



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Estrategia didáctica como apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Dinámica en el grado décimo

James Arbey Zuluaga Bustamante

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales
Manizales, Colombia

2022

Estrategia didáctica como apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Dinámica en el grado décimo

James Arbey Zuluaga Bustamante

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Magíster Jairo de Jesús Agudelo Calle

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Manizales, Colombia

2022

Exceptuando a los niños, pocos de nosotros dedicamos mucho tiempo a preguntarnos por qué la naturaleza es como es. Muchos niños son científicos natos, son curiosos y tienen un vigor intelectual.

Los niños nunca han oído hablar de una pregunta estúpida.

Carl Sagan

Agradecimientos

A mis padres María Silenia Bustamante y Luis Ángel Zuluaga por permitirme cumplir mis metas académicas y profesionales, así como a mis hermanos por su apoyo motivacional e incondicional.

A mi esposa Diana Muñoz López por su paciencia y apoyo incondicional a las metas que me propongo y a mi hija por convertirse en la inspiración necesaria en cada uno de los días de dedicación y esfuerzo.

A la Institución Educativa Francisco José de Caldas de Villahermosa Tolima, administrativos, directivos, compañeros docentes y estudiantes por acompañarme en mi proceso de formación profesional y permitiéndome mejorar cada día más como persona.

Al docente Jairo de Jesús Agudelo Calle por sus aportes significativos en la elaboración y ejecución de este trabajo final de maestría y a la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales por brindarme la oportunidad de ser cada día un mejor profesional, a sus docentes, muchas gracias por todo lo aprendido.

Resumen

Estrategia didáctica como apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Dinámica en el grado décimo

La presente investigación tiene como objetivo general: analizar la percepción de los estudiantes del grado décimo frente a la utilización de la aplicación GeoGebra en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la dinámica, utilizando como recurso principal simuladores construidos en esta aplicación, acompañado de una estrategia didáctica basada en el desarrollo de guías de laboratorio virtuales que complementan los recursos tecnológicos propuestos. Esta investigación se clasifica como una investigación aplicada, con enfoque mixto y diseño animado concurrente (DIAC).

El trabajo se desarrolla con estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Francisco José de Caldas de Villahermosa Tolima, en cuatro fases. En la fase 1, se diseña y se aplica una prueba diagnóstica inicial tipo test; en la fase 2, se elaboran los recursos tecnológicos con la aplicación GeoGebra, las guías de laboratorio para orientar el uso de los simuladores, prueba de salida, para confrontar los resultados de aprendizaje y se finaliza esta fase con el diseño de un test con escala Likert; en la fase 3, se ejecuta el plan de acción estructurado en cinco momentos. En la fase 4, se analizan los resultados que muestran avances notorios en los niveles de asertividad de la prueba diagnóstica un 38,9%, frente a la prueba final 55.6% y avances significativos en la motivación y el mejoramiento de los niveles de desempeño académico en los estudiantes.

Palabras Clave: GeoGebra, Simuladores Virtuales, Estrategia Didáctica, Aprendizaje Activo, Dinámica, Proceso de Enseñanza.

Abstract

Didactic strategy as support for the teaching and learning processes of Dynamics in the tenth grade

The general objective of this research is to analyze the perception of tenth grade students regarding the use of the GeoGebra application in the teaching and learning processes of dynamics, using as a main resource simulators built in this application, accompanied by a didactic strategy based on the development of virtual laboratory guides that complement the proposed technological resources. This research is classified as an applied research, with mixed approach and concurrent animated design (DIAC).

The work is developed with tenth grade students of the Francisco José de Caldas Educational Institution of Villahermosa Tolima, in four phases. In phase 1, an initial diagnostic test is designed and applied; in phase 2, the technological resources are elaborated with the GeoGebra application, the laboratory guides to orient the use of the simulators, the exit test to confront the learning results and this phase ends with the design of a Likert scale test; in phase 3, the action plan structured in five moments is executed. In phase 4, the results are analyzed, which show notorious advances in the assertiveness levels of the diagnostic test (38.9%) compared to the final test (55.6%) and significant advances in the motivation and improvement of the students' academic performance levels.

Keywords: GeoGebra, Virtual Simulators, Didactic Strategy, Active Learning, Dynamic, Teaching process.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Abstract	VI
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	X
Introducción	11
1. Problema de investigación	12
1.1 Descripción del área del problema	12
1.2 Pregunta de investigación	15
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
2. Justificación	18
3. Antecedentes	21
3.1 Antecedentes Internacionales	22
3.2 Antecedentes Nacionales.....	24
3.3 Antecedentes Regionales.....	26
4. Marco Teórico	29
4.1 Fundamentos Pedagógicos.....	29
4.1.1 Constructivismo Genético (Jean Piaget, 1896-1980)	29
4.1.2 Constructivismo Social (Lev Vygotsky, 1896-1934)	30
4.1.3 El Aprendizaje Activo y Propuesta Didáctica (Randall D. Knight, 1960)	31
4.2 Desarrollo Epistemológico.....	33
4.2.1 Consideraciones Históricas	33
4.2.2 Consideraciones Metodológicas	38
4.3 Marco Conceptual	40
4.3.1 Concepto de Dinámica.....	40
4.3.2 Fuerza	41
4.3.3 Leyes de Newton	41
4.3.4 Tipos de Fuerza.....	44
4.3.5 Diagramas de Cuerpo Libre DCL.....	47
4.3.6 Algunos Términos importantes por definir.....	51

5. Metodología.....	53
5.1 Tipo de Investigación: aplicada	53
5.2 Enfoque Mixto	53
5.2.1 Diseño de investigación cualitativa: investigación-acción	54
5.2.2 Diseño Cuantitativo	55
5.3 Alcance descriptivo	55
5.4 Características de la Población.....	56
5.5 Fases de Implementación	57
5.5.1 Fase 1: Diagnóstico.....	57
5.5.2 Fase 2: Plan de Acción.....	57
5.5.3 Fase 3: Ejecución del plan de acción	58
5.5.4 Fase 4: Análisis de Resultados	61
6. Análisis de Resultados.....	64
6.1 Fase 1: Diagnóstico	64
6.2 Fase 2: Plan de Acción	75
6.3 Fase 3: Ejecución del Plan de Acción	78
6.4 Fase 4: Análisis de Resultados.....	86
7. Conclusiones y Recomendaciones	104
7.1 Conclusiones	104
7.2 Recomendaciones	105
A. Anexo: Prueba Diagnóstica Inicial.....	107
B. Anexo: Guía de Laboratorio Número 1.....	115
C. Anexo: Guía de Laboratorio Número 2.....	121
D. Anexo: Guía de Laboratorio Número 3.....	130
E. Anexo: Prueba Final	139
F. Anexo: Test de Percepción	149
Bibliografía	153

Lista de figuras

	Pág.
Figura 5-1: DCL del vector Peso.....	44
Figura 5-2: DCL del vector Fuerza Normal.....	45
Figura 5-3: DCL del vector Tensión.	45
Figura 5-4: DCL del vector Fuerza de Rozamiento.	46
Figura 5-1: Marco Referencial Inercial en un DCL	48
Figura 5-2: Ubicación del vector Peso en un DCL.....	49
Figura 5-3: Ubicación del vector Fuerza Normal en un DCL	49
Figura 5-4: Ubicación del vector Fuerza de Rozamiento en un DCL	50
Figura 5-5: Ubicación de los vectores Fuerzas Externas en un DCL	50
Figura 5-6: Ubicación del vector Tensión en un DCL	51

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 5-4-1: Coeficientes de fricción cinético y estático de algunas superficies	47
Tabla 6-5-1: Caracterización de la población.....	56
Tabla 6-5-2: Equipos tecnológicos	56
Tabla 5-3: Fases de la investigación.....	61
Tabla 6-1: Respuestas Categorizadas, Pregunta 15 del Diagnóstico Inicial	74
Tabla 6-2: Distribución de las semanas de implementación de las fase 5.....	83
Tabla 7-6-3: Rangos de confiabilidad Alfa de Cronbach	96
Tabla Anexo-7-1: Clave Diagnóstico Inicial	113
Tabla Anexo-7-2: Clave Prueba Final.....	147

Introducción

La física es una de las ramas de las ciencias naturales que permite entender el entorno; la enseñanza de esta ciencia y la tecnología son de gran importancia para el mundo moderno, no obstante, los procesos de enseñanza y de aprendizaje no logran los resultados esperados, ya que existen varios factores que afectan directa o indirectamente la incursión de nuevas didácticas y estrategias de enseñanza que mejore el nivel de motivación de los estudiantes frente a la comprensión de los conceptos científicos.

Por lo anterior, con este proyecto plantea como objetivo general analizar la percepción de los estudiantes frente a la utilización de la aplicación GeoGebra, enmarcada dentro de una propuesta didáctica basada en simuladores que mejore la motivación de los estudiantes frente a sus proceso de aprendizaje y en consecuencia obtengan un aprendizaje significativo. Se implementa una prueba tipo test antes y después de la implementación del recurso tecnológico y se comparan los resultados cuantitativos. También se aplica un test de actitudes cuyos resultados cualitativos, describen la percepción de los estudiantes frente al uso de la herramienta.

Inicia con el registro de información contextualización de la problemática abordada y su formulación. Presenta también, los objetivos específicos asociados a las cinco fases de la investigación, descritos en el capítulo de la metodología, y la justificación que dan cuenta de la importancia de tratar el tema implementando estrategias tecnológicas para el mejoramiento de la calidad de la educación. En el capítulo de antecedentes se exponen siete trabajos del contexto internacional, nacional y regional, relacionados con la propuesta de este proyecto. En el marco teórico se listan los conceptos a trabajar referentes al tema de dinámica y la metodología propuesta estructurada por fases para una mayor organización y claridad en las actividades propuestas. En el capítulo de análisis de resultados, se registra el proceso de ejecución que da respuesta a los objetivos establecidos con evidencias y finalmente se presentan las recomendaciones para futuros proyectos similares a éste.

1. Problema de investigación

1.1 Descripción del área del problema

Los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la física se han encaminado en la apropiación de los conceptos trabajados mediante la resolución de ejercicios de tipo numérico; que lo enmarcan dentro del concepto de educación tradicional. Una de las formas de combatir los efectos negativos de la educación tradicional, tales como la limitación de la individualidad y la creatividad de los estudiantes, la pérdida de iniciativa y el interés por los conocimientos nuevos; es el uso y desarrollo de tecnologías educativas.

Algunos autores han expuesto la importancia de la tecnología en la educación, en lo que podemos destacar lo siguiente:

Para afrontar las exigencias sociales y educativas de hoy en día, se requiere la producción de recursos educativos mediante el uso de tecnología informatizada (mediática, telemática, hipermedia, multimedia, teleinformática e Internet, entre otros) como medios estratégicos para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Todos los materiales de aprendizaje virtual y digital como software educativo, software de productividad y la diversidad de servicios de internet, pueden constituirse en buenos aliados de una enseñanza activa, propiciando cada día la construcción de aprendizajes más significativos. (Arrieta y Delgado, 2006, pp 64)

Por tanto, los avances tecnológicos en la educación a nivel mundial se han convertido en herramientas dinamizadoras de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. A nivel nacional, la utilización de las tecnologías de la información y comunicación TIC en la educación se percibe rezagada, frente a modelos o didácticas internacionales, esto gracias al atraso que existe en Colombia en ciencia y tecnología; un análisis del Codirector del Banco de la República para el periódico online *Portafolio* argumenta que:

La inversión en investigación y desarrollo que realiza el país es vergonzosamente baja, tal como lo constatan tanto los informes del Banco Mundial y la Unesco como los que realiza el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Según el dato más reciente que proporciona el primero de estos organismos, Colombia invierte en este campo apenas un 0,24 por ciento del Producto Interno Bruto, una proporción incluso inferior a los recursos que se asignaron en 1996 y 1997, cuando alcanzaron un pico, entonces bajo. (Ocampo, 2018, pp 2)

La falta de apoyo económico por parte del Estado en ciencia y tecnología y la ineficacia del sistema educativo, hacen que el uso de la tecnología sea sectorizado, y llegue sólo los estratos socioeconómicos más altos. Por esto, las estrategias de enseñanza y de aprendizaje de la física se ven limitadas únicamente al desarrollo de didácticas tradicionales, generando a su vez grandes vacíos conceptuales e incapacidad de muchos estudiantes de visualizar los fenómenos físicos, sus propiedades y características.

Las dificultades nombradas anteriormente, se pueden evidenciar en los resultados obtenidos en las pruebas saber 11; el último informe dado por el ICFES en Colombia consolida los resultados del cuatrienio desde el año 2017 al 2020 en cada una de las áreas evaluadas. Con respecto al área de ciencias naturales, se debe tener en cuenta que ésta se divide en cuatro componentes: biológico, físico, químico y CTS (ciencia, tecnología y sociedad); los cuales, se evalúan de forma conjunta en la prueba. Además, la evaluación maneja cuatro desempeños que permiten establecer lo que es capaz de hacer un estudiante con base a los resultados, ver Figura 1-1.

Figura 1-1: Niveles de desempeño Prueba Saber 11

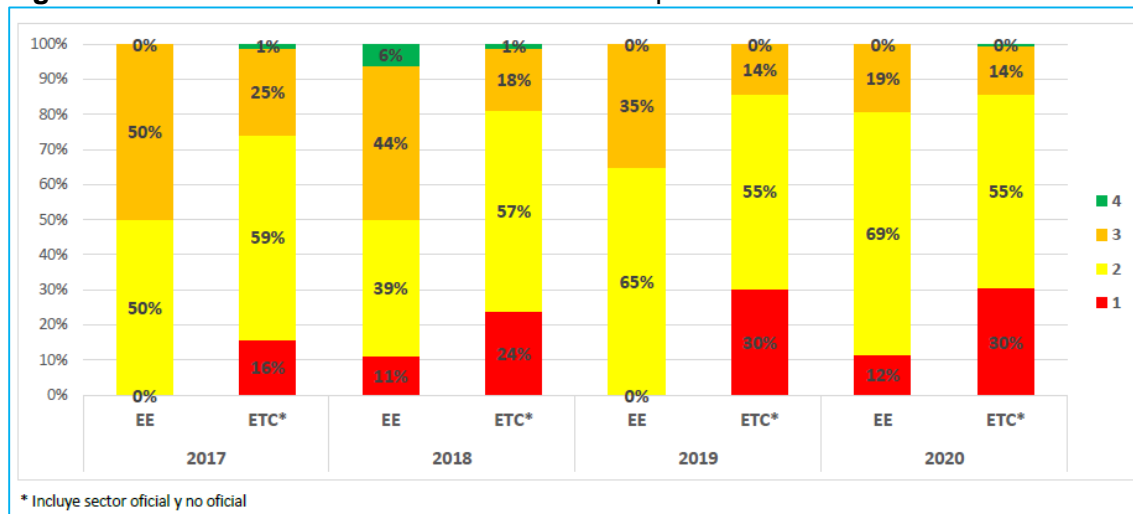
Nivel	Un estudiante promedio en este nivel ...
Avanzado	Muestra un desempeño sobresaliente en las competencias esperadas para el área y grado evaluado.
Satisfactorio	Muestra un desempeño adecuado en las competencias exigibles para el área y grado evaluado. Este es el nivel esperado que todos, o la gran mayoría de los estudiantes, debería alcanzar.
Mínimo	Muestra un desempeño mínimo en las competencias exigibles para el área y grado evaluado.
Insuficiente	No supera las preguntas de menor complejidad de la prueba.

Fuente: ICFES

14 Estrategia didáctica como apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Dinámica en el grado décimo

Los resultados en los desempeños obtenidos por la Institución Educativa Francisco José de Caldas del municipio de Villahermosa Tolima en el cuatrienio 2017-2020 se relacionan en la Figura 1-2.

Figura 1-2: Pruebas Saber 11° niveles de desempeños ciencias naturales 2017-2020



Fuente: ICFES

La gráfica muestra los resultados por niveles de desempeño de los estudiantes del grado 11° en los años 2017-2020, comparando los resultados de la Institución educativa técnica Francisco José de Caldas, con los obtenidos por las entidades oficiales y no oficiales de Colombia; donde refieren que en el año 2020, el 12% de los estudiantes tuvieron un desempeño insuficiente, mientras que el 69% de los estudiantes de la institución obtuvieron un desempeño mínimo, lo que quiere decir, que el 81% de los estudiantes no logran establecer relaciones entre conceptos, leyes y teorías científicas con diseños experimentales y sus resultados; además de las falencias en cuanto a interpretación de gráficas, tablas y modelos para hacer predicciones.

Los resultados antes descritos muestran la urgencia de desarrollar la presente investigación, con miras a mitigar los efectos negativos de las estrategias didácticas tradicionales en la enseñanza de la física mecánica en la rama de la dinámica, además de implementar recursos tecnológicos de bajo costo económico o nulo para suplir en gran medida la carencia de recursos a la hora de usar las TIC.

Otro factor a tener en cuenta es el contexto descrito del área del problema donde se identifican dos grandes aspectos a mejorar en el marco del desarrollo de estrategias didácticas en procesos de enseñanza y de aprendizaje de la física, referente el estudio de la física mecánica, específicamente en su aspecto dinámico. El primer aspecto es la incapacidad de los estudiantes de visualizar fenómenos físicos a partir de la resolución de problemas, lo que se conoce como educación tradicional, dejando vacíos conceptuales significativos y carentes de contexto. El segundo aspecto es la consecución de recursos tecnológicos que permitan diseñar estrategias didácticas para una enseñanza contextualizada y significativa.

1.2 Pregunta de investigación

Por lo anterior, se propone la utilización de una herramienta tecnológica dinámica, manipulable e interactiva que permita la construcción de recursos didácticos como son las simulaciones. La herramienta que se propone es GeoGebra, gratuita y de fácil acceso, y aunque inicialmente fue diseñada para el trabajo en matemáticas, sus múltiples componentes permiten recrear situaciones o simulaciones de forma interactiva, importante para el trabajo en física. Por tanto, en la presente investigación se pretende dar respuesta a la pregunta: ¿Cómo perciben los estudiantes de grado décimo el uso de simuladores construidos en GeoGebra en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la dinámica?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la percepción de los estudiantes del grado décimo frente a la utilización de la aplicación GeoGebra en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la dinámica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Construir un diagnóstico inicial de los estudiantes del grado décimo sobre la apropiación de conceptos previos referentes al estudio de la mecánica clásica en física, y las posiciones y creencias sobre conceptos de dinámica.
- Desarrollar una estrategia didáctica para la enseñanza de la dinámica basada en simulaciones construidas previamente en GeoGebra.
- Analizar la percepción de los estudiantes frente al uso de GeoGebra a partir de la interacción con los simuladores y la estrategia didáctica implementada.

2. Justificación

En la actualidad se hace importante el mejoramiento de la calidad de la educación, no sólo a nivel nacional sino mundial. Es por esto que los grandes avances en este aspecto dependerán de propuestas innovadoras que obtengan resultados importantes a la hora de medir el nivel educativo en todos los sectores sociales. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) sintetiza en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 4: Educación de calidad:

El lograr una educación inclusiva y de calidad para todos se basa en la firme convicción de que la educación es uno de los motores más poderosos y probados para garantizar el desarrollo sostenible. Con este fin, el objetivo busca asegurar que todas las niñas y niños completen su educación primaria y secundaria gratuita para 2030. También aspira a proporcionar acceso igualitario a formación técnica asequible y eliminar las disparidades de género e ingresos, además de lograr el acceso universal a educación superior de calidad. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2015)

A nivel de Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (1998) dentro de sus Lineamientos curriculares para la enseñanza de la Ciencias Naturales, promulga como estrategia pedagógica y didáctica que “El maestro debe propiciar estrategias que favorezcan en el alumno el paso entre el uso del lenguaje blando del conocimiento común y la apropiación del lenguaje de la ciencia y la tecnología” (p. 49).

Por lo antes expuesto, es trascendental establecer la presente investigación basada en una propuesta didáctica para el mejoramiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Dinámica en el grado décimo, con aportes teóricos en cuanto a la conceptualización de los fenómenos físicos y naturales a partir de la aplicación de estrategias didácticas enriquecidas con tecnología, que acerquen al estudiante a una

apropiación de conocimientos a partir de la interactividad y la observación de propiedades y características de las temáticas, mucho más visibles en simuladores. Y también, desde el punto de vista económico; porque permite la implementación de una estrategia didáctica de fácil acceso para docentes y estudiantes, la cual, con poco dinero se podrá mejorar la calidad metodológica de la enseñanza de las ciencias en las aulas de clase.

Otra de las razones que hace importante y necesaria la investigación es el análisis de la percepción de los estudiantes frente al uso de instrumentos didácticos que articulan el contexto y los recursos tecnológicos. Los resultados consolidan el grado de motivación de los estudiantes, lo que le permitirá evaluar su pertinencia, calidad y comparar sus resultados con otras tendencias educativas, convirtiéndose en una oferta metodológica para las instituciones, docentes e investigadores que tendrán a disposición una estrategia didáctica que favorece la observación de fenómenos físicos y naturales (pensamiento inductivo), desde un aprendizaje significativo.

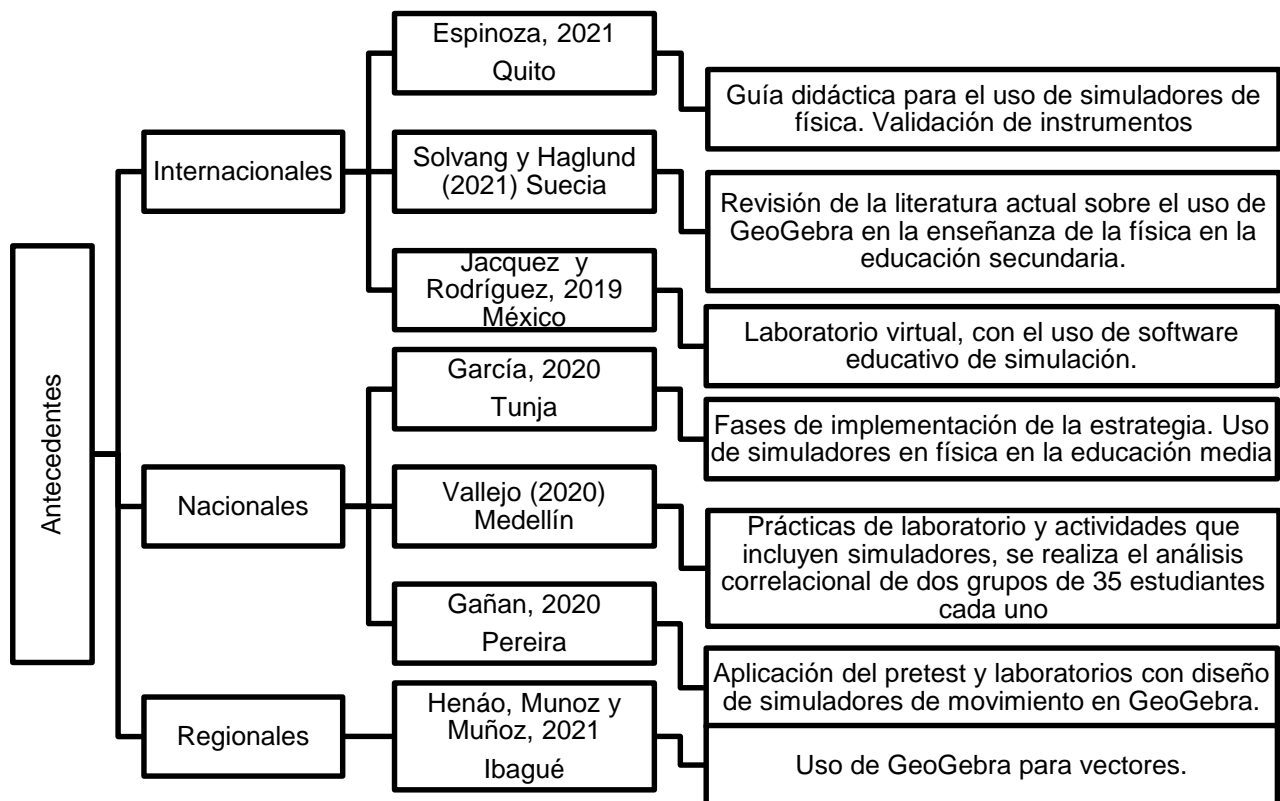
Así mismo, la investigación tiene una relevancia económica, porque articula el uso de software educativo gratis, con aplicación de escritorio, que no requiere conectividad y que cuenta con los suficientes componentes para la elaboración de simulaciones de fenómenos físicos que generan un aprendizaje significativo en los estudiantes. La aplicación llamada GeoGebra, que inicialmente fue creada como una calculadora gráfica matemática, también incluye en sus paquetes recursos para la modelación y simulación de aspectos naturales donde se incluye la física.

Finalmente, la implementación de esta investigación se hace factible al tener en cuenta que los recursos económicos y tecnológicos son mínimos al momento de materializar el instrumento didáctico; debido a que solo requiere un computador portátil y un proyector. Vale aclarar que, el mayor énfasis está en los recursos humanos que incluyen al docente investigador, a los estudiantes y al asesor, quienes intercambian saberes a través de la proactividad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, propios del diseño de investigación – acción. Así mismo, el instrumento de investigación podrá incluirse como recurso para potenciar la didáctica de los docentes y las habilidades en el manejo del recurso tecnológico, en pro del mejoramiento de la calidad de la enseñanza, principalmente en la física y ciencias naturales.

3. Antecedentes

El uso de simuladores en la física como herramienta o recurso base para la construcción de estrategias didácticas se ha tenido en cuenta en trabajos teóricos y de investigación que han precedido este proyecto; estos trabajos han tenido variedad de estructuras y características de acuerdo a los diferentes puntos de vista con que han querido abordar la temática. A continuación, se presenta la síntesis de autores que desde el contexto internacional, nacional y regional han indagado sobre las categorías de estudio de la presente investigación.

Figura 3-1: Antecedentes de la investigación



Fuente: Autor

3.1 Antecedentes Internacionales

Un primer estudio desarrollado en *la ciudad de Quito durante la pandemia de la covid-19* lo presenta Espinoza (2021) y, aunque es un estudio de pregrado, se toma como referente en la presente investigación, por lo reciente del estudio, pero sobre todo por el uso de simuladores en los procesos de enseñanza de la física como una alternativa que es posible adelantar, aún en la virtualidad. La investigación se desarrolla con un enfoque cualitativo, donde el autor recolecta información sobre el uso de los simuladores de física y presenta el análisis de resultados de forma descriptiva. Además, realiza una investigación documental, para comprender el desarrollo de la educación inclusiva mediante simuladores de física, enfatizando en el lenguaje de señas, de ahí, que se considera un aporte metodológico al diseño universal del aprendizaje, aspecto relevante para la presente investigación, pues al momento de diseñar las guías de laboratorio, se articulan los diferentes estilos de aprendizaje, propios del contexto en estudio.

También, se reconoce el aporte en cuanto a la validación del instrumento de evaluación empleado: la encuesta, dirigida a los estudiantes de la carrera de pedagogía de las ciencias experimentales, matemática y física y, a través de 20 ítems recoge la percepción de los estudiantes de noveno semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Matemática y Física, en el periodo académico 2020-2021 con el objetivo de recolectar información y con base en los resultados, generar un proceso de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de simuladores de física en lengua de señas.

Enfatiza la investigación que la elección de un buen simulador para la enseñanza de la física es de gran importancia para la aplicación de didácticas que permita a los estudiantes obtener los aprendizajes significativos de acuerdo a sus contextos inmediatos y necesidades. Utiliza varios tipos de simuladores como PHET, GeoGebra, Algodo y Fislab para diseñar la guía de aprendizaje de los estudiantes con discapacidad auditiva, es decir, mediante herramientas visuales como vídeo tutoriales. Se tomó una muestra de 25 estudiantes con dicha discapacidad los cuales se mostraron motivados por el uso de nuevas didácticas utilizando las TIC y concluye que los docentes deben ser capacitados en la búsqueda de estrategias didácticas inclusivas que permitan llegar a estudiantes con limitaciones de diferentes tipos o contextos socioeconómicos vulnerables.

Como el recurso base para el desarrollo de la presente investigación, es la aplicación *GeoGebra*; este recurso, inicialmente creado para representación de objetos matemáticos, en las últimas actualizaciones ha incluido diferentes funciones que no sólo permiten que estos objetos matemáticos sean más dinámicos, sino que facilita la creación de herramientas interactivas para áreas afines como la física, la química, la estadística, entre otras. Por tal razón, se revisa la literatura tomando como categoría GeoGebra y se trae un segundo estudio presentado por Solvang y Haglund (2021), en la tipología de artículo científico, con un estudio adelantado en Suecia, donde se muestra una revisión de la literatura actual sobre cómo GeoGebra se puede utilizar para complementar la enseñanza de la física en la educación secundaria y apoyar a los docentes que desean empezar a utilizar GeoGebra para ampliar la gama de opciones en la didácticas de la física.

Se concluye que GeoGebra tiene una interfaz amigable que la categorizan como una aplicación fácil de usar que puede ser operada intuitivamente por docentes y estudiantes; proporciona un entorno en que las herramientas matemáticas están siempre a la mano, lo que permite a los usuarios observar las conexiones entre los fenómenos físicos y sus representaciones formales. El aporte que realizan los autores a la presente investigación es la manera de mostrar que los profesores que tengan o no conocimientos de programación pueden utilizar el software para diseñar simulaciones de acuerdo a las necesidades educativas de los estudiantes y apoyar los experimentos reales con objetos virtuales.

Un tercer estudio lo presentan Jaquez y Rodríguez (2019), quienes publican el artículo de revista a partir de una investigación realizada en México; cuyo objetivo fue determinar los efectos del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza de la física en estudiantes del primer semestre de preparatoria usando el simulador de laboratorio virtual. La investigación se adelantó con un grupo de 229 estudiantes, de los cuales 115 conforman un grupo de control y el resto experimental.

La investigación se desarrolló con un enfoque mixto; en lo cualitativo se diseñó una encuesta con 38 ítems usando el método Delphi. Para la elaboración de la práctica de laboratorio virtual se empleó el software educativo de simulación: *Interactive Physics*. y tuvo como tema central el estudio del tiro parabólico. En cuanto a lo cuantitativo empleó el

análisis estadístico mediante la prueba t – student para dos muestras independientes que arrojaron resultados positivos en el aspecto conceptual de la temática, ya que muestran una diferencia de 3.64 puntos favorables para el grupo experimental que utilizaron como estrategia didáctica los laboratorios virtuales; lo que significa que el uso de las TIC en la enseñanza de la física permite a los estudiantes alcanzar aprendizajes significativos de las temáticas en comparación con las didácticas tradicionales.

Los principales aportes a la presente investigación consisten en la elaboración de práctica de laboratorio virtual, con el uso de software educativo de simulación, que facilita al estudiante observar y explorar el mundo, con una herramienta fácil de usar y visualmente atractiva. No obstante, el estudio emplea la secuencia didáctica, mientras que la presente investigación emplea el taller y cambia la temática, aunque prevalece el uso de software de simulación por los resultados comprobados a través de la prueba t – student.

3.2 Antecedentes Nacionales

Colombia no se ha quedado atrás en la implementación de recursos tecnológicos para la enseñanza de la física, por ejemplo, el trabajo desarrollado la ciudad de Tunja, por García (2020), que pretende fortalecer la enseñanza – aprendizaje de la física del grado décimo a través de la implementación del simulador PHET como herramienta de apoyo en la Institución Educativa Santa Cruz de Motavita – Boyacá. Para implementar el proyecto trabaja con una muestra de 34 estudiantes del grado 10°, procura visualizar la eficiencia y el mejoramiento académico en la asignatura de física. Desarrolla la investigación con enfoque cualitativo tipo descriptivo establece como hipótesis alternativa que el uso de los simuladores PHET en la enseñanza de la física del grado 10° difiere con respecto al rendimiento y resultados de los estudiantes frente al usos de didácticas tradicionales.

Los principales aportes a la presente investigación son las fases de implementación de la estrategia. En la fase 1, se implementa el diagnóstico del rendimiento académico de los estudiantes y se elige el simulador virtual para cada una de las temáticas en las que los estudiantes presentan dificultades en su proceso de aprendizaje. En la fase 2, se diseña la estrategia haciendo uso del simulador virtual PHET e incluye guías de apoyo basadas

en los simuladores para los temas de electricidad, termodinámica y mecánica. En la fase 3, se realiza encuesta descriptiva para conocer la percepción de los estudiantes y en la fase 4, se hace la evaluación de estrategia diseñada, donde se concluye que los simuladores PHET son una herramienta que fortalece el proceso de enseñanza – aprendizaje de las diferentes temáticas en física, y a su vez, es un complemento positivo para el rendimiento académico.

En cuanto a la utilización de tecnología y simuladores en la enseñanza de la dinámica, se cita el trabajo realizado por Vallejo (2020), en la ciudad de Medellín Colombia, cuyo objetivo principal es proponer una estrategia metodológica, basada en la utilización de guías de laboratorio con simuladores PHET, que permita la formación de conceptos físicos, viendo esto reflejado en los resultados de las pruebas Saber, específicamente en las competencias del entorno físico. Esta investigación de corte holístico que integra las características de las investigaciones cualitativas y cuantitativa, se realiza con 70 estudiantes de los cuales 35 corresponden a un grupo que recibe el tratamiento experimental (la elaboración de prácticas de laboratorio acompañadas de las guías propuestas) y otro no (es el grupo de control y sólo asiste a las actividades realizadas en el aula de clase) y finalmente se les administra, simultáneamente una prueba posterior para caracterizar las nociones de los conceptos físicos de los estudiantes, después de realizadas las prácticas con las guías de laboratorio.

Los resultados de la investigación muestran que los estudiantes a los cuales se implementó la estrategia didáctica basada en el uso de simuladores obtuvieron un 28% más de asertividad que el grupo de control en las pruebas Saber, por lo que se concluye que las prácticas de laboratorio y las actividades que incluyen los simuladores reflejan una mejoría significativa en el aprendizaje de la dinámica en la asignatura de física, por tanto, se toma como principal aporte a la presente investigación.

Pero también, el uso de la aplicación GeoGebra como instrumento que complementa estrategias didácticas en física se ha trabajado en varias partes del país con buenos resultados en cuanto al mejoramiento de los desempeños académicos de los estudiantes, es el caso del artículo realizado por Gañan (2020), en la ciudad de Pereira, quien adelantó el trabajo de investigación con diseño de tres laboratorios virtuales para la enseñanza y el

aprendizaje de la cinemática mediante el uso del software GeoGebra; quien realiza un análisis detallado de las implicaciones que trae consigo el establecer relaciones directas entre la enseñanza y el aprendizaje de la física con la contextualización de los conceptos y problemas de la cinemática, utilizando el deporte y las TIC.

El tipo de investigación es aplicada, con enfoque cualitativo bajo un modelo de investigación – acción implementada a 39 estudiantes del grado 10°, donde 20 ellos corresponden al grupo de control. Luego de la implementación de las actividades propuestas utilizando los simuladores GeoGebra al grupo experimental y didáctica tradicional al grupo de control, se aplicó un post – test, cuyos resultados se analizaron mediante el factor Hake, donde el grupo de control obtuvo un promedio 0.39 mientras que el grupo experimental de 0.49, por lo que se concluye que hubo ganancia en los aprendizajes adquiridos por los estudiantes del grupo experimental frente a los del grupo de control.

El principal aporte a la investigación es que inicia con un pre test de conceptos y aplicaciones previas al iniciar el tema y en el diseño de los tres laboratorios con diseño de simuladores en GeoGebra. No obstante, las temáticas difieren puesto que buscó la comprensión en cada uno de los movimientos practicados en los deportes más comunes como el fútbol, el baloncesto y el voleibol.

3.3 Antecedentes Regionales

En cuanto a la región, específicamente en la ciudad de Ibagué Tolima, sobresale el trabajo realizado por Henao y Oneida (2021). Que tiene como uno de sus objetivos analizar el impacto de algunas Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento (TAC's) como GeoGebra, simulador PhET y Tracker, en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la cinemática en personas sordas. Esta investigación se realizó a 41 estudiantes de quinto semestre del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en el curso de Física Fundamental del año 2019, de los cuáles dos de ellos eran sordos. Como los estudiantes sordos son visuales y kinésicos en su proceso de aprendizaje, se enfatizó en las herramientas informáticas ya mencionadas para estimular el aprendizaje de los conceptos de cinemática.

Como aporte a la presente investigación, se toma el uso de la herramienta didáctica GeoGebra para vectores y se diferencia en el desarrollo de guías, elaboradas por el profesor, para cada tutoría, porque el material contenía tópicos matemáticos resaltados a través de un código de colores, actividades, ejemplos, ejercicios propuestos y videos o páginas web para reforzar los temas estudiados, teniendo en cuenta el tipo de población a atender. Esta investigación cualitativa, de tipo intervención muestra como resultados importantes que los estudiantes con limitaciones auditivas son más independientes y autónomos en el manejo de las herramientas informáticas propuestas y concluye que los simuladores permiten la exploración visual y la experimentación, facilitando el aprendizaje de conceptos básicos de cinemática en este tipo de población.

4.Marco Teórico

4.1 Fundamentos Pedagógicos

Se debe tener en cuenta que en este proyecto se trata una problemática de tipo educativa, por lo que es importante enmarcar la estrategia y el recurso didáctico dentro de fundamentos pedagógicos que permitan dar solidez a la idea, planificación e implementación del proyecto. En lo referente, se establece como teoría fundamental pedagógica el constructivismo genético de Jean Piaget, el enfoque sociocultural de Lev Vygotsky, el aprendizaje activo y la propuesta didáctica de Randall D. Knight.

4.1.1 Constructivismo Genético (Jean Piaget, 1896-1980)

Según Arias, Merino y Peralvo (2017), esta teoría pedagógica tiene al aprendiz como centro del conocimiento; el estudiante no es visto como alguien capaz de almacenar información, sino que la construye a partir de la interacción con su contexto inmediato, sus saberes previos y el desarrollo de sus habilidades sociales. En el enfoque constructivista el estudiante no es un ente pasivo, toma el rol activo y se hace responsable de su propio aprendizaje, el cuál construye por sí mismo.

Según plantea Piaget, todo aprendizaje debe empezar en las ideas previas del estudiante; no es relevante si estas ideas son incorrectas o correctas. Estas ideas hacen parte del material esencial del maestro para crear más conocimiento o reconstruir intuiciones o posturas equivocadas en los estudiantes.

Se debe aclarar que el constructivismo es una teoría sobre cómo los humanos aprenden y las operaciones mentales que realizan para la resolver los problemas que se presentan;

tiene como base, que ninguna idea o conocimiento nuevo, no proviene de la nada, sino que son construcciones a partir de ideas previas; estas ideas previas no sólo hacen parte del conocimiento formal, sino también provienen de los prejuicios, juicios, procesos inductivos y deductivos, sentimientos, creencias, vivencias, conocimiento por repetición o asociación. Para un maestro, todos estos aspectos deben ser igualmente relevantes en un proceso de aprendizaje.

4.1.2 Constructivismo Social (Lev Vygotsky, 1896-1934)

Para Vygotsky, las funciones mentales superiores se producen desde el aspecto social de las personas, donde toma gran importancia la comunicación, el lenguaje, la escritura y todos aquellos fenómenos socioculturales en que se desarrollan las personas.

Vygotsky divide las funciones mentales en dos grandes grupos, funciones mentales inferiores y funciones mentales superiores. Las funciones mentales inferiores son procesos adquiridos al nacer, vienen determinadas genéticamente como la memoria, la atención y la inteligencia. Es importante que en una persona exista atención para el procesamiento de cualquier pensamiento, como también es importante que exista la memoria para que haya un aprendizaje. Estas funciones mentales inferiores son muy limitadas, ya que dependen de las capacidades que tenemos y de lo que podamos hacer con ellas.

Las funciones mentales superiores se desarrollan a través de las interacciones sociales de las personas, son conductas deliberadas, mediadas e interiorizadas que permiten la construcción del conocimiento con conciencia de ello; un ejemplo claro, es el uso de la memoria de forma intencional, ya que recurre a estrategias para recordar alguna información. También la atención dirigida, que es la capacidad de concentrarse en una acción que puede ser relevante, estimulante.

Toda función mental superior depende de nuestras funciones mentales inferiores de una manera que la determina el contexto sociocultural de la persona; de esta manera, este contexto puede ser explicado desde dos aspectos:

- Las interacciones sociales le proporcionan al aprendiz la información y herramientas necesarias para enfrentarse a su entorno, esas herramientas son dadas por los demás miembros de la sociedad que lo rodea.
- El contexto histórico de una sociedad y su cultura es quién da al acceso a las herramientas a través de sus miembros; estas herramientas son transmitidas desde la experiencia de sus integrantes de acuerdo a la edad del aprendiz y sus operaciones mentales que haya desarrollado hasta el momento, así el individuo va pasando desde lo sencillo hasta lo más complejo.

Vygotsky, en su aporte al constructivismo, le asigna un papel importante al maestro, no como elemento central o poseedor del conocimiento, como sucede con otras teorías pedagógicas, sino que le da la posibilidad de generar acción didáctica para influir de manera determinante en el desarrollo cognitivo de sus estudiantes, es decir, se convierte en un ente facilitador de contextos socioculturales, que generen conocimiento desde la construcción de funciones mentales superiores. De ahí, que el maestro tiene la misión de ampliar las posibilidades del desarrollo cognitivo de sus estudiantes, a través de recursos, herramientas y otras mediaciones, incluida la tecnología.

4.1.3 El Aprendizaje Activo y Propuesta Didáctica (Randall D. Knight, 1960)

El aprendizaje activo se estructura dentro de la teoría constructivista. Establece su postura en que los estudiantes tienen la capacidad de construir su propio conocimiento a través de las interacciones con el mismo conocimiento y los recursos, en vez de solo recibirlo. Desde el constructivismo, se pueden establecer algunos principios básicos al momento de estudiar física:

- Los estudiantes deben utilizar el tiempo en compartir sus pensamientos, experiencias, reflexiones e ideas sobre la física, en lugar de escuchar a una sola persona hablando sobre ellos.

- Los estudiantes interactúan con sus compañeros con el propósito de que la información fluya y el conocimiento sea colectivo.
- Los estudiantes deben recibir retroalimentación de forma inmediata durante el trabajo realizado, garantizando una apropiación significativa del conocimiento a partir de ideas previas o errores identificados previamente.
- El papel del maestro es facilitador de contextos de aprendizaje significativo y no como único ente poseedor del conocimiento.
- Los estudiantes tienen un rol activo, como responsables de la construcción de su propio conocimiento, realizando las tareas asignadas, participando en clase y documentándose sobre los temas trabajados.

El aprendizaje activo se muestra como una serie de estrategias didácticas y cognitivas que buscan mejorar los procesos de enseñanza y del aprendizaje dando mayor relevancia al rol de estudiante. Se genera debido a la necesidad de salir de los procesos de enseñanza tradicionales y centrar mucho más estos procesos en los estudiantes. (Huber, 2008). Según Shuell (citado por Huber, 2008) el aprendizaje activo tiene cinco rasgos o características esenciales:

1. Aprendizaje Autónomo: Cada uno de los estudiantes aprende por sí mismo.
2. Aprendizaje Autorregulado: Los estudiantes deben tener la capacidad de controlar sus propias actividades, evaluar sus resultados y retroalimentarse por sí mismos.
3. Aprendizaje Constructivo: El estudiante construye su conocimiento a partir de sus percepciones, creencias y experiencias. No se puede considerar como copia de la realidad, sino como una construcción personal e individual del conocimiento.

4. Aprendizaje Situado: El aprendizaje debe poderse aplicar en un contexto determinado.
5. Aprendizaje Social: Cada proceso de enseñanza y de aprendizaje se genera a partir de interacciones sociales.

El aprendizaje activo estimula la reflexión en los estudiantes de acuerdo a la combinación de etapas experimentales, aprendizajes teóricos y elementos de la vida cotidiana. Además, permite que los estudiantes logren integrar estos aspectos desde el planteamiento de problemas que relacionen lo práctico, lo teórico y el contexto de cada uno de ellos.

4.2 Desarrollo Epistemológico

4.2.1 Consideraciones Históricas

Desde la antigüedad el ser humano se ha interesado en buscar una explicación válida, desde la lógica que los regía en el momento, a todos los fenómenos naturales que observaban en la cotidianidad. Uno de estos fenómenos era el movimiento de los objetos, hoy tratado desde los aspectos cinemáticos y dinámicos en la física. En este estudio epistemológico del movimiento, base fundamental para la dinámica en física, trataremos los eventos más importantes en la historia que aportaron a esta ciencia desde cuatro visiones relevantes en el estudio del movimiento en cada una de sus épocas.

- ***Visión Aristotélica***

Aristóteles (384 – 322 ac), entre todas sus observaciones y postulados, relacionados en su libro *Physis*, logró hacer una primera clasificación de los movimientos; concluyó que los movimientos se pueden clasificar en dos grandes grupos: movimientos naturales y movimientos violentos.

En cuanto a los movimientos naturales, Aristóteles declaró que todos los objetos tendían a un estado natural de reposo, por lo que por causas naturales los objetos más pesados solían dirigirse al suelo mientras que los más livianos al aire; de acuerdo con sus observaciones, Aristóteles sostenía que todos los objetos estaban formados por la

combinación de cuatro elementos fundamentales que son tierra, agua, aire y fuego, y que existen diferentes tipos de lugares naturales, por lo que los objetos tienden a estos lugares según su composición.

Con estas afirmaciones Aristóteles logró encontrar una explicación razonable a la mayoría de los movimientos terrestres y el orden natural de las cosas: por lo que explicó que los objetos terrosos como las piedras, considerados los más pesados, se dirigen a su lugar natural que es el centro de la tierra, mientras que el agua, al ser menos pesada estaba por encima y por eso los mares están situados naturalmente sobre la superficie de la tierra; además, el aire, al ser el más ligero de los elementos tiende a elevarse formando la atmósfera.

En cuanto a los movimientos violentos, Aristóteles afirmaba que eran ocasionados por factores externos, por lo que los objetos pueden ser sacados de su estado natural de reposo por una fuerza de empuje. Esta fuerza era directamente proporcional a la rapidez del objeto, por lo que sostenía que el objeto se podía mover con velocidad constante si se aplicaba una fuerza constante sobre él que cambie su estado natural de reposo.

Lo anterior se cumplía en la mayoría de los casos de movimientos violentos horizontales. En el caso de un movimiento vertical como el lanzar una piedra al aire, Aristóteles afirmaba que el impulso o fuerza de empuje se transmitía al aire y que este seguía empujando la piedra a lo largo de su trayectoria, que mientras esta subía este impulso iba desapareciendo paulatinamente hasta que la piedra obtenía nuevamente su movimiento natural.

Esta teoría racional sobre las observaciones de Aristóteles se ponía en duda al momento de cuestionar la intervención del impulso del aire al lanzar una flecha de forma horizontal o al momento de dejar caer una piedra al agua, cuya rapidez para volver a su lugar natural era menor a la del aire; además de su falta de comprensión sobre el vacío.

- ***Visión Galileana***

Galileo Galilei (Pisa 1564 – Arcetri 1642), es la persona considerada el padre de la ciencia moderna, ya que hace un primer rompimiento de los postulados aristotélicos que por

muchos siglos regían y explicaban, desde lo observacional, los fenómenos de la naturaleza. Aunque esto, en muchas ocasiones, se contraponía a sus preceptos de autoridad, creencias religiosas y doctrinas de la época, para dar paso a la razón a través de la experimentación como parte fundamental de la ciencia que se basa en los hechos.

Utilizando la experimentación y análisis matemáticos logró dar a conocer la verdad sobre muchos conceptos relacionados con el movimiento, donde hace contribuciones importantes en cuanto a movimientos en la tierra como el de los cuerpos celestes.

Una de sus contribuciones importantes frente a lo hoy conocemos como dinámica fue el primer postulado que refería a la llamada inercia, concepto base de la física newtoniana donde explica que todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme a menos que una fuerza externa actúe sobre él.

Además, en su libro *Dos Nuevas Ciencias* también propuso las primeras explicaciones sobre la caída de los cuerpos, donde contradice los postulados hechos por Aristóteles. Galileo logra demostrar y explicar que la velocidad de un cuerpo en caída libre no depende de su composición y peso, es más, caen a la misma velocidad, al menos en el espacio vacío; donde logra hacer un acercamiento importante a la experimentación en espacios ideales. Complementa, que la distancia que recorre un cuerpo que está en caída libre es directamente proporcional al cuadrado del tiempo.

- ***Visión Newtoniana***

Isaac Newton (Woolsthorpe 1642 – Londres 1727), puede considerarse como la mente principal del estudio de la dinámica y la física clásica en general. Aunque sus aportes en la mayoría de las ramas de la matemática y la física son de gran importancia y marcaron un hito histórico en el desarrollo de las ciencias, en este apartado sólo abarcaremos sus aportes más importantes frente al concepto que nos atañe, el movimiento.

Uno de los logros más importantes de Newton fue expresar mediante leyes matemáticas el comportamiento de los movimientos, no solo terrestres, también los que tenían que ver con los astros. Podemos decir que lo que hoy llamamos como física newtoniana fue

explicada de la mejor manera en su obra más importante llamada Los Principios Matemáticos de la Filosofía Natural o también muy conocida como Principia.

La obra de Newton está compuesta por una introducción y tres libros. En la sección introductoria nos comparte una aclaración sobre los conceptos que utilizaría a lo largo de los libros, entre los que podemos destacar el concepto de masa, movimiento e inercia. Además, plantearía la idea del espacio y tiempo como valores absolutos.

También en la introducción de su obra, hace el aporte más importante en lo que tiene que ver con el movimiento, las leyes de Newton: la ley de la inercia, planteada con anterioridad por Galileo. La ley fundamental de la dinámica ($F = m * a$), en la cual logra cuantificar de una forma ordenada y lógica el concepto de fuerza, además de aclarar que el efecto de la fuerza no es mover un objeto sino acelerarlo. Y la ley de acción – reacción donde nos explica que para toda acción existe una reacción en sentido contrario. Las ideas de las leyes de Newton eran del todo novedosas para la época, también, grandes pensadores como Descartes, Copérnico, Kepler y Gassendi ya habían hecho grandes aportes en los que se apoyó Isaac para su gran obra.

En el libro I, Newton parte de la obra de Kepler sobre el movimiento de los planetas, para expresar matemáticamente estos recorridos y establecer argumentos más sólidos a la idea del movimiento de los astros. En el libro II, hace un análisis sobre el movimiento de los cuerpos en diferentes entornos que generan resistencia y cuestiona las teorías cartesianas de los vórtices. Por último, en el libro III, Newton expone su teoría de la gravitación universal, explicándola a diferentes planetas y donde la expone de forma sencilla: dos cuerpos masivos ejercen una fuerza mutua que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias.

- **Visión de Einstein**

Albert Einstein (Ulm 1879 – Princeton 1955). Es necesario, en este pequeño estudio epistemológico sobre el movimiento y la dinámica, hacer referencia al trabajo realizado por Einstein en la física moderna; el cual podemos considerar como uno de los últimos aportes

de gran relevancia a la hora de explicar los fenómenos naturales relacionados con el movimiento.

A partir del trabajo realizado por Einstein en lo que él mismo denominó el principio de la relatividad, con el cual genera una de las mayores crisis de la física clásica o newtoniana al momento de refutar de forma razonable, experimental y matemática los postulados de Newton donde se consideraban al espacio y el tiempo como valores absolutos. Lo que implica una nueva forma de visualizar el universo y por tanto se debía realizar una nueva conceptualización de lo que llamamos el movimiento de los objetos.

A continuación, se muestra un manuscrito sin fecha que está en la Universidad de Hebreá de Jerusalén, el propio Einstein resume el principio de la relatividad así:

“Teoría de la relatividad. Toda teoría física emplea un sistema de coordenadas (descripción del lugar) y el concepto del tiempo. En la mecánica clásica, cuyos fundadores fueron Galileo y Newton, las coordenadas de un punto están referidas a un ‘sistema inercial’, esto es, a un sistema en el cual la ley de inercia de Galileo es válida. De acuerdo con esta teoría hay una infinidad de sistemas inerciales que se mueven uniformemente entre sí; se afirma que las leyes son válidas en cada uno de esos sistemas. El tiempo es tratado como una magnitud independiente que es la misma para todos los sistemas inerciales. Esta equivalencia de los sistemas inerciales se denomina ‘Principio de relatividad especial’. (Einstein, J. p. 7, citado por de Azcárraga 2005)

Además, Einstein aplica su concepto de relatividad y hace el aporte más importante para el estudio que nos concierne, el movimiento: tomando como referencia el la trayectoria de los astros y la caída libre hacia la tierra gracias a la contracción del espacio, llega a establecer el principio de equivalencia entre aceleración y gravedad, base fundamental para su teoría relativista y la que hasta el momento explica de mejor manera la mayoría de los fenómenos de la naturaleza relacionados con el movimiento.

4.2.2 Consideraciones Metodológicas

Metodológicamente el estudio del movimiento, base fundamental al momento de describir fenómenos dinámicos, podemos abordarlo si tenemos en cuenta las prácticas y razonamientos científicos de las cuatro visiones expuestas anteriormente. Ya que los cuatro personajes descritos y sus aportaciones no sólo marcaron la historia del estudio de la dinámica, sino que establecieron paradigmas metodológicos novedosos en cada una de sus épocas; entonces podemos hacer las siguientes consideraciones metodológicas donde se hace referencia también a los personajes descritos en este apartado.

- Los métodos filosóficos que utilizaba Aristóteles para estudiar los fenómenos naturales era el razonamiento lógico, un conjunto de reglas organizadas sistemáticamente para encontrar la verdad desde la observación de dichos fenómenos. Ahora, de esto podemos inferir que los conocimientos de la época se adquirirían a través de los sentidos. Aristóteles logró identificar en los seres humanos dos facultades: La facultad sensitiva que está compuesta por los sentidos externos como la vista, el oído, el olfato, el gusto y el tacto; además de sentidos internos como la memoria e imaginación. La facultad intelectual que está constituida por el entendimiento.

Para Aristóteles, desde los sentidos se conocen las particularidades de la naturaleza a través de la sensación, mientras que desde el entendimiento se conocen las esencias universales a través de las ideas; sin embargo, no puede haber entendimiento si no se ha pasado por los sentidos.

Para poder hacer frente a la interpretación de los fenómenos naturales, Aristóteles utiliza el razonamiento lógico, donde declara dos tipos de razonamiento: El razonamiento inductivo donde se parte de casos particulares para establecer verdades universales. El razonamiento deductivo donde mantiene una verdad universal para establecer fenómenos particulares. Aunque la inducción es importante, se centró mucho más en un tipo de razonamiento deductivo el cual llamó silogismo.

Desde el silogismo, compuesto por dos apartados llamados premisas y una conclusión, se logró establecer los primeros postulados para explicar el funcionamiento de la

naturaleza; por lo que en la época no se consideró importante la experimentación sino el sentido común y el razonamiento lógico para encontrar la verdad.

- En la época de Galileo estaba acrecentando una nueva crisis para la ciencia, donde ya no era suficiente confiar en nuestros sentidos y razonamientos para obtener las verdades de la naturaleza o para al menos llegar a una posible explicación de sus fenómenos. En esta época se hace importante la experimentación para poner a prueba las leyes de la naturaleza y este campo Galileo se convierte en el pionero de una nueva forma de hacer ciencia. El método, a partir de la observación de fenómeno, formulación de una hipótesis, una predicción de esta y puesta a prueba a través de la experimentación logra hacer acercamientos más eficaces a las verdades de la naturaleza, además de expresarlas en un lenguaje mucho más manipulable como son las matemáticas.
- Como complemento a los métodos utilizados por Galileo, Newton le da un papel importante a las matemáticas en sus aportaciones al pensamiento científico, ya que no sólo utiliza elementos matemáticos establecidos por otros autores, sino que crea sus propias herramientas matemáticas para dar explicaciones razonables a sus observaciones.

Lo anterior, nos permite hacer un acercamiento a los métodos de Newton, donde plantea que todo lo que no se pueda observar directamente o sea deducible es considerada una hipótesis, las cuales no son aceptadas en la ciencia. La ciencia debe partir de los fenómenos y actuar según los métodos de análisis y síntesis, por lo que da prioridad, a diferencia de Aristóteles a la inducción.

Según esta nueva metodología, lo que no proceda de la experimentación o las verdades obtenidas desde el razonamiento matemático no son considerados principios o leyes naturales, explicando así su método inductivo, donde a partir de casos particulares se llegan a conclusiones cada vez más generales.

- En la ciencia moderna, Einstein pertenece al grupo de científicos que considera que los principios y las leyes fundamentales de la naturaleza no pueden extraerse sólo con

la experiencia o la observación; es más, cada vez se vuelve mucho más complejo llegar a deducir estos conceptos básicos directamente de la naturaleza, por lo que se hace más notable en los científicos actuales la dependencia a las matemáticas y consideraciones formales para explicar los fenómenos.

Esta última consideración metodológica concluye con el aporte de Einstein al proponer las primeras ideas sobre la experimentación mental, la cual consiste en la elaboración de experimentos imaginativos y razonables que podían explicar de forma sencilla fenómenos que no son observables a nuestros sentidos. Además de lograr identificar posibles bucles o paradojas que puedan generar nuevas teorías que posiblemente se conviertan en nuevos paradigmas científicos.

4.3 Marco Conceptual

4.3.1 Concepto de Dinámica

En las ciencias naturales se incluye la física como aquella rama que estudia los fenómenos naturales desde un punto de vista más estricto y riguroso, por lo que se supone el uso de las matemáticas para el análisis de estos fenómenos. La mecánica clásica es la encargada de estudiar el fenómeno del movimiento desde dos puntos de vista, el cinemático y el dinámico: el primero procura analizar los movimientos y sus propiedades sin tener en cuenta las causas que podrían haberlo originado, como velocidad, aceleración, posición, desplazamiento y tiempo; mientras que el aspecto dinámico tiene en cuenta el origen del movimiento.

En el estudio del movimiento desde el punto de vista dinámico se pueden resolver preguntas como: ¿qué hace que un objeto en reposo comience a moverse? ¿Qué causa que un objeto acelere o desacelere? En cada uno de estas preguntas es posible responder que se necesita una fuerza; por lo que podemos establecer que la conexión que existe entre el movimiento y la fuerza es lo que llamamos dinámica en el campo de la física.

4.3.2 Fuerza

Desde nuestras experiencias cotidianas podemos comprender, así sea de una forma simple, el concepto de fuerza. Cuando halamos o empujamos un objeto estamos aplicando una fuerza sobre él; también cuando pateamos o lanzamos una pelota. Según los ejemplos anteriores, la palabra fuerza está relacionada con el resultado de una actividad que cambia el estado de movimiento de un objeto. Sin embargo, no siempre ocurre que las fuerzas generen un movimiento, por ejemplo, si usted está sentado sobre una silla, la fuerza de gravedad actúa sobre su cuerpo, pero usted todavía sigue sentado sobre la silla, sin producir algún movimiento; otro ejemplo, usted puede empujar una roca muy grande si ser capaz de moverla.

Newton establece que el cambio en la velocidad de un objeto es causado por fuerzas; en consecuencia, si un objeto se encuentra en movimiento uniforme, es decir, con velocidad constante, no es necesaria ninguna fuerza para que éste conserve este estado, ya que sólo una fuerza aplicada puede producir un cambio de velocidad, es por tanto, que consideramos la fuerza como aquello que ocasiona que un cuerpo se acelere.

4.3.3 Leyes de Newton

Las leyes de Newton, base fundamental de la mecánica clásica para el análisis de movimientos, describen la relación que existe entre las fuerzas que actúan sobre un objeto y el movimiento que se genera en este objeto gracias a dichas fuerzas. Isaac Newton (1642 – 1727) publica estos tres principios en el año de 1687:

- **Primera Ley de Newton (Ley de la Inercia)**

Un cuerpo en reposo permanece en reposo y un cuerpo en movimiento uniforme continuará su movimiento de velocidad constante a menos que una fuerza externa neta actúe sobre él.

Podemos decir que cuando la fuerza neta que experimenta un cuerpo es 0, su aceleración será 0, matemáticamente podemos expresarlo (ver Ecuación (5.1)).

$$\sum F = 0 \rightarrow a = 0 \quad (5.1)$$

La tendencia de un cuerpo a mantener su estado de reposo o de movimiento con velocidad constante en una línea recta se llama inercia.

▪ **Segunda Ley de Newton (Ley Fundamental de la Dinámica)**

La aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él, y es inversamente proporcional a la magnitud de su masa; en consecuencia, la dirección de la aceleración es la misma a la dirección de la fuerza neta aplicada en el objeto.

De acuerdo a lo anterior, es posible relacionar matemáticamente la fuerza y la masa de la siguiente manera (ver Ecuación (5.2)).

$$\sum F = ma \quad (5.2)$$

La segunda ley de Newton relaciona las propiedades cinemáticas que describen el movimiento con la causa del mismo, es decir, la fuerza. A partir de esta ley es posible establecer una definición más precisa del término fuerza como una acción capaz de generar una aceleración en un cuerpo.

Como toda fuerza \vec{F} es un vector, por lo que contiene sus propiedades de magnitud, dirección y sentido, la ecuación fundamental de la segunda ley de Newton es válido para cualquier sistema de referencia inercial, por lo que podemos tener sus respectivas componentes rectangulares (ver Ecuación (5.3)).

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y \quad \sum F_z = ma_z \quad (5.3)$$

La unidad de medida de la fuerza en el sistema internacional S.I. es el *newton*, el cual se define como la fuerza necesaria que se debe aplicar a un cuerpo de 1 Kg de masa para generar una aceleración en él de 1 m/s² (ver Ecuación (5.4)).

$$1 N = 1 Kg * m/s^2 \quad (5.4)$$

La unidad de medida de la fuerza en el sistema cegesimal c.g.s. es la *dina*, la cual se define como la fuerza necesaria que se debe aplicar a un cuerpo de 1 g de masa para generar una aceleración en él de 1 cm/s² (ver Ecuación (5.5)).

$$1 dina = 1 g * cm/s^2 \quad (5.5)$$

Para el sistema inglés, es la *libra*, la cual se define como la fuerza necesaria que se debe aplicar a un cuerpo de 1 slug de masa para generar una aceleración en él de 1 pie/s² (ver Ecuación (5.6)).

$$1 libra = 1 slug * pie/s^2 \quad .6)$$

▪ Tercera Ley de Newton (Ley de Acción y Reacción)

Siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, éste ejerce una fuerza de la misma magnitud en la dirección opuesta sobre sobre el primero. Un ejemplo claro de la tercera ley de Newton es la fuerza ejercida de una persona *P* sobre el suelo *S* mientras camina (Acción), la cual podemos denominar como \vec{F}_{PS} y la fuerza que ejerce el suelo sobre la persona \vec{F}_{SP} (Reacción) (ver Ecuación (5.7)).

$$\vec{F}_{PS} = -\vec{F}_{SP} \quad (5.7)$$

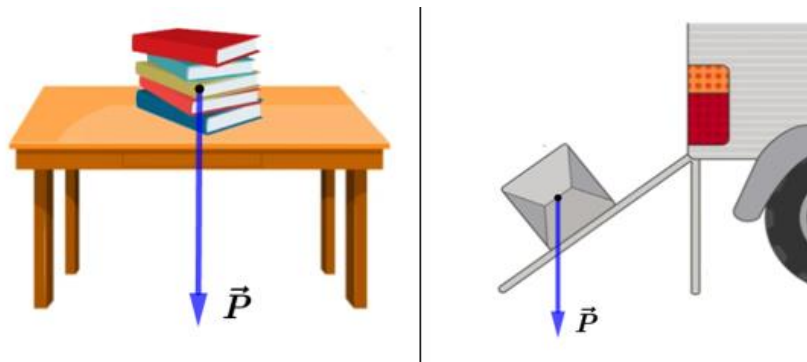
Las dos fuerzas tienen la misma magnitud y el signo menos representa que las dos fuerzas están en direcciones opuestas.

4.3.4 Tipos de Fuerza

- **Peso**

Se sabe que todos los objetos son atraídos hacia el centro del planeta tierra. El peso \vec{P} es la fuerza que ejerce la tierra sobre un objeto, es una medida vectorial la cual está siempre dirigida hacia el centro del planeta.

Figura 5-1: DCL del vector Peso.



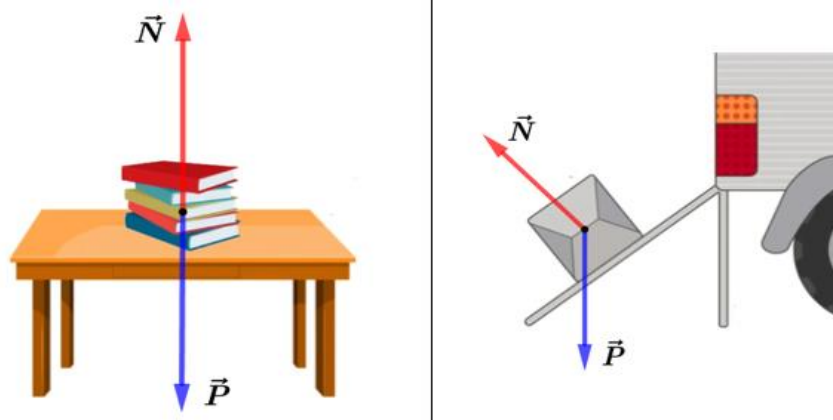
Del estudio de la cinemática se ha visto que un cuerpo que cae libremente experimenta una aceleración igual a la de la gravedad g con dirección al centro de la tierra. Si aplicamos la segunda ley de Newton a un cuerpo de masa m que cae libremente tenemos que (ver Ecuación (5.8)).

$$\vec{P} = mg \quad (5.8)$$

- **Fuerza Normal**

De la tercera ley de Newton (Ley de Acción y Reacción) se establece la fuerza normal \vec{N} , la cuál es la fuerza que ejerce una superficie sobre un objeto y por tanto ésta fuerza siempre es perpendicular a la superficie en la que se apoya el cuerpo.

Figura 5-2: DCL del vector Fuerza Normal.

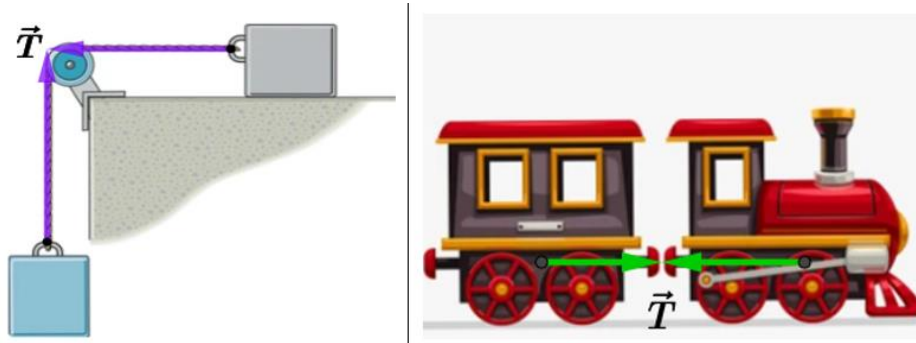


La magnitud de la fuerza normal es igual a la magnitud del peso siempre y cuando el objeto se esté apoyando sobre una superficie horizontal, pero su dirección será opuesta; si tuviéramos un sistema de referencia inclinado la magnitud de la fuerza normal será la componente del peso en el eje vertical del sistema referencial.

▪ Tensión

Esta fuerza se genera en los casos donde dos o más cuerpos están sujetos por cuerdas; la tensión \vec{T} de una cuerda es la fuerza que se genera al interior de ésta cuando se aplican fuerzas en sus extremos. Esta fuerza hala al objeto a la cual está unido, pero nunca lo empuja.

Figura 5-3: DCL del vector Tensión.

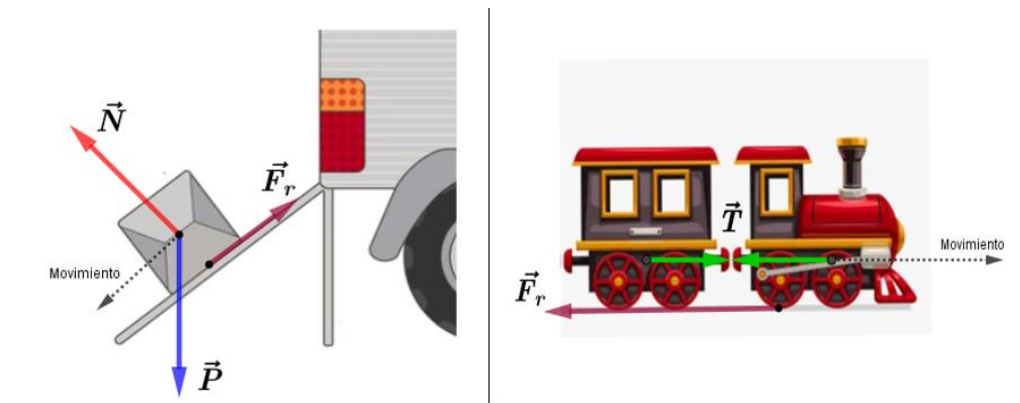


En un sistema dinámico en equilibrio, es decir, cuya sumatoria de fuerzas es igual a 0, la suma vectorial de las fuerzas aplicadas en los extremos de la cuerda también debe ser igual a 0, por lo que estas fuerzas deben ser de igual magnitud, pero de dirección opuesta.

▪ Fuerza de Rozamiento o Fricción

Esta fuerza surge por el contacto entre el objeto y una superficie rugosa, y que se opone al intento de deslizamiento del objeto sobre la superficie. Tiene valores diferentes de acuerdo al estado del movimiento: si el cuerpo no se desliza sobre la superficie se tiene una fuerza de fricción estática, pero si el objeto se desliza la fuerza de fricción es cinética.

Figura 5-4: DCL del vector Fuerza de Rozamiento.



La fuerza de rozamiento \vec{F}_r siempre es paralela a la superficie y tiene dirección opuesta al movimiento; también es directamente proporcional al producto entre la fuerza normal y el coeficiente de rozamiento cinético μ_c que existe entre el contacto de las superficies, podemos expresar esta relación así (ver Ecuación (5.9)).

$$\vec{F}_r = \mu_c \vec{N} \quad (5.9)$$

Los valores del coeficiente de fricción cinético μ_c y estático μ_e dependen de la naturaleza de las superficies y generalmente $\mu_c < \mu_e$, en la siguiente tabla, relacionamos algunos coeficientes de rozamiento aproximados para algunas superficies (ver Tabla 5-1).

Tabla 5-4-1: Coeficientes de fricción cinético y estático de algunas superficies

Coeficientes de Fricción	μ_e	μ_c
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Hule sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.4
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Madera encerada sobre nieve seca	----	0.04
Metal sobre metal (lubricados)	0.15	0.06
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

Fuente: coeficientes de fricción. Serway. (1997). Física. Tomo I 4ta Edición

▪ Fuerza Neta

Si varias fuerzas actúan sobre un objeto, el movimiento que se genera en él es igual al aplicar una sola fuerza, dicha fuerza es la resultante de la sumatoria vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto. La dirección y sentido de la fuerza resultante serán iguales para la aceleración que se genera en el objeto (ver Ecuación (5.10)).

$$\vec{F}_{Neta} = \sum F = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n \quad (5.10)$$

4.3.5 Diagramas de Cuerpo Libre DCL

Cuando queremos representar fuerzas que actúan sobre un objeto que hacen parte de su entorno y de otros cuerpos que componen un sistema dinámico, es necesario identificar las fuerzas de acción que actúan sobre el cuerpo, es decir, construir un diagrama de cuerpo libre.

Si se considera que, de acuerdo con la tercera ley de Newton, las fuerzas aparecen en pares y actúan sobre cada uno de los cuerpos que hacen parte de un sistema dinámico,

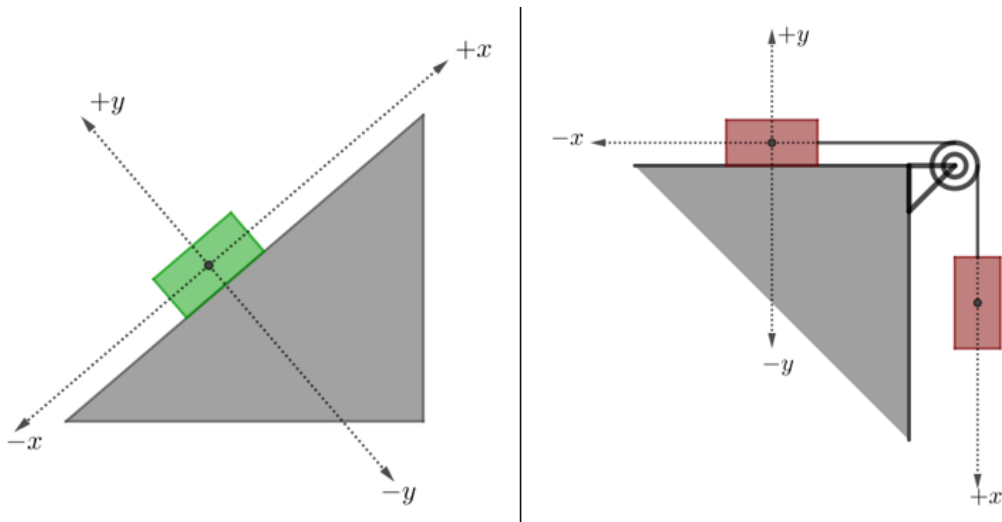
en el DCL solo se tendrán en cuenta las fuerzas que actúan sobre el objeto que se quiere analizar, estas son las fuerzas de acción.

Para construir un DCL se debe elegir un objeto y dibujar una flecha que represente cada fuerza que actúa sobre él. No tenga en cuenta fuerzas que el objeto elegido ejerza sobre otro. Si existen varios cuerpos en un sistema dinámico se debe hacer un DCL para cada uno de ellos por separado.

▪ **Algunas recomendaciones para construir un DCL**

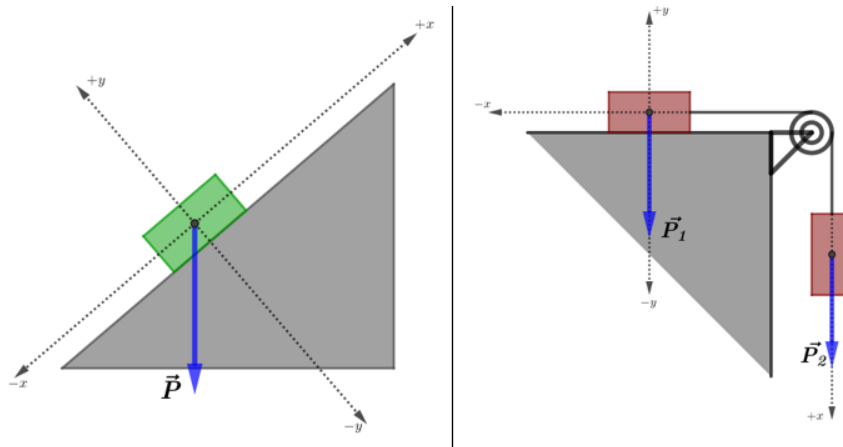
- 1) Establecer un sistema de referencia del movimiento, generalmente se utiliza el plano cartesiano. Procure que el eje del movimiento sea el x positivo, para facilitar el análisis del movimiento e identificación del sentido y dirección de las fuerzas.

Figura 5-1: Marco Referencial Inercial en un DCL



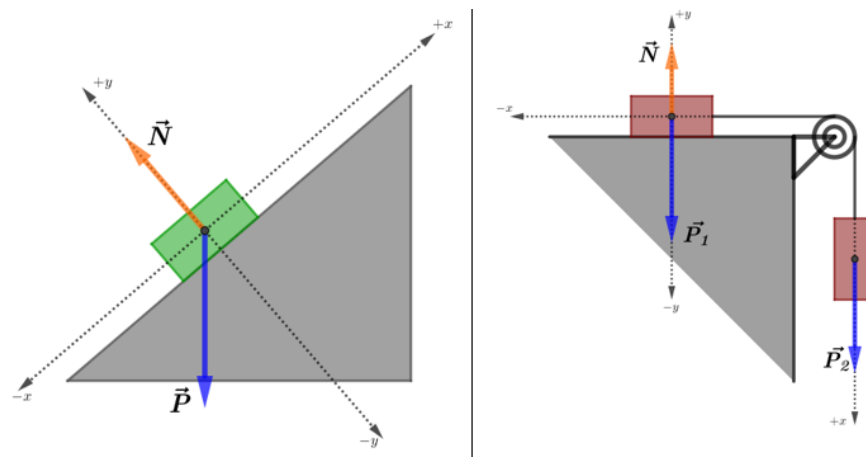
- 2) Ubique en el diagrama el vector del peso \vec{P} , recuerde que éste siempre está dirigido al centro de la tierra, por lo que siempre irá verticalmente hacia abajo.

Figura 5-2: Ubicación del vector Peso en un DCL

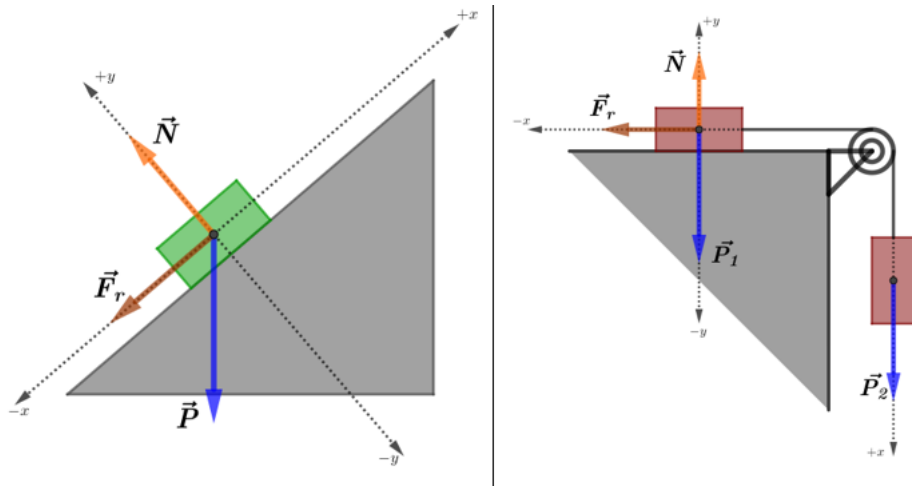


- 3) Ubique en el diagrama el vector de la fuerza normal \vec{N} , tenga en cuenta que esta fuerza es perpendicular a la superficie en la que se apoya el objeto y se ubica en el eje y positivo de nuestro sistema referencial.

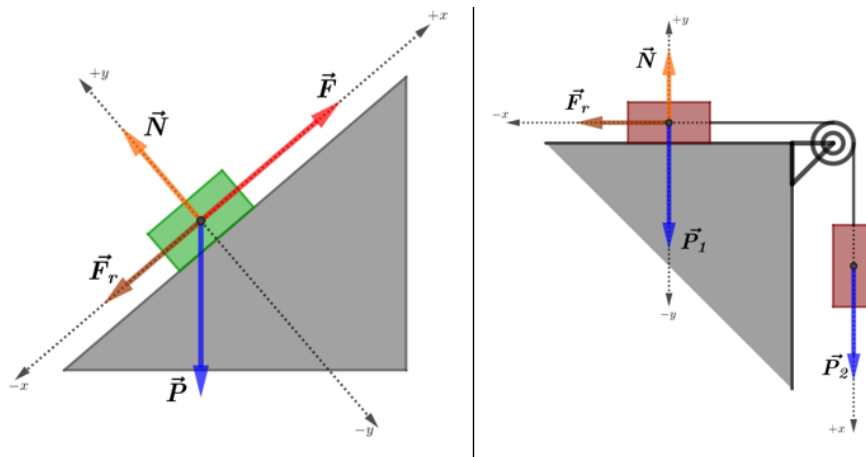
Figura 5-3: Ubicación del vector Fuerza Normal en un DCL



- 4) Ubique en el diagrama el vector de la fuerza de rozamiento \vec{F}_r , recuerde que esta fuerza es paralela a la superficie del movimiento, además que es opuesta al mismo, por lo que generalmente se ubica en el eje x negativo de nuestro sistema referencial.

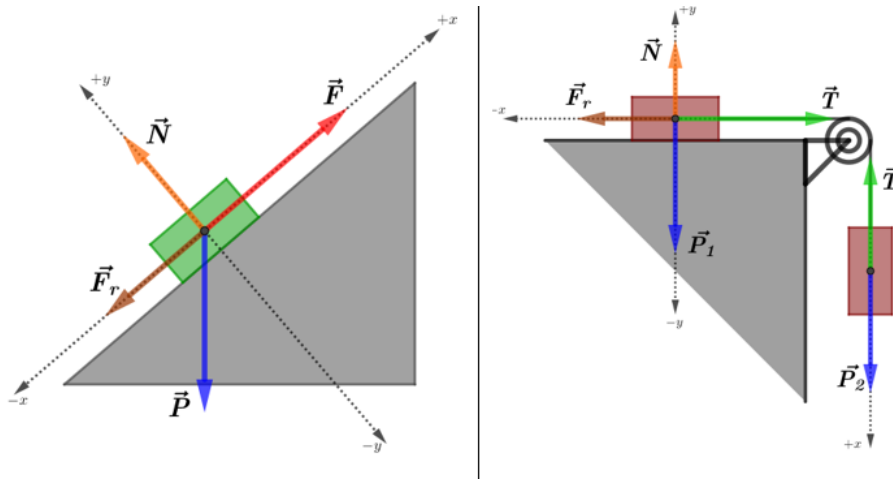
Figura 5-4: Ubicación del vector Fuerza de Rozamiento en un DCL

- 5) Ubique en el diagrama, si es necesario, las fuerzas externas \vec{F} que podrían ser aplicadas al objeto de análisis, como aquellas que se debe aplicar si el objeto está sobre una superficie horizontal o aquellas necesarias para subir un objeto por un plano inclinado.

Figura 5-5: Ubicación de los vectores Fuerzas Externas en un DCL

- 6) Ubique en el diagrama, si es necesario, aquellas fuerzas de tensión \vec{T} que se generan cuando dos o más cuerpos están sujetos con cuerdas y también en sistemas dinámicos que incluyen poleas.

Figura 5-6: Ubicación del vector Tensión en un DCL



- 7) Construya, si es necesario, un DCL para cada uno de los cuerpos que hagan parte de un mismo sistema dinámico.

4.3.6 Algunos Términos importantes por definir

- **Posición**

La posición es la magnitud vectorial que nos permite ubicar un objeto de acuerdo a un sistema de referencia preestablecido; este sistema de referencia generalmente es el plano cartesiano y el vector posición parte desde el origen del sistema hasta las coordenadas actuales (x, y) donde se ubica el objeto.

- **Distancia**

Se refiere a la cantidad de espacio que recorre un objeto durante un movimiento, es decir, la cantidad total recorrida. Es una magnitud escalar que mide la suma de los espacios recorridos por un objeto en diferentes instantes de tiempo.

- **Desplazamiento**

El desplazamiento se define como el cambio de posición de un objeto, es decir, qué tan lejos está un objeto del punto donde partió su movimiento o desde un punto determinado.

A diferencia de la distancia, el desplazamiento es una medida vectorial, por lo que además de la magnitud del desplazamiento también mide su dirección y sentido.

- **Rapidez:** Se refiere a qué tan lejos se mueve un objeto en un intervalo de tiempo dado. Es una medida escalar, por lo que no importa hacia donde se mueva. En general, la rapidez promedio de un objeto se define como la distancia recorrida dividida en el tiempo que se toma en recorrer dicha distancia.
- **Velocidad:** Generalmente, en el lenguaje cotidiano, la rapidez y la velocidad son usadas indistintamente, pero en física son términos diferentes. La rapidez sólo representa la magnitud de la distancia recorrida dividida en la cantidad de tiempo, mientras que la velocidad, como medida vectorial, además de indicar la magnitud también muestra la dirección y sentido en la que se da dicha rapidez. También, podemos definir la velocidad como la razón de cambio del desplazamiento con respecto al tiempo.
- **Aceleración:** La aceleración promedio se define como el cambio de la velocidad dividido por el tiempo que le toma en hacer ese cambio. La aceleración también es una medida vectorial, por lo que además de la magnitud también nos brinda información sobre el sentido de la aceleración, ya que puede ser positiva si un objeto aumenta su velocidad en un tiempo determinado o puede ser negativa si disminuye su velocidad en un tiempo determinado.
- **Gravedad (g):** La gravedad es la aceleración experimentada por los cuerpos que son atraídos por la fuerza gravitatoria de la tierra, que atrae a todos los cuerpos hacia el centro de esta. El valor de la aceleración de la gravedad en la tierra es de aproximadamente 9.81 m/s^2 . Este valor es aproximado ya que varía de acuerdo al lugar geográfico donde suceda el fenómeno a analizar, pero se considera constante para efectos de estudio en la física mecánica.

5. Metodología

5.1 Tipo de Investigación: aplicada

La presente investigación toma las palabras de Lozada (2014) cuando argumenta que la investigación aplicada “busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo” (p.34). De ahí, que la presente investigación se clasifica como aplicada, porque las pretensiones son el mejoramiento de la calidad de la educación desde el uso de las tecnologías aplicadas a la solución de problemáticas escolares y la transformación de los métodos de enseñanza y de aprendizaje que generalmente se observan en el aula de clase.

5.2 Enfoque Mixto

Teniendo en cuenta las técnicas e instrumentos que se usan para recolectar información en la presente investigación, se elige el enfoque mixto, porque se registra información de tipo cuantitativo y cualitativo; en ese sentido, Hernández, Fernandez y Baptista, (2014), argumentan “que el enfoque mixto de la investigación, implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema”.

Debido a que la recolección de los datos cuantitativos y cualitativos se da de forma simultánea en varias de las fases, pero con un método cualitativo predominante debido a que se da prioridad a la información que permita obtener resultados que sustenten el objetivo principal de la presente investigación, el diseño que se elige es el mixto y será el Diseño anidado o incrustado concurrente de modelo dominante (DIAC), según la clasificación de Hernández, Fernandez y Baptista, (2014), la información recolectada en los métodos cualitativos y cuantitativos se puede comparar y mezclar en la fase de análisis. Este diseño permite dar una visión más completa del fenómeno que si se utilizara sólo un

enfoque. “Una enorme ventaja de este modelo es que se recolectan simultáneamente datos cuantitativos y cualitativos (en una fase) y el investigador posee una visión más completa y holística del problema de estudio, es decir, obtiene las fortalezas del análisis CUAN y CUAL” (p. 560).

5.2.1 Diseño de investigación cualitativa: investigación-acción

En cuanto al aspecto cualitativo, se tendrá en cuenta el diseño de investigación – acción. Sandín (2003) afirma que la investigación – acción busca, principalmente, generar el cambio social, transformar la realidad (social, educativa, económica, administrativa, entre otras) y que las personas sean conscientes de su rol en su proceso de formación. Para Elliot (2000) es una práctica reflexiva social en la que no hay distinción entre la práctica sobre la que se investiga y el proceso de investigar sobre ella.

Por tanto, la implementación de la estrategia didáctica descrita en la presente investigación modifica el comportamiento de los estudiantes frente a su proceso de aprendizaje y pretende obtener resultados que permitan identificar reacciones, percepciones e intereses de los estudiantes frente a la estrategia didáctica propuesta, entonces el docente investigador toma un rol importante en la identificación de estos aspectos; la tarea del investigador es proactiva: debe informar a los participantes de las actividades que realizan los demás, motivarlos para que la implementación del plan de acción sea acorde a lo esperado, asistir a las dificultades que se puedan presentar y generar canales de comunicación de apoyo mutuo.

En cuanto a las fases que sigue la investigación acción se llama a (Stringer, 1999, como se citó en Salgado, 2007) quienes afirman que las fases esenciales de los diseños investigación-acción son: Observar (construir un bosquejo del problema y recolectar datos), pensar (analizar e interpretar) y actuar (resolver problemas e implementar mejoras). Mientras que para Colmenares (2012) las fases que se siguen en el diseño investigación acción: “Fase I, descubrir la temática; Fase II, representada por la coconstrucción del Plan de Acción por seguir en la investigación; la Fase III consiste en la Ejecución del Plan de Acción, y la Fase IV, cierre de la Investigación” (p. 107). De ahí, que la presente

investigación elija las cuatro fases: 1. Diagnóstico; 2. Plan de acción; Ejecución del plan de acción y 4. Análisis de resultados.

5.2.2 Diseño Cuantitativo

Para hablar del diseño cuantitativo se llama a Hernández, Fernandez y Baptista (2014), quienes afirman que el “enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p. 4). Sin embargo, la validez de la investigación depende en gran medida de los instrumentos que se diseñen o adopten para recoger la información.

Por ende, en la presente investigación se aplica un prueba diagnóstica, tipo test (ver Anexo A), con 14 preguntas de selección múltiple y una abierta, con un nivel de dificultad progresivo y con una duración de 40 minutos, debidamente validada por un experto y se aplica además, un test de percepción (ver Anexo F), cuyos resultados se muestran haciendo uso de la estadística descriptiva que no solo consolida los datos, sino que favorece su representación gráfica, la cual se muestra en el capítulo de análisis de datos.

5.3 Alcance descriptivo

El alcance de esta investigación es descriptivo, al respecto, Hernández y Mendoza (2018), afirman que los estudios descriptivos:

Prenden especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, miden o recolectan datos y reportan información sobre diversos conceptos, variables, aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o problema a investigar. (p. 108).

En la presente investigación se construye una descripción de la percepción de los estudiantes frente a los recursos tecnológicos (simuladores), a partir de la implementación de la estrategia didáctica y posterior análisis de los datos cualitativos y cuantitativos recolectados en las diferentes fases de la investigación.

5.4 Características de la Población

Esta investigación se aplica con estudiantes del grado 10° del colegio Francisco José de Caldas del municipio de Villahermosa Tolima; las edades de los estudiantes oscilan entre los 15 y los 18 años, provenientes, principalmente de las zonas rurales, por lo que tienen vacíos en cuanto al manejo de tecnología, por la carencia o insuficiencia de recursos tecnológicos necesarios para abordar la educación tecnológica con mejor calidad. A continuación, se sintetizan características de la población y de los equipos tecnológicos, disponibles para el desarrollo de la investigación.

Tabla 6-5-1: Caracterización de la población

ITEM	DESCRIPCIÓN
Grado	Décimo
Ubicación	Sede Central, Villahermosa Tolima
Estrato	1 y 2
Número de Estudiantes	45
Género	Mujeres: 26 Hombre: 19
Edades	Entre los 15 y 18 años
Etnia	Mestizos: 97.78% Afrodescendientes: 2.22%

Fuente: Autor

Tabla 6-5-2: Equipos tecnológicos

Equipos de Audio	Televisor mediano
Sala de Informática	Una sala, disponible solo para clases de informática.
Equipos de Cómputo	30 en la sala de informática. Se logran conseguir 6 equipos portátiles para implementación del proyecto.

Fuente: Autor

5.5 Fases de Implementación

El plan de acción de este proyecto de investigación tendrá una estructura de fases; es bueno que los estudiantes involucrados las reconozcan y estén conscientes de la importancia de cada una en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Según Colmenares (2012), las fases están conformadas por un diagnóstico, la construcción de planes o estrategias de acción, la ejecución de dichas estrategias y el análisis o reflexión constante de los involucrados en la investigación, que permita reorientar el proyecto en caso de que sea necesario de acuerdo a lo observado en la implementación (p. 18).

5.5.1 Fase 1: Diagnóstico

En esta fase se aplica una prueba diagnóstica inicial tipo test, la cual consta de 14 preguntas de selección múltiple y una abierta, con un nivel de dificultad progresivo, que abordan temáticas previas a la teoría descrita en el marco teórico de esta investigación y algunas nociones sobre conceptos básicos de dinámica. La prueba se diseñó, tomando como fundamento teórico y didáctico: los Lineamientos Curriculares, los Estándares Básicos de Competencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) de las ciencias naturales que consolidan el currículo establecido por en MEN. El instrumento fue validado por un experto, lo que permite un análisis de los resultados más confiable respecto a las dificultades y fortalezas de los estudiantes. Finalmente, los resultados cuantitativos de esta prueba servirán como insumo para complementar la descripción del análisis y resultados obtenidos durante la implementación del recurso tecnológico.

5.5.2 Fase 2: Plan de Acción

En esta fase el docente orientador toma un papel importante en la investigación, porque define el plan de acción que se aplica durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el grupo de trabajo de acuerdo a las debilidades y fortalezas identificadas en la fase de diagnóstico; centra su accionar pedagógico en aspectos importantes como la metodología, las didácticas, los tiempos y los recursos tecnológicos a utilizar.

El diseño de los recursos tecnológicos, en este caso, simuladores, requiere del tiempo suficiente para la estructuración de estos con la aplicación de GeoGebra. Además, estos recursos por sí solos, no generan los efectos positivos en el aprendizaje en los estudiantes que se quiere lograr, siendo necesario acompañarlos de guías de laboratorio que permitan a los estudiantes explorar de manera correcta el simulador y obtener la información relevante para complementar la información teórica que acompaña la estrategia didáctica.

También, se estructura una prueba final; su análisis permite complementar la información referida al objetivo de esta investigación y permite generar una idea descriptiva y generalizada de los avances en el aprendizaje de los estudiantes.

Para la fase final, se diseña un Test con escala Likert, como herramienta para analizar la percepción de los estudiantes frente a la estrategia didáctica utilizada y el uso de los simuladores como herramienta tecnológica que permite la enseñanza y el aprendizaje de la dinámica en la asignatura de física. Debido a que la implementación y análisis se hace en un periodo de tiempo corto, se elige este recurso por su practicidad a la hora de su aplicación y la manera fácil en que recolecta información importante que forman parte de las conclusiones de la investigación.

5.5.3 Fase 3: Ejecución del plan de acción

Esta fase está formada por cinco etapas fundamentales en la ejecución del proyecto de investigación, organizadas de manera que logren una comprensión progresiva de los conceptos a trabajar.

- Primera Etapa: Introducción

De forma participativa se consolidan conceptos básicos necesarios para identificar las propiedades y características de la dinámica en el momento de la implementación de los simuladores; se retomarán conceptos previos como desplazamiento, velocidad y

aceleración, así como la forma de identificar los diferentes tipos de fuerza en situaciones cotidianas, como peso, fuerza de rozamiento y normal. Es importante la construcción de los conceptos de forma participativa, donde se construye un contexto inicial de los diferentes escenarios que se pueden encontrar referentes a la temática, así la clase no se tornará expositiva y mucho menos caerá en lo tradicional, lo cual afecta directamente el nivel de motivación de los estudiantes del proyecto.

En esta etapa se hace importante hacer una observación sobre el comportamiento del grupo de trabajo, en aspectos como la motivación y el interés que tienen en la temática; esta información cualitativa es de gran importancia para evaluar la metodología utilizada y hacer cambios en el proceso si son necesarios.

- Segunda Etapa: Diagramas de cuerpo libre

En esta etapa se hace un acercamiento a los diagramas de cuerpo libre por parte de los estudiantes, el docente orientador o investigador enfatiza en la relevancia del diagrama en el análisis de los movimientos; se subraya que la construcción de diagramas de cuerpo libre se hace de forma participativa y contextualizada, por lo que el dinamismo del docente a la hora de impartir la clase es importante para no perder la motivación de los estudiantes. Esta fase también contiene una observación constante del docente en aspectos cualitativos en caso de tener que reorientar el plan de acción.

- Tercera Etapa: Implementación del recurso tecnológico GeoGebra

La utilización de simuladores de dinámica diseñados con la aplicación GeoGebra permite una mejor visualización de los movimientos generados por las interacciones entre las fuerzas. Debido a que los estudiantes no cuentan con los recursos tecnológicos para que cada uno de ellos utilice los simuladores, el docente o investigador distribuye los estudiantes en grupos de máximo cuatro estudiantes; y con ayuda de las directivas se logra asignar un computador portátil para cada grupo. Así, se logra que los estudiantes identifiquen de manera directa las propiedades y características del movimiento, Además,

se facilita la participación de los estudiantes el descubrimiento de los conceptos y efectos que tiene el fenómeno al cambiar los parámetros en cada uno de los movimientos.

El docente orientador monitorea los aprendizajes a través de preguntas clave para llevar a los estudiantes a la construcción de los conceptos, por lo que se hace necesaria una planificación previa de la clase donde se implementa el recurso. Esta planificación se diseña utilizando guías de trabajo, con una estructura tipo laboratorio, las cuales estarán estructuradas de acuerdo al aprendizaje activo de Knight.

- Cuarta Etapa: Prueba final

Después de la implementación del recurso tecnológico GeoGebra se implementa la prueba de salida. Se aplican algunas de las preguntas del diagnóstico y otras relacionadas con los conceptos dinámicos trabajados en la estrategia didáctica. Esta prueba se fundamentó en los lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias y en los derechos básicos de aprendizaje (DBA) de las ciencias naturales establecidas por en MEN. Los resultados ayudan a medir, desde un alcance descriptivo, el nivel de apropiación de la estrategia. Además, estos resultados complementan el análisis realizado con respecto a la percepción de los estudiantes del grado 10° frente a la utilización de la aplicación GeoGebra en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la dinámica.

- Quinta Etapa: Test de percepción

Para agilizar la recolección de información se emplea como instrumento un test con escala tipo Likert, con el objetivo de medir la percepción de los estudiantes frente a la utilización de la aplicación GeoGebra en la estrategia didáctica; el cual está conformado por una serie de afirmaciones planificadas y categorizadas por el docente orientador que muestran la forma en que se percibe la implementación del recurso y la forma en que se observaron y trabajaron las guías de laboratorio. Además, a la información obtenida en el test de percepción, se tiene en cuenta todas aquellas observaciones y modificaciones que se hicieron durante el proceso con el objetivo de llevar a buen término la implementación de la estrategia didáctica. Al recolectar esta información se genera un análisis cualitativo con

un alcance descriptivo categorizado, que sirve como insumo para la modificación y mejoramiento de la estrategia didáctica.

5.5.4 Fase 4: Análisis de Resultados

Cada uno de los análisis de los datos recolectados durante las etapas de la fase de ejecución del plan de acción se hace en dos momentos: En un primer momento se hace el análisis cuantitativo, tomando como insumo la información del diagnóstico y la prueba final que refleja el análisis descriptivo y muestra los posibles avances en la apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes, además, sirve como complemento a la información cualitativa recolectada y da una idea inicial sobre la eficiencia de la estrategia que utiliza a la herramienta GeoGebra como recurso de aprendizaje.

El segundo momento es el análisis de tipo de la información cualitativa recolectada durante el proceso y el test de percepción; se muestran las conclusiones a las que se llegó luego de recoger la información individual y grupal de los estudiantes involucrados a lo largo de los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la temática abordada.

A continuación, se muestra el resumen de las fases, con relación a los objetivos de la investigación:

Tabla 5-3: Fases de la investigación

Fases	Objetivos	Actividad	Instrumento
Fase 1: Diagnóstico	Construir un diagnóstico inicial de los estudiantes del grado décimo sobre la apropiación de conceptos previos referentes al estudio de la mecánica clásica en física, y las posiciones y creencias sobre conceptos de dinámica.	Aplicación de la prueba diagnóstica. Se aplica a 45 estudiantes del grado décimo de la IE Francisco José de Caldas.	Prueba diagnóstica, tipo test (ver Anexo A), con 14 preguntas de selección múltiple y una abierta, con un nivel de dificultad progresivo y con una duración de 40 minutos. Esta prueba se diseñó con fundamento en los lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias y en los derechos básicos de aprendizaje (DBA) de las ciencias naturales establecidas por en MEN
Fase 2: Plan de Acción.	Desarrollar una estrategia didáctica para la enseñanza de	<ul style="list-style-type: none"> Planificación de las actividades de cada 	<ul style="list-style-type: none"> Simulador Plano Inclinado DCL MRUA. Enlace:

<p>Fase 3: Ejecución del Plan de Acción</p>	<p>la dinámica basada en simulaciones construidas previamente en GeoGebra.</p>	<p>una las etapas de la fase de ejecución del plan de acción.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción participativa de los conceptos básicos de la dinámica. • Acercamiento participativo a los diagramas de cuerpo libre (DCL). • Aplicación del recurso tecnológico GeoGebra y las guías de laboratorio. Son tres simuladores en GeoGebra cada uno con su respectiva guía de laboratorio. • Aplicación de la prueba final. Se aplica a 45 estudiantes del grado décimo de la IE Francisco José de Caldas. • Aplicación del test de percepción. Se aplica a 45 estudiantes del grado décimo de la IE Francisco José de Caldas. 	<p>https://www.geogebra.org/m/q6u6fta9.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guía de laboratorio número 1 (ver Anexo B), estructurada de acuerdo al aprendizaje activo de Knight. • Simulador Dinámica DCL. Enlace: https://www.geogebra.org/m/dkaa6dyf. • Guía de laboratorio número 2 (ver Anexo C), estructurada de acuerdo al aprendizaje activo de Knight. • Simulador Segunda Ley de Newton DCL. Enlace: https://www.geogebra.org/m/zqkzqcek. • Guía de laboratorio número 3 (ver Anexo D), estructurada de acuerdo al aprendizaje activo de Knight. • Prueba final, tipo test (ver Anexo E), con 14 preguntas de selección múltiple, con un nivel de dificultad progresivo y con una duración de 40 minutos. Esta prueba se diseñó con fundamento en los lineamientos curriculares, los estándares básicos de competencias y en los derechos básicos de aprendizaje (DBA) de las ciencias naturales establecidas por en MEN. • Test de percepción tipo escala de Likert (ver Anexo F); el cual está conformado por 20 afirmaciones planificadas y
---	--	--	---

			categorizadas por el docente orientador que muestran los aspectos cualitativos a tener en cuenta en la investigación. Se aplicó a 45 estudiantes de la institución Francisco José de Caldas con una duración de 15 minutos.
Fase 4: Análisis de Resultados	Analizar la percepción de los estudiantes frente al uso de GeoGebra a partir de la interacción con los simuladores y la estrategia didáctica implementada.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis cuantitativo descriptivo de los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica. • Análisis de la información cualitativa obtenida en el desarrollo de las guías de laboratorio utilizando los simuladores GeoGebra. • Análisis cuantitativo descriptivo de los resultados obtenidos en la prueba final. • Medición del nivel de confiabilidad del test de percepción utilizando el Alfa de Cronbach. • Análisis cuantitativo descriptivo y cualitativo categorizado de los resultados obtenidos en el test de percepción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados de la prueba diagnóstica (ver Anexo A) tabuladas utilizando un archivo de apoyo tipo Excel. • Resultados de la información cualitativa de la sección de conclusiones de la guía de laboratorio 1 (ver Anexo B). • Resultados de la información cualitativa de la sección de conclusiones de la guía de laboratorio 2 (ver Anexo C). • Resultados de la información cualitativa de la sección de conclusiones de la guía de laboratorio 3 (ver Anexo D). • Resultados de la prueba final (ver Anexo E) tabuladas utilizando un archivo de apoyo tipo Excel. • Resultados del test de percepción (ver Anexo F) tabulados utilizando un archivo de apoyo tipo Excel.

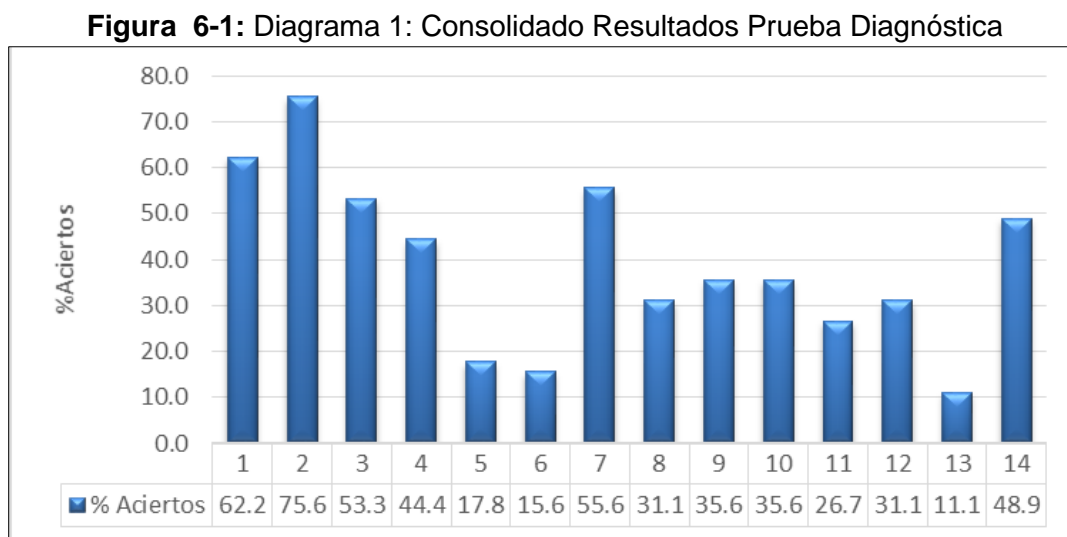
Fuente: Autor

6. Análisis de Resultados

A continuación, encontrará la descripción de la implementación en cada una de las fases del proyecto de investigación y el análisis de los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos en el trabajo realizado con los estudiantes de la Institución Educativa Francisco José de Caldas del municipio de Villahermosa Tolima.

6.1 Fase 1: Diagnóstico

En esta fase se aplicó una prueba diagnóstica inicial tipo test a 45 estudiantes del grado 10° distribuidos en dos grupos, según la organización que tiene la institución Francisco José de Caldas, (ver Anexo A), la cual tuvo 14 preguntas de selección múltiple y una abierta, con un nivel de dificultad progresivo, el tiempo de duración de la prueba fue de 40 minutos; se abordaron temáticas previas a la teoría descrita en el marco teórico de esta investigación y algunas nociones sobre conceptos básicos de dinámica. A continuación, se muestran los resultados de las 14 preguntas de selección múltiple (ver Figura 6-1).



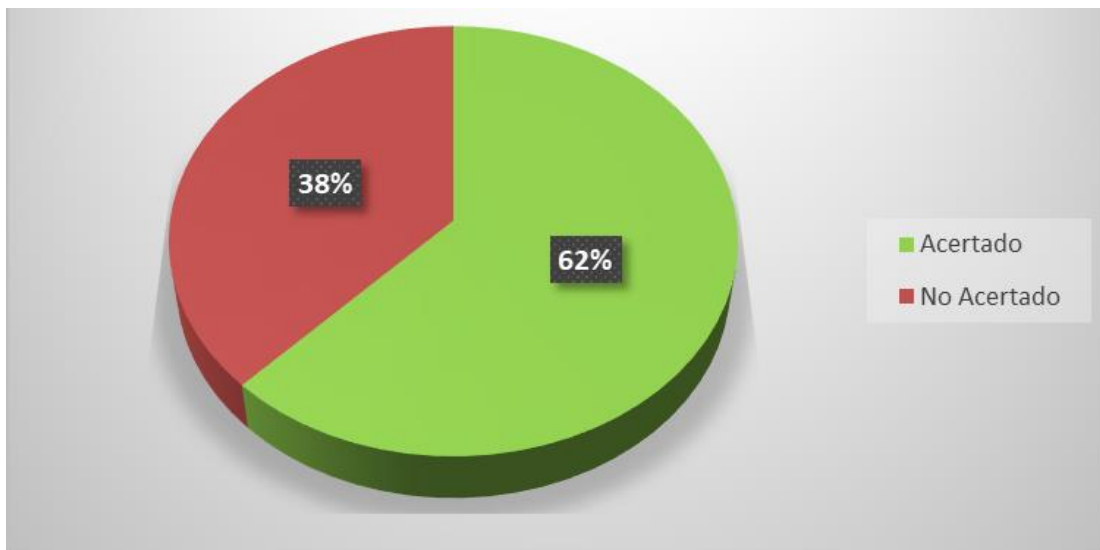
Fuente: Autor

Se establece como indicador de referencia, las preguntas cuyo porcentaje de asertividad están por debajo del 50% son aquellas en las cuales, los estudiantes registran un desempeño bajo. El promedio total de asertividad en la prueba diagnóstica fue del 38.9%, el cual demuestra un desempeño bajo en cuanto a la comprensión de temáticas y conceptos que deben manejar para abordar el componente dinámico del movimiento; estos conceptos previos basados en el estudio del movimiento desde el punto de vista cinemático, enmarcados en situaciones contextualizadas. Se tendrá en cuenta la comprensión lectora como componente fundamental para la identificación de ideas abstractas que hacen parte de los temas a trabajar.

Ahora, se analizan los resultados de las preguntas agrupándolas según las competencias y conocimientos que se pretenden medir en cada una de ellas.

Pregunta 1. La pregunta evalúa la forma en que los estudiantes interpretan medidas compuestas, en este caso, la velocidad, enmarcada dentro de una situación cotidiana según el contexto de los estudiantes.

Figura 6-2: Pregunta 1: Medida Compuesta



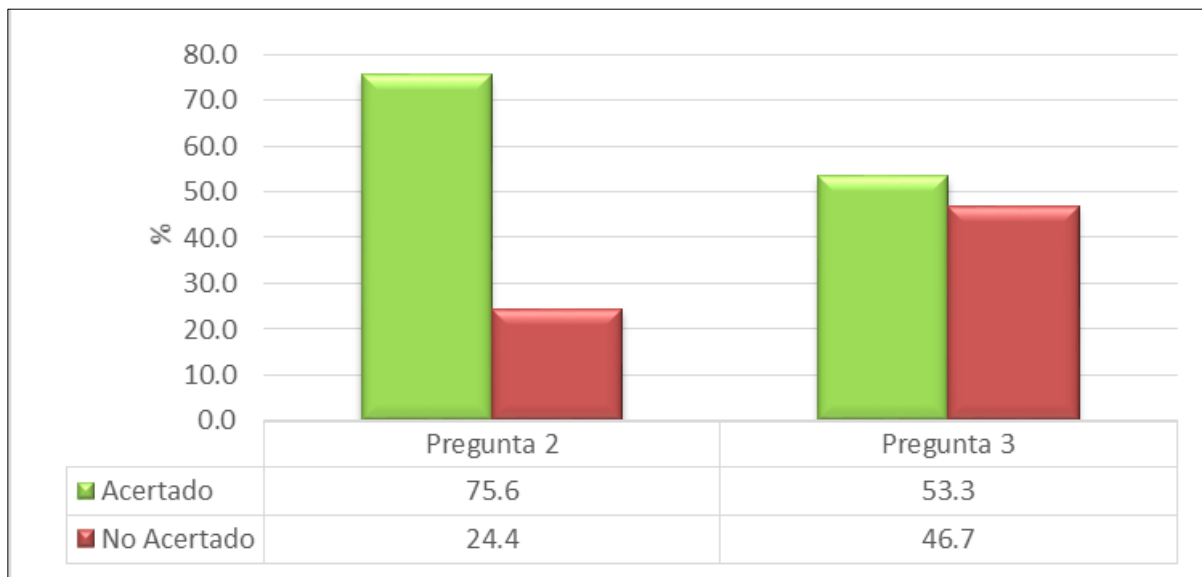
Fuente: Autor

La gráfica muestra que, el 62% de los estudiantes logran interpretar la medida compuesta de velocidad como la cantidad de espacio recorrido en metros en una unidad de tiempo

como es el segundo; mientras que el 38% de los estudiantes no logran ver la relación entre espacio y tiempo.

Preguntas 2 y 3. Estas preguntas pretenden identificar en los estudiantes la capacidad interpretativa de diferentes tipos de representación de la información, en este caso, se utiliza un diagrama tipo cartesiano para mostrar la relación entre dos variables, velocidad y tiempo, además de información abstracta que se puede obtener como la relación entre la velocidad y la aceleración de un objeto.

Figura 6-3 Preguntas 2 y 3: Movimiento Horizontal en una Dimensión

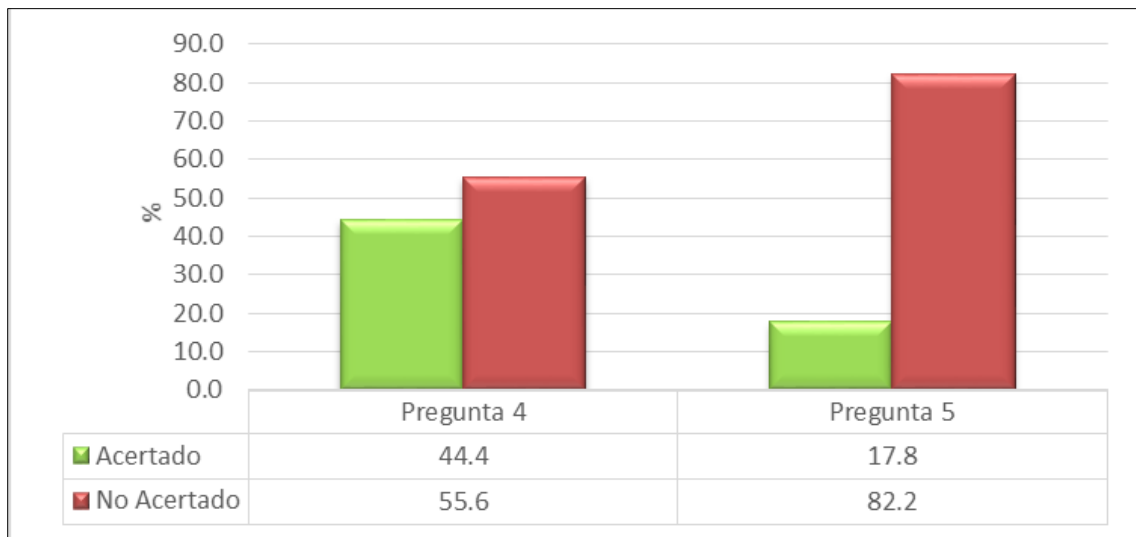


Fuente: Autor

Se observa en la gráfica que en ambas preguntas el porcentaje de asertividad fue alto al tener en cuenta el referente del 50% para establecer que el estudiante tiene la competencia. Entonces, se puede afirmar que el 75.6% de los estudiantes logran interpretar graficas cartesianas y sus variables relacionadas; y que el 53.3% de los estudiantes evaluados observan información indirecta o abstracta como la relación que existe entre la velocidad y la aceleración desde una representación gráfica.

Preguntas 4 y 5. Estas preguntas pretenden identificar en los estudiantes la capacidad interpretativa de diferentes tipos de representación de la información, en este caso, se utiliza un esquema donde se cambia el marco de referencia inercial del movimiento basado en una situación cotidiana como el lanzamiento de una pelota; se relacionan las variables de velocidad y aceleración, que, en este caso, es constante debido a la fuerza gravitatoria.

Figura 6-4: Preguntas 4 y 5: Movimiento Vertical en una Dimensión

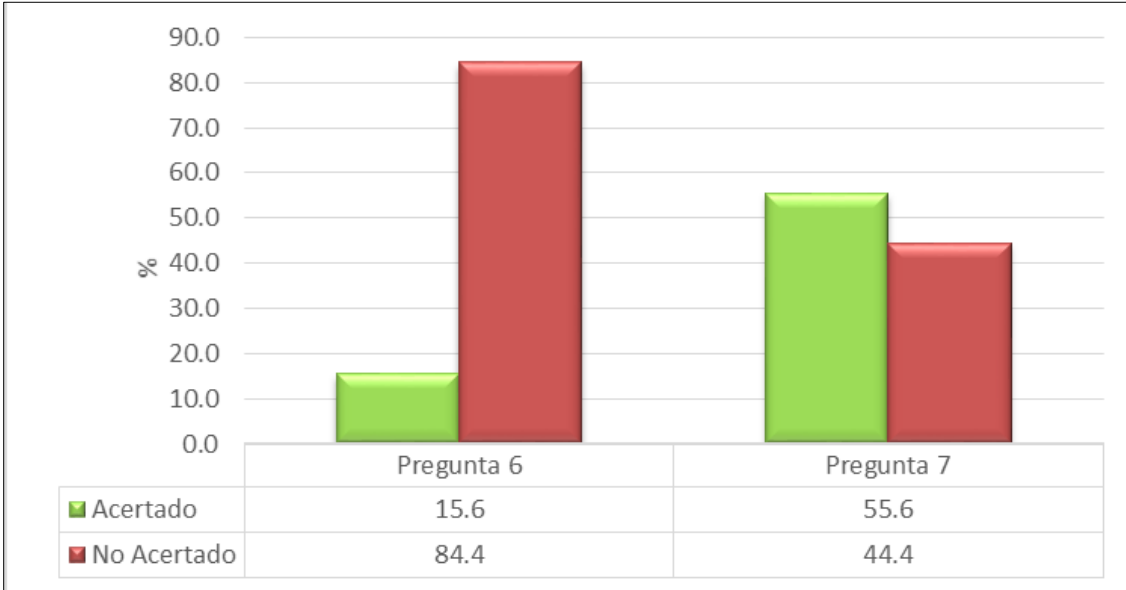


Fuente: Autor

Se observa en la gráfica que en ambas preguntas el porcentaje de asertividad fue bajo. En lo que tiene que ver con el aspecto de velocidad en un movimiento vertical, pregunta 4, el 55.6% de los estudiantes no logran relacionar el concepto con el tipo de movimiento, ya que, al cambiar el marco referencial inercial de horizontal a vertical, la velocidad va disminuyendo constantemente hasta llegar a 0; en consecuencia, no identifican el comportamiento de la gravedad como aceleración según lo mostrado en la pregunta 5, con un nivel de asertividad de sólo el 17.8%.

Preguntas 6 y 7. Es importante para la dinámica, que los estudiantes conozcan las propiedades de una medida vectorial, como su magnitud, dirección y sentido. Esta pregunta pretende que los estudiantes identifiquen, desde una situación cotidiana planteada, estas propiedades vectoriales.

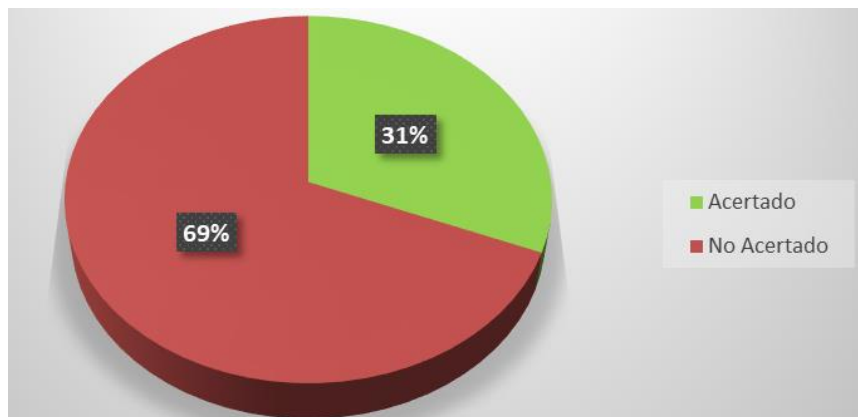
Figura 6-5: Preguntas 6 y 7: Propiedades de un Vector



Fuente: Autor

Se evidencia en la gráfica, que el 84.4% de los estudiantes no logran reconocer el concepto de dirección vectorial dentro de un marco de referencia inercial, mientras que el 55.6% de los estudiantes tienen noción del concepto de sentido de un vector. La anterior discrepancia entre las dos propiedades se genera principalmente en el uso dado a la palabra “sentido” en el lenguaje cotidiano; es muy común interpretar un movimiento donde dos objetos se mueven en un mismo sentido o sentidos contrarios, pero no en direcciones opuestas.

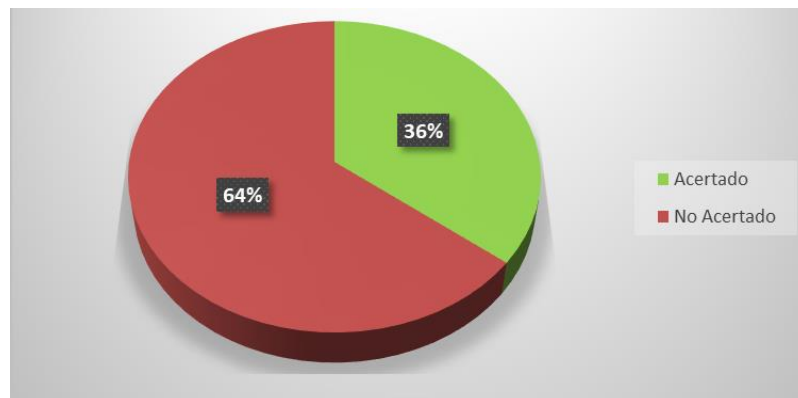
Pregunta 8. El movimiento de caída libre tiene dos características principales, la primera es que su velocidad inicial es 0, es decir, que cualquier objeto parte del reposo al hacer este movimiento; y la segunda es que la aceleración con que cae el objeto es constante y equivale a valor de la gravedad. Esta pregunta se centra en la forma en que los estudiantes identifican el comportamiento de la gravedad en un movimiento de caída libre.

Figura 6-6: Pregunta 8: Caída Libre

Fuente: Autor

Esta pregunta tiene un nivel de asertividad bajo, porque el 69% de los estudiantes no logra identificar la gravedad como aceleración y mucho menos establecer su comportamiento constante en un movimiento de caída libre. También podemos inferir que los estudiantes todavía tienen la noción equivocada de que en caída libre los objetos no caen al mismo tiempo debido al valor de su masa.

Pregunta 9. En esta pregunta se plantea una situación cotidiana del contexto de los estudiantes, donde se busca medir qué tanto identifican la diferencia entre perpendicular y paralelo; además se agrega una primera noción del concepto de fuerza y su relación con las propiedades de un vector.

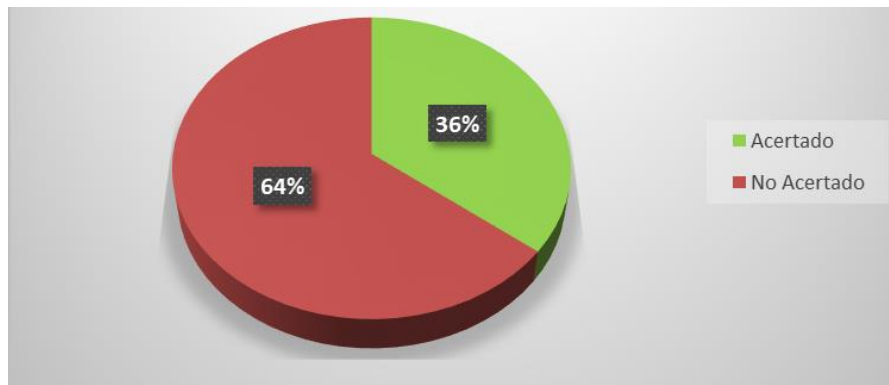
Figura 6-7: Pregunta 9: Paralelo y Perpendicular

Fuente: Autor

El nivel de asertividad en esta pregunta es muy bajo, tan solo con un 36% de los estudiantes respondieron correctamente, es decir, una buena parte de los estudiantes todavía no manejan la diferencia entre paralelo y perpendicular; y mucho menos visualizan la relación que existe entre el concepto de fuerza y la dirección de un movimiento.

Pregunta 10. Las diferentes formas de representación de la información permiten interpretar de una manera mucho más amplia los fenómenos relacionados con el movimiento. El modelamiento matemático es una manera eficaz de sintetizar la información y de predecir el comportamiento del fenómeno. Con esta pregunta se busca medir en los estudiantes la capacidad de convertir la información de una situación contextualizada a una representación matemática de la misma.

Figura 6-8: Pregunta 10: Representación Matemática



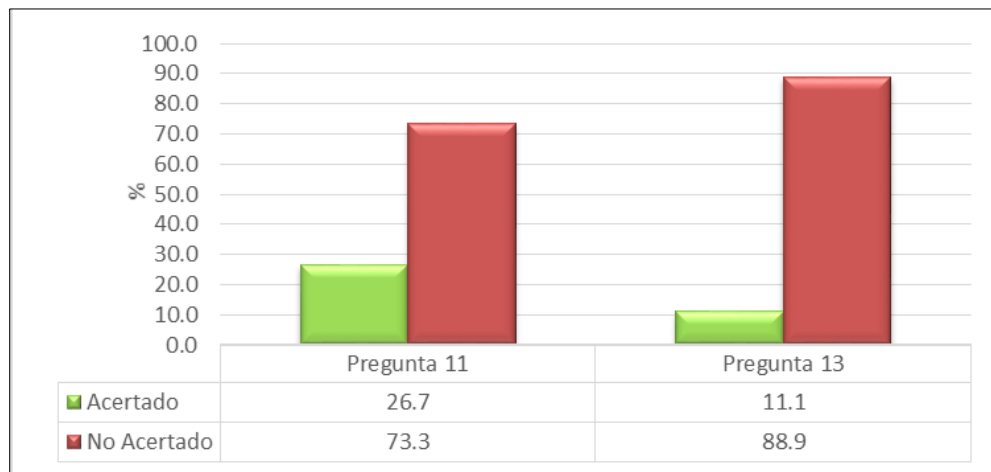
Fuente: Autor

Según la gráfica, el 64% de los estudiantes no logran relacionar un modelo matemático planteado con una situación de la cotidianidad. Este resultado muestra falencias importantes en el uso de las matemáticas y la representación algebraica, pero además de no encontrar una relación de proporcionalidad entre dos variables como los son la masa y al velocidad.

Preguntas 11 y 13. En estas preguntas se pretende que, el estudiante identifique las primeras relaciones que existen entre las propiedades cinemáticas y dinámicas de un movimiento desde una situación cotidiana planteada, específicamente la relación que

existe entre los conceptos de masa, peso y velocidad, donde el comportamiento de este último dependerá de la masa y el peso del objeto analizado.

Figura 6-9: Preguntas 11 y 13: Relación Masa, Peso y Velocidad

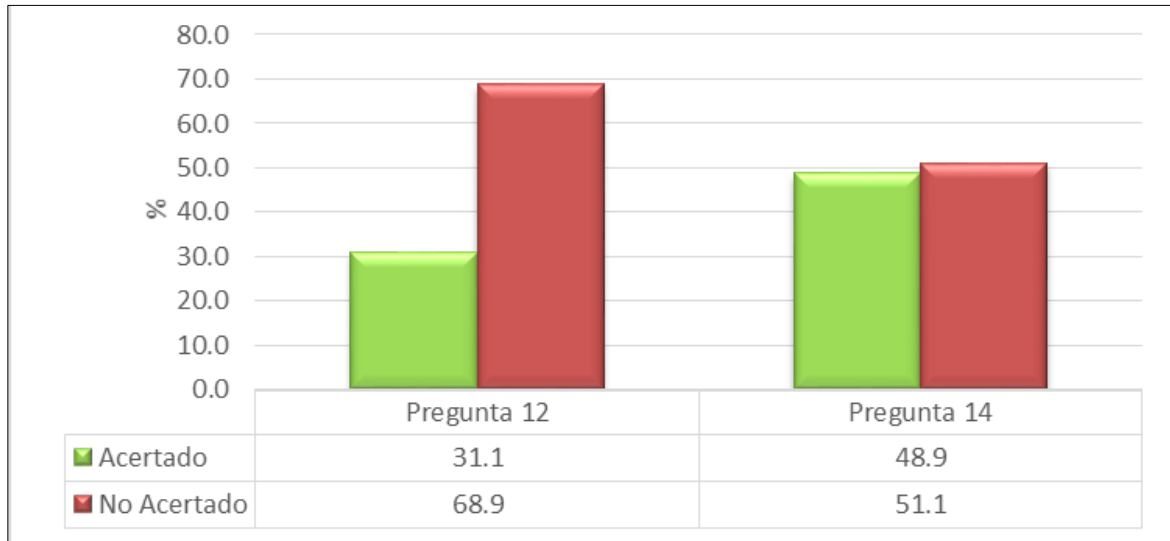


Fuente: Autor

La gráfica muestra niveles de asertividad muy bajos. En lo que tiene que ver con la pregunta 11, con un nivel de asertividad tan solo del 26.7%, los estudiantes no logran identificar las propiedades de un movimiento rectilíneo uniforme, específicamente la propiedad que tiene que ver con movimientos cuya velocidad es constante. La información para responder esta pregunta hace parte del enunciado, lo que muestra niveles de interpretación lectora muy bajos en los estudiantes medidos.

En lo que respecta a la pregunta 13, además de las claras falencias en comprensión lectora, los estudiantes no logran establecer una conexión clara entre las propiedades dinámicas como la masa y el peso con la velocidad de un movimiento, evidenciado en un nivel de desacierto del 88.9%.

Preguntas 12 y 14. En estas preguntas se pretende que el estudiante identifique las primeras relaciones que existen entre las propiedades cinemáticas y dinámicas de un movimiento desde una situación cotidiana planteada, específicamente la relación que existe entre los conceptos de masa, peso y aceleración, donde el comportamiento de éste último dependerá de la masa y el peso del objeto analizado.

Figura 6-10: Preguntas 12 y 14: Relación Masa, Peso y Aceleración

Fuente: Autor

La gráfica muestra niveles de asertividad bajos. En lo que tiene que ver con la pregunta 12, con un nivel de asertividad solo del 31.1%, los estudiantes no logran identificar las propiedades de un movimiento rectilíneo uniforme, específicamente la propiedad que tiene que ver con movimientos cuya aceleración es nula. La información para responder esta pregunta hace parte del enunciado, lo que confirma los bajos niveles de interpretación lectora en los estudiantes medidos.

En lo que respecta a la pregunta 14, además de las claras falencias en comprensión lectora, los estudiantes aún tienen dificultades, aunque no muy marcadas, en establecer una conexión clara entre las propiedades dinámicas como la masa y el peso con la aceleración de un movimiento, evidenciado en un nivel de desacierto del 51.1%.

Pregunta 15. En esta pregunta abierta se pretende explorar las nociones que tienen los estudiantes frente al concepto de fuerza y cómo ellos la identifican dentro de un contexto que podría ser cotidiano o al menos familiar para ellos. El siguiente enunciado describe de forma contextualizada la situación problema (ver Figura 6-11).

Figura 6-11: Pregunta 15: Situación Problema

Juanito lleva a sus dos mascotas en su carro de juguete desde la finca de sus papás, que está cerca al pueblo, hasta la veterinaria municipal a una aceleración baja pero constante tal como lo muestra la figura.

Supongamos que Juanito se detiene y recoge a otra de sus mascotas en su carro de juguete y continúa su recorrido describiendo un movimiento rectilíneo uniforme. Desprecie el rozamiento entre el carro y el camino.

La pregunta que orienta al estudiante a establecer una primera relación de lo que se ha trabajado desde el aspecto cinemático con el dinámico del movimiento, además de estar acorde al contexto de los estudiantes.

Figura 6-12: Pregunta 15: Argumento

15. **Argumento:** Supongamos que después de recoger su tercera mascota Juanito debe subir un camino empinado para llegar a su casa, si el camino es empedrado ¿qué debe hacer Juanito para subirla con la misma aceleración que tenía cuando estaba en la calle plana y con dos mascotas?

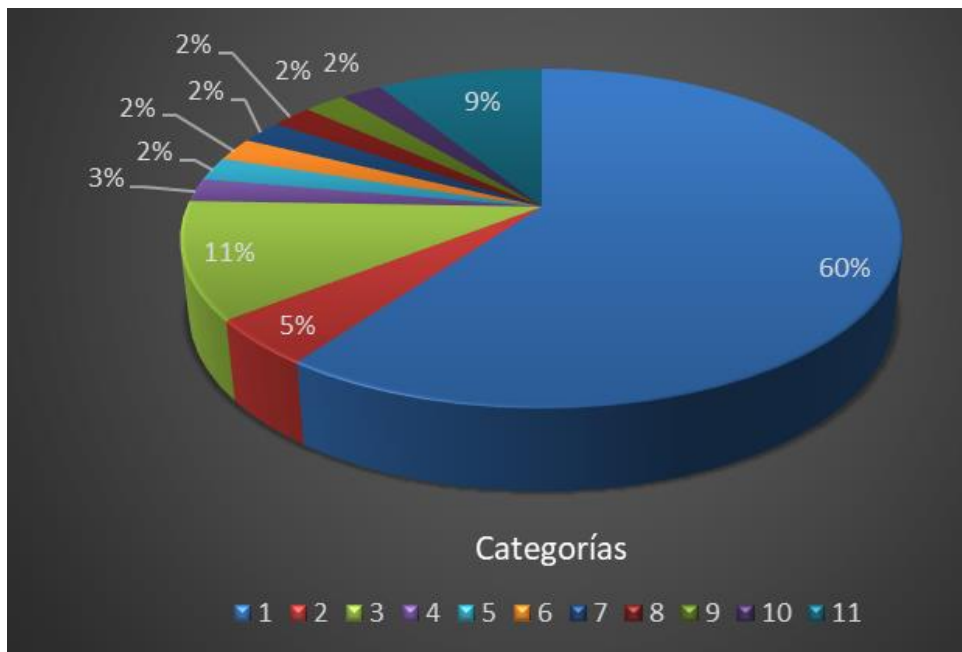
De las respuestas obtenidas por los 45 estudiantes encuestados se logra establecer 11 categorías que logran sintetizar la idea central de lo comunicado por los estudiantes y, por tanto, se logra cuantificar las nociones de los estudiantes frente a un concepto dinámico del movimiento como lo es la fuerza. La información se registra en (ver Tabla 6-1).

Tabla 6-1: Respuestas Categorizadas, Pregunta 15 del Diagnóstico Inicial

Número	Categoría	Estudiantes
1	Juanito debe aplicar una mayor fuerza constante.	27
2	Juanito debe aumentar la aceleración del movimiento.	2
3	Juanito debe aumentar la velocidad del movimiento.	5
4	Juanito debe probar bajar y subir las mascotas durante el trayecto.	1
5	Juanito debe coger impulso para subir la cuesta.	1
6	Juanito debe tener cuidado para mantener las mascotas dentro del carrito.	1
7	Juanito debe correr con una velocidad constante.	1
8	Juanito debe coger la cuerda del carrito de manera más corta.	1
9	Juanito debe mantener la misma aceleración con que transporta sus mascotas.	1
10	Juanito debe aumentar el peso del carrito.	1
11	Estudiantes que no respondieron.	4
Total		45

Fuente: Autor

La siguiente gráfica resume de forma porcentual el comportamiento de las categorías obtenidas en las respuestas de los estudiantes.

Figura 6-13: Pregunta 15: Noción del Concepto de Fuerza

Fuente: Autor

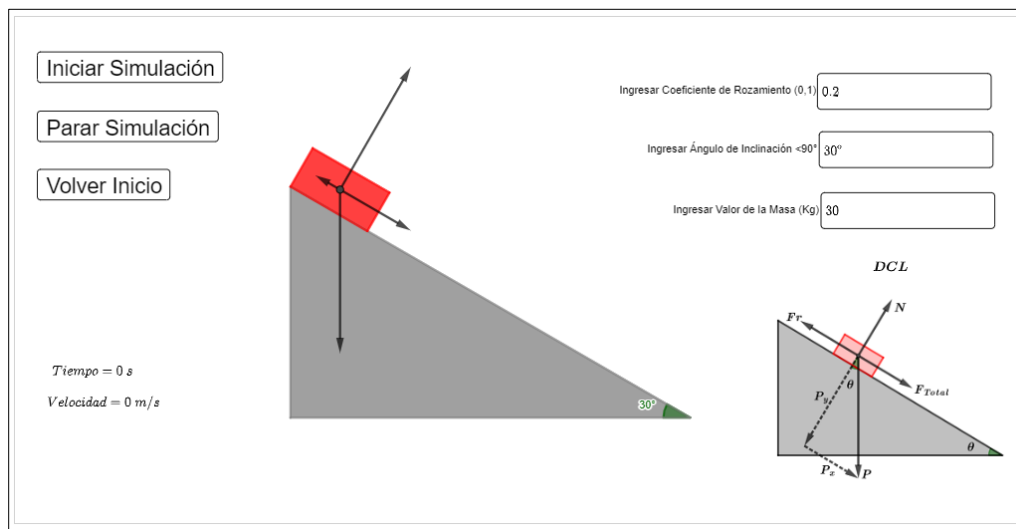
Se observa en el diagrama circular que el 60% de los estudiantes encuestados estuvieron de acuerdo en que Juanito debe aplicar una mayor fuerza de forma constante a su carrito para poder subir la colina conservando la misma aceleración con la que venía en el camino plano. Esto indica que, 27 estudiantes de los 45, tienen una noción acertada del concepto de fuerza, como aquella acción que se debe realizar para aumentar una aceleración o conservarla al momento de cambiar un marco referencial inercial del movimiento.

6.2 Fase 2: Plan de Acción

En esta fase se aplicó el plan de acción con registro de los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el grupo de trabajo de acuerdo a la información de la fase de diagnóstico; se establecieron aspectos importantes como la metodología, las didácticas, los tiempos y los recursos tecnológicos a utilizar. Se diseñaron las diversas actividades que se trabajaron durante la implementación de la investigación.

El diseño de los recursos tecnológicos, este caso, tres simuladores, se construyeron en la aplicación de GeoGebra y como estos recursos por sí solos, no generan los efectos positivos en el aprendizaje en los estudiantes que se quiere lograr, se construyeron tres guías de laboratorio que llevan a los estudiantes explorar de manera correcta el simulador y obtener la información relevante que permita complementar la información teórica que acompaña la estrategia didáctica; la aplicación de estos recursos se realiza en la fase 5, implementación del recurso tecnológico GeoGebra.

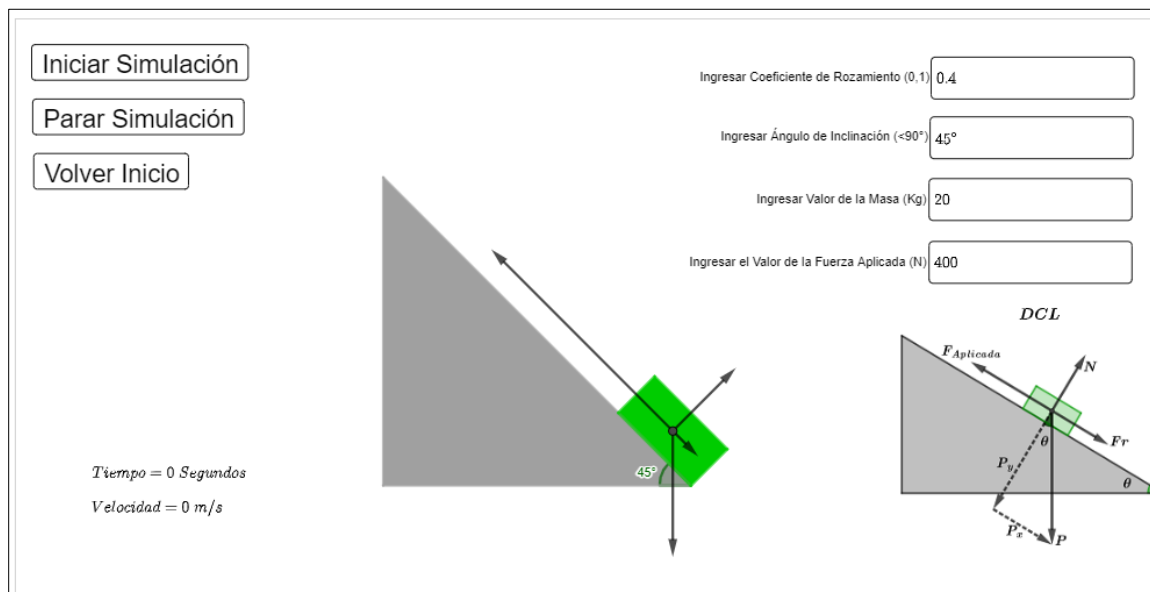
- Simulador Plano Inclinado DCL MRUA: Este simulador construido en GeoGebra se aloja en el siguiente enlace: <https://www.geogebra.org/m/q6u6fta9> Su correspondiente guía de laboratorio está relacionada al final de este documento (ver Anexo B).

Figura 6-14: Simulador Plano Inclinado DCL MRUA

Fuente: Autor

- Simulador Dinámica DCL

Este simulador construido en GeoGebra lo podrá encontrar en el siguiente enlace: <https://www.geogebra.org/m/dkaa6dyf> Su correspondiente guía de laboratorio está relacionada al final de este documento (ver Anexo C).

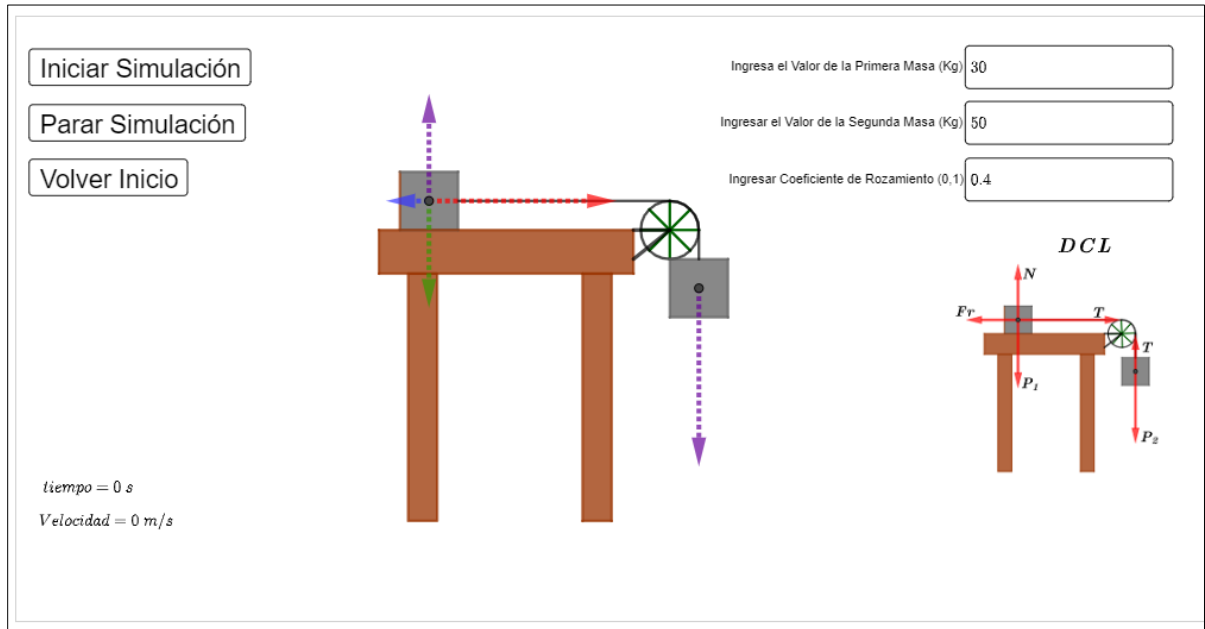
Figura 6-15: Simulador Dinámica DCL

Fuente: Autor

- Simulador Segunda Ley de Newton DCL

Este simulador construido en GeoGebra se puede acceder usando el siguiente enlace: <https://www.geogebra.org/m/zqkzqcek> Su correspondiente guía de laboratorio está relacionada al final de este documento (ver Anexo D).

Figura 6-16: Simulador Segunda Ley de Newton DCL



Fuente: Autor

También, se estructuró un test final; con aplicación en la fase 6, su análisis permite complementar la información referida al objetivo de la investigación. Permite generar una idea parcial y generalizada de los avances en el aprendizaje de los estudiantes (ver Anexo E).

Para la fase 7, se diseñó y aplicó un Test con escala Likert, como herramienta para analizar la percepción de los estudiantes frente a la estrategia didáctica utilizada y el uso de los simuladores como herramienta tecnológica que permite la enseñanza y el aprendizaje de la dinámica en la asignatura de física. Por la practicidad del recurso, se obtuvo información importante que alimenta las conclusiones de la investigación (ver Anexo F).

6.3 Fase 3: Ejecución del Plan de Acción

- Primera Etapa: Introducción

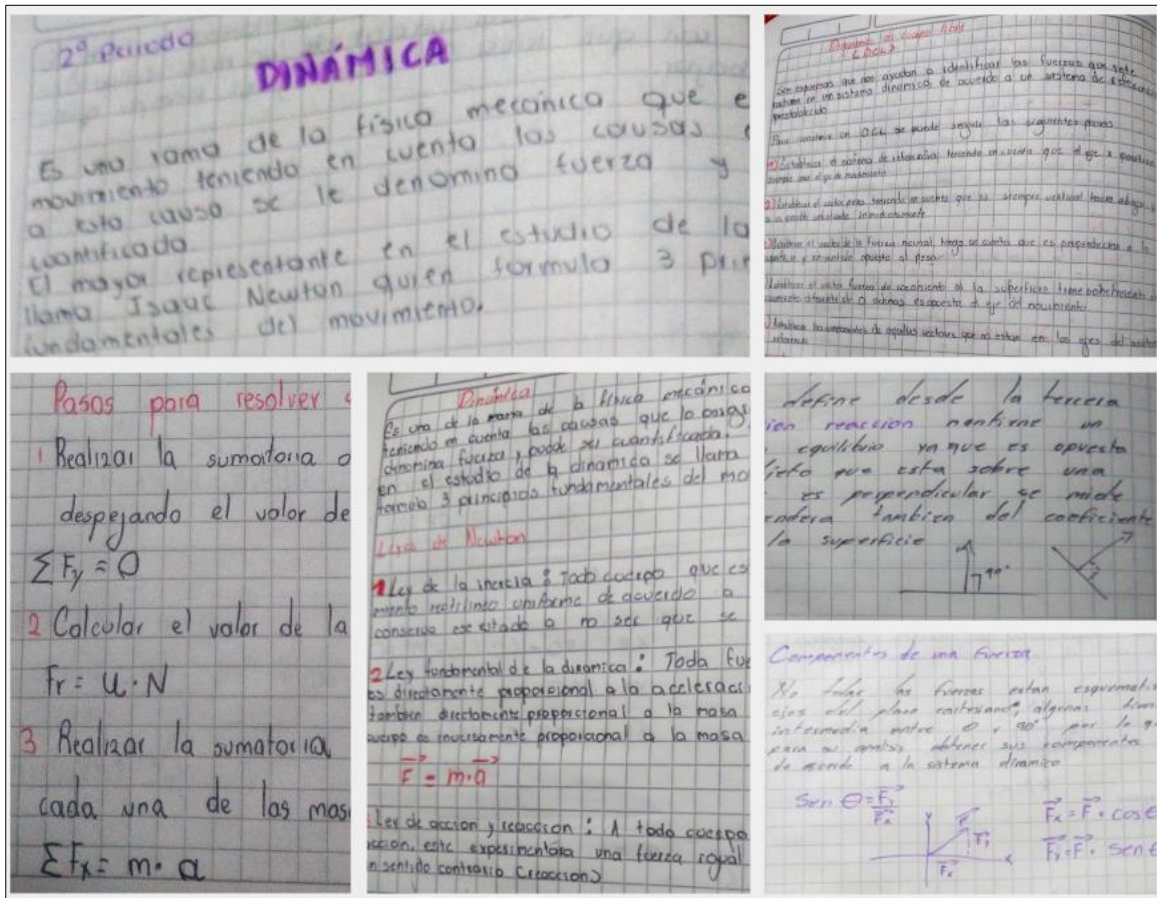
De acuerdo a la información obtenida en la retroalimentación del pre – test, de forma participativa se construyeron y se afianzaron conceptos básicos importantes para identificar las propiedades y características de la dinámica en el momento de la implementación de los simuladores; se retomaron conceptos previos como desplazamiento, velocidad y aceleración, así como la forma de identificar los diferentes tipos de fuerza en situaciones cotidianas, como peso, fuerza de rozamiento y normal.

Fue significativo la construcción de los conceptos de forma participativa, donde se construyó un contexto inicial de los diferentes escenarios que se pueden encontrar referentes a la temática, así la clase no se tornó expositiva ni mucho menos tradicional, lo cual influyó directamente el nivel de motivación de los estudiantes.

La fase de introducción tuvo una duración de una semana, mientras que la implementación de las otras etapas tuvo una duración de nueve semanas. Se tomaron los conceptos trabajados en el análisis cinemático del movimiento, como posición, desplazamiento, velocidad, aceleración y tiempo, como forma de retroalimentar el pre – test implementado en la fase anterior.

Además, se establecieron relaciones entre las propiedades cinemáticas del movimiento con las propiedades dinámicas, registrando algunas definiciones de conceptos importantes como la de fuerza, peso, fuerza normal, fuerza de fricción o rozamiento y tensión. A continuación, se encuentran evidencias de los registros obtenidos en la implementación de esta fase.

Figura 6-17: Evidencias fase de introducción



Fuente: Autor

La evidencia fotográfica contiene información consignada en los cuadernos de apuntes de los estudiantes donde se muestran los conceptos básicos trabajados en la fase de ejecución del plan de acción en la etapa de introducción, la cual se realizó en la primera semana del segundo periodo académico.

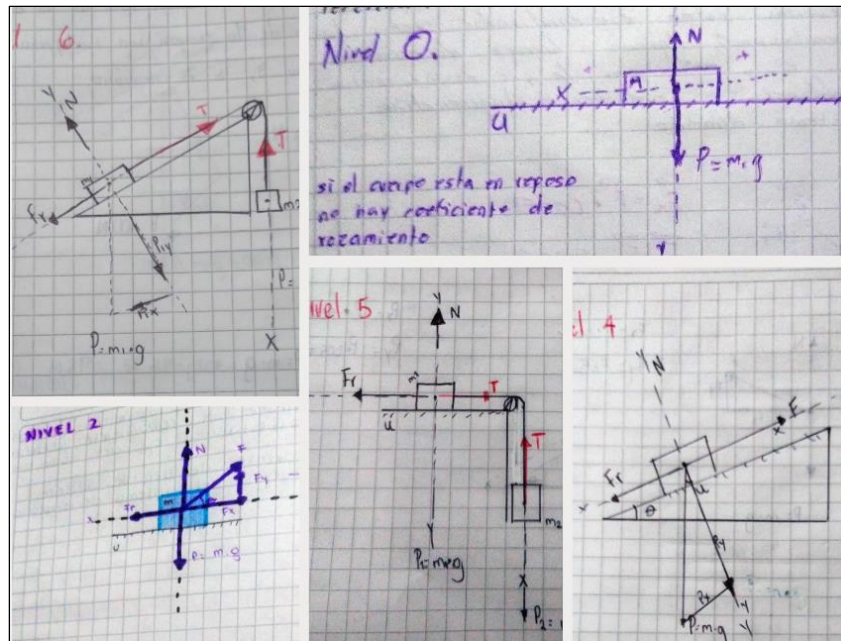
Como aspecto importante a resaltar fue la manera en que se logra conservar la motivación en los estudiantes frente a la comprensión de los nuevos conceptos, ya que de forma participativa se construyeron varias definiciones parciales obtenidas de lo comunicado verbalmente por los estudiantes de acuerdo a sus nociones del tema o de lo aprendido desde la experiencia y/o temas trabajados con anterioridad, para luego, construir una definición formal del concepto.

- Segunda Etapa: Diagramas de Cuerpo Libre

Esta fase se implementó durante la segunda semana del segundo periodo académico, se hizo un acercamiento a los diagramas de cuerpo libre por parte de los estudiantes, se procuró hacer notar la relevancia del diagrama en el análisis de los movimientos; la construcción de diagramas de cuerpo libre también se hizo de forma participativa y contextualizada. También se realizó una observación constante del docente en aspectos cualitativos para posibles mejoras en la metodología. De ahí que se logró un acercamiento participativo a los diagramas de cuerpo libre (DCL); se registran unos pasos básicos y generales para la construcción de un DCL sin importar la situación planteada.

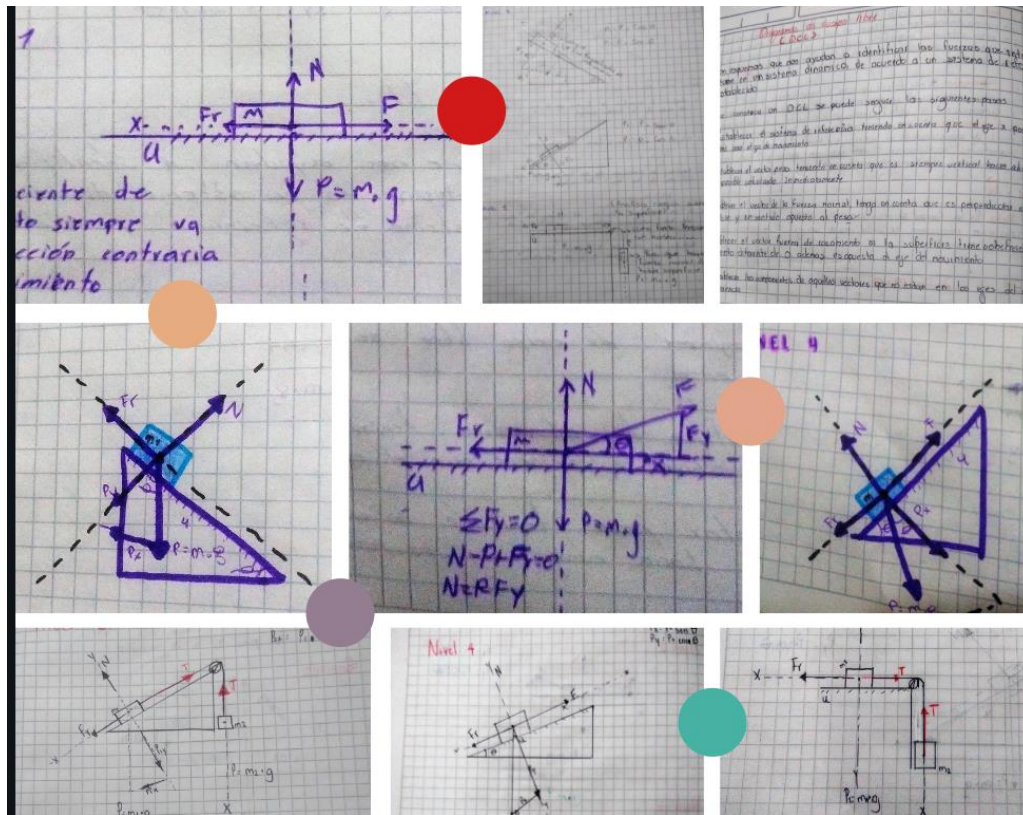
Luego, a partir de situaciones cotidianas tomadas de demostraciones empíricas en el aula de clase o esquematizadas mediante un enunciado se construyen los diagramas de cuerpo libre. Una estrategia importante para mantener un nivel de motivación adecuado frente a la construcción de los diagramas fue la clasificación de ellos mediante niveles; ya que se partió de la construcción de un DCL de nivel 0, donde un cuerpo permanece en reposo, para luego aumentar la dificultad en el nivel 1, donde se aplica una fuerza para generar un movimiento; a medida que se aumenta el nivel también aumenta la dificultad, hasta llegar a un DCL que contenga la información necesaria para la aplicación de los simuladores.

Figura 6-18: Evidencias fase de diagramas de cuerpo libre (1)



Fuente: Autor

Figura 6-19: Evidencias fase de diagramas de cuerpo libre (2)



Evidencia fotográfica (Ver Figuras 6-17 a 6-19) de la información consignada en los cuadernos de apuntes de los estudiantes donde se muestran los diferentes DCL contruidos de forma manual; la estrategia utilizada para familiarizar a los estudiantes con la construcción de estos diagramas es el uso de pasos básicos que guíen la construcción y la clasificación de éstos DCL por niveles, desde menor complejidad (cuerpo en reposo) hasta los de mayor complejidad (sistemas con poleas). Esto se realizó en la fase de ejecución del plan de acción en la etapa de diagramas de cuerpo libre durante la segunda semana del segundo periodo académico según cronograma de actividades.

Durante la aplicación de esta fase, algunos estudiantes presentaron dificultades en la construcción del DCL; concretamente al establecer el marco referencial inercial adecuado para el análisis del movimiento, es decir, presentaron problemas al ubicar el sistema referencial escogido (plano cartesiano) dentro de una situación cotidiana. También, mostraron dificultad para ubicar los vectores que representaban las fuerzas en el diagrama,

ya que en algunos casos no se tenía claro el concepto de superposición de fuerzas para buscar alternativas en la manera de representarlas en el diagrama.

Por lo anterior, algunos estudiantes del grupo se mostraron preocupados y por tanto desmotivados, ya que todavía no había culminado el proyecto y ellos no lograban percibir un avance significativo en la comprensión de la temática, por lo que algunos de ellos optaron por apoyarse en compañeros y otros presentaron signos de frustración que pudieron obstaculizar su aprendizaje.

- Tercera Etapa: Implementación del recurso tecnológico GeoGebra

La utilización de simuladores de dinámica diseñados con la aplicación GeoGebra permitió una mejor visualización de los movimientos generados por las interacciones entre las fuerzas. Debido a que los estudiantes no cuentan con los recursos tecnológicos para que cada uno de ellos utilice los simuladores, se decidió distribuir a los estudiantes en grupos, máximo de cuatro estudiantes; y con ayuda de las directivas se logró asignar un computador portátil para cada grupo. Debido a que no se contaba con un espacio adecuado para la utilización de los equipos portátiles se decidió trabajar en el aula de clase y en otros espacios de la institución como el patio de descanso y pasillos.

Esta fase se desarrolla en la semana 6 del segundo periodo académico y se logra implementar el recurso tecnológico de GeoGebra como complemento a la información adquirida en las fases de introducción y diagramas de cuerpo libre, para lograr una mayor comprensión se recomienda (ver Tabla 6-2).

Durante la implementación de los recursos tecnológicos se procuró que todos los grupos de trabajo comprendieran la información suministrada en cada una de las guías de laboratorio. Para esto, el docente investigador estuvo presto en cada una de las sesiones de trabajo a responder las preguntas necesarias para la construcción del informe, sin que esto interfiriera de alguna manera el proceso normal de descubrimiento y aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 6-2: Distribución de las semanas de implementación de las fase 5

Fase	Semana	Actividad
2 y 3	1	Aplicación del diagnóstico inicial e introducción
4	2	Construcción de diagramas de cuerpo libre DCL
5	3	Implementación del primer laboratorio utilizando el simulador GeoGebra. (ver Anexo B)
	4	
	5	Implementación del segundo laboratorio utilizando el simulador GeoGebra. (ver Anexo C)
	6	
	7	
	8	Implementación del tercer laboratorio utilizando el simulador GeoGebra. (ver Anexo D)

Fuente: Autor

Figura 6-20: Evidencia fotográfica de la implementación (1)

Fuente: Autor

Figura 6-21: Evidencia fotográfica de la implementación (2)

Fuente: Autor

Evidencia fotográfica (ver Figuras 6-20 y 6-21) del trabajo realizado en la fase de ejecución del plan de acción donde los estudiantes desarrollan las guías de laboratorio utilizando los simuladores de dinámica contruidos en la aplicación GeoGebra. La ejecución de la fase de plan de acción en la etapa de implementación de los simuladores inició en la segunda semana del segundo periodo académico y se extendió hasta la semana 7, según el cronograma de actividades.

Al finalizar las semanas 4, 6 y 8, los estudiantes presentaron los informes de laboratorio. La forma en que se recolectó lo trabajado en los informes fue digital, ya que se facilita mucho más el desarrollo de este utilizando los equipos portátiles dados por las directivas de la institución.

Algunas apreciaciones importantes de los estudiantes frente al uso de los simuladores de GeoGebra y el desarrollo de las guías de laboratorio fueron que éstos facilitan entender mucho más fácil los conceptos de movimiento, aceleración, masa y fuerza, además de entender y aprender las relaciones que existen entre ellos mediante la observación de la herramienta tecnológica; además, una gran parte de los estudiantes afirman que la herramienta es fácil de manipular y que la información se muestra clara, aunque presentaron algunas dificultades al momento de comprender lo que se requería en las guías de laboratorio, por lo que fue necesario intervenir en varias ocasiones para aclarar lo puntos allí descritos.

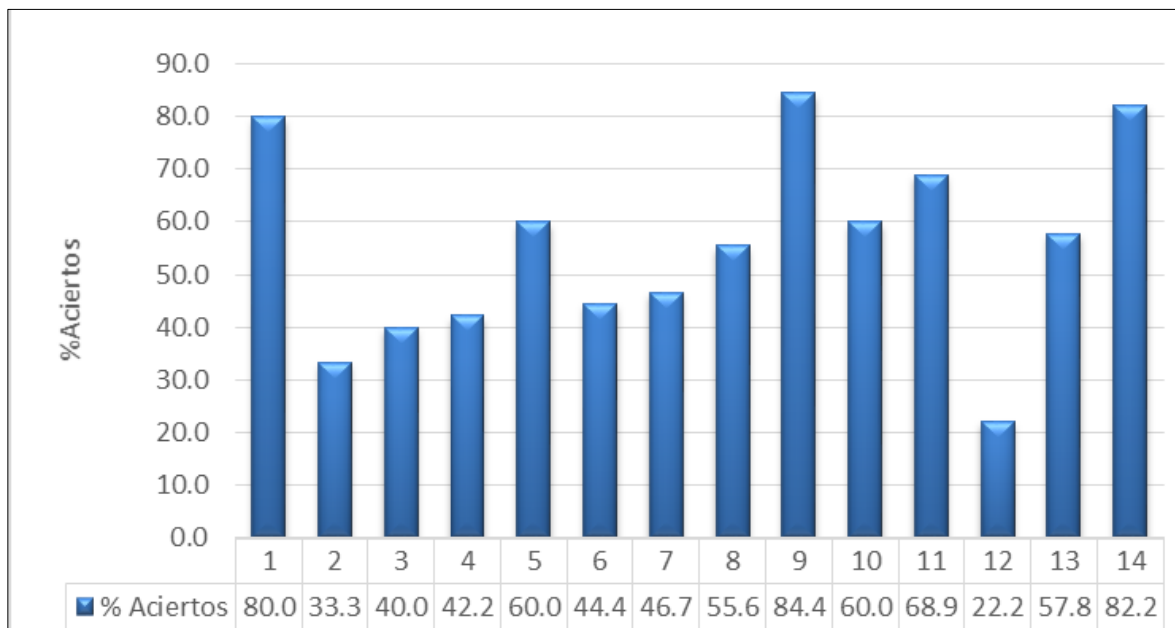
- Cuarta Etapa: Prueba Final

Después de la implementación del recurso tecnológico GeoGebra se implementó la prueba de salida o prueba final (ver Anexo E). Se aplicaron algunas preguntas del pre – test y otras relacionadas con los conceptos dinámicos trabajados en la estrategia didáctica. Los resultados ayudarán a medir, desde un aspecto general, el nivel de apropiación de la estrategia. Además, estos resultados complementan el análisis realizado con respecto a describir la percepción de los estudiantes del grado décimo frente a la utilización de la aplicación GeoGebra en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la dinámica.

Se aplicó la prueba final a 45 estudiantes del grado décimo distribuidos en dos grupos, según la organización que tiene la institución Francisco José de Caldas. Se aplicaron 14 preguntas de selección múltiple, contextualizadas de acuerdo al entorno en que se desempeñan los estudiantes en su cotidianidad. Las cuatro primeras preguntas de la prueba final hicieron parte del pre – test en forma de una primera revisión del aspecto cinemático del movimiento. Los resultados de las 14 preguntas de selección múltiple se encuentran en la siguiente fase de análisis de resultados (ver figura 6-23).

6.4 Fase 4: Análisis de Resultados

Figura 6-23: Consolidado Resultados de la prueba Final



Fuente: Autor

Se establece, como indicador de referencia, que las preguntas cuyo porcentaje de asertividad estén por debajo del 50% son aquellas en las cuales los estudiantes registran un desempeño bajo.

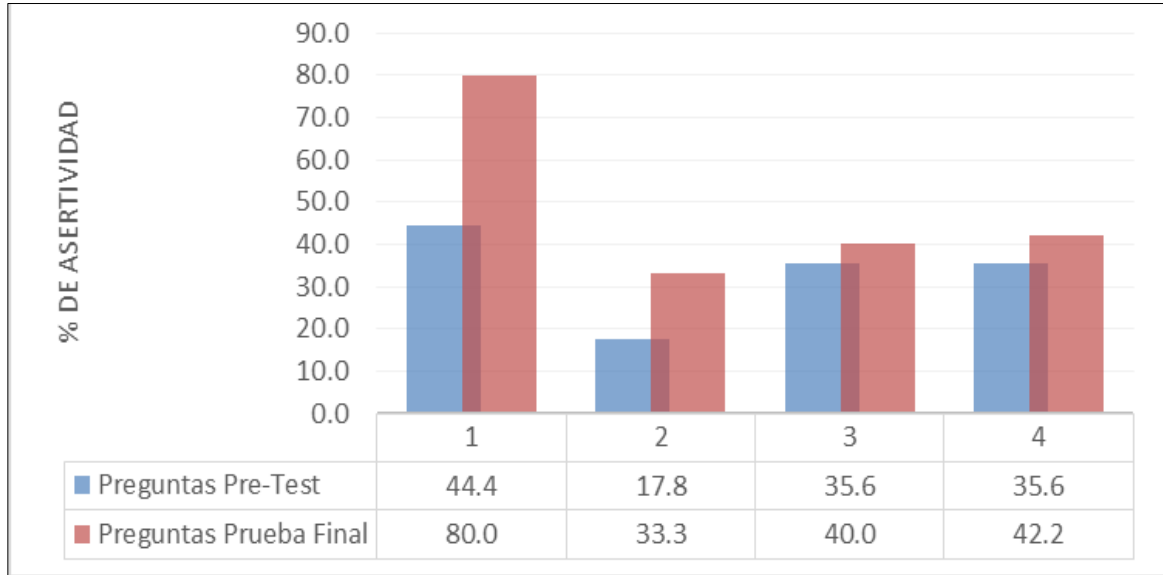
El promedio total de asertividad en la prueba final fue del 55.6%, es decir, que aumentó con respecto a los resultados del pre – test en un 16.7%, pero se debe tener en cuenta que el aspecto del movimiento más importante que se evaluó en esta prueba fue el dinámico, aunque en muchos casos, el análisis dinámico de un movimiento incluye implícitamente la mayoría de las propiedades cinemáticas del mismo. Los resultados de la prueba final muestran un desempeño alto de acuerdo al indicador de referencia mencionado, pero con varios aspectos a mejorar que deben ser considerados. Se tuvo en cuenta la comprensión lectora como componente fundamental para la identificación de ideas abstractas que hacen parte de los temas a trabajar.

Ahora se muestra el análisis de los resultados de las preguntas agrupándolas según las competencias y conocimientos que se pretenden medir en cada una de ellas.

Preguntas 1, 2, 3 y 4. Estas preguntas también hacen parte de la prueba diagnóstica realizada en la fase 2 del proyecto. El objetivo de integrar estas preguntas en la prueba

final es poder realizar una pequeña medición del nivel de apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes respecto al aspecto cinemático de los movimientos.

Figura 6-24: Comparación preguntas pre – test y prueba final



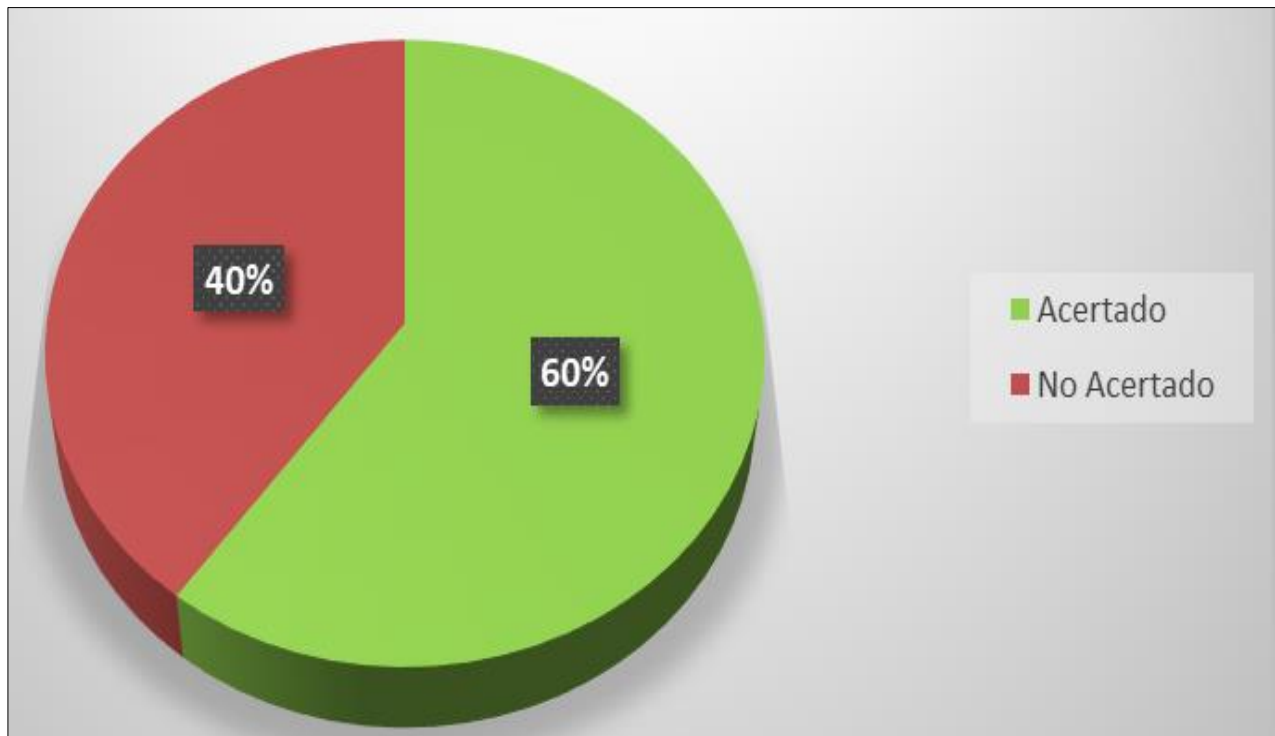
Fuente: Autor

La gráfica anterior compara los porcentajes de asertividad de las primeras cuatro preguntas de la prueba final con sus respectivos resultados en las pruebas del pre – test. Se observa en todas las preguntas una mejora en el porcentaje de asertividad, lo que podría indicar una mejoría en cuanto al aspecto cinemático de los movimientos; parte de este aumento de asertividad se debe a que se intensificó el uso de un sistema de referencia inercial que permita analizar mucho mejor las propiedades cinemáticas del movimiento.

Aunque parece que el uso de sistemas de referencia se aplica desde el estudio de la dinámica, éste afianza mucho más aquellos vacíos conceptuales que se generaron en el estudio de la cinemática. También se observa que a pesar de la mejoría en el nivel de asertividad respecto a las mismas preguntas del pre – test, la mayoría de los valores de asertividad todavía están por debajo del valor de referencia establecido del 50%, por lo que se concluye que aún existen vacíos conceptuales en este aspecto los cuales deberán ser abordados, tal vez, desde otro enfoque didáctico.

Pregunta 5. Desde una situación poco cotidiana, pero que ayuda al estudiante a generar cierto nivel de competencia a la hora de hacer experimentos mentales, importante para el desarrollo del conocimiento científico; esta pregunta pretende que el estudiante logre visualizar mental y empíricamente la dirección y sentido del vector que representa una fuerza como es el peso.

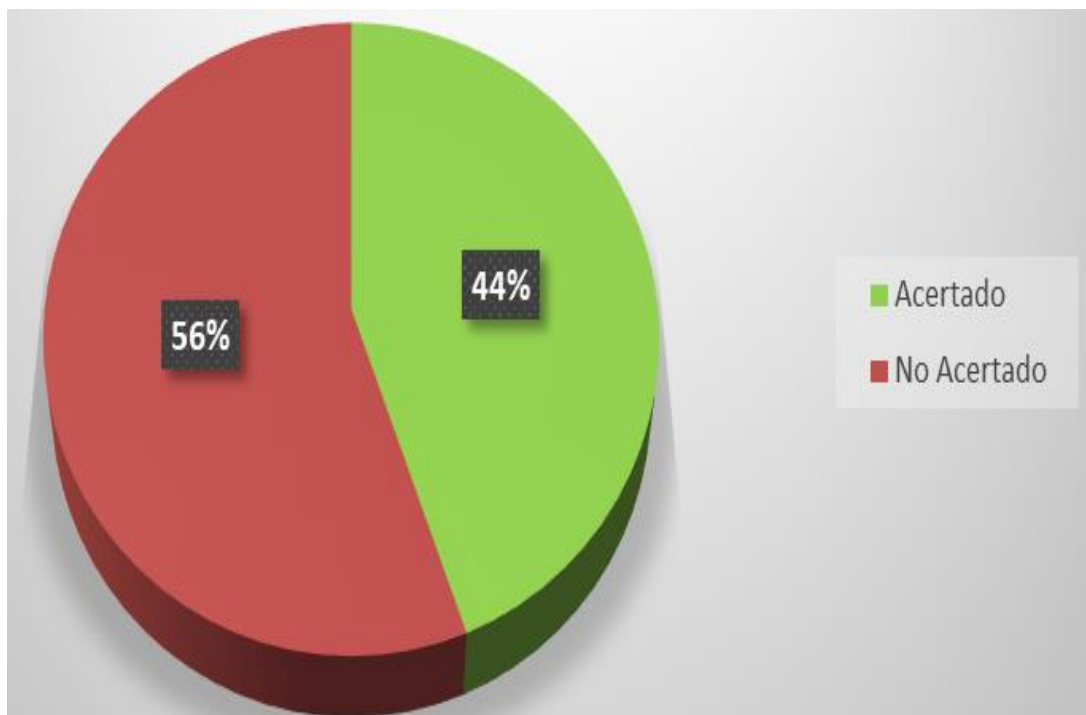
Figura 6-25: Pregunta 5: Vector Peso



Fuente: Autor

Con un nivel de asertividad del 60%, por encima del valor de referencia para establecer el desempeño del grupo, se afirma que la mayoría de los estudiantes lograron construir un experimento mental desde su experiencia que permitió visualizar la dirección y sentido del vector peso, sin que éstos tengan la necesidad de utilizar la conceptualización formal del fenómeno.

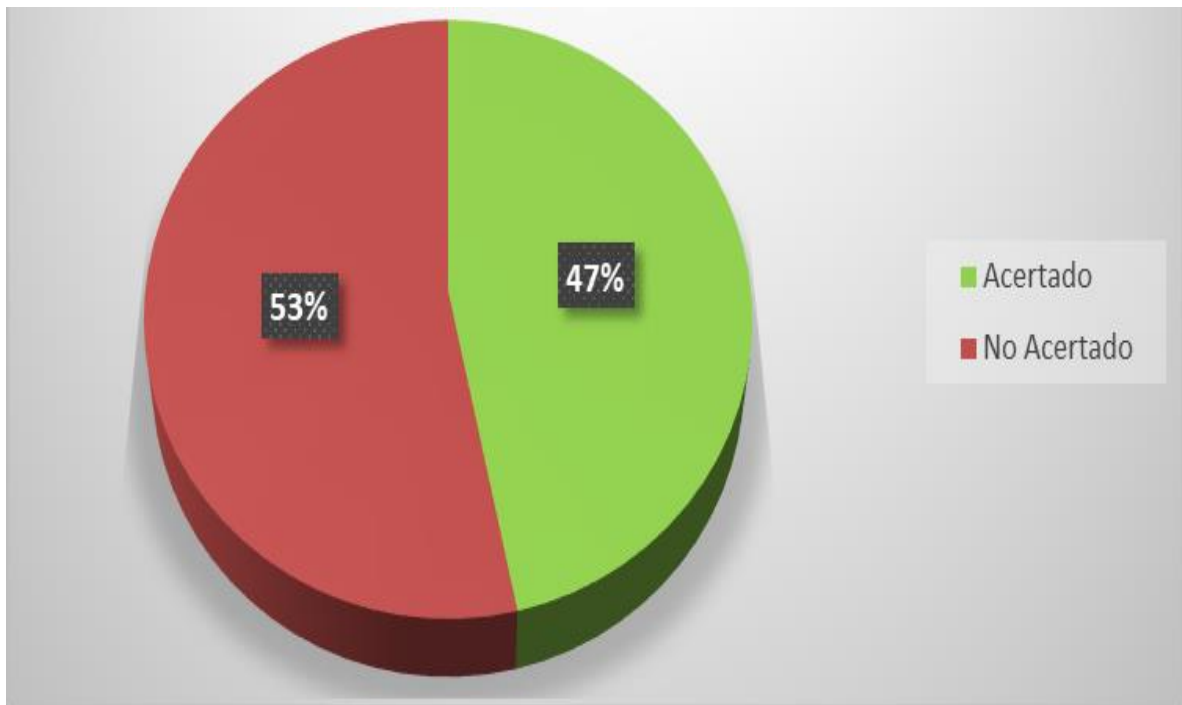
Pregunta 6. Utilizando un enunciado que describe un evento cotidiano en los estudiantes se pretende que éstos logren identificar las características esenciales de las leyes establecidas por Newton.

Figura 6-26: Pregunta 6: Identificación de las leyes de Newton

Fuente: Autor

En la gráfica se observa que, el 56% de la población encuestada no logra identificar las leyes de Newton dentro de un enunciado. Aunque la lectura fue importante en el momento de visualizar el fenómeno desde el enunciado, la principal falla que se evidenció en la prueba fue que la mayoría de los estudiantes confunden la ley de la inercia con la ley de acción – reacción, por lo que se debe trabajar mucho más en las características de cada una de las leyes y su relación con eventos cotidianos.

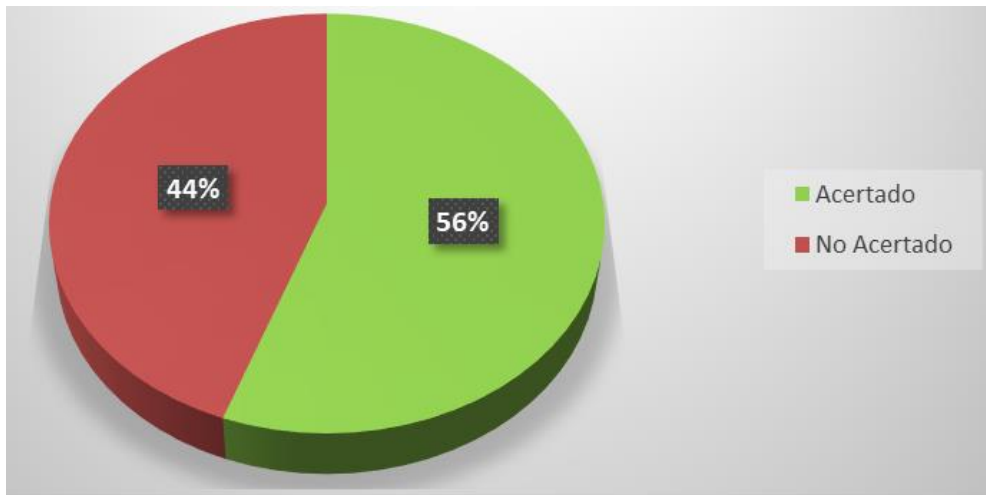
Pregunta 7. Con un esquema un enunciado que lo describe se busca que los estudiantes hagan una relación entre el concepto de fuerza neta y el fenómeno de la velocidad constante, como base para la comprensión de la primera ley de Newton o ley de la inercia.

Figura 6-27: Pregunta 7: Concepto de fuerza neta

Fuente: Autor

La gráfica muestra que sólo 47% de los estudiantes logran identificar la relación que existe entre el concepto de fuerza neta y la velocidad constante en un movimiento simple; la mayoría de los estudiantes encuestados presentó dificultades en la pregunta ya que no lograron identificar el fenómeno de la inercia o primera ley de Newton dentro de un contexto simple, además que la dirección y sentido del vector que representa la velocidad en el esquema funcionó como distractor de la idea fundamental a identificar.

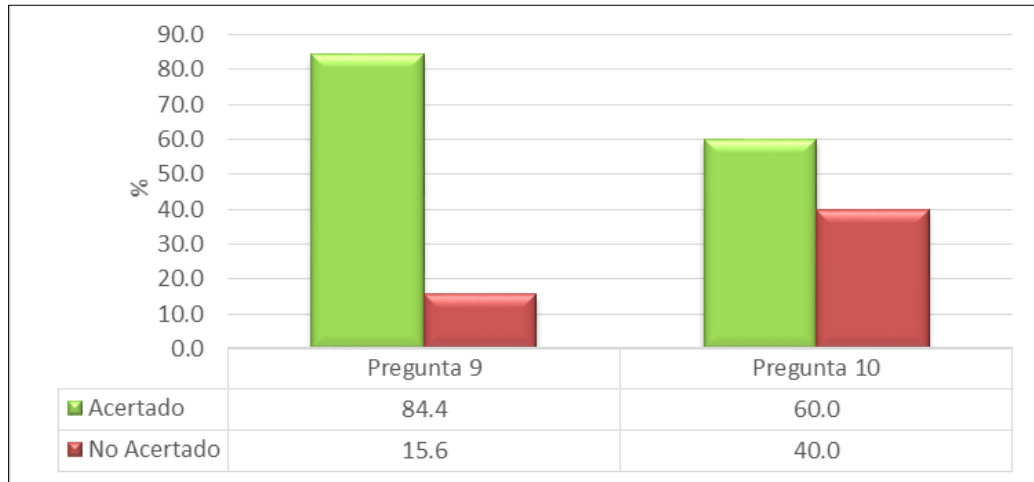
Pregunta 8. En esta pregunta, cuyas opciones de respuesta son esquemas muy parecidos a los trabajados en los simuladores de GeoGebra, acompañado de un enunciado que contextualiza la situación planteada; se busca que los estudiantes logren identificar el concepto y comportamiento de la fuerza de rozamiento desde lo empírico, evitando el uso de conceptualizaciones formales que podrían generar confusión debido a los tecnicismos que en ellos se utiliza.

Figura 6-28: Pregunta 8: Fuerza de Rozamiento

Fuente: Autor

Se observa que el 56% de los estudiantes logran construir, desde una situación cotidiana, una noción empírica del concepto de fuerza de rozamiento, como aquella fuerza que se opone al movimiento y que además disminuye si aumentamos el valor de la inclinación. Además, dentro del proceso de aplicación del test, varios estudiantes optaron por utilizar DCL para visualizar mucho mejor el comportamiento del vector de la fuerza de rozamiento.

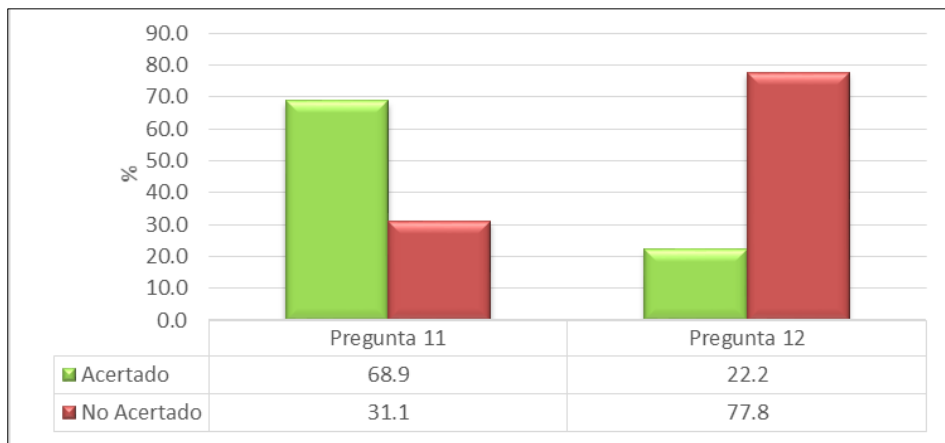
Preguntas 9 y 10. Desde un aspecto más formal del estudio de la dinámica, con estas preguntas se busca que los estudiantes utilicen el concepto de fuerza neta y la segunda ley de Newton para describir matemáticamente una situación cotidiana planteada en un enunciado y apoyada con un esquema que contiene información gráfica y numérica del fenómeno a analizar.

Figura 6-29: Preguntas 9 y 10: Relación fuerza neta y segunda ley de Newton

Fuente: Autor

Se observa que en ambas preguntas hubo un desempeño superior al valor de referencia del 50% lo que quiere decir que la mayoría de los estudiantes encuestados logran establecer una relación clara entre el concepto de fuerza neta y la ley fundamental de la dinámica. Con respecto a la pregunta 9, con un nivel de acierto del 84%, los estudiantes pueden realizar cálculos matemáticos teniendo en cuenta el sentido y la magnitud de los vectores relacionados en el esquema; mientras que en la pregunta 10, con un 60% de asertividad, la mayor parte de los estudiantes logran utilizar matemáticamente la segunda ley de Newton para establecer valores cinemáticos del movimiento como lo es la aceleración.

Preguntas 11 y 12. En estas preguntas se utilizó un esquema de una situación cotidiana donde los estudiantes deben construir inicialmente un diagrama de cuerpo libre para el movimiento que probablemente ocurre. Deben hacer un cambio de representación de la información mostrada, desde una información recibida desde un lenguaje natural gráfico a una representación tipo cartesiana que ayude a analizar el movimiento presentado. Además, el estudiante debe identificar los componentes de una fuerza y representarlos matemáticamente según la dirección y sentido que se deduce de un DCL.

Figura 6-30: Preguntas 11 y 12: DCL y componentes de una fuerza

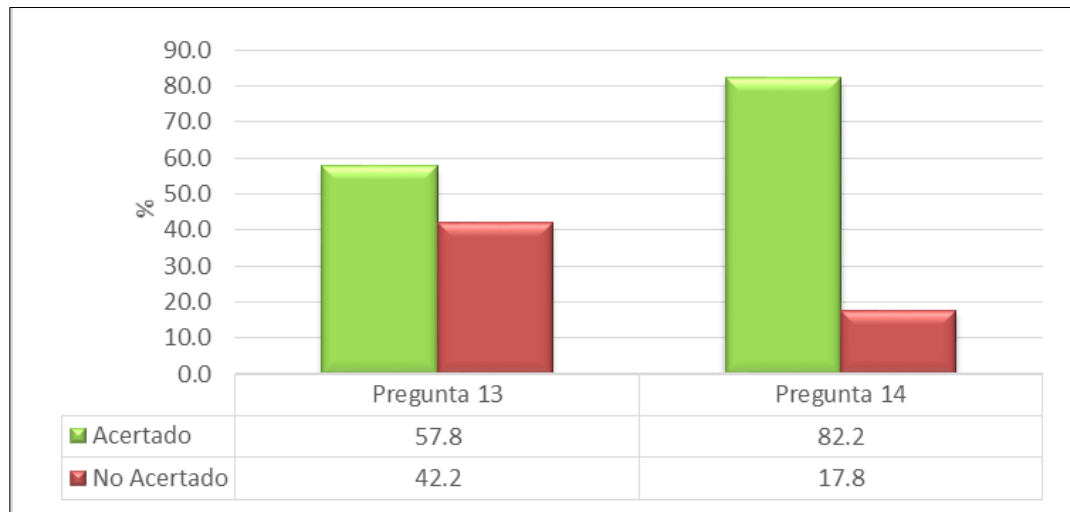
Fuente: Autor

De forma general, se puede inferir que los estudiantes encuestados no logran utilizar el diagrama de cuerpo libre como recurso importante para establecer las representaciones matemáticas de las fuerzas en una situación cotidiana. Aunque al referirnos a la pregunta 11, con un nivel de asertividad del 68.9% podemos decir que la mayoría de los estudiantes logran construir de manera acertada un diagrama de cuerpo libre que represente una situación o fenómeno, relacionando en el diagrama los vectores que representan las fuerzas que interfieren en el movimiento y su respectiva dirección y sentido; pero no logran utilizar el recurso para construir una representación matemáticas de las componentes vectoriales de una fuerza que está fuera del marco referencial inercial del movimiento.

Preguntas 13 y 14. Se quiere identificar en los estudiantes el manejo correcto de las proporcionalidades directa e inversa utilizando tres representaciones semióticas de la segunda ley de Newton o ley fundamental de la dinámica, enmarcada dentro de un contexto cotidiano para los estudiantes de la región. La primera representación semiótica es la organización de la información numérica mediante tablas, la cual contiene la información necesaria para establecer otros tipos de representaciones semióticas. Con la pregunta 13 se busca que el estudiante haga una transformación de la información y la convierta en una representación gráfica que le permita deducir el tipo de proporcionalidad que muestra la información; y por

último, con la pregunta 14, se busca que el estudiante transforme la información a lenguaje natural de la información mostrada para que de allí identifique el tipo de proporcionalidad entre dos variables abstraídas de la tabla inicial.

Figura 6-31: Preguntas 13 y 14: Proporción directa e inversa



Como se observa, la mayor parte de los estudiantes encuestados logran hacer transformaciones semióticas de la información, aunque con un poco de dificultad en las representaciones gráficas. Con respecto a la pregunta 13, con un nivel de acertividad del 57.8% logran transformar información numérica relacionada en tablas en una representación gráfica e identificar el tipo de proporcionalidad que se genera entre dos variables, aunque se debe apoyar mucho más este proceso para conseguir resultados mucho más favorables. En la pregunta 14, la mayoría de los estudiantes logran hacer la transformación a un lenguaje natural y allí identificar de manera mucho más fácil el tipo de proporcionalidad entre dos variables, donde una de ellas no estaba explícita en la tabla, ya que sólo el 17.8% no lograron el objetivo.

- Quinta Etapa: Test de Percepción

Debido a que los tiempos de implementación del proyecto fueron relativamente cortos, el instrumento que se utilizó para medir la percepción de los estudiantes frente a la utilización de la aplicación GeoGebra en la estrategia didáctica es un test tipo escala de Likert (ver Anexo F); el cual está conformado por 20 afirmaciones

planificadas y categorizadas por el docente orientador; y aprobadas por el director del trabajo de maestría, que muestren los aspectos cualitativos a tener en cuenta en la investigación, como la forma en que se percibe la implementación del recurso y la forma en que se observaron y trabajaron las guías de laboratorio. Además, a la información obtenida en el test de percepción, se tiene en cuenta todas aquellas observaciones y modificaciones que se hicieron durante el proceso con el objetivo de llevar a buen término la implementación de la estrategia didáctica.

El test percepción fue revisado y aprobado por el director del Trabajo Final de Maestría; para verificar la confiabilidad del instrumento de medición se calculó, con ayuda de Excel, un coeficiente de confiabilidad del cuestionario llamado Alfa de Cronbach, el cuál maneja la siguiente distribución de confiabilidad de acuerdo a los rangos.

Tabla 7-6-3: Rangos de confiabilidad Alfa de Cronbach

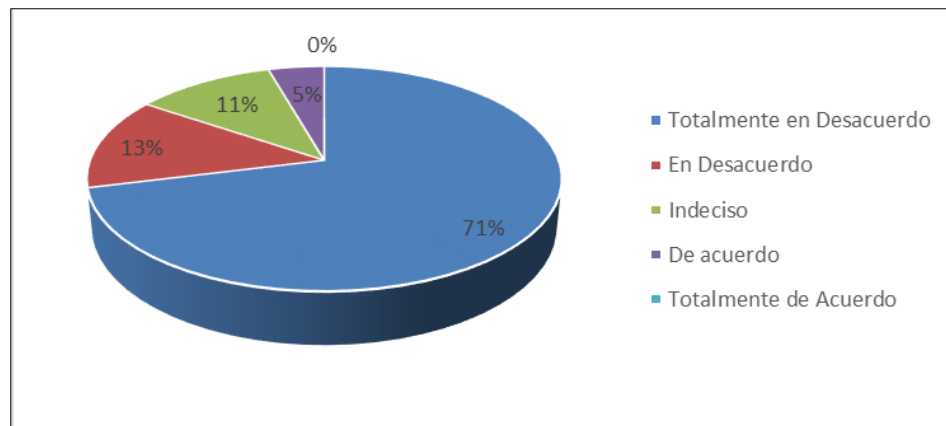
Rango	Confiabilidad
[0 – 0.53]	Confiabilidad Nula
[0.54 – 0.59]	Confiabilidad Baja
[0.60 – 0.65]	Confiable
[0.66 – 0.71]	Muy Confiable
[0.72 – 0.99]	Excelente Confiabilidad
1	Confiabilidad Perfecta

El Alfa de Cronbach calculado para este test de percepción aplicado a 45 estudiantes y con 20 ítems es de 0.67, por lo que el test, según la tabla de rangos de confiabilidad del Alfa de Cronbach es muy confiable, lo que quiere decir, que los datos estadísticos descriptivos que se obtienen con la información del test es lo suficientemente confiable para construir conclusiones de acuerdo a los ítems seleccionados para analizar.

En el siguiente análisis se tuvo en cuenta que el test de percepción se dividió en dos partes, las primeras 12 afirmaciones consultadas están dirigidas a evaluar el proyecto desde el uso de los simuladores, aspectos como su

importancia, uso y configuración; mientras que las afirmaciones de la 13 a la 20 están dirigidas a evaluar el proyecto desde el uso de las guías de laboratorio, aspectos como su importancia, su claridad y estructura.

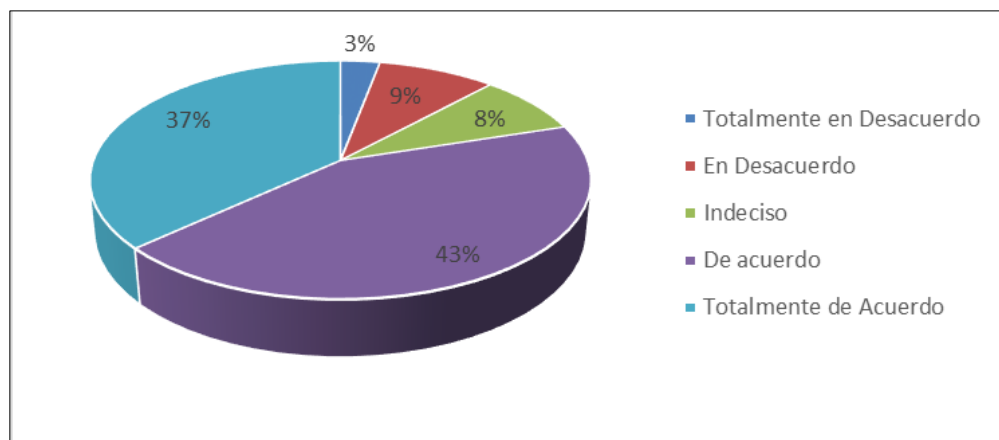
Figura 6-32: Análisis ítem 1 test de percepción



Fuente: Autor

Según el ítem 1 del de test de percepción, el 71% de los estudiantes no han utilizado con anterioridad simuladores desarrollados en GeoGebra para las áreas de ciencias naturales y matemáticas, mientras que el 13 ya han escuchado mencionar sobre la aplicación, pero nunca han trabajado mediante simuladores o Apps construidas en esta plataforma.

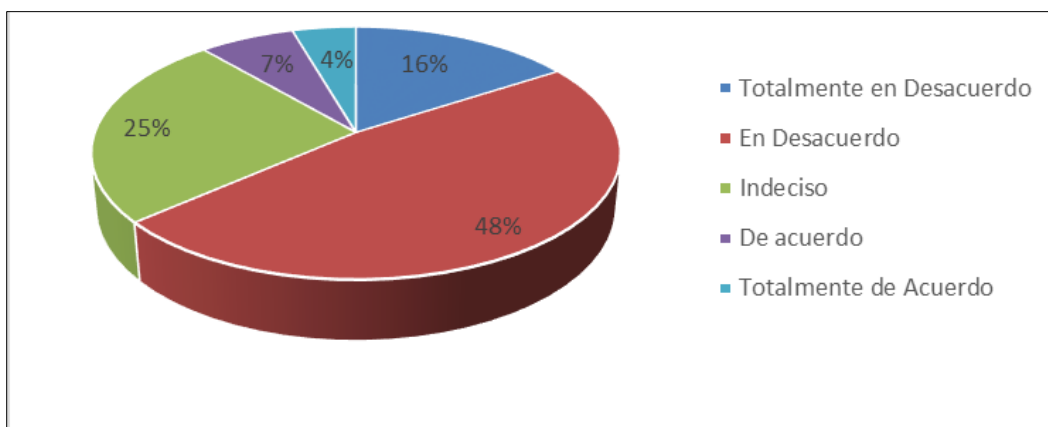
Figura 6-33: Análisis ítems 2 al 6 test de percepción



Fuente: Autor

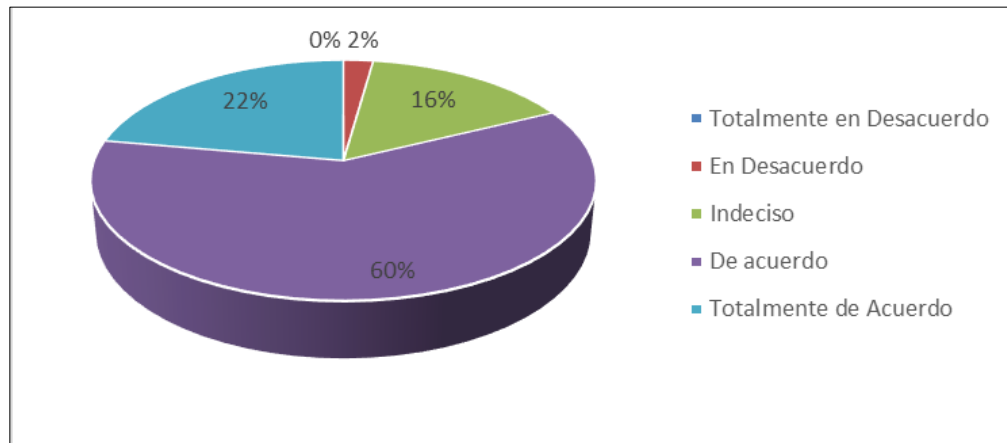
De acuerdo a la información recolectada en los ítems del 2 al 6, la mayoría de los estudiantes encuestados representados por el 80%, están de acuerdo o totalmente de acuerdo en las siguientes afirmaciones: en que los enlaces, las gráficas, campos para el ingreso de datos y la información mostrada en los simuladores desarrollados en GeoGebra funcionan correctamente, y que son atractivos, agradables y fáciles de usar; además que éstos fueron expuestos de forma clara por parte del docente y permitieron aprender con facilidad la temática abordada.

Figura 6-34: Análisis ítem 7 test de percepción



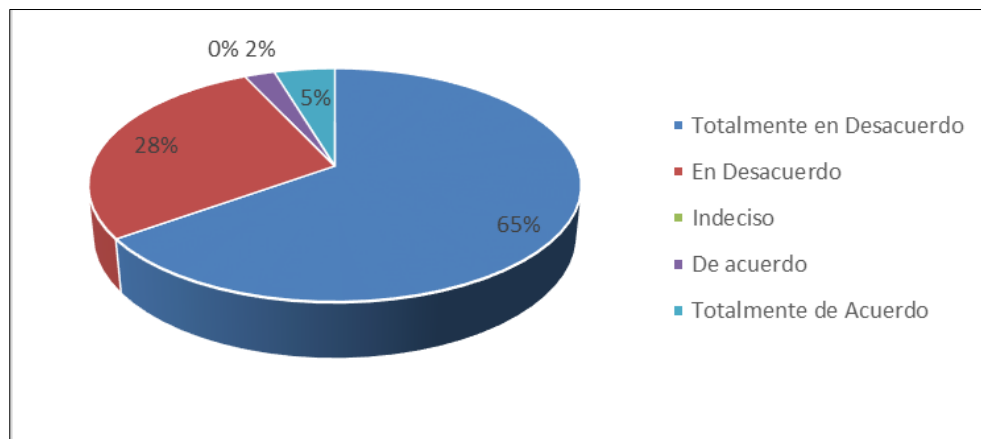
Fuente: Autor

Según el ítem 7 del test de percepción, el 64% de los estudiantes están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación de que los laboratorios propuestos en los simuladores desarrollados en GeoGebra son difíciles de entender, es decir, la mayoría de los estudiantes encuestados perciben el trabajo en los simuladores como fáciles de comprender y manipular.

Figura 6-35: Análisis ítem 8 test de percepción

Fuente: Autor

Según el ítem 8 del test de percepción, el 82% de los estudiantes encuestados están de acuerdo en que les gustaría trabajar en simuladores desarrollados en GeoGebra para otros temas del curso.

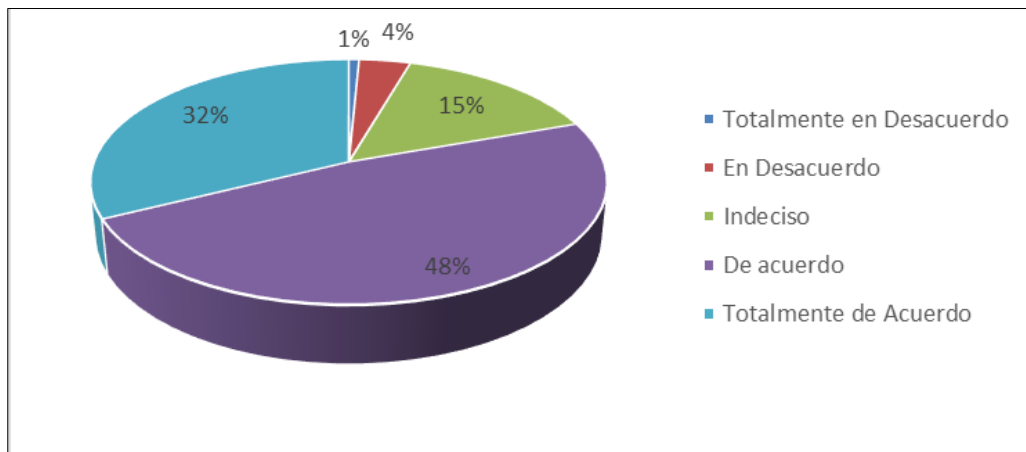
Figura 6-36: Análisis ítem 9 test de percepción

Fuente: Autor

Según el ítem 9 del test de percepción, el 93% de los estudiantes están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación de que las actividades interactivas propuestas en los simuladores desarrollados en GeoGebra NO permiten fortalecer el aprendizaje, es decir, la mayoría de los estudiantes

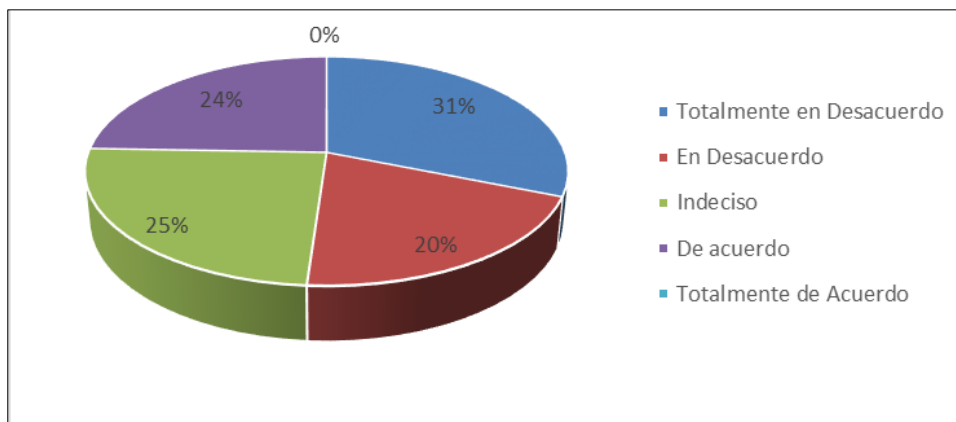
encuestados perciben que las actividades interactivas si logran de alguna manera generar un aprendizaje significativo de los temas trabajados.

Figura 6-37: Análisis ítems 10 al 12 test de percepción



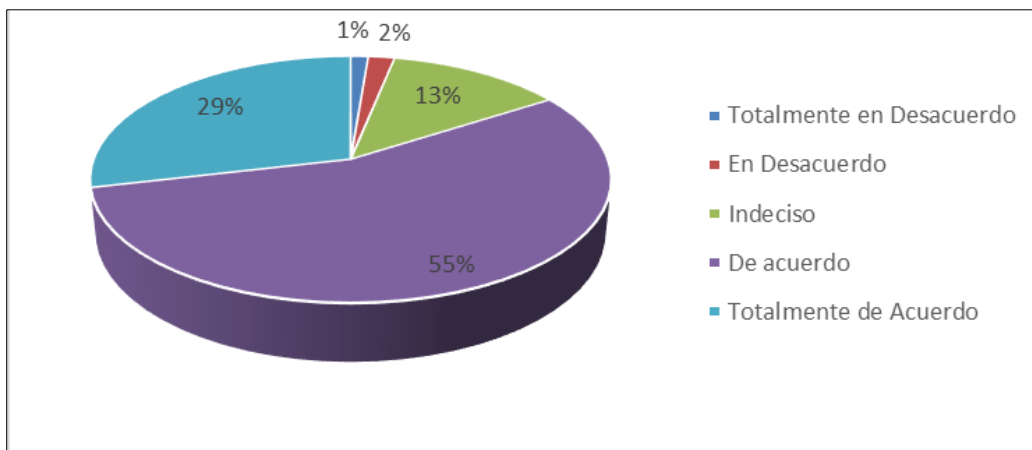
Fuente: Autor

De acuerdo a la información recolectada en los ítems del 10 al 12, la mayoría de los estudiantes encuestados representados por el 80%, están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que su desempeño académico mejoró a causa del trabajo desarrollado con los simuladores hechos en GeoGebra. Argumentan también, que para fortalecer los conceptos y la teoría de la dinámica los utilizaría frecuentemente en la física y en contextos cotidianos. Además, reconocen que la manipulación de los simuladores permite el trabajo en equipo y aprendizaje colaborativo, en tanto que los estudiantes cooperan para el aprendizaje del equipo, sin embargo, enfatizan en contar con los equipos de cómputo suficientes para el desarrollo de las actividades.

Figura 6-38: Análisis ítem 13 test de percepción

Fuente: Autor

Según el ítem 13 del test de percepción, el 51% de los estudiantes no han utilizado con anterioridad guías de laboratorio similares en el área de las ciencias naturales, el 25% de ellos no lo recuerda y el 24% de los estudiantes afirman que sí han utilizado guías de laboratorio parecidos en materias relacionadas con las ciencias naturales como la biología, la química y física en años anteriores.

Figura 6-39: Análisis ítems 14 al 20 test de percepción

Fuente: Autor

De acuerdo a la información recolectada en los ítems del 14 al 20, la mayoría de los estudiantes encuestados representados por el 84%, están de acuerdo o

- La mayoría de los estudiantes consideran que el uso de los simuladores construidos en GeoGebra ayuda a fortalecer el aprendizaje, además de ser fáciles de utilizar e innovador para ellos.
- Considera que la aplicación de GeoGebra es útil y buena, muestra la información clara y dinámica con muy buenos gráficos.
- También, mostraron su inconformismo por la distribución de los grupos de trabajo, ya que se hizo de forma aleatoria y algunos grupos quedaron en desequilibrio. Además, informaron que la falta de computadores no permitió que algunos estudiantes interactuaran con los simuladores lo suficiente para la comprensión de los temas y lamentaron no contar la sala de informática disponible para un trabajo individual.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

El objetivo principal de este proyecto de investigación consiste en analizar la percepción de los estudiantes del grado décimo frente a la utilización de la aplicación GeoGebra en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la dinámica; a lo largo de la implementación del proyecto se obtuvieron datos cualitativos y cuantitativos que permiten establecer estas percepciones lo más cercano posible al pensamiento de los estudiantes.

Desde el diseño cualitativo, se observa en la mayoría de los estudiantes un aumento en la motivación al momento de implementar estrategias didácticas utilizando herramientas tecnológicas que para ellos son innovadoras; el cambio del lápiz y el papel para solucionar problemas por el uso de simuladores y guías de laboratorio promueven un avance significativo en los procesos de aprendizaje desde un aspecto motivacional, y a su vez invita a los docentes a la utilización de nuevos recursos para mejorar los procesos de enseñanza basados en tecnología.

En el test de percepción realizado en la última etapa, donde con un nivel de confiabilidad alta, la mayoría de los estudiantes encuestados perciben el trabajo en los simuladores como fáciles de comprender y manipular; además, perciben que las actividades interactivas si logran de alguna manera generar un aprendizaje significativo de los temas trabajados y que su desempeño académico mejoró a causa del trabajo desarrollado en los simuladores hechos en GeoGebra.

La investigación hace aportes teóricos a través del diseño de las guías de laboratorio y de los simuladores diseñados por el autor con la aplicación GeoGebra. También aporta los

instrumentos diseñados en las fases de diagnóstico inicial y prueba final que, muestran una notoria mejoría en la comprensión de los conceptos relacionados con el tema de dinámica en la asignatura de física, ya que los niveles de asertividad en las 14 preguntas de selección múltiple aumentó de un 38,9% a un 55.6%; además, en la prueba diagnóstica, se estableció de forma exitosa que la mayoría de los estudiantes en los que se implementó el proyecto tenían una idea empírica del concepto de fuerza, fundamental en dinámica. Aunque el aspecto evaluado en la prueba final es la dinámica de los movimientos, el nivel de asertividad muestra que muchos vacíos conceptuales del aspecto cinemático fueron superados gracias a la estrategia didáctica implementada. Por tanto, se convierte en un recurso que puede ser modificado o adoptado y aplicado en instituciones educativas del sector educativo colombiano.

7.2 Recomendaciones

Para el fortalecimiento de esta investigación o para emprender investigaciones similares a ésta, se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- En cuanto al aspecto metodológico y didáctico, es importante que en las fases de Introducción y Diagramas de Cuerpo Libre el docente orientador logre construir la conceptualización de la temática desde la experiencia, contextualizando cada uno de los casos que se puedan generar en el análisis de un movimiento; es relevante que el estudiante genere su propio concepto desde el empirismo para luego llegar a uno más formal de la temática a trabajar.
- Para trabajos similares, se recomienda utilizar una bitácora de los comportamientos, experiencias y situaciones presentadas durante la fase de implementación del recurso tecnológico. Es importante que se registre esta información para tomar decisiones acertadas en el momento de tener la necesidad de modificar la estrategia didáctica en pro del mejoramiento de los procesos de aprendizaje en los estudiantes.

- La creación de sus propios recursos tecnológicos en GeoGebra permite modificarlos de acuerdo a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y los objetivos del curso; si no se tiene los conocimientos necesarios para la creación de estos recursos, el docente orientador debe realizar una búsqueda minuciosa de éstos en otros autores, de tal forma que se logre elegir el recurso que más se acomode a los objetivos de enseñanza y aprendizaje. Se recomienda la búsqueda en la página de GeoGebra <https://www.geogebra.org>.
- Aunque el recurso tecnológico es fácil de conseguir y completamente gratuito, se recomienda implementarlo de forma individual. Como dificultad principal en este proyecto de investigación fue no contar con los equipos de cómputo suficientes o una sala de informática disponible, para un trabajo individual de los estudiantes, por lo que se distribuyeron en grupos y esto generó que algunos estudiantes no lograran la suficiente interacción con los simuladores y así afianzar sus conocimientos.
- A las instituciones educativas se les recomienda favorecer los procesos de formación y/o actualización de los docentes, para facilitar la articulación de las TIC a los procesos escolares y también procurar por dotar salas de recursos TIC para las diferentes áreas del conocimiento.
- Finalmente, este proyecto se puede abordar desde un enfoque netamente cuantitativo, que permita medir, de una manera más aproximada y formal, la eficiencia de la aplicación GeoGebra en estrategias didácticas relacionadas con los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias naturales basadas en simuladores interactivos.

A. Anexo: Prueba Diagnóstica Inicial

1. La tarabita es un medio de transporte de carga y personas muy común en varias zonas cafeteras del país, está construido a partir de varios principios físicos que conforman sistemas de poleas. Una tarabita se mueve con una rapidez constante de 10 m/s. Esto significa que:



- A. La tarabita aumenta su rapidez a una razón de 10 m/s cada segundo.
- B. La tarabita aumenta su rapidez a una razón de 10 metros cada 10 segundos.
- C. La tarabita no se mueve.
- D. La tarabita se mueve a una razón de 10 metros cada segundo.

Responder las preguntas 2 y 3 de acuerdo con la siguiente información.

2. El diagrama nos muestra la relación entre velocidad y tiempo para una tarabita que está en movimiento rectilíneo uniforme.



De acuerdo al gráfico del movimiento de la tarabita ¿cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

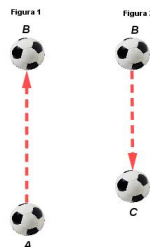
- A. La tarabita aumenta su rapidez a una razón de 4 m/s cada segundo.
- B. La tarabita está acelerando a una razón de 4 m/s cada segundo.
- C. La tarabita tiene una velocidad constante de 4 m/s.
- D. La tarabita está en la misma posición de 4 m.

3. Con respecto a la aceleración de la tarabita, y basándose en la gráfica de velocidad contra tiempo, se puede deducir que:

- A. La tarabita está acelerando a una razón de 4 m/s cada segundo.
- B. La aceleración de la tarabita es constante y tiene un valor de 4 m/s^2 .
- C. La tarabita está acelerando a una razón de 4 m/s^2 cada segundo.
- D. Su velocidad es constante por lo que su aceleración es 0.

Responder las preguntas 4 y 5 de acuerdo a la siguiente información:

4. En un lanzamiento vertical, una pelota es lanzada hacia arriba desde un punto A alcanzando una altura máxima en el punto B, para luego volver a caer a un punto C tal como se muestra en las siguientes figuras:



¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto a la velocidad de la pelota en el punto B?

- A. La velocidad de la pelota es 0.
 - B. La velocidad de la pelota es mayor que 0.
 - C. La velocidad de la pelota es menor que 0.
 - D. La velocidad de la pelota es de 9.8 m/s.
5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto a la aceleración de la pelota en el punto B?
- A. La aceleración de la pelota es 0.
 - B. La aceleración de la pelota aumenta a una razón constante.
 - C. La aceleración de la pelota disminuye a una razón constante.
 - D. La aceleración de la pelota es de 9.8 m/s^2 .
6. Dos bolas de billar se dirigen una al encuentro de la otra con velocidades constantes, pero distintas, en un movimiento rectilíneo uniforme como lo muestra la figura.



Con respecto a la dirección de la velocidad de las bolas de billar se puede afirmar que:

- A. Las bolas de billar van en la misma dirección.
 - B. Las bolas de billar van en direcciones opuestas.
 - C. La dirección de la bola de billar azul es mayor a la de la negra.
 - D. La dirección de la bola de billar azul es menor a la de la negra.
7. De acuerdo al enunciado de la pregunta anterior (sobre las bolas de billar), con respecto al sentido de la velocidad de las bolas se puede afirmar que:
- A. Las bolas de billar tienen el mismo sentido.

- B. Las bolas de billar tienen sentidos opuestos.
- C. La bola de billar azul tiene mayor sentido que la negra.
- D. La bola de billar azul tiene menor sentido que la negra.

Los tres objetos mostrados en las figuras se dejan caer en ausencia de resistencia del aire.



8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto a la aceleración que experimentan?
- A. La aceleración del saco de café es mayor a la de los otros dos objetos.
 - B. Todos los objetos caen con la misma aceleración constante.
 - C. La aceleración de la manzana es menor a la aceleración del grano de café.
 - D. La aceleración que experimentan los tres objetos es igual a 0.
9. Una lona de café de masa m está en reposo sobre una mesa. La acción correcta que debemos hacer para mover la lona de forma vertical es:
- A. Aplicar una fuerza paralela a la superficie de la báscula y mayor al peso de la lona.
 - B. Aplicar una fuerza perpendicular a la superficie de la mesa y mayor al peso de la lona.
 - C. Aplicar una fuerza hacia arriba igual a la masa de la lona.
 - D. Aplicar una fuerza en igual dirección y magnitud al peso de la lona, pero en sentido contrario.
10. Un caballo de carga, muy habitual en zonas cafeteras; inicialmente se carga con una lona de café con masa m_1 , por lo que puede caminar con una velocidad constante V_1 . Luego de un rato le cargamos otra lona de café con la misma masa ¿Cuál es la velocidad del caballo (V_2) después de haber cargado la segunda lona si éste continúa con una velocidad constante?

- A. $V_2 = V_1$
- B. $V_2 = 2V_1$
- C. $V_2 = \frac{V_1}{2}$
- D. $V_2 = \sqrt{V_1}$

Responder las preguntas 11, 12, 13, 14 y 15 de acuerdo a la siguiente información:



Juanito lleva a sus dos mascotas en su carro de juguete desde la finca de sus papás, que está cerca al pueblo, hasta la veterinaria municipal a una aceleración baja pero constante tal como lo muestra la figura.

11. Supongamos que Juanito se detiene y recoge a otra de sus mascotas en su carro de juguete y continúa su recorrido describiendo un movimiento rectilíneo uniforme. Desprecie el rozamiento entre el carro y el camino. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera respecto a la velocidad del carro de juguete después de recoger la tercera mascota?
- A. La velocidad del carrito no cambia hasta llegar a la veterinaria municipal.
 - B. La velocidad aumenta paulatinamente hasta llegar a la veterinaria municipal.
 - C. La velocidad del carrito va disminuyendo hasta llegar a la veterinaria municipal.
 - D. La velocidad del carrito es 0 hasta llegar a la veterinaria municipal.
12. Supongamos que Juanito se detiene y recoge a otra de sus mascotas en su carro de juguete y continúa su recorrido describiendo un movimiento rectilíneo uniforme.

Desprecie el rozamiento entre el carro y el camino. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera respecto a la aceleración del carro de juguete después de recoger la tercera mascota?

- A. La aceleración del carro es mayor a 0 y no cambia hasta llegar a la veterinaria municipal.
- B. La aceleración del carrito es menor a 0 y no cambia hasta llegar a la veterinaria municipal.
- C. La aceleración del carrito es nula hasta llegar a la veterinaria municipal.
- D. La aceleración del carrito es negativa hasta llegar a la veterinaria municipal.

13. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera respecto a la velocidad del carro de juguete antes de recoger la tercera mascota?

- A. La velocidad aumenta a una razón constante hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.
- B. La velocidad del carrito es la misma hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.
- C. La velocidad del carrito disminuye a una razón constante hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.
- D. La velocidad del carrito es 0 hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera respecto a la aceleración del carro de juguete antes de recoger la tercera mascota?

- A. La aceleración del carrito es nula hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.
- B. La aceleración del carrito es mayor que 0 hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.
- C. La aceleración del carrito es menor que 0 hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.
- D. La aceleración del carrito aumenta paulatinamente hasta antes de empezar a detenerse para recoger a su tercera mascota.

15. **Argumenta:** Supongamos que después de recoger su tercera mascota Juanito debe subir un camino empinado para llegar a su casa, si el camino es empedrado ¿qué debe hacer Juanito para subirla con la misma aceleración que tenía cuando estaba en la calle plana y con dos mascotas?

Tabla Anexo-7-1: Clave Diagnóstico Inicial

PREGUNTA	CLAVE
1	D
2	C
3	D
4	A
5	D
6	A
7	B
8	B
9	B
10	C
11	A
12	C
13	A
14	B

B. Anexo: Guía de Laboratorio Número 1

OBJETIVOS

1. Identificar las fuerzas puntuales que interactúan en un cuerpo que está sobre un plano inclinado.
2. Comprobar experimentalmente que la aceleración que experimenta un cuerpo que cae por un plano inclinado es constante.

PRE INFORME

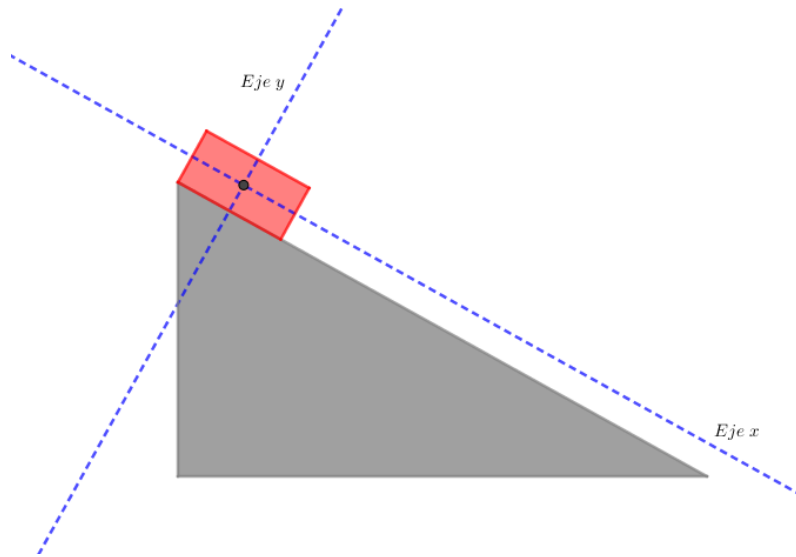
1. Defina los siguientes conceptos relacionados con cinemática indicando sus unidades según el S.I.
 - a. Posición
 - b. Velocidad
 - c. Aceleración
2. Defina los siguientes conceptos relacionados con dinámica indicando sus unidades de medida según el S.I.
 - a. Masa
 - b. Peso
 - c. Fuerza Normal
 - d. Fuerza de Rozamiento
 - e. Coeficiente de Rozamiento
3. Cuáles son las características de un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
4. Demuestre que la aceleración que experimenta un cuerpo que baja por un plano inclinado, despreciando su masa, está dada por:

$$a = g(\text{sen}\theta - \mu\text{cos}\theta)$$

Tenga en cuenta el DCL del simulador y las sumatorias de fuerzas.

MARCO TEÓRICO

Los problemas sobre planos inclinados reflejan la acción de la gravedad en un plano diferente al vertical. La solución de estos problemas es sencilla si se elige un sistema de referencia (plano cartesiano) cuyo eje x apunte a lo largo del plano inclinado y el eje y sea perpendicular a la superficie del plano, como se aprecia en la figura.



En estos planos inclinados, el movimiento del cuerpo que baja por el mismo es generado por acción de la gravedad, o al menos parte de ella, debido a los componentes del peso que actúan en cada uno de los ejes del sistema. Esta aceleración que se produce es constante, lo cual se genera un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado sobre el eje x del sistema referencial.

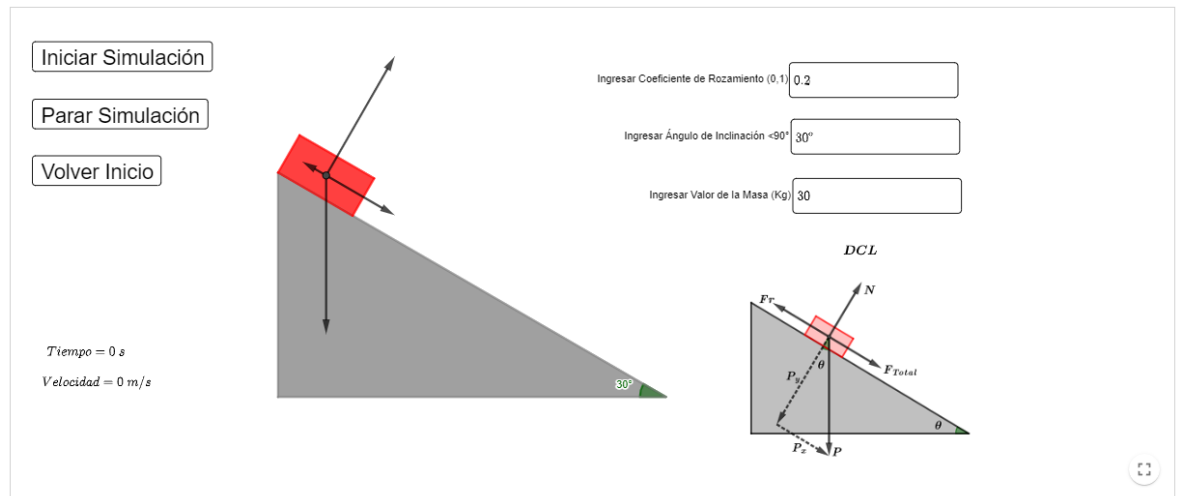
ENLACE SIMULADOR

Este laboratorio se hará utilizando un recurso virtual, el cual encontrará en el siguiente enlace:

<https://www.geogebra.org/m/q6u6fta9>

PROCEDIMIENTO

1. Identifique los botones, casillas de entrada e información de salida que muestra el simulador del plano inclinado.



2. En la casilla de entrada ingresar el valor del Coeficiente de rozamiento (μ) el cual puede tomar valores entre 0 y 1. Puede registrarlo en las tablas del punto 5 y 6:
3. En la casilla de entrada ingresar el ángulo de inclinación del sistema, debe tener en cuenta que éste debe ser un ángulo agudo, mayor a 0° y menor a 90° . Puede registrarlo en las tablas del punto 5 y 6:
4. En la casilla de entrada ingresar el valor de la masa del objeto que está sobre el plano inclinado, este valor estará en Kg; debe tener en cuenta que la masa del objeto debe ser ajustada para que se genere un movimiento en el simulador, de acuerdo al coeficiente de rozamiento ingresado y el ángulo de inclinación; puede probar que se genere el movimiento usando los botones del lado derecho del simulador. Puede registrarlo en las tablas del punto 5 y 6:
5. Elegidos los parámetros en las casillas de entrada y registrarlos en las siguientes tablas de datos, puede manipular el simulador con los botones del lado superior derecho.

Para este laboratorio debe tomar los datos de tiempo y velocidad en 5 momentos distintos de la trayectoria del objeto sobre el plano inclinado, el quinto momento puede ser el final del trayecto, y registrar en la siguiente tabla el tiempo y la velocidad que muestra en cada momento el simulador.

$\mu =$ _____		$\theta =$ _____		$m =$ _____	
	1	2	3	4	5
Tiempo (s)					
Velocidad (m/s)					

6. Repetir los pasos anteriores para construir una nueva tabla con valores diferentes a la tabla anterior.

$\mu =$ _____		$\theta =$ _____		$m =$ _____	
	1	2	3	4	5
Tiempo (s)					
Velocidad (m/s)					

7. Con ayuda de Excel construir las gráficas $v = f(t)$ para cada una de las tablas anteriores y obtener la línea y la ecuación de tendencia de la gráfica. La ecuación de tendencia debe tener la forma $y = mx + b$ donde m es el valor de la aceleración experimental obtenido; registrar el valor de la pendiente como aceleración experimental:

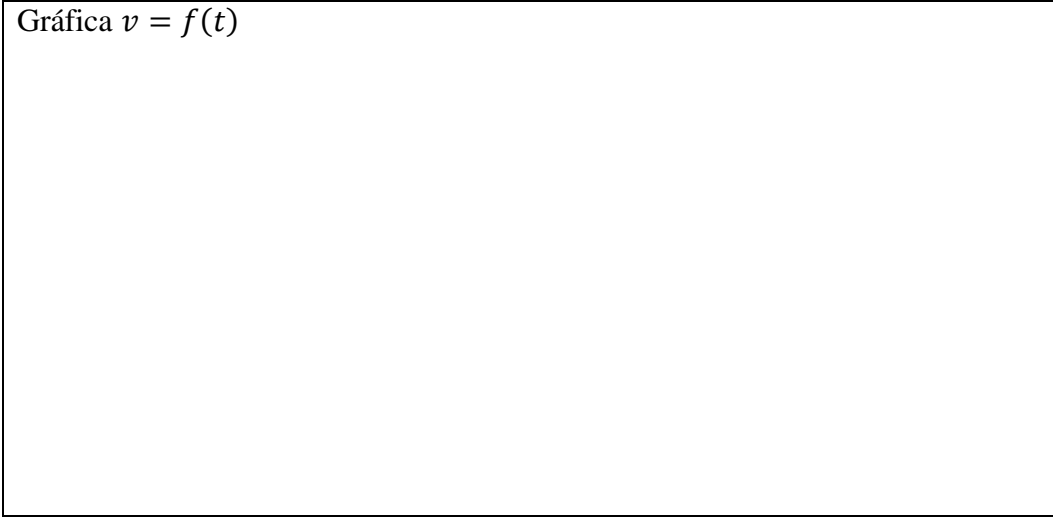
Para la tabla 1:



$$a_{e1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Para la tabla 2:

Gráfica $v = f(t)$



$$a_{e2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Calcular el valor de la aceleración teórica para cada uno de los conjuntos de parámetros de las tablas anteriores, utilizando la ecuación dada en el pre – informe:

$$a = g(\text{sen}\theta - \mu\text{cos}\theta)$$

$$a_{t1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$a_{t2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

9. Cálculo de errores: halle el porcentaje de error entre cada aceleración experimental y su correspondiente aceleración teórica, puede hacer utilizando la siguiente formula:

$$\% \varepsilon(a) = \left| \frac{a_t - a_e}{a_t} \right| * 100$$

$$\% \varepsilon(a_1) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\% \varepsilon(a_2) = \underline{\hspace{2cm}}$$

CONCLUSIONES

Concluir el laboratorio respondiendo las siguientes preguntas:

1. De acuerdo al porcentaje de error calculado en el punto 9 del procedimiento ¿qué tan diferentes son la aceleración obtenida en el experimento y la aceleración teórica calculada?

2. ¿Cree usted que los resultados obtenidos en la aceleración experimental se alteran si aumentamos o disminuimos el número de momentos registrados en la trayectoria del objeto? Justifique su respuesta.

3. De acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio ¿se puede concluir que la aceleración experimentada por el objeto que cae sobre un plano inclinado es constante? Justifique su respuesta.

4. De acuerdo a lo vivido en la realización del laboratorio, de su opinión personal sobre la importancia del simulador hecho en GeoGebra en el aprendizaje de la dinámica en física.

C. Anexo: Guía de Laboratorio Número 2

OBJETIVOS

1. Identificar las fuerzas puntuales que interactúan en un cuerpo que está sobre un plano inclinado.
2. Comprobar experimentalmente que la aceleración que experimenta un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza aplicada para generar su movimiento.

PRE INFORME

1. ¿Qué es una ecuación lineal simple y cuál es su estructura algebraica?
2. ¿Qué significa el valor de la pendiente en una ecuación lineal simple?
3. En términos de variación, defina los conceptos de velocidad y aceleración.
4. Explique qué significa que dos variables sean directa o inversamente proporcionales.
5. Mediante gráficas cartesianas tipo xy grafique la relación directa e inversa entre dos variables.
6. Demuestre que la aceleración de un cuerpo que sube por plano inclinado aplicándole una fuerza está dado por:

$$a = \frac{F}{m} - g(\mu \cos\theta + \sin\theta)$$

Tenga en cuenta el DCL del simulador y las sumatorias de fuerzas.

MARCO TEÓRICO

DINÁMICA

Es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos donde se tiene en cuenta las causas que lo originan. Isaac Newton definió estas causas como fuerzas, y su gran

aporte fue lograr describir los factores que son capaces de alterar un sistema físico y cuantificarlos de acuerdo a un conjunto de operaciones y ecuaciones matemáticas que logran, con una gran precisión, definir en valores numéricos, la posición, velocidad, aceleración y tiempo del movimiento generado por la aplicación de una fuerza.

Newton, parte el análisis dinámico del movimiento desde tres principios fundamentales deducidos de la observación directa de la naturaleza, estos principios fueron llamados leyes de Newton. De la segunda ley de Newton, llamada también ley fundamental de la dinámica, logra establecer la relación entre fuerza y aceleración de un cuerpo, la cual nos indica que la fuerza y la aceleración son directamente proporcionales.

ENLACE SIMULADOR

Este laboratorio se hará utilizando un recurso virtual, el cual encontrará en el siguiente enlace:

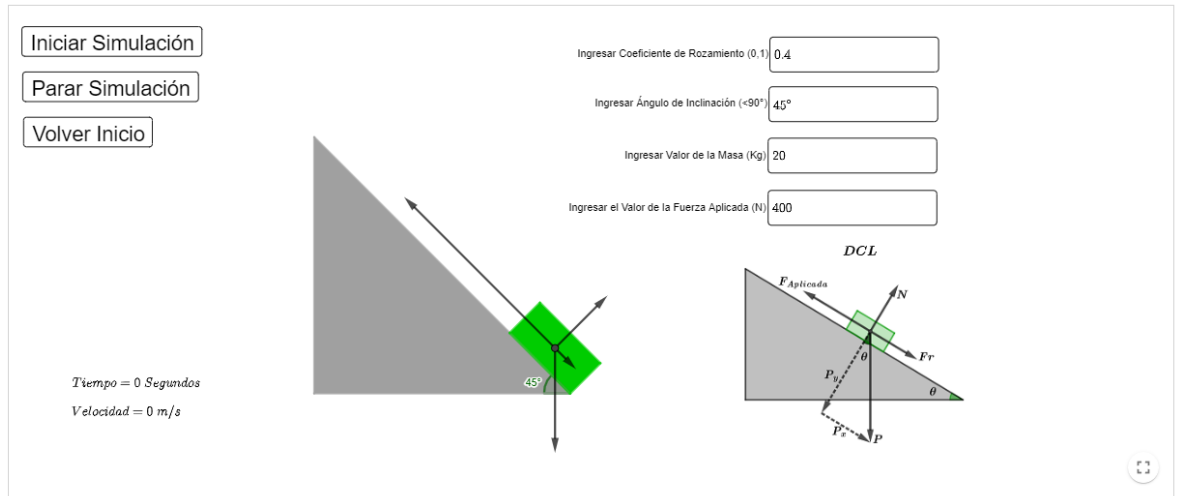
<https://www.geogebra.org/m/dkaa6dyf>

PROCEDIMIENTO

PRIMERA PARTE

1. Identifique los botones, casillas de entrada e información de salida que muestra el simulador del plano inclinado.





2. En la casilla de entrada ingresar el valor del Coeficiente de rozamiento (μ) el cual puede tomar valores entre 0 y 1. Registrarlo en el siguiente espacio:

$$\mu = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. En la casilla de entrada ingresar el ángulo de inclinación del sistema, debe tener en cuenta que éste debe ser un ángulo agudo, mayor a 0° y menor a 90° . Registrarlo en el siguiente espacio:

$$\theta = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. En la casilla de entrada ingresar el valor de la masa del objeto que está sobre el plano inclinado, este valor estará en Kg. Se recomienda que el valor de la masa oscile entre 5 Kg y 30 Kg, para garantizar un intervalo más amplio de valores en la fuerza que permitan generar movimiento en el simulador. Registrar el valor de la masa en el siguiente espacio:

$$m = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. En la casilla de entrada ingresar el valor de la fuerza aplicada para generar movimiento en el sistema dinámico. Se recomienda ingresar un valor de fuerza amplio y suficiente para generar movimiento en el simulador. Debe escoger 5 valores de fuerza diferentes de forma ascendente para realizar el experimento. Puede registrarlos en la siguiente tabla:

N°	F (N)
----	-------

1	
2	
3	
4	
5	

6. Elegidos los parámetros en las casillas de entrada y registrarlos en esta guía, puede manipular el simulador con los botones del lado superior derecho.

Para este laboratorio debe tomar los datos de tiempo y velocidad en 5 momentos distintos de la trayectoria del objeto sobre el plano inclinado, el quinto momento puede ser el final del trayecto, para cada una de las fuerzas aplicadas y registrada en la tabla del punto anterior. Registrar en las siguientes tablas el tiempo y la velocidad que muestra en cada momento el simulador:

N° 1	$F = \underline{\hspace{2cm}}$				
	1	2	3	4	5
Tiempo (s)					
Velocidad (m/s)					

N° 2	$F = \underline{\hspace{2cm}}$				
	1	2	3	4	5
Tiempo (s)					
Velocidad (m/s)					

N° 3	$F = \underline{\hspace{2cm}}$				
	1	2	3	4	5
Tiempo (s)					
Velocidad (m/s)					

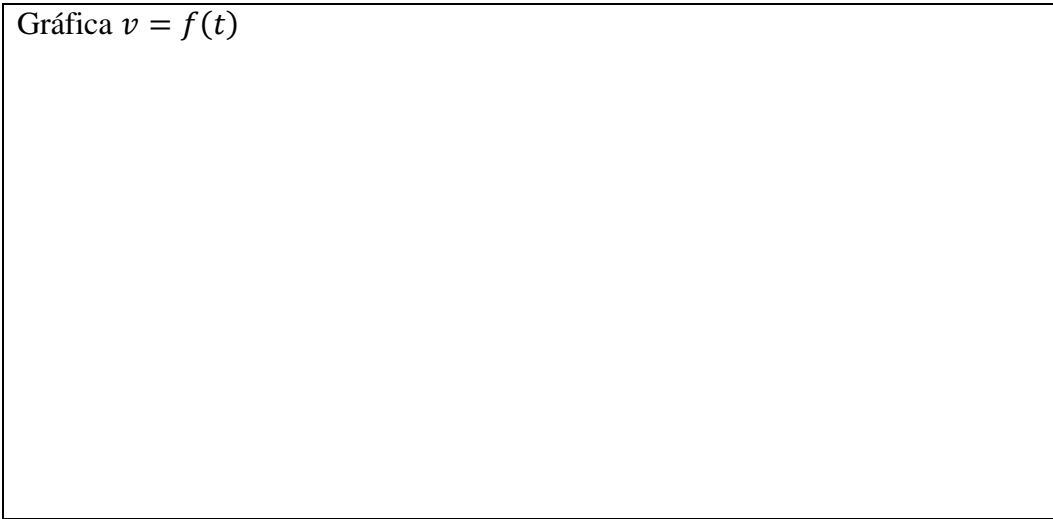
N° 4	$F = \underline{\hspace{2cm}}$				
	1	2	3	4	5
Tiempo (s)					
Velocidad (m/s)					

N° 5	$F = \underline{\hspace{2cm}}$				
	1	2	3	4	5
Tiempo (s)					
Velocidad (m/s)					

7. Con ayuda de Excel construir las gráficas $v = f(t)$ para cada una de las tablas anteriores y obtener la línea y la ecuación de tendencia de la gráfica. La ecuación de tendencia debe tener la forma $y = mx + b$ donde m es el valor de la aceleración experimental obtenido; registrar el valor de la pendiente como aceleración experimental:

Para la tabla 1:

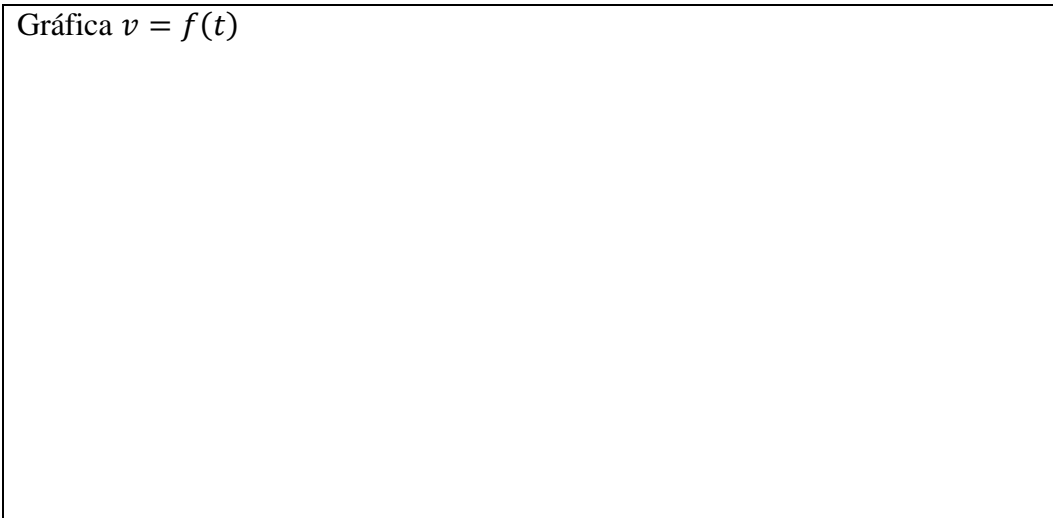
Gráfica $v = f(t)$



$$a_{e1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Para la tabla 2:

Gráfica $v = f(t)$



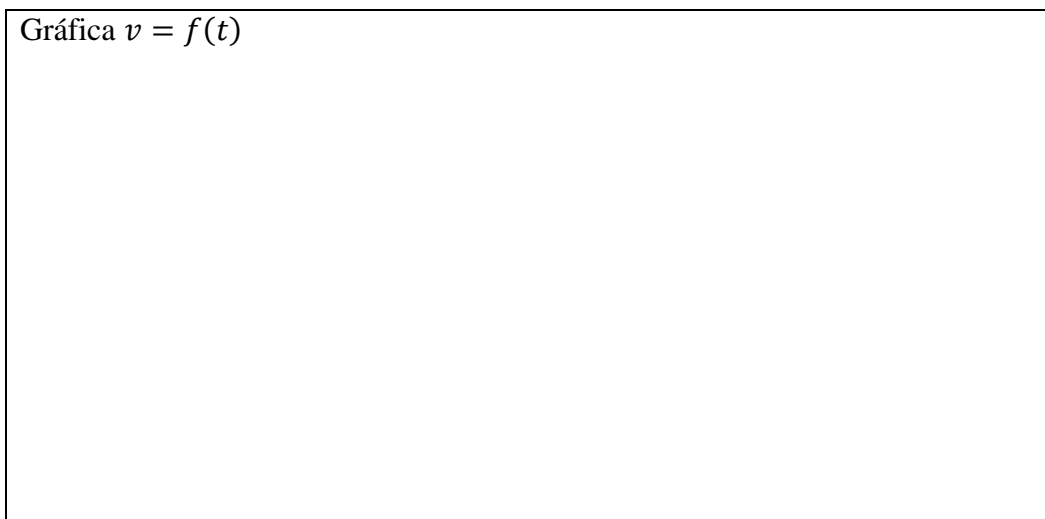
$$a_{e2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Para la tabla 3:



$$a_{e3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

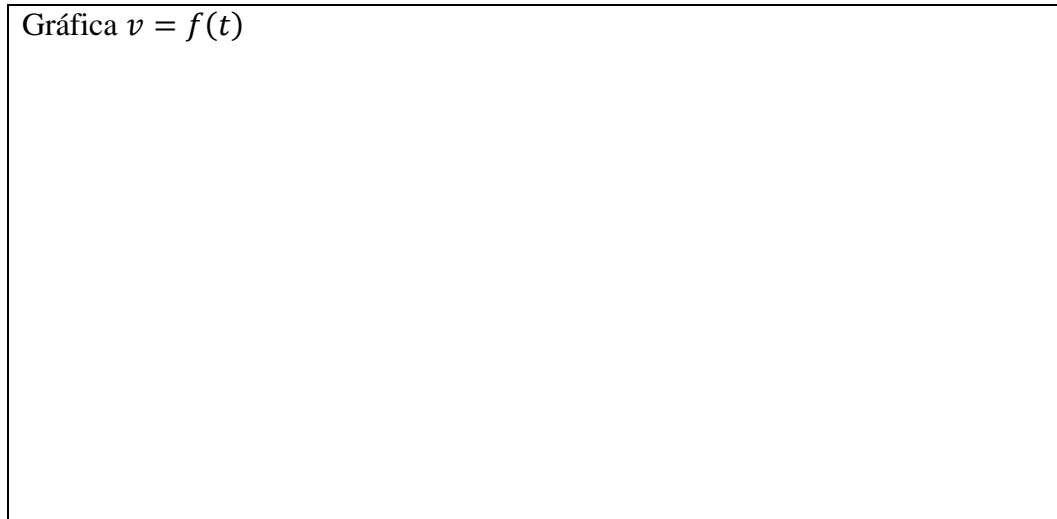
Para la tabla 4:



$$a_{e4} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Para la tabla 5:

Gráfica $v = f(t)$



$$a_{e5} = \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Organizar los datos obtenidos en el punto anterior en la siguiente tabla:

N°	1	2	3	4	5
$F (N)$					
$a_e (m/s^2)$					

9. Con ayuda de Excel construir la gráfica $F = f(a)$ para la tabla anterior y obtener la línea y la ecuación de tendencia de la gráfica. La ecuación de tendencia debe tener la forma $y = mx + b$. Registrar el valor de la pendiente:

$$pendiente = \underline{\hspace{2cm}}$$

SEGUNDA PARTE

10. Del punto 7 elegir una de las aceleraciones experimentales calculadas en las gráficas. Registrarla en el siguiente espacio:

$$a_e = \underline{\hspace{2cm}}$$

11. Calcular el valor de la aceleración teórica con los datos y parámetros relacionados con la aceleración experimental que eligió en el punto anterior, utilizando la ecuación dada en el pre – informe:

$$a = \frac{F}{m} - g(\mu \cos \theta + \operatorname{sen} \theta)$$

$$a_t = \underline{\hspace{2cm}}$$

12. Cálculo de errores: halle el porcentaje de error de la aceleración experimental y su correspondiente aceleración teórica, puede hacer utilizando la siguiente formula:

$$\% \varepsilon(a) = \left| \frac{a_t - a_e}{a_t} \right| * 100$$

$$\% \varepsilon(a) = \underline{\hspace{2cm}}$$

CONCLUSIONES

Concluir el laboratorio respondiendo las siguientes preguntas:

1. De acuerdo al porcentaje de error calculado en el punto 12 del procedimiento ¿qué tan diferentes son la aceleración obtenida en el experimento y la aceleración teórica calculada?

2. ¿Cree usted que los resultados obtenidos en la aceleración experimental se alteran si aumentamos o disminuimos el número de momentos registrados en la trayectoria del objeto? Justifique su respuesta.

3. ¿Qué puede deducir usted del valor de la pendiente obtenida en la grafica $F = f(a)$ en el punto 9 del procedimiento? ¿Se cumple o no la hipótesis de proporcionalidad directa entre la fuerza aplicada y la aceleración del movimiento? Justifique su respuesta

-
-
4. De acuerdo a su respuesta al punto anterior ¿Qué implica que la fuerza aplicada a un cuerpo que sube por un plano inclinado sea directa o inversamente proporcional a la aceleración que experimenta el mismo?

-
-
-
-
5. De acuerdo a lo vivido en la realización del laboratorio, de su opinión personal sobre la importancia del simulador hecho en GeoGebra en el aprendizaje de la dinámica en física.

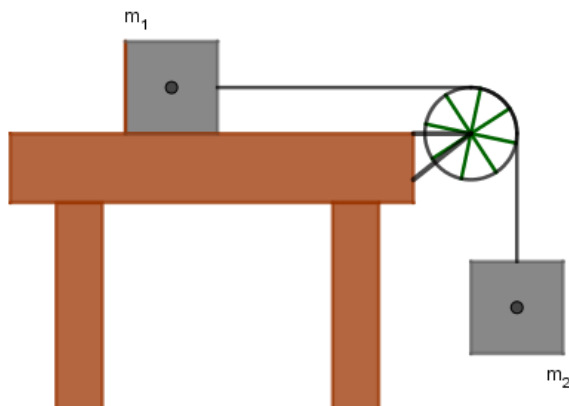
D. Anexo: Guía de Laboratorio Número 3

OBJETIVOS

1. Identificar las fuerzas puntuales que interactúan en un cuerpo que está sobre un plano inclinado.
2. Comprobar experimentalmente la relación que existe entre la fuerza, la masa y la aceleración.

PRE INFORME

1. Consulte cuáles son las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado.
2. Defina la primera ley de Newton, llamada también ley de la inercia.
3. Defina la segunda ley de Newton, llamada ley fundamental de la dinámica.
4. Defina la tercera ley de Newton, llamada también ley de acción – reacción.
5. Demuestre que la tensión que experimenta una cuerda que une dos cuerpos mediante una polea (figura) está dada por :



Desprecie la masa de la polea.

$$T = \frac{m_1 m_2 g (1 + \mu)}{m_1 + m_2}$$

Tenga en cuenta el DCL del simulador y las sumatorias de fuerzas.

MARCO TEÓRICO

CONCEPTO DE FUERZA

En nuestra vida cotidiana todas las personas comprendemos, así sea una noción generalizada, el concepto de fuerza. Cuando se empuja o un objeto, cuando se lanza una pelota estamos aplicando fuerza sobre algo. Generalmente estos ejemplos son asociados con las fuerza muscular y muy remotamente con la generación de un movimiento. Sin embargo, no en todos los casos



las fuerzas generan movimiento, por ejemplo, si usted está de pie, parado sobre una superficie sin moverse, la fuerza de gravedad actúa sobre su cuerpo, pero usted todavía estará quieto; como también empujar algo con mucha masa y aun así no moverlo.



Newton estableció que el cambio de velocidad de un objeto es causado por una fuerza; por tanto, si un objeto se mueve con velocidad constante no es necesaria ninguna fuerza para mantener el movimiento, ya que la fuerza solo produce cambios en la velocidad, por tanto genera una aceleración.

Si consideramos ahora que varias fuerzas actúan de forma simultánea sobre un objeto, el objeto, sólo aceleraría si la fuerza neta que actúa sobre él es diferente de cero. Generalmente se refiere a la

fuerza neta como la fuerza resultante de la suma de todas las fuerzas que actúan sobre uno de los ejes del objeto según el sistema de referencias establecido. Si la fuerza neta es cero, entonces la aceleración es nula y el objeto continúa en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

ENLACE SIMULADOR

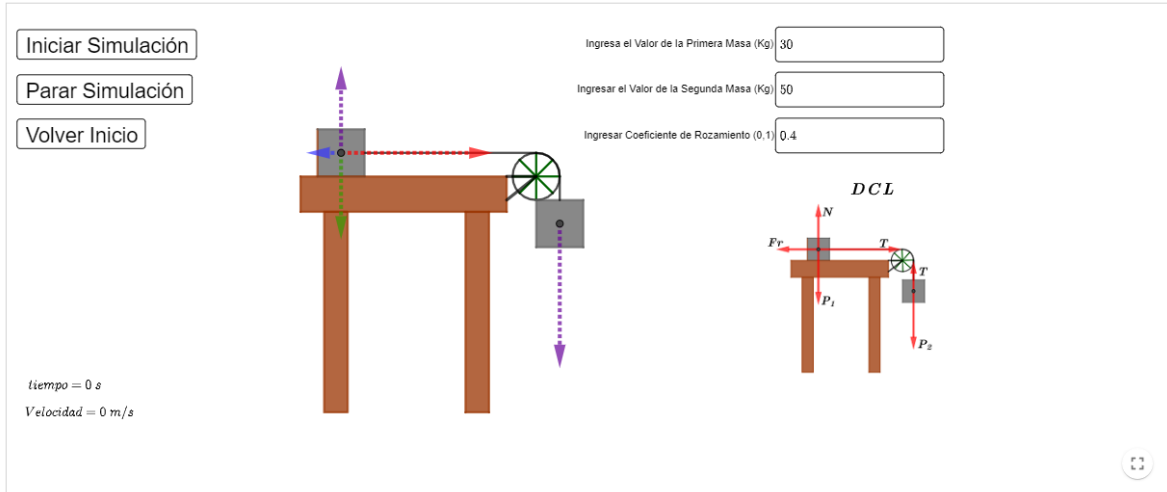
Este laboratorio se hará utilizando un recurso virtual, el cual encontrará en el siguiente enlace:

<https://www.geogebra.org/m/zqkzqcek>

PROCEDIMIENTO

PRIMERA PARTE

1. Identifique los botones, casillas de entrada e información de salida que muestra el simulador del plano inclinado.



2. En la casilla de entrada ingresar el valor del Coeficiente de rozamiento (μ) el cual puede tomar valores entre 0 y 1. Registrarlo en el siguiente espacio:

$$\mu = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. En la casilla de entrada ingresar el valor de la masa del objeto que está sobre la superficie de la mesa (m_1), este valor estará en Kg. Se recomienda que el valor de la masa oscile entre 10 Kg y 40 Kg, para garantizar un intervalo más amplio de valores en la fuerza que permitan generar movimiento en el simulador. Registrar el valor de la masa en el siguiente espacio:

$$m_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. En la casilla de entrada ingresar el valor de la masa del objeto que está pendiente de la polea de la mesa (m_2), este valor estará en Kg. Se recomienda que el valor de la masa oscile entre 10 Kg y 40 Kg, para garantizar un intervalo más amplio de valores en la fuerza que permitan generar movimiento en el simulador. Debe realizar el experimento con 5 valores diferentes de m_2 y que sean mayores al valor de m_1 . Registrar el valor de la masa en el siguiente espacio:

Nº	m_2 (Kg)
1	

2	
3	
4	
5	

5. Elegidos los parámetros en las casillas de entrada y registrarlos en esta guía, puede manipular el simulador con los botones del lado superior derecho.

Para este laboratorio debe tomar los datos de tiempo y velocidad para cada una de las masas m_2 registradas en la tabla del punto anterior. Registrar en las siguientes tablas el tiempo y la velocidad que muestra el simulador:

$m_1 = \underline{\hspace{2cm}} (Kg)$	$\mu = \underline{\hspace{2cm}}$				
	1	2	3	4	5
$m_2 (Kg)$					
$v (m/s)$					
$t (s)$					

6. Utilizando las ecuaciones sobre movimiento uniformemente acelerado consultadas en el primer punto del pre – informe y los datos de velocidad y tiempo de la tabla anterior, calcular el valor de la aceleración para cada uno de los valores de las masas m_2 .

Además, utilizando la fórmula tensión demostrada en el punto 5 del pre – informe calcular el valor de la tensión que experimenta el sistema de polea para cada uno de los valores de las masas m_2 . Realizar los cálculos y registrarlos en la siguiente tabla:


$m_1 = \underline{\hspace{2cm}} (Kg)$	$\mu = \underline{\hspace{2cm}}$				
	1	2	3	4	5
$m_2 (Kg)$					
$a (m/s^2)$					
$T (N)$					

Escribir en este espacio los cálculos realizados:



7. Con ayuda de Excel construir las gráficas $T = f(a)$ para la tabla del punto anterior y obtener la línea y la ecuación de tendencia de la gráfica. La ecuación de tendencia debe tener la forma $y = mx + b$. Donde m será la pendiente que representa el valor de la masa m_1 constante experimental. Registrar el valor de la pendiente:

Gráfica $T = f(a)$



$$m_{1e} = \underline{\hspace{2cm}}$$

SEGUNDA PARTE

8. En la casilla de entrada ingresar el valor del coeficiente del rozamiento de la superficie de la mesa del sistema de poleas. Para este paso del experimento el valor del coeficiente será cero. $\mu = 0$.

9. Ahora, en la casilla de entrada ingresar el valor de la masa del objeto que está pendiendo de la polea de la mesa (m_2), este valor estará en Kg. Se recomienda que el valor de la masa oscile entre 10 Kg y 40 Kg, para garantizar un intervalo más amplio de valores en la fuerza que permitan generar movimiento en el simulador. Registrar el valor de la masa en el siguiente espacio:

$$m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

10. En la casilla de entrada ingresar el valor de la masa del objeto que está sobre la superficie de la mesa (m_1), este valor estará en Kg. Se recomienda que el valor de la masa oscile entre 10 Kg y 40 Kg, para garantizar un intervalo más amplio de valores en la fuerza que permitan generar movimiento en el simulador. Debe realizar el experimento con 5 valores diferentes de m_1 y que sean menores al valor de m_2 . Registrar el valor de la masa en el siguiente espacio:

Nº	m_1 (Kg)
1	
2	
3	
4	
5	

11. Elegidos los parámetros registrarlos en esta guía, en las casillas de entrada y puede manipular el simulador con los botones del lado superior derecho.

Para este laboratorio debe tomar los datos de tiempo y velocidad para cada una de las masas m_1 registradas en la tabla del punto anterior. Registrar en las siguientes tablas el tiempo y la velocidad que muestra el simulador:

$m_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ (Kg)					
	1	2	3	4	5
m_1 (Kg)					
v (m/s)					

$t(s)$					
--------	--	--	--	--	--

12. Sabiendo que la suma de las fuerzas para el sistema total está dada como:

$m_2 * g = (m_1 + m_2) * a$, lo que equivale a $F = M * a$, donde F es el peso de la segunda masa ($m_2 * g$) y M es la suma de las dos masas del sistema ($m_1 + m_2$) entonces podemos analizar la relación entre la aceleración a y M donde F es constante.

En la siguiente tabla calculamos el valor de la masa M para cada valor de m_1 registrado en las tablas anteriores.

De la fórmula $F = M * a$ despejamos el valor de la aceleración:

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

Para lograr identificar que el valor de la fuerza es constante, podemos expresar la anterior fórmula así:

$$a = F * \frac{1}{M}$$

Calculamos el valor de $1/M$ para cada una de las masas M calculadas y registramos en la tabla.

Además calculamos el valor de la aceleración con las fórmulas de movimiento uniformemente acelerado consultadas en el pre – informe y los datos de velocidad y tiempo registrados en el punto anterior.

$m_2 = \underline{\hspace{2cm}} (Kg)$	$F = m_2 * g = \underline{\hspace{2cm}} (N)$				
	1	2	3	4	5
$m_1 (Kg)$					
$M (Kg)$					
$1/M (Kg)$					
$a (m/s^2)$					

13. Con ayuda de Excel construir las gráficas $a = f(1/M)$ para la tabla del punto anterior y obtener la línea y la ecuación de tendencia de la gráfica. La ecuación de tendencia debe tener la forma $y = mx + b$. Donde m será la pendiente que representa el valor de la fuerza constante experimental. Registrar el valor de la pendiente:

Gráfica $a = f(1/M)$

$$F_e = \underline{\hspace{2cm}}$$

14. Cálculo de errores: halle el porcentaje de error de la masa experimental (m_{1e}) obtenida en la pendiente del punto 7 y su correspondiente masa teórica (elegida en el punto 3), se puede utilizar la siguiente formula:

$$\% \varepsilon(m_1) = \left| \frac{m_1 - m_{1e}}{m_1} \right| * 100$$

$$\% \varepsilon(m_1) = \underline{\hspace{2cm}}$$

15. Cálculo de errores: halle el porcentaje de error de la fuerza experimental (F_e) obtenida en la pendiente del punto 13 y su correspondiente fuerza teórica (calculado en la tabla del punto 12), se puede utilizar la siguiente formula:

$$\% \varepsilon(F) = \left| \frac{F - F_e}{F} \right| * 100$$

$$\% \varepsilon(F) = \underline{\hspace{2cm}}$$

CONCLUSIONES

- De acuerdo al porcentaje de error calculado en el punto 14 del procedimiento ¿qué tan diferentes son el valor de la masa obtenida en el experimento y la masa teórica elegida en el punto 3 del experimento?

2. De acuerdo al porcentaje de error calculado en el punto 15 del procedimiento ¿qué tan diferentes son el valor de la fuerza obtenida en el experimento y la fuerza teórica calculada en la tabla del punto 12 del experimento?

3. De la gráfica obtenida en el punto 7 ¿qué relación hay entre la aceleración que experimenta un cuerpo y la fuerza que se le aplica? Dé un ejemplo de dicha relación.

4. De la gráfica obtenida en el punto 13 ¿qué relación hay entre la aceleración que experimenta un cuerpo y su masa? Dé un ejemplo de dicha relación.

5. De acuerdo a lo vivido en la realización del laboratorio, de su opinión personal sobre la importancia del simulador hecho en GeoGebra en el aprendizaje de la dinámica en física.

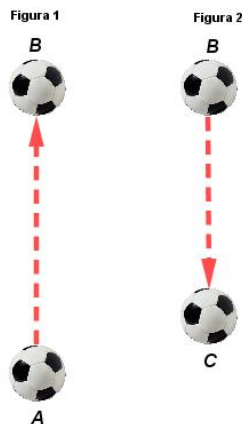
E. Anexo: Prueba Final

TEST FINAL DE DINÁMICA

Responder el siguiente test donde se evaluarán conocimientos básicos en cinemática y dinámica, además de algunas posturas sobre fenómenos cotidianos.

Responder las preguntas 1 y 2 de acuerdo al siguiente enunciado:

En un lanzamiento vertical, una pelota es lanzada hacia arriba desde un punto A alcanzando una altura máxima en el punto B, para luego volver a caer a un punto C tal como se muestra en las siguientes figuras:

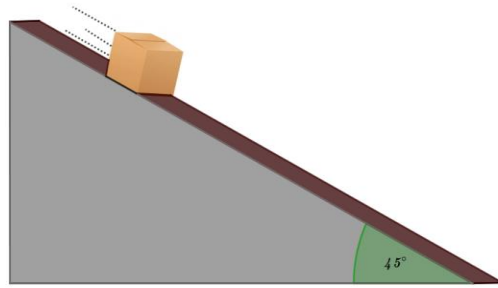
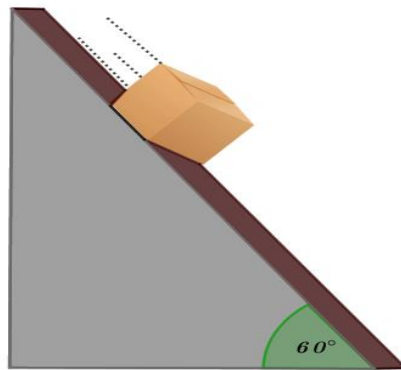
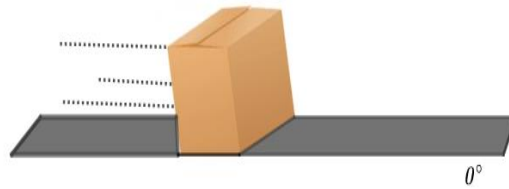


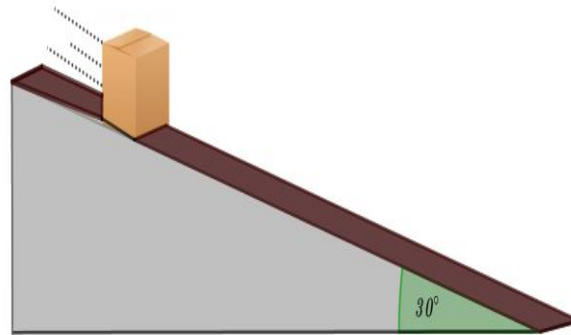
1. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto a la velocidad de la pelota en el punto B?
 - A. La velocidad de la pelota es 0.
 - B. La velocidad de la pelota es mayor que 0.
 - C. La velocidad de la pelota es menor que 0.
 - D. La velocidad de la pelota es de 9.8 m/s.

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta con respecto a la aceleración de la pelota en el punto B?
- A. La aceleración de la pelota es 0.
 - B. La aceleración de la pelota aumenta a una razón constante.
 - C. La aceleración de la pelota disminuye a una razón constante.
 - D. La aceleración de la pelota es de 9.8 m/s^2 .
3. Un caballo de carga, muy habitual en zonas cafeteras; inicialmente se carga con una lona de café con masa m_1 , por lo que puede caminar con una velocidad constante V_1 . Luego de un rato le cargamos otra lona de café con la misma masa ¿Cuál es la velocidad del caballo (V_2) después de haber cargado la segunda lona si éste continúa con una velocidad constante?
- A. $V_2 = V_1$
 - B. $V_2 = 2V_1$
 - C. $V_2 = \frac{V_1}{2}$
 - D. $V_2 = \sqrt{V_1}$
4. Una lona de café de masa m está en reposo sobre una mesa. La acción correcta que debemos hacer para mover la lona de forma vertical es:
- A. Aplicar una fuerza paralela a la superficie de la báscula y mayor al peso de la lona.
 - B. Aplicar una fuerza perpendicular a la superficie de la mesa y mayor al peso de la lona.
 - C. Aplicar una fuerza hacia arriba igual a la masa de la lona.
 - D. Aplicar una fuerza en igual dirección y magnitud al peso de la lona, pero en sentido contrario.
5. Supongamos que un hombre está tomando la medida de su peso con la ayuda de una báscula dentro de un ascensor en movimiento; el hombre nota que el valor que arroja la báscula es mayor a su peso real. Esto se puede explicar debido a que:
- A. El ascensor se mueve hacia arriba disminuyendo su velocidad.

- B. El ascensor se mueve hacia abajo disminuyendo su velocidad.
- C. El ascensor se mueve hacia arriba aumentando su velocidad.
- D. El ascensor se mueve hacia abajo con velocidad constante.
6. Supongamos que Camila viaja dentro de un auto a velocidad constante V , en un momento el conductor acciona los frenos y disminuye su velocidad en un tiempo muy corto de tiempo, por lo que Camila siente que su cuerpo se va hacia adelante. Isaac Newton describe este movimiento en una de sus leyes:
- A. Primera ley o ley de la inercia.
- B. Segunda ley o ley o principio fundamental de la dinámica.
- C. Tercera ley o ley de acción – reacción.
- D. Cuarta ley o ley de proporcionalidad.
7. Valeria está montando en su bicicleta a una velocidad constante. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de la fuerza neta es verdadera?
- A. Existe una fuerza neta actúa en dirección de la velocidad.
- B. Existe una fuerza neta que actúa en dirección opuesta a la velocidad.
- C. La fuerza neta es igual a 0.
- D. Existe una fuerza neta que actúa en dirección perpendicular a la velocidad.



B. 60° C. 0° D. 30°



Responder las preguntas 9 y 10 de acuerdo a la siguiente situación y figura:

El juego de la soga es bastante popular en las instituciones educativas; consiste en que dos equipos con el mismo número de participantes halen la soga desde los extremos con el objetivo de derribar o que el otro equipo pase una línea límite a la mitad de la pista.



9. La magnitud y dirección de la fuerza neta que actúa en el juego es:

- A. $100 N \leftarrow$
- B. $50 N \rightarrow$
- C. $50 N \leftarrow$
- D. $100 N \rightarrow$

10. Supongamos que la masa promedio de cada estudiante es de 50 Kg. ¿Qué aceleración experimentó el equipo perdedor del juego de la soga?

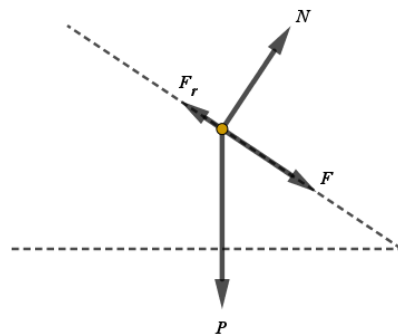
- A. $1 m/s^2$
- B. $2 m/s^2$
- C. $0.5 m/s^2$
- D. $1.5 m/s^2$

Contestar las preguntas 11 y 12 de acuerdo a la siguiente imagen:

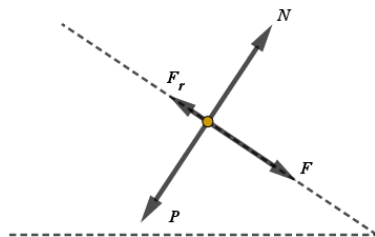


11. Si F es la fuerza que genera el movimiento de la caja sobre la plataforma del camión, el diagrama de cuerpo libre que mejor representa las fuerzas que actúan sobre la caja de madera cuando ésta se desliza por la plataforma es:

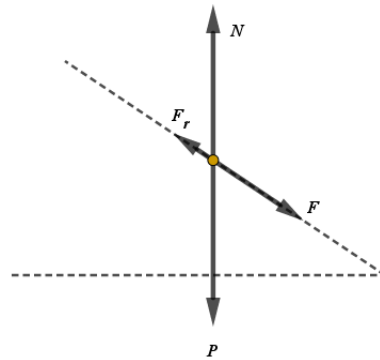
A. .



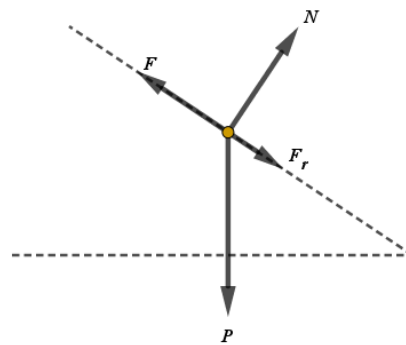
B. .



C. .



D. .



12. Se tiene que la inclinación del camión está dada por el ángulo θ , la masa de la caja por m ; y g representa la gravedad. La fuerza que ejerce la plataforma sobre la caja de madera está dada por:

- A. $F = mg\cos(\theta)$
- B. $N = mg\cos(\theta)$
- C. $F = mg\sin(\theta)$
- D. $N = mg\sin(\theta)$

Responder las preguntas 13 y 14 de acuerdo a la siguiente situación:

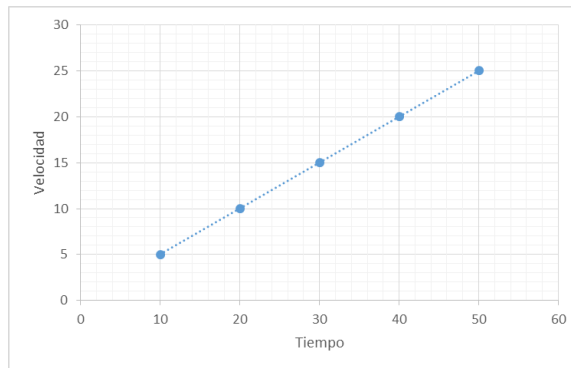
La siguiente tabla de datos muestra la velocidad promedio de un carro campero que parte desde el reposo, y el tiempo que demora en alcanzar dicha velocidad con diferentes valores en la masa que carga:

Masa (Kg)	100	200	300	400	500
Tiempo (s)	10	20	30	40	50
Velocidad (m/s)	25	20	15	10	5

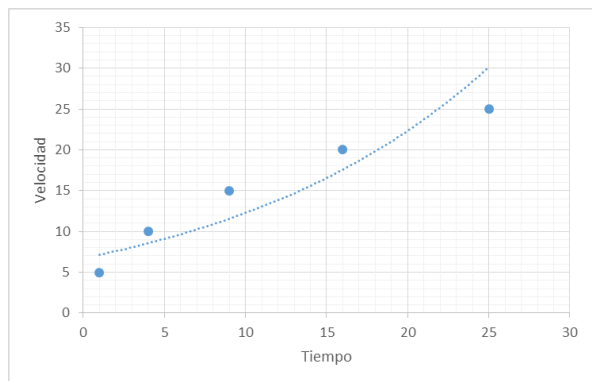


13. La gráfica que mejor representa el comportamiento de la velocidad con respecto al tiempo es:

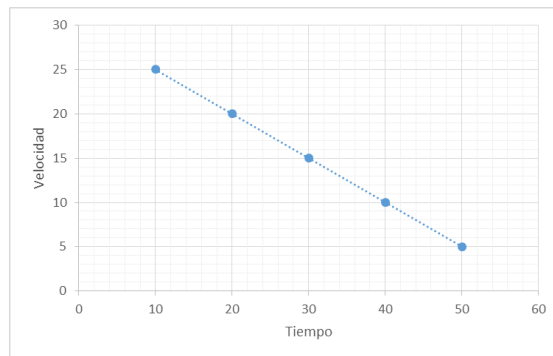
A. .



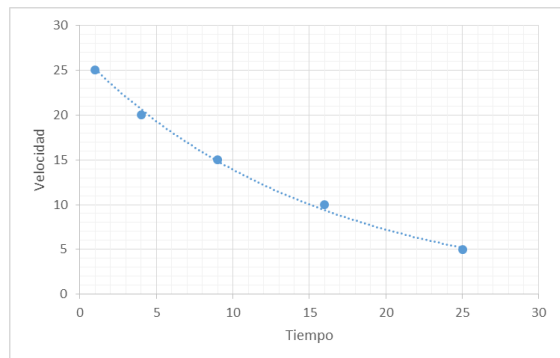
B. .



C. .



D. .



14. Con respecto a la aceleración del camión y la masa que carga se puede decir que son directa o inversamente proporcionales, de las siguientes opciones cuál representa mejor la relación entre estas dos variables:

- A. Inversa, porque entre más masa carga el camión, más alta es su aceleración.
- B. Directa, porque entre más masa carga el camión más, alta es su aceleración.
- C. Directa, porque entre menos masa carga el camión, más baja es su aceleración.
- D. Inversa, porque entre más masa carga el camión, más baja es su aceleración.

Tabla Anexo-7-2: Clave Prueba Final

PREGUNTA	CLAVE
1	A

2	D
3	C
4	B
5	C
6	A
7	C
8	B
9	D
10	C
11	A
12	B
13	C
14	D

F. Anexo: Test de Percepción

TEST DE PERCEPCIÓN DEL USO DE SIMULADORES GEOGEBRA EN EL APRENDIZAJE DE LA DINÁMICA

Institución Educativa: _____

NOMBRE: _____

Rol: _____

Fecha: _____

OBJETIVO: Evaluar la percepción de los estudiantes y algunos docentes frente al uso de GeoGebra a partir de la interacción con simuladores como estrategia didáctica que apoya a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la dinámica, objeto de estudio en física.

¿Pudo explorar y desarrollar las diversas actividades y guías de laboratorio propuestas utilizando los simuladores de GeoGebra?

Si: _____

No: _____

En una escala del 1 al 5 califique la estrategia didáctica basada en simuladores de GeoGebra como apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la dinámica en física. Donde 1 es la calificación más baja y 5 la más alta.

1. Totalmente en Desacuerdo
2. En Desacuerdo
3. Indeciso

4. De acuerdo
5. Totalmente de Acuerdo

		1	2	3	4	5
1	Con anterioridad he utilizado en el área de ciencias naturales o matemáticas simuladores desarrollados en GeoGebra similares a los usados en este curso.					
2	Los enlaces a los simuladores desarrollados en GeoGebra funcionan correctamente.					
3	El diseño de los simuladores desarrollados en GeoGebra empleados en el curso es atractivo y agradable.					
4	Los componentes del simulador desarrollado en GeoGebra (gráficas, campos para ingresar datos, información a mostrar) son funcionales.					
5	Los simuladores desarrollados en GeoGebra empleados en este curso son fáciles de usar.					
6	Los contenidos que ofrecen los simuladores desarrollados en GeoGebra son expuestos en forma clara y me permitieron aprender los temas trabajados.					
7	Los laboratorios propuestos en los simuladores desarrollados en GeoGebra son difíciles de entender.					
8	Me gustaría trabajar en simuladores desarrollados en GeoGebra para otros temas del curso.					
9	Las actividades interactivas propuestas en los simuladores desarrollados en GeoGebra NO me permiten fortalecer mi aprendizaje.					
10	Considero que mejoró mi desempeño con las herramientas dadas en los simuladores desarrollados en GeoGebra.					

11	Para repasar los conceptos de dinámica en física utilizaría nuevamente los simuladores desarrollados en GeoGebra y los recomendaría a otros.					
12	La manipulación de los simuladores desarrollados en GeoGebra permite el trabajo en equipo y aprendizaje colaborativo.					
13	Con anterioridad he utilizado en el área de ciencias naturales guías de laboratorio similares a las usadas en este curso.					
14	La estructura de las guías de laboratorio empleadas para manejo de los simuladores de GeoGebra es adecuada y amigable.					
15	Las guías de laboratorio empleadas en el curso para el uso de los simuladores de GeoGebra son fáciles de seguir.					
16	Los contenidos desarrollados en las guías de laboratorio para el manejo de los simuladores de GeoGebra me permitieron aprender los temas propuestos.					
17	Considero que las actividades sugeridas en las guías de laboratorio para el manejo de los simuladores de GeoGebra me han permitido desarrollar diferentes competencias en la comprensión de la naturaleza y mi entorno.					
18	Me gustaría utilizar guías de laboratorio similares a las trabajadas en este curso para todos los demás temas de física.					
19	Las actividades propuestas en las guías de laboratorio para el manejo de los simuladores de GeoGebra me permitieron fortalecer el proceso mi aprendizaje.					
20	El desarrollo de las guías de laboratorio para el manejo de los simuladores de GeoGebra permite el trabajo en equipo y aprendizaje colaborativo.					

Comentarios y/o sugerencias acerca del uso de los simuladores desarrollados en GeoGebra y las guías de laboratorio para el manejo de los mismos:

15
2

Estrategia didáctica como apoyo a los procesos de enseñanza y de
aprendizaje de la Dinámica en el grado décimo

Muchas gracias por su ayuda.

Bibliografía

- Arias, P., Merino, M., & Peralvo, C. (20 de Junio de 2017). Análisis de la Teoría de Psicogenética de Jean Piaget: Un aporte a la discusión. *Dominio de las ciencias*, 3(3), 833-845. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.3.jun.833-845>
- Arrieta, X., & Delgado, M. (2006). Tecnologías de la información en la enseñanza de la física de educación básica. *Scielo*, 63-76. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-75152006000100005&lng=es&tlng=es.
- Colmenares, & A. (30 de Junio de 2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Voces y Silencios. *Revista Latinoamericana de Educación*, 102–115.
- Colmenares, A. (30 de Junio de 2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1), 102-115.
- Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Morata, S. L. .
- Espinoza, I. (2021). *Guía didáctica para el uso de simuladores de física en lenguaje de señas que ayude en el proceso de enseñanza-aprendizaje de física para estudiantes de primero de bachillerato con discapacidad auditiva de la ciudad de Quito durante la pandemia de la covid*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Gañan, D. (2020). Diseño de un laboratorio virtual para la enseñanza y aprendizaje de la cinemática mediante el uso del software GeoGebra. *Revista didáctica de los números*, 104, 147-169. Obtenido de <http://www.sinewton.org/numeros>
- García, J. (2020). *Simulador PHET como herramienta de apoyo en la enseñanza de la física en la educación media*. Tunja: Universidad de Santander.
- Henao, C., Muñoz, J., & Muñoz, O. (2021). Uso del GeoGebra, el simulador PhET y el Tracker como herramientas didácticas para enseñar cinemática a estudiantes sordos. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*.

- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación, Sexta Edición*. México: Mc Graw Hill.
- ICFES. (2021). *Niveles de desempeño: Pruebas de Ciencias Naturales*. Bogotá: ICFES. Obtenido de <https://www2.icfes.gov.co/documents/39286/10065230/Niveles+de+desempe%C3%B1o+Ciencias+Naturales+Saber+11.%C2%BA+2022.pdf>
- Jaquez, R., & Rodríguez, P. (2019). Efectos positivos en el aprendizaje conceptual de la física en alumnos de Educación Media Superior debido al uso de un simulador en el laboratorio virtual. *Investigación Científica*, 13(1), 1-10. Obtenido de <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/investigacioncientifica/article/view/693/649>
- Lozada, J. (Diciembre de 2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CIENCIAMERICA*, 3, 34-39. Obtenido de <file:///C:/Users/Docente%20Inmaculada/Downloads/Dialnet-InvestigacionAplicada-6163749.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Serie lineamientos curriculares*. Santa Fe de Bogotá, D.C.: MEN.
- Ocampo, J. (12 de Agosto de 2018). El atraso colombiano en ciencia y tecnología. *Portafolio*, págs. 1-3. Obtenido de <https://www.portafolio.co/opinion/otros-columnistas-1/el-atraso-colombiano-en-ciencia-y-tecnologia-519977>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Obtenido de <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>
- Salgado, A. C. (2007). Investigación cualitativa: Diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit*, 71-78.
- Sandín, M. P. (2003). La enseñanza de la investigación cualitativa. *Enseñanza Universitaria*, 37-52.
- Vallejo, L. (2020). *Propuesta metodológica para la enseñanza del concepto de Fuerza desde la perspectiva de Newton*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.