad constante o con aceleración constante.

Movimiento horizontal: La velocidad en la dirección horizontal o x es constante, es decir, $v_{fx} = v_{0,x}$, y

$$x_f = x_0 + v_x t \quad (3.30)$$

Movimiento vertical: En la dirección vertical o y , sólo dos de las tres ecuaciones de la cinemática lineal pueden utilizarse para la solución de problemas, estas son:

$$v_x = v_{ox}t + a_y t \quad (3.31)$$

$$x = x_o + v_{ox}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \quad (3.32)$$

$$v_x^2 = v_{ox}^2 + 2a_y (x - x_o) \quad (3.33)$$

Las ecuaciones (3.31), (3.32) y (3.33), son las ecuaciones del movimiento con aceleración constante o movimiento rectilíneo variado. Con ellas se pueden resolver cualquier problema que implique movimiento rectilíneo de una partícula con aceleración constante.

En el movimiento parabólico la aceleración en el eje a_y se considera a la gravedad, realizando el reemplazo en las ecuaciones antes descritas se tiene las ecuaciones (3.34),(3.35),(3.36)

$$v_y = v_{oy}t + gt \quad (3.34)$$








$$y = y_o + v_{oy}t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (3.35)$$

$$v_y^2 = v_{oy}^2 + 2g (y - y_o) \quad (3.36)$$

3.5.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

3.5.3.1 Materiales

Tabla 3.9: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Máquina de choque	
1	Esfera de acero	
1	Cronómetro	
1	Pliego de papel	
1	Papel carbón	
1	Nivel de burbuja	
4	Regla	

3.5.3.2 Esquema del equipo

Figura 3.6: Equipo - movimiento parabólico



3.5.3.3 Procedimiento experimental

1. Una vez armado el equipo, de acuerdo con el esquema, dejar caer la esfera de acero desde 8 diversos puntos de la rampa.
2. Medir para cada punto A, la distancia horizontal que recorre la bola luego de salir del riel, esos valores llenar en la columna x de la tabla (3.10) de datos.
3. Calcular el tiempo de caída de la esfera de acero empleando la ecuación 3.35, sabiendo que la velocidad inicial en y es cero.
4. En cambio, para el cálculo de la velocidad en el eje y que posee la esfera de acero al final de la rampa antes de llegar al piso, se realiza mediante la ecuación (3.36).

3.5.3.4 Resultados

Tabla 3.10: Resultados - Movimiento parabólico

Nº	y_1 (m)	y_2 (m)	x (m)	t (s)	v_B (m/s)	v_{Cy} (m/s)	v_C (m/s)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

El cálculo del tiempo se realiza a partir de la ecuación (3.35) realizando el respectivo despeje del tiempo.

$$t = \sqrt{\frac{2(y_f - y_o)}{g}}$$

Para calcular el valor de la velocidad horizontal en el punto B se realiza mediante la ecuación (3.30).

$$v_x = \frac{x_f - x_o}{t}$$

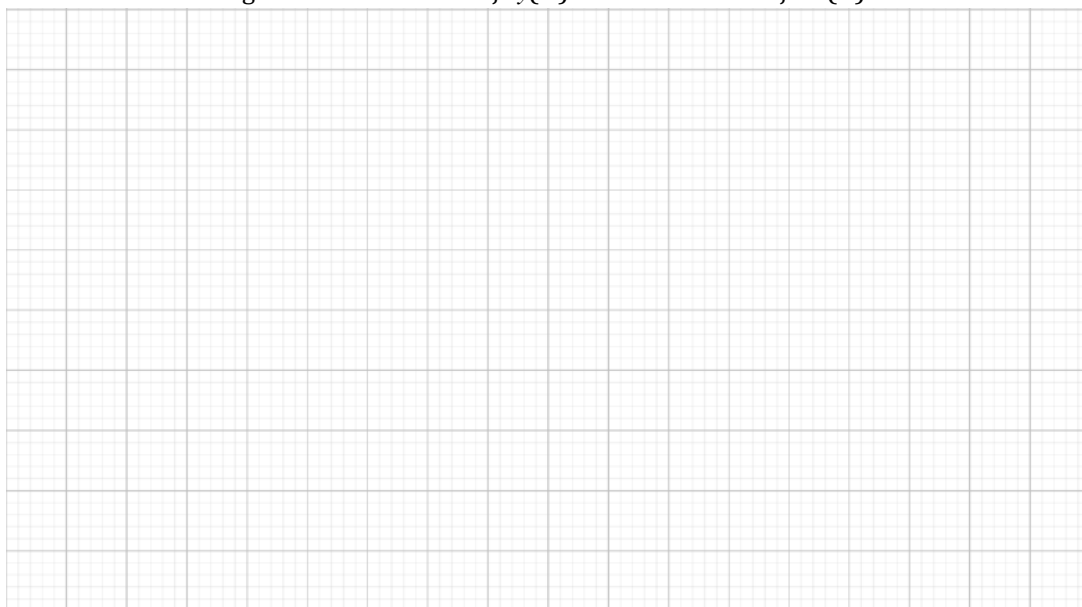
En cambio, para el cálculo de la velocidad en el punto C de acuerdo a la figura (3.6), primero se calcula el valor de la componente de la velocidad final en el eje y a partir de la ecuación (3.36).

$$v_{cy} = \sqrt{v_{oy}^2 + 2g(y_f - y_o)}$$

Ahora para el cálculo de la velocidad resultante en el punto C se obtiene de la siguiente manera:

$$v_c = \sqrt{v_{cx}^2 + v_{cy}^2}$$

Diagrama Posición en el eje $y(m)$ vs. Posición en el eje $x (m)$

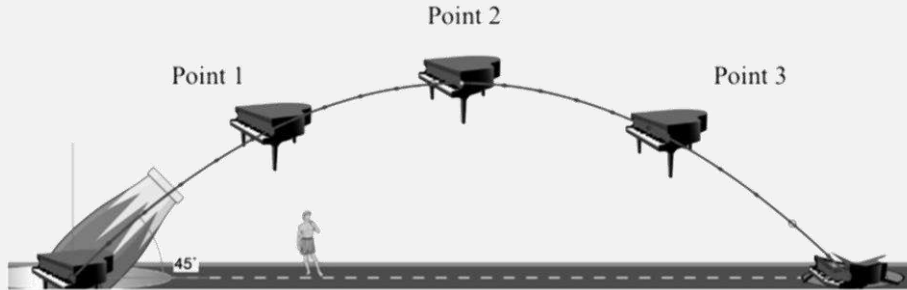


3.5.4 Conclusiones

- ¿Cómo afecta el ángulo de lanzamiento la distancia recorrida por un proyectil en su movimiento parabólico?
- ¿Qué papel juega la velocidad inicial en la altura máxima alcanzada por un proyectil?
- ¿De qué manera la masa del proyectil afecta su trayectoria en un movimiento parabólico?

3.5.5 Situación problemática

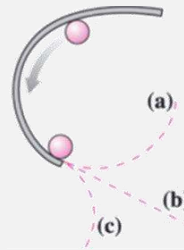
1 Un piano se dispara desde un cañón en el ángulo que se muestra y sufre un movimiento de proyectil. En la siguiente figura se resaltan tres ubicaciones de la trayectoria del piano.



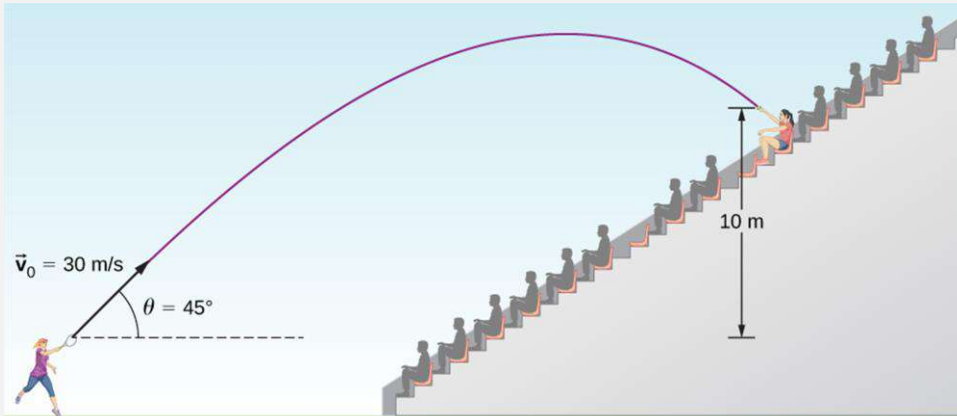
- 1) En el punto 1, ¿Cuál es la dirección de la velocidad y aceleración del piano?
 Velocidad: _____ Aceleración: _____
- 2) En el punto 2, ¿Cuál es la dirección de la velocidad y aceleración del piano?
 Velocidad: _____ Aceleración: _____
- 3) En el punto 3, ¿Cuál es la dirección de la velocidad y aceleración del piano?
 Velocidad: _____ Aceleración: _____

2 Una pelota rueda a lo largo de una barrera curva. La barrera curva guía el camino de la pelota como se muestra. Después de que la pelota sale de la barrera, ¿cuál de los caminos seguirá la pelota?

- a) Camino (a)
- b) Camino (b)
- c) Camino (c)
- d) Ninguno de los caminos mostrados



3 Un jugador de tenis gana un partido en el estadio Arthur Ashe y lanza una pelota hacia las gradas a 30 m/s y en ángulo 45° por encima de la horizontal como se muestra en la figura. En su descenso, la pelota es atrapada por un espectador a 10 m por encima del punto donde fue golpeada. (a) Calcule el tiempo que tarda la pelota de tenis en llegar al espectador. (b) ¿Cuáles son la magnitud y dirección de la velocidad de la pelota en el momento del impacto?



3.5.6 Observaciones



Dinámica

4	Leyes de Newton.....	69
4.1	Equilibrio del sistema de fuerzas concurrentes-coplanares @ 69	
4.2	Segunda ley de Newton	@ 74
4.3	Coefficiente de fricción.....	@ 80
5	Equipos de laboratorio.....	89

PHYSICS

4. Leyes de Newton

4.1 Equilibrio del sistema de fuerzas concurrentes-coplanares

Objetivos de la práctica

- ◆ Reconocer la importancia de la primera ley de Newton.
- ◆ Aplicar el primer principio de la dinámica de Newton para un sistema en equilibrio.

4.1.1 Introducción



Las leyes de Newton han desempeñado un papel crucial en la comprensión de los fenómenos físicos cotidianos y su aplicación en diversas disciplinas científicas y tecnológicas. La primera ley formulada por Sir Isaac Newton en el siglo XVII, determina el estado de un cuerpo, ya sea que esté en reposo o movimiento rectilíneo uniforme mientras en él no actúe una fuerza externa.

Por ello, esta práctica relaciona la condición de equilibrio de un sistema con este principio debido a que existe una ausencia de aceleración neta, empleando así un sistema de fuerzas concurrentes y coplanares. Cuando un objeto está en equilibrio, las fuerzas que actúan sobre él están perfectamente balanceadas, resultando en una ausencia de aceleración, pues este equilibrio puede ser alcanzado cuando las fuerzas concurrentes, al actuar en un mismo plano, se contrarrestan entre sí.

El objetivo principal es explorar cómo estas fuerzas, que operan en diferentes direcciones y magnitudes, se combinan para formar una fuerza resultante con el fin de comprobar que, en el caso de fuerzas concurrentes en equilibrio, la suma vectorial resultante será nula, y en base a la primera ley de Newton, la sumatoria de fuerzas debe ser igual a cero manteniendo al objeto o sistema en su estado actual de reposo o movimiento constante.

4.1.2 Marco teórico

El comportamiento de la naturaleza y sus consecuencias naturales y sociales que la ciencia contempla, se encuentran fundamentadas por las Leyes de Newton; siendo Galileo quien, en base a sus experimentos descubrió la aceleración de la gravedad de los cuerpos que caen, con lo cual permitió determinar la propiedad de la inercia, que posteriormente Newton con sus investigaciones la formuló como su primera ley de inercia.

Ley 4.1 — Primera Ley de Newton. Todos los cuerpos permanecen en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme, mientras no actúen sobre él fuerzas exteriores que modifiquen su estado de reposo o de movimiento.

Definición 4.1 — Inercia. Propiedad que tienen los cuerpos de resistir cambios en su estado de movimiento o reposo.

De lo expuesto, se deduce el término inercia, como todo cuerpo que está en reposo tiende a permanecer en reposo, mientras que un cuerpo que está en movimiento tiende a conservarse en movimiento. Por lo tanto, si un sistema de fuerzas concurrentes se encuentra en equilibrio, es decir en reposo, lo permanecerá, mientras no exista otra fuerza que modifique y altere este equilibrio.

Cuando múltiples fuerzas actúan sobre un cuerpo y la suma vectorial de estas fuerzas es igual a cero, se dice que el sistema está en equilibrio, este estado de equilibrio implica que las fuerzas opuestas y concurrentes se equilibran entre sí, lo que resulta en una ausencia de movimiento neto. El análisis del equilibrio de fuerzas concurrentes es esencial para comprender las condiciones estáticas de diversos objetos y estructuras, por lo que se analizan algunas definiciones que este tema implica.

▪ **Definición 4.2 — Equilibrio.** Estado de inmovilidad de un objeto o cuerpo sometido a fuerzas de la misma intensidad que actúan en sentidos contrarios.

▪ **Definición 4.3 — Fuerzas coplanares.** Son todas las fuerzas que están contenidas y actúan en un mismo plano .

▪ **Definición 4.4 — Fuerzas concurrentes.** Dos o más fuerzas son concurrentes cuando la dirección de sus vectores o prolongaciones se cortan en al menos un punto. Encontrar la resultante de estas fuerzas es relativamente fácil mediante el método del paralelogramo y polígono.

▪ **Definición 4.5 — Equilibrio de Fuerzas.** Las fuerzas que actúan sobre una partícula están en equilibrio cuando la resultante de ese sistema de fuerzas es cero, es decir:

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0 \quad (4.1)$$

Si las fuerzas actuantes se encuentran en el plano bidimensional, se realiza la sumatoria de fuerzas en ambos ejes.

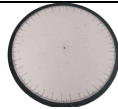






$$\sum \vec{F}_x = F_{x1} + F_{x2} + \dots + F_{xn} = 0 \quad \sum \vec{F}_x = |\vec{F}_1| \cos(\theta_1) + |\vec{F}_2| \cos(\theta_2) + \dots + |\vec{F}_n| \cos(\theta_n) = 0 \quad (4.2)$$

$$\sum \vec{F}_y = F_{y1} + F_{y2} + \dots + F_{yn} = 0 \quad \sum \vec{F}_y = |\vec{F}_1| \text{sen}(\theta_1) + |\vec{F}_2| \text{sen}(\theta_2) + \dots + |\vec{F}_n| \text{sen}(\theta_n) = 0 \quad (4.3)$$

4.1.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

4.1.3.1 Materiales

Tabla 4.1: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Mesa universal de fuerzas	
1	Soporte de mesa	
3	Poleas	
3	Portapesas	
1	Hilo	
1	Masas patrón	
1	Nivel de burbuja	

4.1.3.2 Esquema del equipo

Figura 4.1: Mesa universal de fuerzas



4.1.3.3 Procedimiento experimental

1. Armar el equipo tal como lo muestra la figura 4.1.

R Primero busque una mesa en la cual pueda colocar el soporte y ajustarlo debidamente, posterior a ello coloque la mesa universal con el anillo central y sus cuerdas en la parte superior del soporte. Ajuste las poleas a la mesa de fuerzas y en los extremos de las cuerdas coloque el porta pesas en el cual podrá ir añadiendo las masas patrón.

2. Nivelar la mesa o disco de fuerzas ayudándose con los tornillos que se encuentran en la parte inferior del aparato, y además utilizando el nivel de burbuja
3. Colocar sobre la mesa de fuerzas, 3 fuerzas de magnitudes iguales y direcciones diferentes; y ayudándose de trozos de piola una el anillo central con los porta pesas y hágalos pasar por las poleas; como se indica en el esquema.
4. El equilibrio de las fuerzas lo logra cuando el anillo central queda estabilizado.
5. Comprobar que el sistema de fuerzas anterior está en equilibrio
6. Anotar los valores de las fuerzas y los ángulos con respecto al eje positivo de las x , en la tabla 4.2.

Supuestos:

1. Se supone que las poleas no tienen fricción.
2. Se desprecia el peso propio de la cuerda.

Precaución:

1. Las cuerdas deben estar libres de nudos.
2. Las rotaciones de la polea deben ser suaves.

4.1.3.4 Resultados

Tabla 4.2: Resultados de la práctica

Fuerza	Fuerza (N)	Dirección (θ)	F_x	F_y
F_1				
F_2				
F_3				

Diagrama de Fuerzas



4.1.4 Conclusiones

- ¿Cómo se relaciona el equilibrio de un objeto o sistema con la ausencia de fuerzas externas, según la Primera Ley de Newton?
- ¿Puedes identificar situaciones o ejemplos donde pareciera que la Primera Ley de Newton no se cumple?
- ¿Bajo qué condiciones especiales podría parecer que un objeto no sigue la ley de inercia?
- ¿La magnitud de la fuerza resultante entre las dos fuerzas concurrentes en equilibrio es igual a la

tercera fuerza que se encuentra suspendida?

- ¿Cuándo un sistema de fuerzas concurrentes está en equilibrio?
- ¿Cómo se calcula la fuerza que logra equilibrar a un sistema de fuerzas?

4.1.5 Situación problemática

1 Un cuerpo está en reposo sobre un plano inclinado a 30 grados respecto a la horizontal. Tres fuerzas se aplican al cuerpo: una hacia arriba de 40N, otra hacia abajo de 30N, y otra hacia abajo de 20N. ¿Cuál es la fuerza resultante sobre el cuerpo y en qué dirección se mueve? ¿Cómo se relaciona esto con la ley de la inercia?

2 Un bloque de 5kg se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal. No se aplican fuerzas externas sobre el bloque y la fricción con la superficie es despreciable.

¿Cuál es la fuerza neta sobre el bloque?

Según la Primera Ley de Newton, ¿cuál es el estado de movimiento del bloque y por qué?

Si de repente se aplica una fuerza externa de 10N hacia la derecha sobre el bloque, ¿cómo afectaría esto su estado de movimiento según la Primera Ley de Newton?

4.1.6 Observaciones

4.2 Segunda ley de Newton

Objetivos de la práctica

- ◆ Verificar la Segunda Ley de Newton para un sistema unidimensional.
- ◆ Calcular la aceleración resultante aplicando una fuerza a un carro de baja fricción.



4.2.1 Introducción

La segunda ley de Newton o también conocida como ley fundamental de la dinámica, ley de la fuerza o ley de la aceleración, ha sido muy aplicada dentro del campo de la Física para la resolución de múltiples problemas y formulada por Sir Isaac Newton en el siglo XVII; pues por medio de ella se puede determinar el movimiento de un cuerpo, su aceleración; como también la resultante de las fuerzas que actúan en el cuerpo, porque aquella ley relaciona tres cantidades: fuerza, masa y aceleración.

La importancia de esta ley trasciende la mera comprensión teórica, siendo fundamental en numerosos campos, desde la mecánica clásica hasta la ingeniería y la exploración espacial. Constituye un pilar esencial para explicar y predecir el movimiento de objetos bajo la influencia de fuerzas externas, proporcionando una base sólida para la comprensión de fenómenos físicos en el universo. Por ello, la presente práctica experimental pretende describir la relación existente entre la fuerza y aceleración, dado que se comprobará que, al aplicar una fuerza constante sobre un objeto de masa conocida, la aceleración resultante será directamente proporcional a la magnitud de la fuerza aplicada y relacionar qué sucede si se mantiene constante la fuerza aplicada sobre un objeto y se varía su masa, donde la aceleración resultante será inversamente proporcional a la masa.

4.2.2 Marco teórico

La ley fundamental de la dinámica, segunda ley de Newton o ley fundamental postula que la fuerza neta que es aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere en su trayectoria.

Ley 4.2 — Segunda Ley de Newton. El módulo de la aceleración que adquiere un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que actúa e inversamente proporcional a la masa inercial del mismo sobre el cual actúa la fuerza.

$$\frac{F}{a} = cte$$

$$\frac{F}{a} = m$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

(4.4)

En donde

F = fuerza neta

m = masa, expresada en Kg.

a = aceleración, expresada en m/s^2 (metro por segundo al cuadrado).

▪ **Definición 4.6 — Fuerza neta.** Es la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, la fuerza neta es una cantidad vectorial que tiene la misma dirección y sentido que la aceleración.

Dentro de este tema, es importante analizar conceptos como masa y peso, los cuales son:

▪ **Definición 4.7 — Peso.** Es la fuerza de atracción gravitacional ejercida por la Tierra sobre un cuerpo; como el peso es una fuerza, por lo tanto, es una cantidad vectorial.

$$p = F$$

$$p = mg$$

$$\vec{p} = m\vec{g} \quad (4.5)$$

■ **Definición 4.8 — Masa.** Es la medida de la inercia de un cuerpo, en consecuencia es una cantidad escalar.

$$m = \frac{p}{g}$$

$$m = \frac{\vec{p}}{\vec{g}} \quad (4.6)$$

Relación entre masa y peso

- Peso es una fuerza gravitacional.
- La masa es una medida de la inercia.
- El peso es una cantidad vectorial.
- La masa es una cantidad escalar.
- El peso varía de un lugar a otro, debido a que depende de la aceleración de la gravedad.
- La masa es constante, no sufre cambios cuando se mueve de un lugar a otro.

4.2.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

4.2.3.1 Materiales

Tabla 4.3: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Riel de soporte con accesorios	
1	Carro dinámico	
1	Interfaz de datos SPARK LXi2 Datalogger (PS-3600B)	
1	Super polea con abrazadera	
1	Conjunto de masa y percha	
1	Cuerda	

4.2.3.2 Esquema del equipo

Figura 4.2: Equipo - Segunda ley de Newton



4.2.3.3 Procedimiento experimental

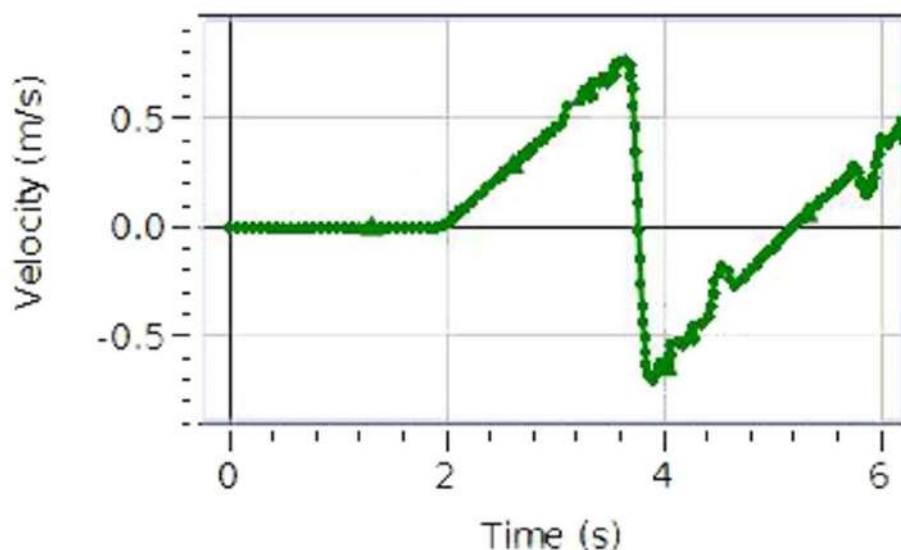
CONFIGURACIÓN

- Armar el equipo como se muestra en la figura 4.2.
 - R** Colocar las bases de la riel en cada extremo y nivele la pista. Luego, sujete la polea a un extremo de la pista, trate de que ese extremo esté sobre el borde de la mesa. Puede usar los toques de inicio y fin en la riel para que no recaiga el golpe directo del carro a la polea. Ahora ate con un hilo o cuerda el carro con la percha del conjunto de masas de modo que pase por la ranura de la polea. Allí podrá ir añadiendo las diferentes masas para el desarrollo de la práctica.
- Nivelar la cuerda ajustando la polea.
- Abrir PASCO Capstone y ajustar la frecuencia de muestreo del sensor de posición del carro inteligente y el sensor de fuerza del carro inteligente a 40 Hz.
- Crear un gráfico de velocidad vs. tiempo.
- En una tabla con dos columnas, crear un conjunto de datos introducidos por el usuario denominado a_1 con unidades de m/s^2 , y otro conjunto de datos introducido por el usuario llamado a_2 con unidades de m/s^2 .
- Crear una nueva página en Capstone y hacer un gráfico de Fuerza vs. Tiempo. En una tabla con dos columnas, crear un conjunto de datos introducido por el usuario denominado F_1 con unidades de N y el otro conjunto de datos introducidos por el usuario llamado F_2 con unidades de N .

PROCEDIMIENTO A

1. En Capstone, seleccionar el sensor de fuerza de carro en la barra de control de muestreo en la parte inferior de la página. Retirar la cuerda del gancho del sensor de fuerza del carro y pulse el botón CERO en la barra de control de muestreo (junto a la frecuencia de muestreo) en Capstone. A continuación, vuelva a colocar la cuerda.
2. Tirar del carro hacia atrás lo más lejos posible sin permitir que el colgador de masa entre en contacto con la polea.
3. Comenzar a grabar y suelte el carrito.
4. Haga clic en DETENER después de que el carro llegue a la parada final.
5. El gráfico debe parecerse a la imagen de abajo. La región de interés en este ejemplo es la región acelerada entre 2,0 s y 3,5 s. Eliminar datos erróneos se ejecuta haciendo clic en Eliminar última ejecución en la parte inferior derecha de la pantalla.

Figura 4.3: Gráfico de la velocidad vs tiempo



6. Hacer clic en el botón Resumen de datos en la barra de herramientas izquierda. Hacer doble clic en la ejecución que acaba de hacer en cualquier casilla y volver a etiquetarla 10 g Corrida 1. Luego cerrar el resumen.
7. Repetir los pasos anteriores del 2 al 6 cuatro veces más usando masas de 20 g, 30 g, 40 g y 50 g en el extremo de la cuerda.

ANÁLISIS

1. Crear una tabla y un conjunto de datos introducido por el usuario denominado 1 con unidades de m/s^2 en la primera columna y otro conjunto de datos introducido por el usuario denominado 2 con unidades de m/s^2 en la segunda columna.
2. En la barra de herramientas situada en la parte superior del gráfico de velocidad, hacer clic en el triángulo negro de la herramienta Ejecutar selección y seleccione "10 g Ejecutar 1".
3. Hacer clic en la herramienta de selección (barra de herramientas gráfica) y arrastrar los controladores del cuadro de selección para elegir la parte acelerada inicial de la ejecución donde los datos están limpios (sin picos) y lineales. Anotar el intervalo de tiempo que ha seleccionado. Usará esto en el paso 10 a continuación.
4. Seleccione el ajuste lineal.
5. Registrar la pendiente (m) del cuadro Ajuste de curva lineal en la línea 1 de la columna a_1 de la tabla. Para tener una precisión de 2 decimales, se puede ajustar utilizando el ícono de engranaje en el cuadro Ajuste de la curva. Primero haga clic con el botón derecho en cualquier lugar del cuadro Lineal, luego haga clic en Propiedades de ajuste de curva y seleccione 2 decimales fijos.
6. Repetir los pasos anteriores para la Carrera 1 de 20 g, ingresando la aceleración en la línea 2, y así sucesivamente para las cinco carreras.
7. Crear una nueva página en Capstone y haz un gráfico de Fuerza vs. Tiempo.
8. Crear una segunda tabla con un conjunto de datos introducido por el usuario denominado f_1 con unidades de N en la primera columna y otro conjunto de datos introducido por el usuario denominado f_2 con unidades de N en la segunda columna.
9. En la barra de herramientas de la parte superior del gráfico, hacer clic en la herramienta Ejecutar selección y seleccione "10 g Ejecutar 1".
10. Hacer clic en la herramienta Selección y arrastre los controladores en el cuadro de selección para seleccionar el mismo rango de tiempo que seleccionó en el paso 3 anterior.
11. Hacer clic en la herramienta Estadísticas (barra de herramientas del gráfico) para activarla y luego en el triángulo negro y seleccione Media. El valor medio de la región seleccionada debe mostrarse en la pantalla. Queremos una precisión de tres decimales aquí. Para cambiar la precisión, haga clic en abrir Resumen de datos (a la izquierda de la pantalla), haga clic en Forzar, haga clic en el icono de engranaje que aparece y elija 3 decimales fijos de la ventana emergente que aparece. Aunque los datos parecen bastante ruidosos, el promedio está bien definido. Registre el valor medio en la tabla de la

línea 1 de la columna f_1 .

12. Repita los pasos 7 y 8 anteriores para la Carrera 1 de 20 g, introduciendo la fuerza en la línea 2 y así sucesivamente para las cinco carreras.

PROCEDIMIENTO B

1. Agregar una barra de masa de 250 gramos al carrito.
2. Repetir el procedimiento (Parte A) excepto que etiquete las carreras como "10 g Ejecutar 2", etc.
3. Repetir el análisis, excepto que introduzca los valores de aceleración en la columna a_2 y los valores de fuerza en la columna f_2 .
4. Encontrar la masa en kilogramos del carro y la masa del carro más la barra de masa .
5. Incertidumbre:
 - a) Es valioso estimar las incertidumbres en este experimento. Una manera fácil de hacerlo es repetir la Carrera 2 de 50 g dos veces más y ver cuánto varía la aceleración. Introduce los dos valores extra en las líneas 6 y 7 de la columna a_2 de la primera tabla.
 - b) ¿Cuál es su estimación de la incertidumbre en la aceleración?
6. En una nueva página en Capstone, cree un gráfico de f_1 vs. a_1 y otro gráfico de f_2 vs. a_2 .

4.2.3.4 Resultados

Anotar los resultados obtenidos por el software, hallar el valor de la aceleración empleando las ecuaciones de la cinemática, la segunda ley de Newton y comparar los resultados.

Tabla 4.4: Resultados - Segunda ley de Newton

Masa del carrito (kg)	Masa del objeto colgante más el ganchito (kg)	Tiempo (s)	Posiciones (m)	Aceleración (s)

Para el cálculo de la aceleración en cada caso sería:

- Mediante M.R.U.A.

$$\Delta x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}at^2$$

Fórmula $\rightarrow a = \frac{2\Delta x}{t^2}$

- Mediante la segunda ley de Newton.

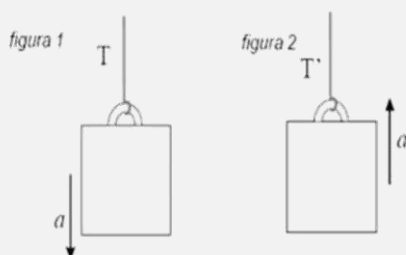
Fórmula $\rightarrow a = \frac{m_2g}{m_1+m_2}$

4.2.4 Conclusión

- ¿Cómo se relaciona la fuerza aplicada a un objeto con su aceleración resultante, según la segunda ley de Newton?
- ¿Qué ocurre con la aceleración de un objeto si se duplica la fuerza aplicada manteniendo constante su masa?

4.2.5 Situación problemática

1 Un bloque de masa m se baja y se eleva por medio de un alambre ideal. Inicialmente, el bloque se baja con aceleración vertical constante, hacia abajo, de módulo a (por hipótesis, menor que el módulo g de la aceleración de la gravedad), como se muestra en la figura 1. Luego, el bloque se levanta con aceleración vertical constante, hacia arriba, también con el módulo a , como se muestra en la figura 2. Sea T la tensión del hilo en la bajada y T' la tensión del hilo en la subida. Determine la relación T'/T en función de a y g .



2 Supongamos que un atleta tira de la cuerda de un aparato de gimnasia con una fuerza de intensidad igual a 200 N. Determine el valor de la fuerza que el aparato ejerce sobre el atleta:

- a) 200 N
- b) 100 N
- c) 50 N
- d) -100 N
- e) -200 N



4.2.6 Observaciones

4.3 Coeficiente de fricción

Objetivos de la práctica

- ◆ Hallar el coeficiente de fricción cinética para diferentes superficies, a medida que el sensor de fuerza tira de una bandeja de fricción desde el reposo a una velocidad constante.
- ◆ Establecer el tipo de dependencia existente entre la fuerza de fricción y la fuerza normal.



4.3.1 Introducción

La fricción, un fenómeno omnipresente en el mundo físico, desempeña un papel fundamental en numerosos aspectos de nuestra vida diaria y en el funcionamiento de máquinas y dispositivos, por lo que, comprender la naturaleza y las propiedades de la fricción es esencial para desarrollar diseños eficientes, mejorar la eficacia de los mecanismos y prever el comportamiento de objetos en movimiento. En este contexto, la fuerza de rozamiento y el coeficiente de fricción emergen como conceptos fundamentales para analizar y cuantificar esta interacción física.

En esta práctica de laboratorio, se explorará el fenómeno de la fricción, donde se analizará cómo varía la fuerza de rozamiento con la fuerza normal aplicada y determinar el coeficiente de fricción entre distintos materiales en contacto. Utilizando mediciones experimentales y análisis gráfico, se pretende comprender mejor las propiedades físicas que influyen en la fricción entre las superficies y cómo estas propiedades afectan la interacción entre objetos en movimiento. A través de este estudio experimental, se aspira proporcionar una visión más profunda sobre la fuerza de rozamiento y el coeficiente de fricción, destacando su importancia en la ingeniería, la ciencia de los materiales y otras áreas donde el control de la fricción es crucial para el diseño y el funcionamiento óptimo de dispositivos y sistemas.

4.3.2 Marco teórico

La fuerza de rozamiento es una reacción que se opone al movimiento, por lo que este caso se explica a través de la tercera ley de Newton, en tal virtud se exponen conceptos relevantes.

Ley 4.3 — Tercera ley de Newton. Siempre que una fuerza realiza una fuerza (acción) sobre otro, este reacciona con una fuerza igual y opuesta a la fuerza de acción; las dos fuerzas son iguales en magnitud, pero de sentidos opuestos. ■

La práctica proporciona una verificación experimental de la Tercera Ley de Newton en el contexto de la fuerza de rozamiento. Esto subraya la relevancia y validez de este principio físico fundamental en la interacción entre fuerzas aplicadas y las fuerzas de reacción, como es el caso de la fuerza de rozamiento.

■ **Definición 4.9 — Fuerza normal.** Es la fuerza perpendicular ejercida por la superficie de apoyo del plano horizontal o plano inclinado sobre la superficie que descansa en ella.

■ **Definición 4.10 — Rozamiento.** Es la resistencia que se opone al deslizamiento de los cuerpos de una superficie sobre otra; el rozamiento puede darse por deslizamiento, por rodadura y por viscosidad.

- Rozamiento por deslizamiento: es cuando se ponen en contacto dos cuerpos sólidos y uno de ellos se desliza sobre el otro.
- Rozamiento por rodadura: es un tipo de rozamiento que se produce cuando un objeto rueda sobre una superficie.
- Rozamiento por viscosidad: es la fuerza que se opone a un movimiento de un cuerpo a través de un fluido.

■ **Definición 4.11 — Fuerza de rozamiento.** Es la fuerza ejercida por dos superficies en contacto, que se oponen al deslizamiento de una superficie sobre otra.

■ **Definición 4.12 — Fuerza de rozamiento estático.** Esta fuerza actúa cuando un cuerpo cuando está

en reposo y por lo tanto equilibra las fuerzas que tienden a poner el cuerpo en movimiento.

$$F_e = \mu_e \cdot F_N$$

μ_e = Coeficiente de rozamiento estático

■ **Definición 4.13 — Fuerza de rozamiento cinético.** Esta fuerza actúa cuando un cuerpo cuando se encuentra en movimiento y su valor es menor que la fuerza de rozamiento estático

$$F_c = \mu_c \cdot F_N$$

μ_c = Coeficiente de rozamiento cinético

El rozamiento tiene algunas características, entre las cuales se enuncia a las siguientes:

- El rozamiento es proporcional a la fuerza normal.
- El coeficiente de rozamiento estático y cinético depende de las superficies de contacto, como también del tipo de lubricante empleado.
- El rozamiento es mayor al iniciarse el movimiento del cuerpo, que después de iniciado, porque hay que vencer la inercia. Por ello $\mu_c < \mu_e$.
- Los coeficientes de rozamiento son independientes del área y de la forma de las superficies de contacto.
- El coeficiente de rodadura es mucho menor que el de deslizamiento.

4.3.3 Materiales, procedimiento experimental y resultados

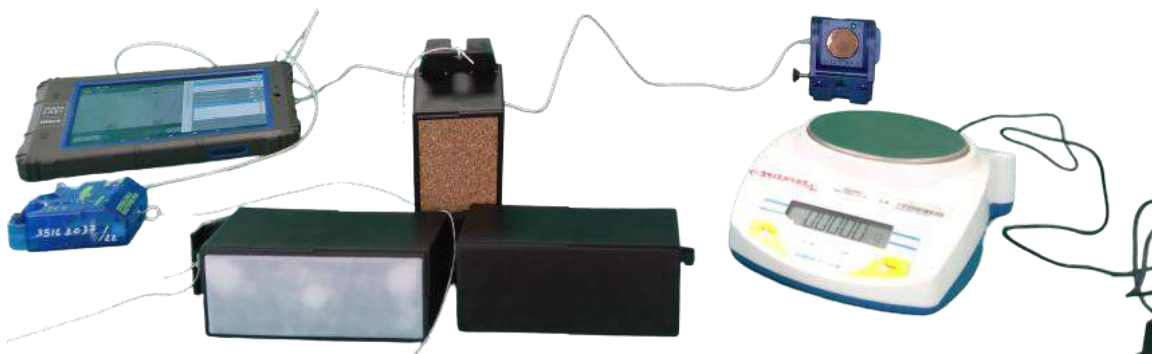
4.3.3.1 Materiales

Tabla 4.5: Materiales del equipo

Cantidad	Descripción	Gráfico
1	Sensor de fuerza	
1	Sensor de movimiento	
4	Masas de carros	
1	Interfaz de datos SPARK LXi2 Datalogger (PS-3600B)	
1	Bandeja con fondo de plástico	
1	Bandeja con fondo de corcho	
1	Bandeja con fondo fieltro	
1	Hilo	
1	Balanza	

4.3.3.2 Esquema del equipo

Figura 4.4: Equipo - coeficiente de fricción



4.3.3.3 Procedimiento experimental

1. Conectar el sensor de fuerza y el sensor de movimiento a las entradas PASPORT de la interfaz de datos.
2. En PASCO Capstone, establecer la frecuencia de muestreo tanto para el sensor de movimiento como para el sensor de fuerza en 50 Hz.
3. Cortar unos 50 cm de Physics String. Atar la cuerda formando un bucle. Pasa un extremo del lazo por el orificio del soporte en la parte delantera de la bandeja de fricción. Pasar el resto del lazo a través de este bucle y apretar en el soporte de sujeción para que quede centrado. Esto evita que la bandeja gire hacia los lados mientras se mueve. Repita el procedimiento para las bandejas con fondo de corcho, fieltro y de plástico.
4. Pasar el otro extremo del cordel por el gancho del sensor de fuerza
5. Coloque el interruptor del sensor de movimiento en la posición carro, corto alcance.
6. Ajustar el ángulo a cero grados para que el sensor no se incline hacia arriba o hacia abajo.
7. Colocar la bandeja de fricción a 15 cm delante del sensor de movimiento. Procure utilizar siempre la misma sección de la mesa, ya que las variaciones de la superficie pueden afectar a los resultados.
8. Crear una tabla como la 4.6.

PROCEDIMIENTO 1

1. Medir la masa de cada una de las bandejas de fricción y verificar que cada masa de barra esté dentro de 3 g de 250 g. Registrar los valores de las bandejas de fricción.
2. Sin tensión en la cuerda, presionar el botón *cero* en el sensor de fuerza.
3. Colocar una masa en la bandeja de fricción con fondo de corcho. Centrar la masa en la bandeja para evitar que la bandeja tienda a girar hacia los lados.
4. Colocar la bandeja de fricción sobre la mesa del laboratorio. Intente usar la misma sección de la tabla cada vez, ya que las variaciones en la superficie pueden afectar los resultados.
5. Comience a grabar. Con el sensor de fuerza atado a la bandeja, aumentar lentamente el tirón de la bandeja de fricción horizontalmente hasta que comience a moverse, y luego continúe tirando de ella a través de la estación de laboratorio a una velocidad constante (lenta). Es difícil mantenerlo exactamente constante, pero observe la bandeja de fricción y trate de mantener su movimiento uniforme. Continúe tirando a una velocidad constante durante varios segundos. Haga clic en DETENER para detener la recopilación de datos.

ANÁLISIS

1. En el gráfico de Fuerza vs. Tiempo, hacer clic en el triángulo en el cuadro de herramientas Estadísticas y asegúrese de que Max esté activado. Hacer clic en la herramienta Estadísticas. El valor de la fuerza máxima debe aparecer en la esquina superior izquierda. Registrar este valor en la columna de fricción cinética de Tabla 1. Haga clic de nuevo en la herramienta Estadísticas para desactivarla.
2. Indicar la masa total del corcho más el número de masas de 250 g en la primera columna.
3. Ahora repita los pasos 2-5 del Procedimiento 1 y Análisis 1-2 con 2 masas, 3 masas y 4 masas en la bandeja de corcho. Trate de usar aproximadamente la misma velocidad que antes.
4. Crear un gráfico de Fricción cinética vs. Fuerza normal.
5. Usar la herramienta Ajuste de curva para ajustar mejor una línea recta y determinar la pendiente para los datos cinéticos. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente? Registre el valor de la pendiente. Repita el proceso para los datos cinéticos. ¿Qué tan bien encajan sus datos en líneas rectas?

4.3.3.4 Resultados

En este apartado presenta los resultados de manera ordenada y clara, utilizando gráficos, tablas o cualquier otro medio visual que facilite la interpretación de los datos.

Ayúdate de las siguientes tablas para llenar los datos obtenidos.

Tabla 4.6: Resultados - Bandeja con fondo de corcho

N°	Bandeja	Masa total (kg)	Fuerza normal (N)	Fuerza de fricción cinética (N)	Coefficiente de fricción cinética
1	Bandeja				
2	Bandeja + 250g				
3	Bandeja + 500g				
4	Bandeja + 750g				
5	Bandeja + 1000g				
6	Bandeja + 1250g				

Diagrama Fuerza de fricción (N) vs. Fuerza normal (N)

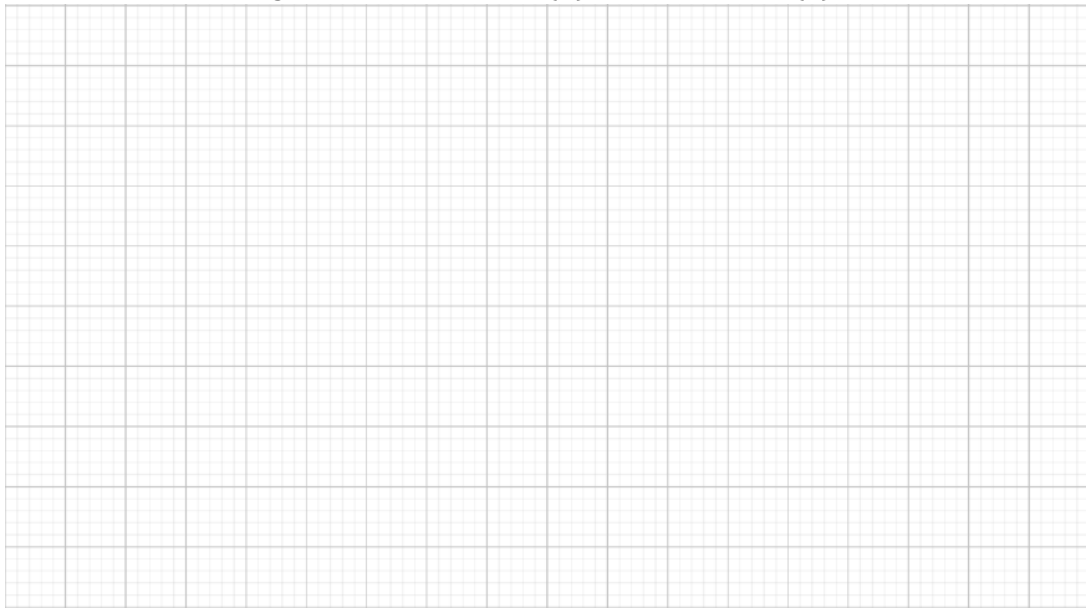


Tabla 4.7: Resultados - Bandeja con fondo de plástico

N°	Bandeja	Masa total (kg)	Fuerza normal (N)	Fuerza de fricción cinética (N)	Coefficiente de fricción cinética
1	Bandeja				
2	Bandeja + 250g				
3	Bandeja + 500g				
4	Bandeja + 750g				
5	Bandeja + 1000g				
6	Bandeja + 1250g				

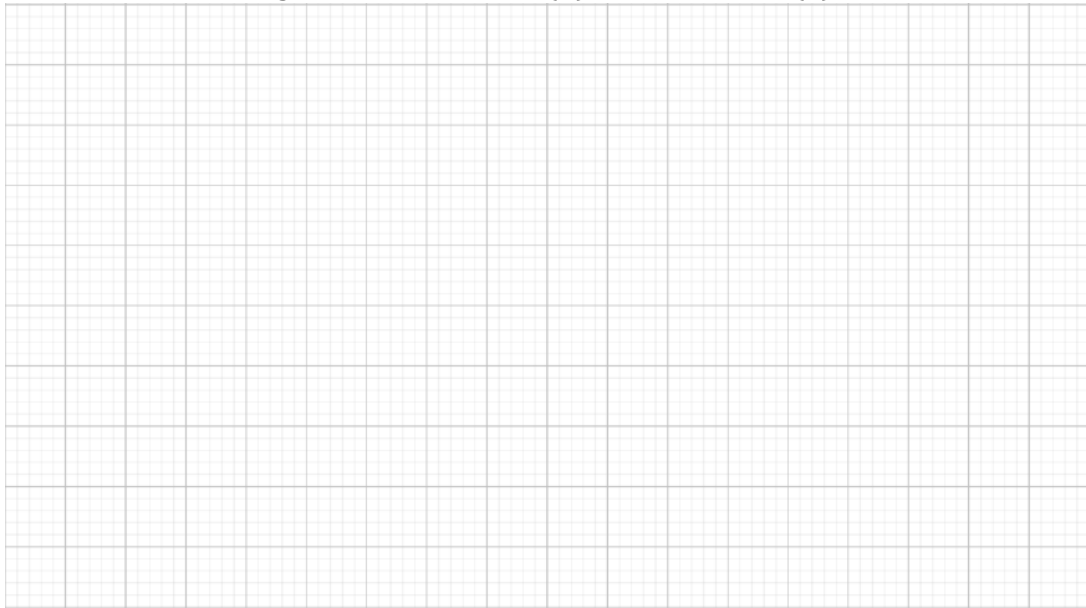
Diagrama Fuerza de fricción(N) vs. Fuerza normal(N)

Tabla 4.8: Resultados - Bandeja con fondo de fieltro

N°	Bandeja	Masa total (kg)	Fuerza normal (N)	Fuerza de fricción cinética (N)	Coefficiente de fricción cinética
1	Bandeja				
2	Bandeja + 250g				
3	Bandeja + 500g				
4	Bandeja + 750g				
5	Bandeja + 1000g				
6	Bandeja + 1250g				

Diagrama Fuerza de fricción (N) vs. Fuerza normal (N)

4.3.4 Conclusiones

- ¿Qué relación existe entre la fuerza de fricción cinética y la fuerza normal sobre un objeto?
- ¿Cuál es el significado físico de la pendiente para los gráficos de fuerza de fricción vs. fuerza normal?
- ¿Por qué la intersección vertical para los gráficos de fuerza de fricción vs. fuerza normal debería ser cero?
- ¿La fuerza normal en la bandeja de fricción afectó el coeficiente de fricción cinética?
- ¿Qué es físicamente diferente con las superficies con altos coeficientes frente a las superficies con bajos coeficientes? Explicar.

4.3.5 Situación problemática

1 Un bloque de 10kg se encuentra sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción estática entre el bloque y la superficie es 0.5, y el coeficiente de fricción cinética es 0.3. Se aplica una fuerza horizontal de 50N al bloque.

¿Cuál es la fuerza máxima que puede aplicarse horizontalmente antes de que el bloque comience a moverse?

¿Cuál será la aceleración del bloque una vez que comience a moverse?

2 Una caja de 20kg se encuentra sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción estática entre la caja y la superficie es 0.4 y el coeficiente de fricción cinética es 0.3.

Un niño empuja la caja con una fuerza horizontal de 80N. ¿Cuál es la fuerza de fricción estática máxima que puede soportar la caja antes de que comience a moverse?

Si el niño sigue empujando con la misma fuerza y la caja comienza a moverse, ¿cuál es la fuerza de fricción cinética que actúa sobre la caja mientras se desplaza?

Según la Tercera Ley de Newton, ¿cuál es la acción y la reacción correspondiente a la fuerza de fricción que actúa sobre la caja?

Si la masa de la caja se duplica, pero el niño sigue aplicando la misma fuerza de 80N, ¿cómo cambia la fuerza de fricción estática máxima que puede soportar la caja antes de comenzar a moverse?

¿Cómo podrías explicar las diferencias en los coeficientes de fricción estática y cinética observadas en este problema en el contexto de la Tercera Ley de Newton?

3 En las historietas es muy común encontrar situaciones que involucran conceptos de Física y que incluso tienen su parte cómica relacionada, de alguna manera, con la Física. Considere la tira cómica sobre "Turma da Mônica", que se muestra a continuación.



Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

Suponiendo que el sistema está en equilibrio, es correcto afirmar que, según la Ley de Acción y Reacción (tercera ley de Newton),

- a) la fuerza que ejerce Mônica sobre la cuerda y la fuerza que ejercen los niños sobre la cuerda forman un par acción-reacción.
- b) la fuerza que ejerce Mônica sobre el suelo y la fuerza que ejerce la cuerda sobre Mônica forman un par acción-reacción.
- c) la fuerza que ejerce Mônica sobre la cuerda y la fuerza que ejerce la cuerda sobre Mônica forman un par acción-reacción.
- d) la fuerza que ejerce Mônica sobre la cuerda y la fuerza que ejercen los niños sobre el suelo forman un par acción-reacción.

4.3.6 Observaciones

Laboratory

5. Equipos de laboratorio

■ 5.1 — Balanza.

Es un instrumento utilizado para medir la masa de objetos y sustancias. Funciona comparando la masa desconocida con una masa conocida (contrapeso) para determinar la cantidad de masa de la muestra en cuestión. Puede ser de diferentes tipos, como balanzas analíticas, de precisión o de resorte, cada una adecuada para mediciones específicas en el laboratorio. Entre sus partes principales se describen a la plataforma o platillo en cuya superficie se coloca la muestra a medir, el marcador o escala que indica la masa de la muestra en la unidad de medida correspondiente (gramo, kilogramo, etc) y, el sistema de pesaje que consiste en un mecanismo interno que mide la masa y registra la lectura.



■ 5.2 — Caja de masas o portapesas.

Es un recipiente que contiene un conjunto de pesas de diferentes masas, generalmente en forma de cilindros metálicos o pesas colgantes. Se utiliza para aplicar una fuerza conocida o para ajustar la masa total en un sistema durante experimentos de fuerza, fricción, movimiento o estática. Puede estar asociado con poleas, cuerdas y otros accesorios para variar la configuración del experimento por lo que disponen de ganchos o un sistema de fijación el cual permite agregar o quitar las pesas bajo estudio.



■ 5.3 — Calibrador Vernier o pie de rey.

Es un instrumento empleado para medir diámetros interiores y exteriores de tubos o aros. En la regla principal se lee la parte entera, señalada por el cero del nonio y la parte decimal se la hace en la regla pequeña todo en mm y décimas de mm; con las orejuelas se mide los diámetros interiores, con la mordaza se miden los diámetros externos y, con el bástago se mide profundidades.



■ 5.4 — Carro dinámico.

Es un dispositivo con ruedas que se desplaza sobre una superficie horizontal con baja fricción. Se utiliza en experimentos para analizar el movimiento en términos de velocidad, aceleración, fuerza y momento lineal. Puede estar equipado con accesorios y sensores para realizar mediciones precisas del movimiento.



■ 5.5 — Contador digital.

Es un dispositivo electrónico que registra y muestra conteos numéricos precisos de eventos discretos. Se utiliza en laboratorios y aplicaciones industriales para medir el número de pulsos, ciclos, o cualquier suceso que pueda convertirse en señales eléctricas digitales, como el conteo de partículas, la frecuencia de señales electrónicas, la medición de tiempo, entre otros. Sus partes principales son la entrada que recibe los pulsos o eventos a contar, la unidad de conteo que consiste en un circuito eléctrico para registrar y almacenar el número de eventos y, el display que muestra el número de conteos en forma digital.



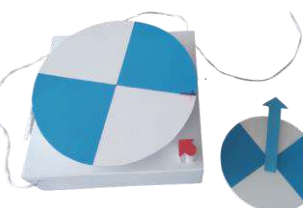
■ 5.6 — Dinamómetros.

Es un instrumento utilizado para medir fuerzas de tracción y tensiones ejercidas sobre él. Puede presentarse en diferentes formas, como un resorte que se estira o comprime, o un sistema hidráulico que registra la presión. Contiene un sensor de fuerza el cual puede ser un resorte, materia elástica o un sistema hidráulico, cuenta con un indicador de fuerza que muestra la magnitud de la fuerza ejercida y, el mango o agarre donde se aplica la fuerza.



■ 5.7 — Disco giratorio.

Es un dispositivo que consta de un disco que puede rotar alrededor de un eje central. Se utiliza en laboratorios de física para investigar conceptos como movimiento circular, momento angular, conservación del momento angular, fuerzas centrípetas, entre otros. Consta de un disco o superficie circular que gira alrededor de un eje, el eje central y el sistema de rotación que permite girar al disco a diferentes velocidades o cambiar su orientación.



■ 5.8 — Electroimán.

Consiste en un núcleo de material ferromagnético, como hierro, alrededor del cual se enrolla una bobina de alambre conductor. Cuando se aplica corriente eléctrica a la bobina, se genera un campo magnético alrededor del núcleo. Sus principales componentes son el núcleo magnético alrededor del cual se enrolla la bobina, la bobina de alambre y la fuente de corriente para activar a la bobina creando un campo magnético.



■ 5.9 — Espiga de eje.

Es un componente empleado para conectar dos partes giratorias como ruedas, poleas o engranajes, mismos que permiten la transmisión de movimiento entre ellas. Generalmente, tiene forma cilíndrica, posee un cuerpo principal y un extremo con una configuración especializada para conectarla con otras partes o componentes de modo que el sistema o la maquinaria determinada sea funcional.



■ 5.10 — Fotocélula móvil.

Es un sistema compuesto por una fuente de luz y un detector (fotodiodo, fototransistor u otro sensor fotosensible) que se pueden mover a lo largo de una pista o carril. Se emplea en experimentos para medir tiempos de tránsito, velocidades, aceleraciones o realizar análisis de colisiones. Al interrumpir el haz de luz entre la fuente y el receptor, se activa o desactiva la medición. Posee una fuente de luz que emite un haz luminoso, un detector fotosensible que recibe la luz y registra cambios o interrupciones y, el mecanismo de desplazamiento que permite mover la fotocélula a lo largo de una trayectoria definida.



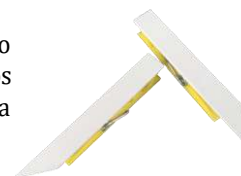
■ 5.11 — Indicador de ángulo.

Es un instrumento que permite medir o visualizar la magnitud de un ángulo. Puede presentarse en diferentes formas, desde instrumentos simples como transportadores de ángulos hasta dispositivos más complejos y precisos, como goniómetros o inclinómetros digitales. Posee una escala graduada, marcadores o punteros para alinear y medir ángulos y, el dispositivo de lectura el cual puede ser analógico o digital.



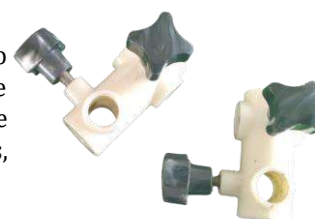
■ 5.12 — Indicadores.

Son dispositivos o instrumentos utilizados para medir, señalar, mostrar o indicar diferentes magnitudes, condiciones o parámetros en diversas áreas, los cuales proporcionan información visual, numérica o gráfica sobre una magnitud específica, un estado o una condición.



■ 5.13 — Manguitos en cruz.

Son accesorios con cuatro extremos en ángulo recto entre sí, permitiendo conectar cuatro tuberías o componentes en una disposición en forma de cruz. Se utilizan para canalizar fluidos o para conectar diferentes partes de un montaje experimental, permitiendo el flujo o la distribución de líquidos, gases o incluso señales en múltiples direcciones.



■ 5.14 — Máquina de choque.

Este dispositivo consiste en un sistema que lanza o se deja caer un objeto en una trayectoria parabólica predefinida. Usualmente, se compone de un dispositivo lanzador, una superficie de impacto y un mecanismo para controlar el ángulo y la velocidad de lanzamiento. Al lanzar un objeto desde el dispositivo, se simula un movimiento similar al de un proyectil que sigue una trayectoria en forma de parábola.



■ 5.15 — Mesa de fuerzas.

Una mesa de fuerzas es una superficie plana equipada con un sistema de poleas, cuerdas, masas, accesorios y puntos de fijación que permiten la realización de experimentos y la demostración de principios relacionados con fuerzas. Se emplea para analizar vectores de fuerza, condiciones de equilibrio, descomposición de fuerzas en componentes rectangulares u oblicuas, entre otros conceptos de la mecánica.



■ 5.16 — Nivel de burbuja.

Es un instrumento el cual consta de una carcasa que alberga una ampolla de vidrio transparente o plástico con líquido y una burbuja de aire en su interior; es utilizada para determinar la horizontalidad o verticalidad de una superficie. Cuando la burbuja se encuentra centrada entre dos marcas en la ampolla, indica que la superficie está nivelada en la dirección correspondiente.



■ 5.17 — Poleas.

Son dispositivos mecánicos utilizados para cambiar la dirección de una fuerza aplicada a una cuerda, cable o correa, pues estos constan de una rueda montada en un eje y puede tener un canal, ranura o muesca en su circunferencia para sostener una cuerda o cable; estas pueden ser fijas o móviles. Las fijas se montan en un lugar estático, mientras que las móviles pueden girar libremente en su eje.



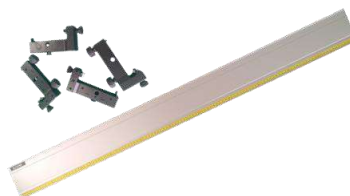
■ 5.18 — Prensa de mesa.

Es un dispositivo que consta de una placa base y una prensa superior que se pueden ajustar y asegurar en una mesa de trabajo. Se utiliza para sujetar o comprimir objetos, materiales o piezas durante operaciones de ensamblaje, reparación, carpintería, metalurgia, entre otros procesos industriales o de bricolaje. Puede tener diferentes diseños, como prensas de tornillo, prensas hidráulicas, prensas de palanca, entre otros. Contiene una placa base o superficie plana donde se fija la prensa, la prensa superior que se mueve para ejercer presión sobre el material y, el mecanismo de sujeción el cual puede ser un tornillo, una palanca o un sistema hidráulico dependiendo el tipo de prensa.



■ 5.19 — Riel de soporte.

Un riel de soporte es un perfil metálico o de otro material resistente y recto que presenta una sección transversal en forma de T, permitiendo la sujeción de accesorios y dispositivos en cualquier punto a lo largo de su longitud. Los rieles se fijan generalmente a mesas de laboratorio o estructuras estables y sirven como base para sostener componentes como soportes, abrazaderas, montajes ópticos, instrumentos, entre otros. La sección en forma de T es un diseño que permite la fijación de elementos mediante tornillos o accesorios deslizantes, contiene ranuras o canales que permiten la inserción y ajuste de accesorios de montaje y, los puntos de fijación utilizados para asegurar el riel a la estructura de soporte.



■ 5.20 — Sensor de fuerza.

Es un dispositivo que convierte la fuerza aplicada en una señal eléctrica (como voltaje, corriente o resistencia) que puede ser interpretada y medida por un instrumento de lectura. Puede estar diseñado para medir fuerzas de compresión, tracción o torsión en una amplia gama de magnitudes, desde pequeñas fuerzas hasta cargas pesadas. Se utilizan en aplicaciones industriales, pruebas de materiales, sistemas de control de calidad, biomecánica, robótica, entre otras áreas, ya que permiten monitorear y controlar la fuerza aplicada en tiempo real y ofrecen mediciones precisas y confiables de fuerzas en diferentes aplicaciones.



■ 5.21 — Sensor de movimiento.

Los sensores de movimiento detectan cambios en la posición, aceleración, orientación o cualquier movimiento relativo. Pueden emplear diferentes tecnologías, como sensores de ultrasonido, infrarrojos, acelerómetros, giroscopios, entre otros, para medir y registrar estos cambios. Se utilizan en sistemas de seguridad, dispositivos electrónicos, sistemas de navegación, control de videojuegos, dispositivos de realidad virtual y en una variedad de aplicaciones médicas y científicas.



■ 5.22 — Soporte de mesa.

Es un accesorio que se fija o se coloca en una mesa o banco de trabajo para sostener equipos, herramientas, dispositivos o componentes durante el trabajo o experimentación. Estos soportes pueden variar en diseño, tamaño y material dependiendo del uso específico, y pueden ser regulables en altura o ángulo para proporcionar una posición óptima. Puede estar asociado con la prensa de mesa, aunque este posee una punta en la cual generalmente se coloca la mesa o tablero de fuerzas para su respectivo análisis.



■ 5.23 — Soporte universal.

Consiste en una base metálica (tradicionalmente rectangular y triangular) con una varilla vertical que tiene un sistema de ajuste en altura que se utiliza para sostener equipos mientras se llevan a cabo experimentos y procedimientos. Posee un soporte en forma de anillo y pinzas ajustables que permiten sostener equipos de laboratorio. Entre sus partes se encuentra a la base que proporciona estabilidad al equipo, la varilla vertical para un ajuste en altura y sujetar los accesorios y, el soporte en forma de anillo y pinzas para asegurar y sostener los instrumentos y equipos de laboratorio.



■ 5.24 — Tornillo micrométrico.

Es un instrumento que sirve para medir pequeñas longitudes, espesores de monedas, de una hoja de papel, diámetros; el tambor o escala circular puede estar graduado en 25, 50 o 100 divisiones y, la escala horizontal de la tuerca está graduada en mm desde cero a 25 mm. Antes de realizar cualquier medida es importante calibrar al instrumento, coincidiendo el cero del tambor con el cero del tornillo o escalar horizontal.



Bibliografía

- [1] Abramson, G. (2018). *Mecánica clásica*. Universidad Nacional de Cuyo - CNEA
- [2] Cabrera, J. (2018). *PRÁCTICAS DE FUNDAMENTOS DE FÍSICA, FÍSICA MECÁNICA – FÍSICA DE ONDAS – ELECTRICIDAD Y ELECTROMAGNETISMO*. NEIVA – COLOMBIA
- [3] Cristancho, F. (2008). *Fundamentos de Física Experimental y Mecánica*. Universidad Nacional de Colombia.
- [4] Alonso, M. y Finn, E. (1967). *Fundamental university physics* (vol. 2). Reading, MA: Addison-Wesley.
- [5] Franco, J. (2023). *INSTRUMENTOS DE LABORATORIO*. ALPHAPEDIA. [\[CrossRef\]](#)
- [6] Giancoli, D. (2009). *FÍSICA 1. Principios con aplicaciones* (6ta ed.). Pearson Educación de México, S.A. de C.V
- [7] Goldstein, H. (2018). *Mecánica clásica* (2da ed.). Editorial Reverté, S. A. [\[CrossRef\]](#)
- [8] Materiales de Laboratorio de Física. (2020, 20 de noviembre). En *Materialeslaboratorio* [\[CrossRef\]](#)
- [9] Gil, S. y Rodríguez, E. (2001). *Física recreativa* (12va ed., vol. 1). Prentice Hall.
- [10] Russell, R. (2010). *INGENIERÍA MECÁNICA. DINÁMICA* (12va ed.). Pearson Educación de México, S.A. de C.V.
- [11] Serway R. y Jewett, J. (2009). *Fundamentos de Física* (12va ed., vol. 1). Cengage Learning Editores, S.A ed C.V.
- [12] Young, H., y Freedman, R. (2009). *Física universitaria* (13va ed., vol. 1). Pearson Educación de México, S.A. de C.V.