

**Análisis Sobre la Trascendencia de las Prácticas de Laboratorio y la Instrucción por Pares
en la Enseñanza de la Física**

Likidcen Framsol López Suspes

Proyecto de Grado Para Optar al Título de Magister en Educación

Tutor

Jerson Iván Reina Medrano

Doctor en Ciencias Naturales Física

Universidad Autónoma de Bucaramanga

Facultad de Ciencias Sociales, Humanidades y Artes

Maestría en Educación

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A mi familia, principalmente a mi señora e hijos Dana y Thiago.

A Genny Noguera, mi compañera, mi confidente, eres lo más importante, te ofresco este logro académico. A Thiago López, mi señor pereza, mi cosita, que este resultado te motive a llegar más lejos que yo. A Dana López, mi pocho, que este triunfo te estimule a estudiar con más dedicación y entrega.

A mi madre, Ligia Suspes, a mi hermano, Stiven López Suspes, a mi hermana, Yaneth, gracias por el apoyo, que con este éxito se sientan satisfechos de mí.

A mi alma mater, la Universidad Industrial de Santander.

Agradecimientos

Al combo “mañana contesto”: Heiner Sarmiento, Jerson Reina, Carlos Gómez y Andrés Navarro, por todas las tertulias al calor de un asador y el frío de una cerveza, sin esas reuniones no hubiera sido posible.

Al doctor Jerson Iván Reina Medrano, mi tutor, compañero, amigo, por creer en mí y acompañarme por más de 23 años en todos los proyectos académicos y personales.

A todos mis compañeros de postgrado de la maestría en educación, son tantos para citar, les agradezco sus aportes en mi crecimiento académico y personal. En especial, a mi compañera de postgrado Alba Castillo, quien me acompañó durante gran parte de la maestría, haciendo más cómoda mi estancia en la universidad.

Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Planteamiento del Problema	12
1.1 Antecedentes del Problema.....	12
1.2 Problema de investigación	16
1.3 Objetivos de Investigación.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Manejo de hipótesis	18
1.4.1 Hipótesis de investigación (H1).....	18
1.4.2 Hipótesis Nula (H0).....	19
1.5 Justificación de la Investigación.....	19
1.6 Limitaciones y Delimitaciones	21
2. Marco Teórico.....	26
2.1 Método de Instrucción por pares.....	26
2.2 El Trabajo Experimental.....	30
2.3 Marco Legal	39
2.4 Marco Disciplinar	41
3. Metodología de la Investigación.....	52
3.1 Método de Investigación.....	52

ANÁLISIS SOBRE LA TRASCENDENCIA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO...	5
3.2 Población.....	53
3.3 Muestra	53
3.4 Marco Contextual.....	54
3.5 Metodología	58
3.5.1 Etapa 1: Diseño	58
3.5.2 Etapa 2: Análisis de la prueba piloto	60
3.5.3 Etapa 3: Realización del pre-test.....	60
3.5.4 Etapa 4: Aplicación del Método de Instrucción por pares y Realización de las Prácticas de Laboratorio.....	61
3.5.5 Etapa 5: Aplicación del post-test	62
3.5.6 Etapa 6: Análisis de resultados de la implementación de los métodos de instrucción por pares y el laboratorio.....	62
3.6 Análisis de Datos	63
3.7 Aspectos Éticos.....	64
4. Resultados	65
4.1 Caracterización Sociodemográfica	65
4.2 Tratamiento Estadístico de los Datos.....	69
4.3 Datos recolectados	70
4.4 Análisis descriptivo de la muestra	72
4.5 Análisis estadístico para comparación de resultados	74
4.6 Comparación de resultados	76

ANÁLISIS SOBRE LA TRASCENDENCIA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO...	6
5. Conclusiones y Recomendaciones	81
Referencias Bibliográficas	85
Apéndices.....	92

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diagrama de flujo método de Instrucción por pares	29
Figura 2. Ejemplos de fuerzas de contacto	43
Figura 3. Ejemplos de fuerzas a distancia.....	43
Figura 4. Sentido vectorial de una fuerza.	45
Figura 5. Fuerza gravitacional sobre un cuerpo.....	45
Figura 6. Fuerza normal sobre un cuerpo.	46
Figura 7. Fuerza de fricción o rozamiento.	48
Figura 8. Relación entre la fuerza aplicada sobre un cuerpo y su aceleración.	49
Figura 9. Caracterización por género de la muestra.	66
Figura 10. Caracterización por edad de la muestra.....	67
Figura 11. Estratificación socioeconómica de la muestra.....	69
Figura 12. Media para los grupos de GE en pre-test y pos-test.	73
Figura 13. Media para los grupos de GC en pre-test y pos-test.....	74
Figura 14. Comparación de medias para los grupos de control y experimental en el pos-test.	79
Figura 15. Media para los grupos de GC y GE después del realizado el laboratorio.	80

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Unidades de fuerza, masa y aceleración	50
Tabla 2. Descripción de la muestra.....	54
Tabla 3. Identificación de la Institución	56
Tabla 4. Caracterización por género de la muestra.....	65
Tabla 5. Caracterización por edad de la muestra	66
Tabla 6. Estratificación socioeconómica de la muestra	67
Tabla 7. Número de estudiantes por nivel de desempeño en el Pre-test 1 - 3	71
Tabla 8. Número de estudiantes por nivel de desempeño en el Post-test 1 - 3.....	71
Tabla 9. Medidas de tendencia central del pretest	72
Tabla 10. Medidas de tendencia central del pos-test	73
Tabla 11. Test de normalidad pre- test.....	76
Tabla 12. Test de normalidad post- test	77
Tabla 13. Test de Mann-Whitney grupo control pre-test y pos-test	78
Tabla 14. Test de Mann-Whitney grupo experimental pre-test y pos-test.....	78
Tabla 15. Grado de significancia de la implementación de la metodología indagatoria en el GE 83	

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Prueba diagnóstica inicial o prueba piloto.....	92
Apéndice B. Prueba iniciales Pre-test 1-3.....	93
Apéndice C. Pos-test 1-3.....	97
Apéndice D. Laboratorio en casa: Ley de Hooke	101
Apéndice E. Validación de expertos.....	104
Apéndice F. Consentimiento informado al rector de la institución	106
Apéndice G. Consentimiento Informado a Padres de Familia.....	108
Apéndice H. Evidencias Fotográficas.....	110

Introducción

La presente propuesta se encuentra enmarcada dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en las ciencias exactas, exclusivamente en la asignatura de Física. En la actualidad diversas metodologías se han empleado en pro de mejorar la transmisión del conocimiento de esta asignatura en todos los niveles, desde la básica secundaria, pasando por los primeros años de la universidad, hasta los estudios avanzados de postgrado (Cudmaní, Pesa y Salinas, 2000). Sin embargo, las estadísticas de las calificaciones de los estudiantes evidencian que debemos seguir buscando nuevas estrategias y herramientas que motiven a los aprendices, y a su vez mejoren su capacidad en esta ciencia (Carrascosa et al 2006).

Con base en estas razones, el presente informe pretende plantear una estrategia de enseñanza-aprendizaje a implementar en la asignatura de Física con el propósito de mejorar el aprendizaje significativo de los alumnos. La propuesta se basa en un método empleado inicialmente en la Universidad de Harvard conocido como la técnica de instrucción por pares, cuya fundamentación se aplicará con el complemento adicional de las prácticas de laboratorio de Física, reales y en casa.

La tesis se ha dividido de la siguiente manera: en el primera capítulo, se presentan el planteamiento del problema: antecedentes de los métodos (instrucción por pares y laboratorio de ciencias), se expone el problema de investigación, se plantean los objetivos de la investigación, se explica la hipótesis, se presenta la justificación del trabajo, se examinan las limitaciones y delimitaciones, se explica la terminología de la tesis, y finalmente en la última sección se formula la bibliografía investigada. En el capítulo 2, se presenta el Marco Teórico de la tesis, en

él se exhibe el método de instrucción entre pares, la influencia de las prácticas de la laboratorio en la enseñanza en Física, además del marco legal y disciplinar del proyecto.

El capítulo 3, se dedica a la metodología de investigación, el método aplicado en la investigación, la metodología del trabajo, cómo se escogen y presentan los datos, y cómo es el análisis de los resultados. En el capítulo 4, se muestran la recopilación de los datos, así como el estudio de los resultados, para terminar, en el capítulo 5, se exponen las conclusiones y recomendaciones más importantes.

1. Planteamiento del Problema

Marco conceptual

1.1 Antecedentes del Problema

La educación se ha ido transformando debido a los cambios del entorno social, político, económico, cultural, científico y tecnológico. De acuerdo a los nuevos retos de la educación es necesario que la formación de los estudiantes en todos los niveles se fortalezca con los conocimientos científicos, de tal manera que le permitan a cada individuo una visión crítica del mundo desde un plano investigativo (Ladino y Fonseca, 2010). En cuanto a la enseñanza y aprendizaje de la Física, Suichapa (2013), cree que se deben redimensionar los conocimientos conceptuales sin olvidar en el aula la importancia de aprender conceptos y validarlos para entender el mundo que nos rodea.

Para Revelo (2014), actualmente el conocimiento científico se desarrolla debido al trabajo realizado entre grupos de investigación y sinergias alrededor del mundo. De esta manera, en la sociedad del conocimiento es fundamental el trabajo colaborativo entre distintos equipos a cualquier nivel.

En los últimos años, han surgido diferentes estrategias para abordar las ciencias a partir del aprendizaje colaborativo, una de ellas es la estrategia Peer Instruction (PI), que en español traduce Instrucción por Pares, desarrollada en 1991 por el profesor Eric Mazur de la Universidad de Harvard (Pinargote, 2014). En términos de (Revelo, 2014), Mazur tiene como uno de sus alcances mas significativos, encontrar que mediante la conversación entre similares,

aprovechando sus similitudes y empatía, se puede compartir el conocimiento mediante el trabajo en equipo.

En el método PI, los aprendices deben asistir a la clase o sesión, con una lectura previa de los temas a abordar, el docente presenta una serie de explicaciones breves sobre los aspectos claves, cada explicación, va acompañada de un test conceptual, que en primera instancia se desarrolla individualmente, seguido de esto, se establecen grupos de estudiantes con respuestas diferentes en el test, y la tarea del estudiante es convencer con argumentos a su compañero de que su respuesta es la correcta. Finalmente, se realiza una nueva evaluación del tema, si el 70% de la clase acierta con la respuesta correcta, se realiza la explicación por parte del docente y se continua con el siguiente tema (Mazur, 2010).

Mazur (1997), plantea su propuesta para estudiantes que cursan asignaturas de física básica en la Universidad de Harvard, obteniendo que la proporción de alumnos que escogían la respuesta correcta a la pregunta planteada siempre incrementaba después de la discusión entre pares, lo que sugiere que el estudiante está explicando con éxito su razonamiento, y en el proceso está enseñando a otros.

Desde 1991, Eric Mazur, se ha dedicado a difundir el método PI, el cual ha sido ampliamente divulgado en los países anglosajones, en Latinoamérica y en los países de Oriente, es apenas una novedad en materia de pedagogía actual (Revelo, 2014).

En Colombia, Escudero (2014) implementó el método PI, en el aprendizaje de las matemáticas básicas de dos grupos de estudiantes de Ciencias Básicas de la Universidad del Norte de Barranquilla, para esto, siguió un diseño mixto de investigación, el cual consistió en una prueba antes y después para determinar el impacto del método. Además, se practicaron

encuestas con cuestionarios tipo Likert para indagar las percepciones favorables y desfavorables de los alumnos sobre el método con el apoyo de tarjetas de respuesta inmediata “clickers”.

Escudero (2014), concluye que, en cuanto al rendimiento de los estudiantes, hubo resultados positivos, teniendo un porcentaje de aprobación del 88% en uno de los cursos y de 91% en el otro. Ambos grupos investigados, mostraron percepción favorable en cuanto a la implementación del método, con un porcentaje de favorabilidad por encima del 80% en cada uno de los ítems evaluados. A su vez, en cuanto al desempeño en el pretest y postest, los estudiantes se desempeñaron significativamente mejor cuando recibieron el tratamiento del método instrucción por pares, que cuando no recibieron el tratamiento. Escudero (2014) destaca así, que el impacto positivo del método PI de acuerdo con los resultados expuestos tanto cuantitativa como cualitativamente fue muy bueno, y permitió establecer una gran sincronía entre los estudiantes y el profesor.

Por su parte, Revelo (2014), aplicó el método PI en la enseñanza de la física en educación básica, de estudiantes del grado 8° del Colegio la Sagrada Familia de la ciudad de Santiago de Cali. Revelo (2014) al igual que Escudero (2014), realiza una investigación mixta, aplicando pruebas de control antes y después de implementar el método PI, con lo que pudo evidenciar en general que las discusiones entre vecinos aumentan el porcentaje de estudiantes con la respuesta correcta y la confianza de los estudiantes en que lo aprendido es lo correcto. A nivel local, no se han encontrado referencias acerca de la implementación del método de instrucción por pares.

Ahora bien, como la Física es una ciencia que estudia y trata de explicar todos los fenómenos de la naturaleza, algunos de ellos complejos, desde sus inicios ha sido una asignatura ardua de aprender para los estudiantes y de enseñar para los docentes (Salinas, 2013). En esa línea, una de las herramientas didácticas que siempre ha estado en el proceso de enseñanza-

aprendizaje en Física, es la vinculación de experiencias o prácticas de laboratorio como complemento a los análisis o desarrollos teóricos impartidos en el aula de clase (Carrascosa *et al.*, 2006).

En la actualidad, algunos docentes han complementado estas prácticas con otras herramientas como el uso de ambientes virtuales de aprendizaje, simulaciones, software, y laboratorios remotos o virtuales. Por ejemplo, Rodríguez y Llovera (2014) investigaron la enseñanza de la Física mediante el uso de laboratorios virtuales y laboratorios reales, ellos encontraron un aumento del aprendizaje significativo de los estudiantes mediante el uso complementario de las dos técnicas.

Por su parte Cardona (2013), en su tesis, presenta como se puede mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes; en el estudio se analiza las diferencias entre la enseñanza de laboratorio desde el punto de vista tradicional y desde una alternativa de cómo abordar y plantear las experiencias de laboratorio.

Adicionalmente, considerando que los estudiantes continuamente emplean el teléfono móvil, ya que son *nativos digitales*, algunos autores han estudiado la necesidad de aprovechar esta herramienta tecnológica para la enseñanza de Física, la investigación mostró el avance de los aprendices mediante el uso de Smartphones en el salón de clase (González *et al.*, 2016).

Otra herramienta didáctica usada en la actualidad como complemento para enseñar Física es la realidad virtual, en ese sentido Parroquín *et al.* (2013) presentan la ganancia que se obtiene al utilizar la técnica de realidad aumentada, específicamente emplean el método para explicar la temática de *tiro parabólico*.

Igualmente, algunos autores emplean los laboratorios de Física como suplemento a la materia, pero de forma virtual, por ejemplo, Arguedas (2015), expone un estado del arte de los

diferentes métodos de enseñanza en Física usando laboratorios remotos o virtuales, además del uso de las TICs.

Recientemente Castillo (2019), presentó una estrategia de enseñanza-aprendizaje en orientada a favorecer los estudiante de 11º, en ella se realizaron pruebas pretest y post-test con dos grupos, uno de control y otro experimental, se comprobó la eficacia del método según los datos analizados.

1.2 Problema de investigación

En Colombia, no es extraño que un docente de física al ser asignado a una institución, sobre todo de carácter público, se encuentre con que esta no cuenta con un laboratorio de física o que el espacio y recursos de este son muy pobres o se encuentran en muy mal estado (Castañeda, 2012). Es por esto que el docente busca salvar este percance, enfocando sus clases al trabajo teórico, impartiendo solo clases magistrales, que se tornan monótonas para sus estudiantes, los cuales ven a la Física como una materia muy parecida a la de Matemáticas, en la cual solo se enseñan fórmulas y como manipularlas (Salinas, 2004).

Otra arista de este mismo asunto es el bajo interés y motivación por el estudio de la Física por parte de los estudiantes, dada la falta de conexión que los relaciona con la vida diaria y por lo que les resulta poco atractiva (Villareal et al., 2005).

De lo anterior, se puede inferir que se requieren actividades para lograr en el estudiante la capacidad de interrelacionar la teoría con la práctica en asignaturas como Física. Estas actividades deben aumentar en los estudiantes competencias como la observación, la elaboración

de hipótesis, la argumentación, la expresión de ideas, la interpretación de resultados, así como también, la creatividad en el diseño de dispositivos y experiencias.

Ante esto surge la siguiente pregunta *¿De qué manera, a partir de la realización de una experiencia de laboratorio y empleando el método de instrucción por pares, se puede inducir en el estudiante elementos de motivación e interés con el fin de estimular el pensamiento crítico que les permita interpretar la relación entre las variables del problema en la asignatura de Física?*

1.3 Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo General

Fomentar una actitud crítica y analítica en el estudiante, a partir de la realización de experimentos y mediante el uso de la instrucción por pares, que permita el aumento del interés por la clase y a su vez le valide la coherencia entre la teoría y los resultados obtenidos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar en los estudiantes la capacidad para establecer relaciones entre las variables involucradas en el problema de estudio que le permita evaluar la validez de un modelo empleando el método de instrucción por pares.
- Involucrar al estudiante a participar de manera activa en grupos colaborativos para que aprendan a resolver juntos las problemáticas que resulten de la clase, y así desarrollar habilidades de comunicación, toma de decisiones y solución de conflictos.

- Fomentar en el estudiante la capacidad para indagar, identificar y explicar acerca de los fenómenos que observa en su entorno cotidiano con el fin de que aprenda a desarrollar la capacidad de proponer soluciones lógicas.

1.4 Manejo de hipótesis

La investigación se desarrollará con estudiantes de nivel de secundaria, en la misma se esperaría mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la materia de Física, empleando de forma simultánea el método de instrucción por pares y complementando el trabajo con experiencias de laboratorio fuera del aula.

Igualmente se demostraría la importancia de emplear nuevas estrategias pedagógicas en el aula a través de la ganancia que se obtendría mediante las pruebas aplicadas (test diagnóstico y prueba de salida).

Asimismo, el interés de incorporar novedosos modelos pedagógicos podría mejorar la motivación de los aprendices. Además, se esperaría actualizar las técnicas de los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en cursos relacionados con ciencias exactas, cuyo desarrollo de las clases se basa en la educación tradicional.

1.4.1 Hipótesis de investigación (H1)

- La distribución no es normal: La metodología de las prácticas de laboratorio y la instrucción por pares en la enseñanza de la física *beneficia* el aprendizaje de la física

1.4.2 Hipótesis Nula (H_0)

- La distribución es normal: La metodología de las prácticas de laboratorio y la instrucción por pares en la enseñanza de la física *no beneficia* el aprendizaje de la física.

1.5 Justificación de la Investigación

La importancia de la presente investigación se basa en la necesidad de buscar nuevas estrategias que fomenten el desarrollo de habilidades, la adquisición de conocimientos y la aplicación teórico-práctica de asignaturas relacionadas con Ciencias Naturales, tales como Física.

Algunos autores muestran que la enseñanza de la Física resulta imprescindible, la actividad en el laboratorio con elementos reales (Alves, 2000). Los contenidos conceptuales deben, en lo posible, vincularse con aplicaciones prácticas o fenómenos conocidos, con el propósito de establecer nexos cognitivos y aprendizaje significativo.

En las prácticas de laboratorio se debe promover la actividad de aprendizaje en grupos reducidos y la puesta en común de los resultados obtenidos para su corrección. Los alumnos deben asumir el control de las actividades de aprendizaje, y el docente trabaja como guía, ofreciendo ayuda cuando esta sea necesaria, planteando algunas pistas con nuevas preguntas que ayuden a los estudiantes a orientarse para superar ciertas dificultades (Losada et al, 2010; Kofman, 2004).

La innovación pedagógica que consideramos en este trabajo está orientada a que los aprendices tengan un rol protagónico y participativo en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, que realicen una labor cooperativa a través del fraccionamiento de tareas entre los

integrantes del grupo de laboratorio, así cada participante es garante de una parte del desarrollo de la práctica.

Asimismo, que ejecuten un trabajo colaborativo involucra que los alumnos se envuelvan en un esfuerzo regulado para realizar la sustentación y el informe de laboratorio. La aceptación de estas responsabilidades por parte de los estudiantes es una tarea que demanda un proceso progresivo de aprendizaje que depende de las habilidades y capacidades cognitivas de cada persona. La propuesta entonces es que el profesor trabaje en esta etapa como un docente guía que suministra a los estudiantes las ideas para desarrollar la respuesta a un problema específico asociado con una práctica de laboratorio.

De acuerdo con esto, se traslada el papel protagónico al alumno, son ellos los que tendrían la iniciativa de abordar el problema y su solución mediante cada uno los subgrupos de trabajo, las discusiones y debates que se generarían en torno a los diferentes obstáculos que tendrán que resolver para la entrega del informe definitivo.

Así pues, proponemos que el docente sea un facilitador de las ideas y que los estudiantes descubran poco a poco a través de las experiencias, la importancia de saber explicar de forma adecuada algunos de los fenómenos que ocurren en la Naturaleza.

Adicionalmente, en las diferentes instituciones donde laboramos, colegios, universidades, o en general en todos los niveles educativos, estamos inmersos en todas las áreas de conocimiento en el proceso de enseñanza aprendizaje tradicional, este hecho quizá se resalta en un mayor porcentaje en las asignaturas cuya fundamentación se basa en el desarrollo matemático, tales es el caso de materias afines a Física, Química y a la misma Matemática.

Dentro de todo esto, para algunos colegas es complejo o prácticamente imposible el cambio del discurso en el aula de clase de las denominadas “clases magistrales”, con base en esto

consideramos proponer un complemento a las clases mediante la implementación de laboratorios desarrollados en casa por parte de los estudiantes de experiencias simples que pueden ser explicadas mediante las diferentes teorías impartidas en el aula, ver anexo D.

Otro hecho notable en esta propuesta, es el poco espacio con el que cuentan las instituciones para la realización de las prácticas, razón que hace necesario abrir un espacio en casa donde los alumnos puedan desarrollar las experiencias con la orientación del docente.

1.6 Limitaciones y Delimitaciones

La I.E. Piloto Simón Bolívar fue creada en 1984, por el alcalde de Bucaramanga, Dr. Carlos Virviescas Pinzón con la fusión de las concentraciones escolares Hogar infantil Santa Teresita, José Fulgencio Gutiérrez, República del Perú, República de Panamá, San Judas Tadeo, Nuestra Señora de Chiquinquirá y San Alonso. Mediante Resolución 1351 de noviembre 29 de 1999 se concede la licencia de funcionamiento o reconocimiento oficial al I.E. Piloto Simón Bolívar, para los grados preescolar, primaria, 6º, 7º, 8º y 9º de básica Secundaria.

Treinta años después, bajo la dirección del abogado, Dr. Álvaro Gómez Peña, la I.E. Piloto Simón Bolívar cuenta con aproximadamente 930 estudiantes matriculados en los niveles de Pre-Escolar, básica, y media, orientados por 2 coordinadores y 39 profesores, en su mayoría licenciados y especialistas que han contribuido a mejorar la calidad del proceso de enseñanza.

Durante la administración del Dr. Luis Alfonso Montero Luna, Secretario de Educación Municipal, se recibieron aportes para la institución como son la donación de 30 computadores, y los implementos necesarios para la dotación de una sala de informática nueva, estabilizadores,

aires acondicionados, sillas, mesones, cableado estructurado, Internet de 4 gigas, mantenimiento de las baterías sanitarias y pintura general del colegio, entre otros.

En los 30 años de fundación de la I.E. Piloto Simón Bolívar se han formado a miles de niños y niñas de los barrios Mutualidad, Comuneros, San Francisco y sus alrededores; sus estudiantes pertenecen a los estratos 1, 2 y 3, por lo tanto, a familias de escasos recursos que no tienen la posibilidad de adquirir herramientas tecnológicas.

No obstante, en los últimos años el colegio ha mantenido un buen promedio de acuerdo con sus resultados en las pruebas SABER y al Índice Sintético de Calidad (ISCE). A lo largo de los años hemos tenido varios estudiantes beneficiados con el programa Ser Pilo Paga y Generación E.

La pedagogía de la institución posee variantes de modelos pedagógicos contemporáneos que cada docente ha ido implementando, es decir, la institución no posee un modelo pedagógico establecido en concreto por el cual se guíe toda la comunidad educativa.

Desde los inicios de la institución, los cursos de física han estado orientados por docentes del área de matemáticas, en su mayoría, docentes provisionales que no tienen una continuidad con los estudiantes. La asignatura de física es impartida a los estudiantes de los grados 10° y 11° (dos cursos por grado), con una intensidad horaria de 3 horas semanales, el año lectivo está dividido en cuatro periodos académicos. La estrategia de clase ha sido de manera teórica con marcador y tablero. La institución cuenta con un espacio destinado para el Laboratorio de Física, sin embargo, debido a la falta de uso por parte de los docentes, este espacio se convirtió en un cuarto de almacenamiento de materiales inservibles y se desocupó hace poco tiempo, pero no se cuenta con los implementos necesarios para su funcionamiento.

A su vez, la institución, cuenta solo con una sala de informática y con una sala de audiovisuales, lo que dificulta la implementación de estas herramientas tecnológicas debido a su disponibilidad.

Particularmente, se van a analizar las aptitudes y comportamientos en la clase de Física, de un grupo de 63 estudiantes de los grados 11-1 y 11-2 de la I.E. Piloto Simón Bolívar del barrio Mutualidad, cuya edad promedio es de 16 años.

En estos cursos hay gran variedad respecto al grado de interés prestado por parte de los estudiantes tanto a la hora de la explicación en clase, como al realizar los ejercicios y problemas. En las aulas concurren alumnos interesados y con gran motivación por aprender, y otros realmente pasivos, a los que se les debería prestar una mayor atención. El ambiente del aula suele ser agradable en cuanto a la disciplina, sin embargo, se detectan serias faltas de competencias matemáticas básicas para resolver ecuaciones propias de las temáticas de Física, de igual forma se aprecia la apatía por comprender la manera en que se relacionan las variables de un problema físico en particular, lo que genera en algunos casos un ambiente escolar tenso.

Como limitante, tenemos específicamente para el caso de la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar lo siguiente:

- Al tratarse de una institución de pública, se pierden clases por paros del gremio docente o por asambleas programadas de acuerdo con la situación del país.
- En la institución se realizan actividades lúdicas (izadas de bandera y festivales) o actividades de prevención (Policía Nacional, Secretaría de Educación), sobre la marcha, en algunos casos no tienen fechas establecidas, lo que puede llevar a pérdida de clase y retraso en las actividades programadas para el proyecto.

- Al tratarse de un estudio realizado a menores de edad, puede haber falta de cooperación por parte de los estudiantes o padres de familia que no estén de acuerdo con la implementación del método.

Definición de términos

El siguiente es el listado de términos y conceptos relevantes utilizados en este estudio:

- **Clase Magistral o Masiva:** son definidas como clases de gran tamaño, es decir, con un gran número de estudiantes, en la que el docente imparte la temática, generalmente con ayuda del marcador, el tablero y donde el estudiante lleva apuntes de lo visto.

- **Clickers:** son dispositivos electrónicos mediante los cuales los estudiantes contestan las preguntas que hace el profesor y que son receptados por una antena. Los clickers son un apoyo para la implementación del método “Instrucción por Pares” pero se podría prescindir de ellos para aplicar el método.

- **Cuestionarios tipo Likert:** la escala de Likert tiene el honor de ser uno de los ítems más populares y utilizados en las encuestas. A diferencia de las preguntas dicotómicas con respuesta sí/no, la escala de Likert permite medir actitudes y conocer el grado de conformidad del encuestado con cualquier afirmación que le proponamos.

- **Índice Sintético de Calidad:** se utiliza para evaluar la calidad educativa de los colegios en Colombia. El puntaje se obtiene de dicho índice se obtiene de la suma de los componentes: progreso, desempeño, eficiencia y ambiente escolar.

- **Instrucción por pares:** método de enseñanza orientado a que los alumnos interactúen entre sí para argumentar las respuestas que han dado en una prueba individual sobre conceptos

fundamentales generalmente de selección múltiple con única respuesta. Es un método creado por el profesor Eric Mazur, del Departamento de Física de la Universidad de Harvard.

- **Laboratorio de física:** espacio físico, destinado a la realización de prácticas experimentales referentes a los temas abordados en la asignatura de física.
- **Modelo Pedagógico:** es una forma de concebir la práctica de los procesos formativos en una institución de educación educativa. Comprende los procesos relativos a las cuestiones pedagógicas de cómo se aprende, cómo se enseña, las metodologías más adecuadas para la asimilación significativa de los conocimientos, habilidades y valores, las consideraciones epistemológicas en torno a la pedagogía, las aplicaciones didácticas, el currículo y la evaluación de los aprendizajes.
- **Pruebas Saber:** evaluación del nivel de la Educación Media a partir del año 2014 se alinea con las evaluaciones de la Educación Básica para proporcionar información a la comunidad educativa en el desarrollo de las competencias básicas que debe desarrollar un estudiante durante el paso por la vida escolar.

2. Marco Teórico

En este capítulo se presenta de forma detallada la estrategia de instrucción por pares, iniciada por Eric Mazur en los años noventa, y se expone la influencia de las prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza aprendizaje de asignaturas de ciencias naturales. En la primera sección se muestra el método PI implementado en diferentes escenarios, como son el nivel universitario y el de secundaria. En este último nivel se encuentra el marco nuestra propuesta de investigación. Luego se enseña el marco legal de la propuesta, que incluye toda la normatividad general y reglamentación vigente que se debe seguir para el desarrollo de un trabajo en una institución educativa. Para terminar el capítulo se incluye la teoría relacionada con la temática que se implementó durante la propuesta, para nuestro caso el tema de *Dinámica*.

2.1 Método de Instrucción por pares

Históricamente en el año 1991, después de enseñar por aproximadamente siete años en la Universidad de Harvard, el profesor Eric Mazur ofrecía en sus clases demostraciones, claras y pulcras, y obtenía altas calificaciones en las evaluaciones de los alumnos de su curso introductorio de Física. Él concluía que sus estudiantes podían resolver con éxito problemas complejos de Física, sin embargo, en esa época descubrió que su superioridad como profesor era solo una utopía. Este hecho lo pudo apreciar el Dr. Mazur cuando decidió organizar una prueba con preguntas conceptuales de Física a sus estudiantes.

Después de culminar la prueba, se percibió que la mayoría de sus alumnos, quienes podían resolver problemas complicados de Física y tenían altas calificaciones, realmente no

comprendían Física, dado que no lograron entender situaciones relacionadas con Física, faltó poco para que la totalidad de sus alumnos reprobará el cuestionario, solamente el 8% aprobó. De la prueba usada, el Dr. Mazur, lo primero que pensó en ese tiempo fue que él no les había enseñado a sus alumnos prácticamente nada, ya que no entendían la importancia y el significado de algunos conceptos de Física.

Un período después de organizar sus ideas y entender que debía mejorar su metodología de enseñanza tradicional, el profesor decide usar nuevamente la prueba, pero direccionando sus explicaciones hacia las respuestas correctas del test; no obstante, él encuentra nuevamente que los estudiantes a pesar de su ilustración no comprenden los conceptos de Física. Fue entonces que decide en la clase realizar grupos de estudiantes, considerando la posibilidad que el alumno con la respuesta correcta pueda convencer a su “par” o compañero que respondió de forma errónea, esta estrategia utilizada le funcionó. Los estudiantes con la respuesta adecuada conseguían persuadir a sus pares con la respuesta equivocada. Esta técnica es conocida hoy como el método de instrucción entre pares (IP).

La metodología de IP a través del tiempo ha demostrado que, cuando un alumno tiene la respuesta correcta y el otro no, el primero tiene más posibilidades de convencer al segundo, esto es, es difícil convencer a alguien de la respuesta errada cuando se tiene la correcta. Todavía más importante del método, es que es más probable que un compañero de clase llegue al otro, que el propio docente, este es uno de los aspectos más relevantes del método. Otro de los objetivos fundamentales de la instrucción entre iguales, es promover y hacer uso de la interacción del estudiante durante las clases. La técnica de IP creó una gran corriente en diferentes regiones en Estados Unidos y del mundo, no obstante, en Latinoamérica y particularmente en Colombia es una técnica no explotada (Revelo, 2014). Esta estrategia pedagógica se encuentra consignada en

el texto Mazur, 2013, libro que ha servido de base para otros escritos relacionados con el método (Green, 2003; Sackstein, 2017; Kaufma & Grimm, 2013).

Actualmente el método IP ha evolucionado y consta de las siguientes partes: primero, el docente les sugiere una lectura inicial a los estudiantes, luego en el aula el profesor empieza la clase realizando una explicación corta de la temática del día, después, en la tercera parte, el docente realiza un breve test conceptual relacionado con el tema, luego según la respuesta de la audiencia - normalmente entre el 30% y el 50 % interpreta las preguntas y responde correctamente - se reúne a los estudiantes en grupo de 2 o 3 estudiantes para que los alumnos con la respuesta correcta puedan convencer a sus pares con respuesta equivocada. Luego en la quinta y última parte, se vuelve a evaluar a los estudiantes para obtener una mejora en las respuestas acertadas. Normalmente después de la discusión entre los aprendices se llega a un nivel superior, el método funciona cuando la audiencia alcanza el 70%. Durante el momento de la discusión de los estudiantes el docente puede realizar intervenciones entre los grupos con el fin de aclarar las ideas. Nótese que la estrategia pedagógica requiere de un extenso banco de preguntas, dado que para impartir una sola clase se necesita realizar al menos dos test, las preguntas de la prueba normalmente son de selección, pero se puede diseñar otro tipo de cuestionarios que involucren, por ejemplo, afirmaciones para contestar falso y verdadero.

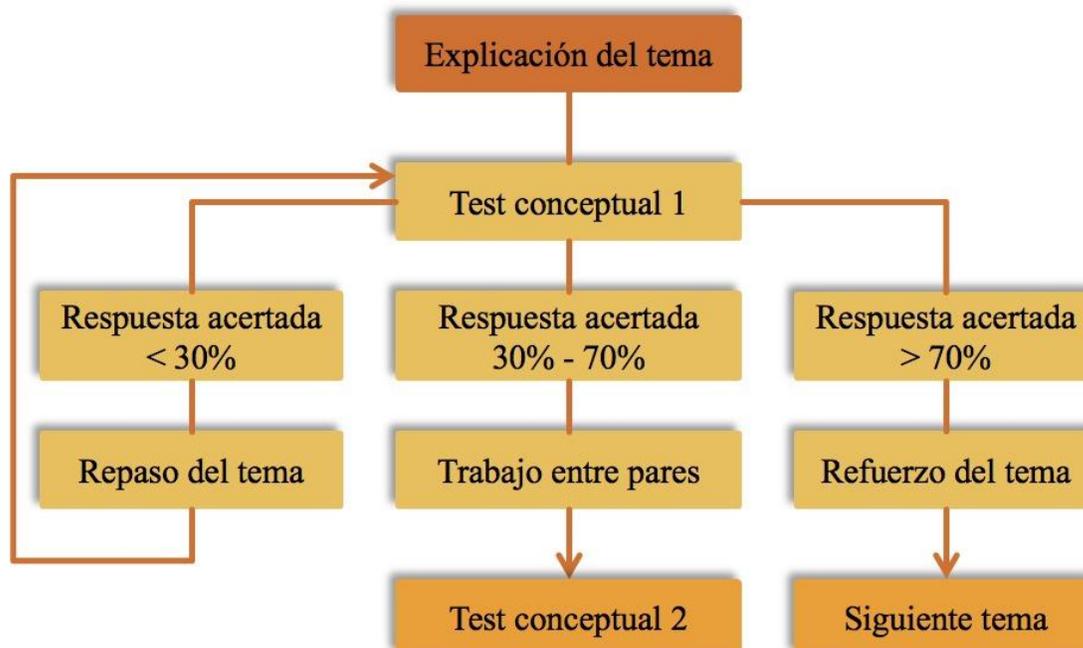
Asimismo, el Dr. Eric Mazur, desde 1991 en el transcurso de los años, ha impartido diferentes conferencias que le han permitido divulgar y perfeccionar su método. Por ejemplo, Crouch & Mazur (2001), exponen la evolución del método durante los primeros diez años de su creación, ellos encuentran que, al realizar la Instrucción de Pares en primer lugar, las puntuaciones de los estudiantes en el concepto de Fuerza y la Prueba de Base de Mecánica

progresaron sustancialmente, además mostraron que los estudiantes mejoraron en su desempeño en problemas cuantitativos tradicionales.

La estrategia pedagógica la podemos resumir a través del esquema siguiente.

Figura 1.

Diagrama de flujo método de Instrucción por pares



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, recientemente, Zhang et al (2017) presentan las bondades de la utilización de la estrategia de PI implementada en estudiantes de primer semestre de la Universidad Normal de Beijing en China, ellos realizan su investigación con cuatro cursos, en uno de ellos continúan con la implementación de la clase tradicional, y en los otros tres usan el método colaborativo de instrucción entre pares, además en uno de los cursos mantienen constante las parejas de

discusión en el método, en los otros dos son cambiantes los pares. En este trabajo los investigadores evidencian las ganancias de los estudiantes a quienes se les impartió la clase de cálculo con el método, además mostraron que en el curso donde alumnos tienen un par fijo mejorarán en sus creencias sobre la física y el aprendizaje de la física en el transcurso de un semestre comparado con los dos cursos donde se cambió constantemente a su par de discusión.

A nivel de educación secundaria y en el ámbito nacional, se encuentra los trabajos que aplicaron la estrategia en la asignatura de Física de Revelo (2014) en la ciudad de Santiago de Cali, y Galindo (2016) en Bogotá. En el caso de Galindo (2016) se presenta la implementación del método de IP en un curso de décimo grado, el autor complementa el trabajo de instrucción entre pares con utilización de experiencias de laboratorio en la temática específica de *Dinámica del Movimiento Circular*. La investigación demostró la mejora del método al incluir el complemento de experiencias de laboratorio, en un grupo de 29 estudiantes cambió su desempeño del 53% a un 70%.

Por su parte en Revelo (2014), podemos encontrar un trabajo orientado a la implementación de la estrategia de IP en estudiantes de octavo grado, él mostró la eficacia del método debido a la mejora en la actitud de los estudiantes hacia la clase de Física, al cambio en la motivación, además del aumento de la participación activa en el trabajo colaborativo cuando se realizó en trabajo entre pares.

2.2 El Trabajo Experimental

Para los estudiantes, al iniciar la media académica, es común escuchar de parte de adultos o jóvenes de grados superiores la dificultad que experimentaron en el momento de cursar asignaturas de ciencias naturales como Física y Química (Castañeda, 2012).

Así entonces, la Física se ha encasillado como una asignatura difícil y de poco entendimiento y esta creencia ha pasado de generación en generación (Muñoz, 2015).

Para Zules (2013), es fundamental buscar una estrategia con la que el estudiante entienda la importancia de la física como medio para comprender su entorno, lo cual es básico dentro de su formación educativa y laboral, ya que la dificultad que pueda tener un estudiante para describir fenómenos naturales lo margina de oportunidades laborales. Además, tal como lo señalan Charro, Gómez y Plaza (2013), existe la necesidad de promover la alfabetización científica y mostrar a la ciencia como una actividad humana de gran importancia social.

Es así como, el trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias ha sido un tema de discusión durante años, por ejemplo, Flórez (2011) planteó el desarrollo de experiencias de laboratorio de movimientos en dos dimensiones usando la naturaleza como fuente de las experiencias logrando una avance significativo en la enseñanza de Física en el grado décimo.

En la década de los 80 se realizaron diversas investigaciones en didáctica de las ciencias que se fueron desarrollando de forma autónoma, lo cual constituyó un campo de estudio un poco disperso. Sin embargo, a partir de estas investigaciones se fue haciendo evidente, que la enseñanza de las ciencias requería una transformación de fondo, donde se integraran aspectos como la teoría, la resolución de problemas, el trabajo experimental y la evaluación, construyendo así un cuerpo coherente de conocimientos. (Gil, 1994).

Para Hodson (1994), la implementación del trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias supone objetivos como motivar al estudiante en el aprendizaje de las ciencias, enseñar las técnicas de laboratorio, dar profundidad a los conocimientos científicos, instruir al estudiante sobre el método científico y su implementación y para desarrollar actitudes científicas como la indagación y la generación de nuevas ideas.

Por su parte, Salinas y Colombo (1996), refieren que las actividades experimentales constituyen un elemento importante dentro del proceso de construcción del conocimiento, siempre y cuando estén relacionadas directamente con la resolución de problemas y los conceptos que el estudiante tiene sobre el tema de estudio.

Para Gil y Valdés (1996), las prácticas experimentales permiten profundizar la teoría y pre-saberes que el estudiante tiene sobre la temática, involucran en una primera instancia al estudiante en la identificación del trabajo científico, permiten el trabajo en equipos colaborativos y la interacción positiva entre estudiantes y de estos con el docente, motivan al estudiante lo que incrementa el interés por el trabajo, fomentan la creatividad y admiten una reflexión de los estudiantes y docentes sobre el proceso.

Carrascosa, Gil y Vilches (2006), desarrollaron varias investigaciones sobre la importancia y pertinencia de las prácticas experimentales en las clases de física, logrando concluir que “desarrollan la curiosidad, suscitan discusiones, demandan reflexión, elaboración de hipótesis y espíritu crítico, enseñan a analizar los resultados y expresarlos correctamente, así como favorecen a una mejor percepción de la relación entre ciencia y tecnología” (p.159)

Posteriormente, en los años 90, hubo un cambio de tendencia en diferentes países, y se adoptaron métodos de evaluación por criterios, enfocando nuevamente la atención en el trabajo experimental y en el propósito aplicativo de enseñar física de una forma crítica y reflexiva basándose no solamente en una estructura teórica y presentando como novedad la implementación de las herramientas tecnológicas que por ese entonces surgían. (Petrucci, Ure y Salomone, 2006).

Países como Colombia no fueron ajenos a estas tendencias pedagógicas ni al desarrollo tecnológico y económico que supone el mundo globalizado del siglo XXI (Galindo, 2006).

Tal como lo señala Mejía (2014), se hizo evidente la importancia de implementar estrategias dinámicas que permitieran al estudiante participar de forma activa en la construcción del conocimiento.

Con base en esto, el Ministerio de Educación propone estándares básicos de competencias en ciencias naturales, los cuales buscan desarrollar en los estudiantes habilidades para “explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluar los métodos y compartir resultados”. (MEN, 2004, p.6)

En Colombia, se han elaborado diferentes estrategias didácticas que incluyen prácticas experimentales de laboratorio para que el proceso de enseñanza de las ciencias naturales sea cada vez mas dinámico.

La propuesta didáctica de Aguilar (2011), implementa prácticas de laboratorio demostrativas a partir de situaciones cotidianas, es decir, sin análisis de datos numéricos, con estudiantes del grado 8° de la Institución Educativa Distrital Mercedes Nariño de la ciudad de Bogotá, con el fin de afianzar los conceptos de densidad y presión.

Para lograr su objetivo Aguilar (2011), aplicó un pre-test acerca de la temática a abordar y así conocer los pre-saberes de los estudiantes que participaban de la investigación, a partir de dicha información, realizó clases de tipo teórico para orientar el proceso de aprendizaje, además elaboró 5 actividades experimentales en las que a los estudiantes les era posible verificar los conceptos vistos en clase. En su trabajo concluye que con las prácticas de laboratorio en combinación con las demás estrategias implementadas se logró hacer del estudiante un actor activo dentro de su proceso de enseñanza, así como el docente paso a ser un orientador y regulador del conocimiento, se fortaleció el trabajo en equipo y la discusión entre estudiantes y

docente, además los estudiantes a partir de prácticas sencillas, accedieron a conocimientos específicos visualizando lo cotidiano.

Análogamente, en García (2012), se proponen una serie de prácticas experimentales para estudiantes de la Institución Educativa Josefina Muñoz González del municipio de Rionegro, Antioquia.

El objetivo de dicho trabajo es fomentar metodologías que permitan a los estudiantes asimilar y conceptualizar fenómenos físicos a partir de prácticas experimentales. Para lograrlo, el autor elaboró nueve prácticas a partir de los temas vistos durante el año escolar en la asignatura de física del grado 11°, se tomó un grupo de 12 estudiantes organizados en parejas, a los cuales se les dieron las pautas de las guías, así como de la elaboración de los informes de laboratorio. La Institución Educativa contaba con ciertos implementos para realizar las prácticas, con lo que las mismas tuvieron que ser adaptadas y complementadas con materiales de fácil acceso.

Las prácticas propuestas no fueron tipo ilustrativo sino de recolección de datos, cada práctica tuvo una duración aproximada de dos horas, con lo que la aplicación de la metodología tomó varias sesiones. En cuanto a los resultados, el autor concluye que a partir de las actividades experimentales, se favoreció el trabajo colaborativo, los estudiantes se acercaron de manera intuitiva a los principios naturales de cada fenómenos en estudio, se motivó la participación activa de los estudiantes, se solucionaron dificultades en cuanto a los conceptos previos que los estudiantes tenían sobre cada temática a abordar, ya que fue evidente que los estudiantes mostraban conflictos entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos que se lograron con el trabajo práctico. Además, al empezar cada sesión de trabajo, se realizaba una retroalimentación de la sesión anterior, con lo que se visualizó que para los estudiantes, el

aprendizaje fue más estable, es decir, se logró un aprendizaje significativo, ya que estos podían describir en forma clara los resultados y conclusiones obtenidos en la sesión anterior.

En la estrategia de aula documentada por Aranda (2013), desarrollada con estudiantes de la Institución Educativa Mercedes Abrego, de la ciudad de Palmira, Valle del Cauca, implementó una metodología que consistió en plantear el problema, aplicar un cuestionario a fin conocer las predicciones individuales de los estudiantes, luego, reunió a los estudiantes en grupos de trabajo con el objetivo discutir la temática y realizar predicciones de tipo grupal, a partir de esto, se hizo una plenaria de discusión y se aclararon las posibles dificultades de los estudiantes para así, ejecutar las diferentes prácticas propuestas.

El autor concluye que, a partir de esta estrategia a los estudiantes les fue posible observar, analizar, construir sus hipótesis, así como participar de discusiones grupales y verificar o rechazar sus hipótesis, todo esto mediante procedimientos simples realizados y observados por ellos mismo con lo que se logró mejorar el desempeño de los estudiantes lo cual se comprobó con los resultados de un cuestionario final.

Similarmente, Londoño (2015), desarrolló una estrategia pedagógica bajo un enfoque constructivista, que consistía en la realización de experimentos que permitieran mejorar la comprensión del concepto de energía a partir de prácticas experimentales. Para ello, se conformó un grupo de 30 estudiantes del grado 11° de la institución educativa mencionada, se implementó un cuestionario antes de aplicar la metodología para hacer una valoración cualitativa de los conceptos previos que tenían los estudiantes, esta prueba consistió en 10 preguntas abiertas, la elaboración de un mapa conceptual y 20 preguntas de selección múltiple. La temática fue dividida en 6 módulos los cuales constaban de guías teóricas, presentaciones en power point, videos ilustrativos y talleres con ejercicios numéricos con el fin de ampliar la información y

aclarar los conceptos que tenía el estudiante. Luego, los estudiantes con la orientación del docente, construyeron artefactos de medición a partir de elementos cotidianos y se aplicaron las experiencias prácticas para comprobar el Principio de Conservación de la Energía.

La experiencia tuvo una duración de cinco semanas, luego de las cuales se aplicó un post-test para evaluar la ganancia de aprendizaje, los resultados tanto del pre-test como del post-test fueron analizados mediante la aplicación del factor de Hake, lo cual evidenció que hubo un progreso en el desempeño de los estudiantes en la mayoría de preguntas del post-test. En esta propuesta, el autor concluye que las prácticas de laboratorio y la vinculación directa de los estudiantes en la construcción de artefactos de medición, contribuyeron de manera significativa en la consolidación del concepto de energía en la estructura cognitiva de los estudiantes permitiendo mayor apropiación de los conceptos. Se favoreció el trabajo en grupo y se tuvo en cuenta la teoría, la práctica y la evaluación del proceso.

Otro trabajo similar fue desarrollado por Galindo (2016), quien realizó la estrategia titulada "*Prácticas experimentales en la enseñanza de la dinámica del movimiento circular*", en la Institución Educativa Alfonso Reyes Echandi de la ciudad de Bogotá. El objetivo era mejorar el desempeño de los estudiantes en el aprendizaje del movimiento circular mediante la aplicación de prácticas experimentales y el método de instrucción por pares. Para dicha propuesta, se tomaron dos grupos de 30 estudiantes, uno fue elegido como grupo experimental y el otro como grupo control. La estrategia tuvo una duración de 4 semanas, se propusieron 4 prácticas experimentales divididas en cada semana, cada sesión tuvo una duración de 2 horas. El estudiante, debía realizar un pre-test en la plataforma Edmodo.

Antes de empezar cada sesión, se hacía una discusión sobre los resultados del pre-test y se aclaraban dudas, aplicando el método de instrucción por pares, luego se procede a la práctica

experimental, para la cual, el autor utilizó el programa Tracker, este consiste en un software gratuito en el que con ayuda de una cámara digital, el estudiante graba su experimento, lo lleva a la computadora, y el programa mide variables como posición, velocidad y aceleración, entre otras. A partir de estos datos, el estudiante puede realizar un análisis cuantitativo de la experiencia. Al final de cada sesión, el estudiante debe realizar un post-test, nuevamente en la aplicación Edmodo, tanto el pre-test como el post-test, constan de 20 preguntas, 18 de selección múltiple y 2 abiertas.

En su trabajo, Galindo (2016), concluye después de realizar una comparación entre el grupo control y el grupo experimental, que la incorporación de la experimentación junto con el método de instrucción por pares mejoraron en gran medida la apropiación de los conceptos por parte de los estudiantes, además, el rol del docente cambió al implementar el método de instrucción por pares en la discusión de los resultados del pre-test, ya que pasó a ser un oyente más dentro de las discusiones de los estudiantes, lo que le permitió obtener una visión más clara de los estudiantes que presentaban dificultades en la apropiación de los conceptos.

Como se puede observar, las Instituciones Educativas en las que se realizaron las diferentes estrategias didácticas, son instituciones públicas. En este tipo de instituciones, por lo general, se carece de equipos o instalaciones apropiadas para el desarrollo de las prácticas experimentales, ya que como lo mencionan, Aguilar (2011), García (2012), Aranda (2013), Londoño (2015) y Galindo (2016), en términos de laboratorios de física y en general de ciencias naturales, hay escasa infraestructura, faltan materiales para realizar montajes experimentales, o no existen los laboratorios. Por lo tanto, estos autores proponen estrategias en las cuales se realizan prácticas sencillas y de bajo costo, utilizando además, situaciones cotidianas para

representar los fenómenos a tratar, con esto se logran experiencias más lúdicas y mostrar a la física como la ciencia de lo cotidiano.

Instrucción por pares y prácticas experimentales desde un enfoque constructivista

La física es la ciencia que nos permite explicar el universo que nos rodea, sin embargo, su enseñanza especialmente a nivel de educación media, se da en la mayoría de los casos, de manera tradicional, donde las clases se limitan a la transmisión de información y al aprendizaje memorístico de fórmulas matemáticas, que no le permiten al estudiante apropiarse de la información recibida y evidenciar su aplicación en la explicación de los fenómenos naturales que ocurren en su entorno (Muñoz, 2014).

Tal como lo refieren Carvajal y Franco (2008), es necesario transformar la enseñanza de las ciencias desde un punto de vista meramente teórico, por uno donde el estudiante construya su propio conocimiento y logre un aprendizaje significativo, involucrándose así en un ámbito investigativo y acorde a los retos que impone la sociedad.

Para Ausubel (1976), el aprendizaje significativo es posible en la medida en que el estudiante logre relacionar los conocimientos adquiridos previamente, con la nueva información que recibe, dicha información se debe anclar a los pre-saberes del estudiante y adquirir un nuevo significado, favoreciendo así la evolución y estabilidad de los conocimientos ya existentes.

Además, el aprendiz construye el conocimiento partiendo de la realidad, experimentando y adaptando lo aprendido al contexto en el que el conocimiento se requiere. (Piaget, 1967).

Esta estrategia pedagógica, basada en el enfoque constructivista, busca a partir de discusiones con pares y prácticas experimentales, constituir aspectos conceptuales con los estudiantes, crear entornos en los que el estudiante pueda experimentar y entrar en conflicto o reafirmar los conceptos previos, así como desarrollar competencias comunicativas y actitudinales

que le permitan establecer las bases del pensamiento científico, participando de un proceso dinámico donde juegue un papel activo, en el que el conocimiento se integre de forma efectiva.

2.3 Marco Legal

El Ministerio de Educación Nacional fija los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales para los niveles de educación básica y media. Dichos estándares son criterios que establecen lo que deben aprender los estudiantes y de lo que están en capacidad de “*saber y saber hacer*”, según cada nivel escolar, esto con el fin de que todas las instituciones de carácter público o privado ofrezcan la misma calidad de educación.

Así entonces, los estándares buscan crear condiciones para que tanto estudiantes como docentes se acerquen al conocimiento científico y se formen en ciencias naturales, partiendo de preguntas, conjeturas o hipótesis que surgen de la interacción y observación del entorno, la recolección de información y la discusión con otros, para así llegar a constituir conceptos, explicar de manera lógica los fenómenos, reconocer los problemas de su entorno y buscar soluciones adecuadas a los mismos. MEN (2004).

Además, la Ley General de Educación, Ley 115 de 1994, señala las normas generales para regular el Servicio Público de la Educación colombiana que cumple una función social acorde con las necesidades e intereses de las personas, de la familia y de la sociedad.

Se fundamenta en los principios de la Constitución Política sobre el derecho a la educación que tiene toda persona, en las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra y en su carácter de servicio público. Por lo tanto, para el presente proyecto, se mencionan

algunos de los principales artículos que establecen los derechos que tienen los niños, niñas y jóvenes de este país en su proceso de enseñanza aprendizaje.

En el ítem a. del artículo 30 dentro de los objetivos específicos para la educación media académica, que los estudiantes deben profundizar en un campo del conocimiento o en una actividad específica de acuerdo con sus intereses y capacidades.

Asimismo, en el artículo 31 correspondiente a las áreas fundamentales de la educación media académica, se establece que serán obligatorias y fundamentales las mismas áreas de la educación básica en un nivel más avanzado, además de las ciencias económicas, políticas y la filosofía; al mismo tiempo las instituciones educativas organizarán la programación de tal manera que los estudiantes puedan intensificar, entre otros, en ciencias naturales, ciencias sociales, humanidades, arte o lenguas extranjeras, de acuerdo con su vocación e intereses, como orientación a la carrera que vayan a escoger en la educación superior.

Respecto a la formación del educando, en el artículo 92, se afirma que el Proyecto Educativo Institucional debe incorporar acciones pedagógicas para favorecer el pleno desarrollo de las habilidades de los educandos, en especial las capacidades para la toma de decisiones, la adquisición de criterios, el trabajo en equipo, la administración eficiente del tiempo, la asunción de responsabilidades, la solución de conflictos y problemas y las habilidades para la comunicación, la negociación y la participación.

Con relación al rol del educador, el artículo 104 plantea que el educador es el orientador en los establecimientos educativos, de un proceso de formación, enseñanza y aprendizaje de los educandos, acorde con las expectativas sociales, culturales, éticas y morales de la familia y la sociedad. Dentro de sus derechos y deberes están: recibir una capacitación y actualización profesional, no ser discriminado por razón de sus creencias filosóficas, políticas o religiosas;

llevar a la práctica el Proyecto Educativo Institucional, y mejorar permanentemente el proceso educativo mediante el aporte de ideas y sugerencias a través del Consejo Directivo, el Consejo Académico y las Juntas Educativas.

Su función es hacer que el estudiante integre todas sus habilidades, conocimientos, actitudes, destrezas y valores logrados en las diferentes áreas del aprendizaje para que las ponga en práctica en su vida cotidiana (aprender para la vida). Los proyectos pedagógicos también podrán estar orientados al diseño y elaboración de un producto, al aprovechamiento de un material o equipo, a la adquisición de dominio sobre una técnica o tecnología, a la solución de un caso de la vida académica, social, política o económica y en general, al desarrollo de intereses de los educandos que promuevan su espíritu investigativo y cualquier otro propósito que cumpla los fines y objetivos en el proyecto educativo institucional. Su intensidad horaria y la duración se definirán en el respectivo plan de estudios.

Con base en esta propuesta y en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, así como en los artículos de la ley 115 mencionados anteriormente, se plantea el presente proyecto en la asignatura de Física como una actividad didáctica a través de la cual el estudiante podrá desempeñar un papel más activo en su formación, con la orientación del maestro quien se encargará de utilizar las herramientas didácticas apropiadas, para un grupo en particular con sus propias necesidades e intereses.

2.4 Marco Disciplinar

Fuerza e interacciones. La dinámica es una parte de la mecánica que se encarga del estudio del movimiento de los cuerpos y a diferencia de la cinemática, indaga las causas que lo producen.

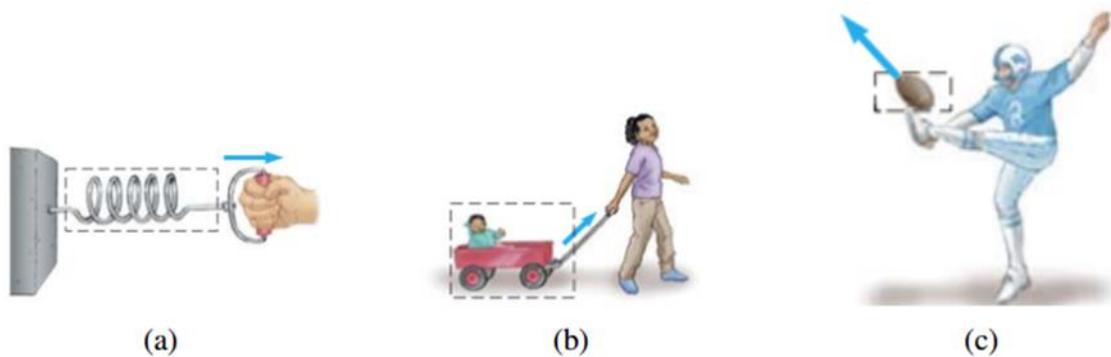
Históricamente se reconoce como el padre de la dinámica a Sir Isaac Newton. Las leyes establecidas por Newton no fueron producto de deducciones matemáticas, sino consecuencia de la realización de muchos experimentos y observaciones realizadas por físicos como Copérnico, Brahe, Kepler y principalmente Galileo Galilei.

El movimiento de un cuerpo está determinado por las interacciones del cuerpo con su entorno, las cuales se llaman fuerzas (Young & Freedman, 2009). En nuestra experiencia cotidiana la fuerza la asociamos con empujar o tirar de una caja o un bloque. En física, la fuerza es la encargada de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

Es posible distinguir dos clases de fuerzas: las fuerzas de contacto y las fuerzas a distancia. Las fuerzas de contacto, como su nombre lo indica, son las que resultan del contacto físico entre dos cuerpos; por ejemplo, cuando se estira un resorte (figura 2.2a), cuando se tira de un carrito (figura 2.2b) o cuando un jugador patea un balón (figura 2.2c).

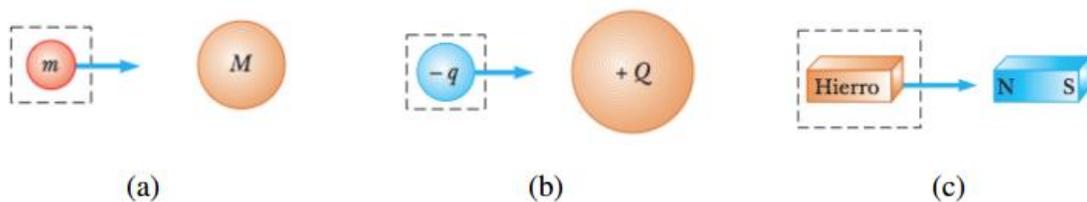
En el caso de las fuerzas a distancia, estas no tienen que estar en contacto físico con el objeto. Algunos ejemplos de estas fuerzas son la fuerza que existe entre dos cuerpos masivos, que es la fuerza que rige todos los planetas que se encuentran en nuestro Sistema Solar (Figura 2.3a), la fuerza entre dos partículas cargadas que es la fuerza que mantiene unidas las moléculas que nos componen (figura 2.3b) y, la fuerza que ejerce un imán sobre un pedazo de hierro (figura 2.3c).

Figura 2.

Ejemplos de fuerzas de contacto

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.

Ejemplos de fuerzas a distancia

Fuente: Elaboración propia

Todos los fenómenos naturales conocidos hasta el momento por el hombre, están regidos por cuatro interacciones conocidas como fuerzas fundamentales. Dichas fuerzas explican los fenómenos que no pueden ser atribuidos a otras fuerzas. Llamamos entonces fuerzas fundamentales a la fuerza gravitacional, la fuerza electromagnética, la fuerza nuclear débil y la fuerza nuclear fuerte.

La fuerza gravitacional, es la más conocida de las interacciones y afecta a toda la materia conocida, esta es la encargada de mantener nuestro planeta Tierra girando alrededor del Sol.

Inicialmente la teoría que la explica fue desarrollada por Isaac Newton, el cual planteó que debido a esta fuerza, todos los objetos cercanos a la tierra caen con aceleración constante hacia esta, sin embargo, a inicios de 1900 Albert Einstein atribuyó este fenómeno a una característica del propio espacio-tiempo.

La fuerza electromagnética afecta a los cuerpos cargados y su principal propósito es el de formar los átomos, ya que mantiene a las partículas cargadas, llamadas electrones, unidas a los núcleos de los átomos, además mantiene unidas a las moléculas.

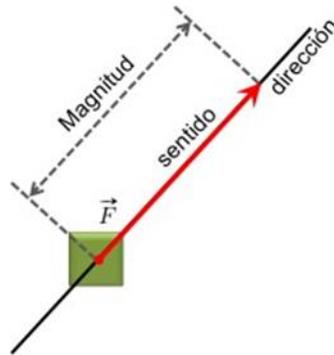
La fuerza nuclear débil, actúa entre partículas elementales y se ocupa de algunas de las reacciones nucleares, como las que ocurren en las estrellas, también se encuentra presente en el origen de las erupciones volcánicas.

Por último, está la fuerza nuclear fuerte, es la más intensa de todas las interacciones, un centenar de veces más intensa que la fuerza electromagnética. Esta fuerza mantiene los componentes del núcleo atómico (protones y neutrones) unidos.

Fuerza neta. La fuerza es una cantidad vectorial, por lo que podemos atribuirle una dirección de acción y una magnitud (Figura 2.4). Además, las fuerzas pueden tener orígenes distintos, como la tensión de una cuerda, la atracción gravitacional, la fricción con una superficie, entre otras. Cuando sobre un cuerpo actúan dos o más fuerzas el efecto sobre el movimiento del cuerpo es igual a la suma vectorial de todas las fuerzas presentes, a este vector resultante se le llama **fuerza neta**. Algunas fuerzas pueden anularse entre sí, por lo que la fuerza neta sobre el cuerpo serán cero y se dice que el cuerpo se encuentra en equilibrio.

Figura 4.

Sentido vectorial de una fuerza.



Fuente: Elaboración propia

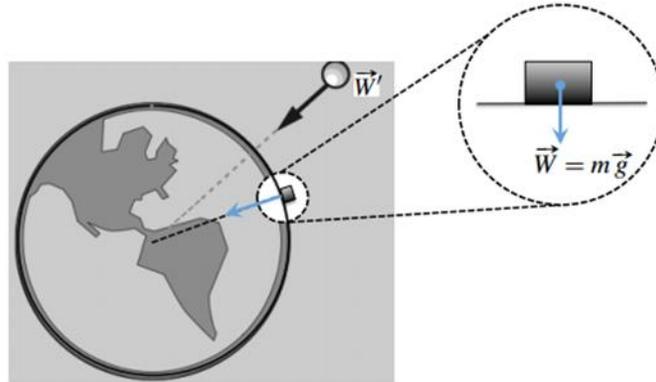
Cuando la fuerza neta es diferente de cero, el estado de reposo del cuerpo cambia y por lo tanto su velocidad también.

Algunas fuerzas comunes.

Peso (\vec{w}). Es la fuerza de atracción gravitacional que ejerce todo cuerpo celeste (en nuestro caso la Tierra) sobre otro cuerpo relativamente cercano a él (Mendoza, 2002). En la figura 2.5, tenemos una esfera y un bloque; la esfera se encuentra más lejana comparada con el bloque que se encuentra en la superficie de la tierra, el peso de la esfera es menor que el del bloque, ya que la atracción gravitacional es inversamente proporcional a la distancia del centro de la tierra al cuadrado, esto quiere decir, que entre más lejos se encuentre el cuerpo del centro de la tierra, menor será la fuerza de atracción gravitacional que la Tierra ejerza sobre él.

Figura 5.

Fuerza gravitacional sobre un cuerpo



Fuente: Elaboración propia

El peso de un cuerpo cerca de la superficie de la Tierra se define como el producto entre su masa y la gravedad y siempre es vertical hacia abajo. Matemáticamente se representa como

$$\vec{w} = m \cdot \vec{g} \quad (2.1)$$

Normal (\vec{N}). Es la reacción que toda superficie tiene sobre un cuerpo que se coloca encima de ella, siempre es perpendicular a la superficie de contacto. Como se observa en la figura 2.6a, en una superficie plana horizontal, la fuerza normal es vertical hacia arriba, en cambio, en la figura 2.6b la fuerza normal se inclina, ya que la superficie esta también inclinada, pero la normal siguen siendo perpendicular a la superficie.

Figura 6.

Fuerza normal sobre un cuerpo.

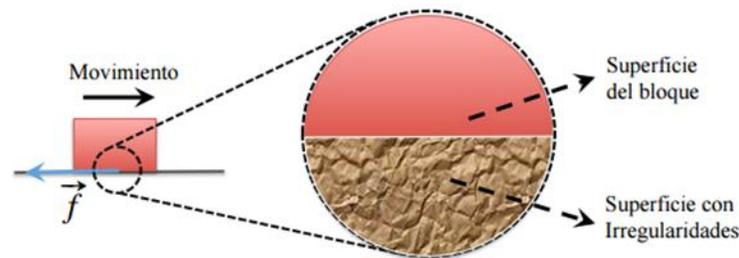


Fuente: Elaboración propia

Fricción (\vec{f}). Cuando un objeto se mueve sobre una superficie o en un medio con viscosidad como un fluido, la superficie o el fluido se oponen a que el objeto se mueva sobre ellos. A esta fuerza que se opone al movimiento se le llama fuerza de fricción o rozamiento. En la figura 2.7. tenemos un cuerpo que se desplaza hacia la derecha, por lo que la fuerza de rozamiento " \vec{f} " está apuntando hacia la izquierda, es decir contraria a la dirección del movimiento. La fricción por deslizamiento está relacionada con la naturaleza de las moléculas que conforman la superficie de contacto, por lo que la fricción es un concepto estadístico; es representada por la suma de un número muy grande de interacciones entre las moléculas de las superficies en contacto.

Figura 7.

Fuerza de fricción o rozamiento.



Fuente: Elaboración propia

La magnitud de la fuerza de rozamiento la podemos calcular mediante la siguiente ecuación

$$f = \mu \cdot N \quad (2.2)$$

Donde N es la magnitud de la fuerza normal y μ es el coeficiente de fricción o rozamiento.

El coeficiente de fricción es una cantidad que no tiene dimensiones y está normalizado para que su valor sea mayor a cero, pero menor a uno ($0 < \mu < 1$).

Tensión (\vec{T}). Cualquier fuerza con que una cuerda o cable tira de un cuerpo unido a sus extremos se conoce como fuerza de tensión. Por simplicidad, se puede suponer que las cuerdas tienen una masa despreciable y son inextensibles, es decir, que no se deforman, en consecuencia, el valor de la tensión es la misma en todo punto de la cuerda, la dirección de la cuerda o cable, determina la dirección de la tensión.

Fuerza y aceleración: Segunda Ley de Newton. Cuando sobre un cuerpo actúa una fuerza neta constante, la velocidad del cuerpo cambia a ritmo constante; es decir, la velocidad experimenta cambios iguales en tiempos iguales; entonces podemos afirmar que el cuerpo se

mueve con aceleración (\vec{a}) constante y que la dirección de dicha aceleración será la misma que la de la fuerza neta que actúa sobre él.

Si alteramos la magnitud de la fuerza, la aceleración cambia en la misma proporción, es decir, la magnitud de la fuerza es directamente proporcional a la aceleración; así entonces, si duplicamos la fuerza, la aceleración también se duplicará; si reducimos la fuerza a la mitad, la aceleración también se reducirá a la mitad (Figura 2.8).

Figura 8.

Relación entre la fuerza aplicada y la aceleración provocada sobre un objeto.



Fuente: Elaboración propia

El cociente entre las magnitudes de la fuerza neta $|\sum \vec{F}|$ y la aceleración $|\vec{a}|$, es constante y representa la proporcionalidad que existe entre la fuerza y la aceleración. Esta constante de proporcionalidad depende de la partícula y se le llama “*masa inercial*” o simplemente masa y la representamos con m . Es decir, $\frac{|\sum \vec{F}|}{|\vec{a}|} = m$, o

$$|\sum \vec{F}| = m \cdot |\vec{a}| \quad (2.3)$$

La ecuación (2.3) constituye la ley de la dinámica conocida como la *Segunda Ley de Newton o Ley del movimiento*. Así entonces, Newton unió todas las relaciones entre la fuerza y la aceleración, así como los resultados experimentales en un solo enunciado

“Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, este se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la de la fuerza neta. El vector fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por su aceleración”.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \text{ (Segunda Ley de Newton)} \quad (2.4)$$

Para el enunciado anterior, nos referimos a fuerzas externas, es decir, fuerzas ejercidas sobre un cuerpo por otro cuerpo, ya que no es posible que un cuerpo cambie su propio movimiento ejerciendo una fuerza sobre sí mismo.

Además, la ecuación 2.4 es válida solamente si la masa del cuerpo permanece constante.

Unidades de fuerza. La unidad de fuerza se establece multiplicando la masa por la aceleración, de esta manera, en el Sistema Internacional (*S.I.*), la masa se mide en kilogramos (*Kg*) y la aceleración en metros sobre segundos al cuadrado ($\frac{m}{s^2}$); por lo que tenemos

$$[F] = [Kg] \cdot \left[\frac{m}{s^2}\right] = \text{Newton} = [N]$$

Entonces, en el *S.I.*, la unidad de fuerza es el “Newton” y se abrevia *N*.

Además de las unidades del *S.I.*, tenemos otras unidades tradicionales, las cuales se resumen en la siguiente tabla

Tabla 1.

Unidades de fuerza, masa y aceleración

Sistema	Fuerza	Masa	Aceleración
S.I.	Newton (N)	Kilogramo (Kg)	m/s ²
c.g.s.	Dina (din)	Gramo (gr)	cm/s ²
Británico	Poundal	Libra (lb)	pie/s ²

Fuente: Elaboración propia

Durante el capítulo se ha expuesto de forma de precisa las bases para el desarrollo del trabajo, se enseñó el método de instrucción entre iguales y se expuso cómo se puede perfeccionar o reforzar las temáticas mediante las prácticas de laboratorio, luego se expuso el marco legal y la teoría relacionada con el tema específico a desarrollar. En resumen, hemos expuesto las estrategias metodológicas que vamos a desarrollar, pero no se ha descrito cómo se proyecta su implementación, este será el argumento del próximo capítulo, en él se particularizará sobre la metodología que se seguirá en la propuesta de investigación.

3. Metodología de la Investigación

El siguiente capítulo se inicia mostrando cómo se concibe el desarrollo de la propuesta de investigación, se enseñan todas las fases de la propuesta metodológica: test diagnóstico o prueba piloto, prueba inicial, instrucción entre iguales, test 2, y análisis de los resultados. Luego se describe la población o muestra que se planea considerar, y cómo se realizó la selección de los candidatos. Aquí se expone el contexto de la institución educativa, se presentan cómo se plantea el análisis de los datos y se termina el capítulo exponiendo los aspectos éticos que debe seguir la propuesta de investigación.

3.1 Método de Investigación

El presente trabajo se concibe desde un enfoque cuantitativo, siguiendo los parámetros y características de este tipo de investigación planteado por Sampieri, Fernández y Bapista (2014).

Tal como lo señalan dichos autores, se propone un estudio delimitado y concreto por medio del cual se busca medir un fenómeno utilizando herramientas estadísticas para analizar los efectos de la intervención. Además, el proceso se dará de forma secuencial, partiendo del problema de investigación, para posteriormente realizar una revisión detallada de la literatura y construir una hipótesis que se someterá a prueba mediante el empleo de los diseños apropiados, todo esto con el propósito de determinar el grado de asimilación y comprensión de la temática Dinámica, implementando el método de Instrucción por Pares y las prácticas experimentales a partir de materiales de fácil acceso.

Para lograr lo anterior, se tomará un grupo llamado experimental el cual se someterá a la intervención y se compararán los avances obtenidos con otro grupo, llamado de control, que no recibirá dicha intervención.

El estudio será de tipo cuasiexperimental puesto que los grupos que se someterán a la intervención ya están conformados por lo que no hay aleatoriedad (Sampieri, Fernández y Bapista (2014).

3.2 Población

El trabajo de Investigación se desarrollará en la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar, jornada de la mañana, del barrio Mutualidad en el municipio de Bucaramanga, el cual está conformado de la siguiente manera:

2 directivos docentes: Rector y coordinador

39 docentes

930 estudiantes

3.3 Muestra

En este proyecto de investigación se tomaron los dos grupos de estudiantes del grado 10° (10-1 y 10-2), al estar los grupos ya conformados, se escogió como grupo experimental al grado 10-2 y como grupo de control al grado 10-1.

Tabla 2.

Descripción de la muestra

Ítem	Descripción	
Grado	10-1	10-2
Estrato	1, 2 y 3	1, 2 y 3
N° de Estudiantes	33	30
N° de mujeres	21	11
N° de hombres	12	12
Edad promedio	16 años	16 años

Fuente: Elaboración propia

3.4 Marco Contextual

La comuna San Francisco (en la que está inscrita el barrio Mutualidad) cuenta con aproximadamente más de 10 mil habitantes, convirtiéndose en uno de los barrios más poblados del municipio de Bucaramanga. Está ubicado entre las calles 14 y 22 con las carreras 15 y 27.

El vecindario se había estado gestando desde hace un tiempo como una comunidad, pero no fue hasta 1950 cuando los líderes de este grupo social decidieron bautizar al barrio como San Francisco, en honor al importante personaje del siglo XII, quien fue el fundador de la orden monástica.

Su estrato socio-económico es el estrato 3, siendo habitado principalmente por familias de bajos recursos (Carvajal, 2014).

Por tratarse de un sector tan amplio y populoso, San Francisco tiene graves problemas que sortear como la inseguridad, vías en mal estado, deficiente servicio de transporte público y la falta de oportunidades y programas de aprovechamiento del tiempo libre de los jóvenes (Castro, 2016).

La Institución Educativa Piloto Simón Bolívar actualmente cuenta con una población estudiantil de 930 estudiantes. Esta sede es reconocida en el barrio San Francisco, Mutualidad y

sus alrededores por sus altos estándares de calidad y disciplina, por lo que la oferta de cupos disponibles cada año es muy limitada y se trabaja con grupos de entre 38 y 45 estudiantes.

El rango de edad de los estudiantes que participarán de la estrategia es de 15 y 16 años y en su mayoría residen en el barrio Mutualidad. Sus familias están conformadas por padres trabajadores por lo que su vigilancia y cuidado queda a cargo de abuelos o familiares cercanos. La jornada de estudio está comprendida entre las 6am y las 12:30 pm, quedando la tarde para la realización de tareas escolares y actividades de esparcimiento como la práctica de algunos deportes.

Si bien en el barrio hay varios programas sociales, como academias deportivas, de baile y de música, al ser tan extenso y estar rodeado por varias invasiones, existen zonas que son foco de delincuencia, a las que están expuestos los estudiantes, los cuales en algunos casos ante la falta de motivación por el estudio y de oportunidades de ingreso a la vida universitaria, se ven tentados por el dinero fácil que les ofrecen las bandas delincuenciales.

En cuanto a la infraestructura de la Institución Educativa, el colegio es una edificación antigua de tres pisos y 26 salones, se dispone de una sala de informática con 20 computadores portátiles, una sala de audiovisuales y conexión a internet limitada, una biblioteca que no está en funcionamiento porque por parte de la secretaría de educación no se ha nombrado bibliotecario, se cuenta con un espacio para laboratorio, pero no con los implementos necesarios para realizar montajes experimentales, de igual forma, por el nivel socio-económico de los estudiantes, no es posible demandar muchos materiales que impliquen altos costos, es allí donde el uso de materiales reciclables o de fácil acceso se muestra como una alternativa viable para el montaje de prácticas experimentales que le permitan al estudiante evidenciar los diferentes fenómenos que implica el estudio de la física.

Esta propuesta está enmarcada dentro de la filosofía institucional de la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar, de la cual se hará referencia a continuación.

Tabla 3.

Identificación de la Institución

Nombre Oficial	Institución Educativa Piloto Simón Bolívar
Dirección Administrativa	Carrera 20 N° 11-83 Bucaramanga Teléfonos: 6718145 - 6714527
Página Web	http://www.centropilotosimonbolivar.edu.co
Nit	80 004 800
Dane	168 001 004 580
Año de Fundación	1983
Carácter	Oficial
Zona	Urbana
Calendario	A
Género	Mixto
Tipo de Educación	Formal
Metodología	Educación Tradicional
Órgano Dependiente	Secretaría de Educación Municipal de Bucaramanga

Fuente: Elaboración propia

La filosofía de la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar propone la formación de hombres y mujeres capaces de decidir y de actuar de acuerdo con una concepción integral de su dignidad, de sus derechos y deberes; al mismo tiempo que promueve su desarrollo en el ámbito del respeto por las diferencias, buscando el equilibrio entre la satisfacción individual y la conciencia de las necesidades colectivas.

En tal sentido la orientación del colegio hace énfasis en el fortalecimiento de las dimensiones: ética, social, cognitiva, afectiva, política, espiritual, estética y cultural consideradas primordiales para responder a los retos y exigencias del presente milenio.

Las posibilidades de construcción social son fundamentales principalmente en la participación democrática, en el reconocimiento del otro y por ello mismo en el respeto a la diferencia desde el espacio de lo escolar y lo comunitario.

Desde este enfoque se construye el marco referencial del Desarrollo Humano, donde el hombre es lo que cuenta y debe ser considerado como sujeto fundamental de todo proceso.

En consecuencia, corresponde al proceso de la Educación el perfeccionamiento de las estructuras y habilidades que conduzcan al desarrollo de la autonomía, a pensar por sí mismo con sentido crítico, para interactuar positivamente en las actividades sociales, culturales, económicas y políticas de su entorno.

La misión de la institución educativa es la formación integral de hombres y mujeres con espíritu de bien, promoviendo el desarrollo de sus capacidades intelectuales, laborales y potencialidades, fundamentados en principios y valores del respeto a la dignidad humana, vivenciados a través del compromiso personal y social.

La visión de la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar es lograr en el año 2020 consolidarse como la institución educativa oficial abanderada en la formación integral, cimentada en principios y valores, en procesos pedagógicos y tecnológicos de alta calidad que formen una persona analítica, crítica, emprendedora, con sentido de pertenencia y espíritu de bien, que contribuya positivamente al desarrollo social, cultural, económico y político del país.

Objetivos generales de la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar. La filosofía de la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar, sus principios fundamentales, además de los objetivos específicos de la educación preescolar, básica primaria, básica secundaria, media académica, media técnica con los artículos 16, 21, 30 y 33 de la Ley General de Educación y ciclos lectivos especiales integrados (CLEI) según el Decreto 1075 del 26 de mayo de 2015, son los pilares legales que sustentan los siguientes objetivos generales del colegio:

- Propiciar en el estudiante el acceso de manera crítica y creativa, al conocimiento humanista, científico y tecnológico estableciendo relaciones con su realidad cotidiana, haciendo énfasis en su preparación para estudios superiores y/o su vinculación al trabajo productivo de la sociedad que le corresponde.
- Promover en el estudiante un gran espíritu investigativo desde las dimensiones teórico - prácticas del conocimiento que le permitan dar solución a problemas de su realidad.
- Propiciar las condiciones necesarias que favorezcan su desarrollo como ser humano que le permitan construir su propio proyecto de vida.
- Promover en el estudiante su desarrollo en el ámbito de la tolerancia y del respeto por las diferencias desde las distintas actividades de tipo académico, cultural, social y artístico realizadas en el colegio.
- Fomentar la búsqueda del equilibrio, de manera reflexiva y crítica, entre la satisfacción individual y la conciencia de las necesidades colectivas con espíritu de superación constante.
- Crear espacios de participación democrática donde el estudiante exprese sus ideas, opiniones y concepciones de la realidad, y con base en el debate y la confrontación se conjuguen acuerdos que propicien su desarrollo y mejoramiento como seres humanos.

3.5 Metodología

3.5.1 Etapa 1: Diseño

En esta primera parte, se construirá una prueba piloto del tema central del trabajo, asimismo, se plantearán las actividades a seguir durante el desarrollo de la investigación en los

cursos, experimentales y de control. Esta primera fase se desarrollará en los meses de agosto a octubre del año 2017. La estrategia metodológica se implementará en la Institución Educativa Piloto Simón Bolívar, como el grupo control se escogió el curso 10-1 de esta institución educativa.

Específicamente los pasos durante esta etapa fueron

1. Socialización del plan de asignatura.
2. Revisión bibliográfica de la temática Dinámica.
3. Exploración los posibles presaberes de los aprendices.
4. Bosquejo de la prueba inicial.

La prueba piloto se construirá apoyada en los textos de Física de nivel básico como son: Ed Santillana, Hipertexto 1 y Física Conceptual. Todo el cuestionario tendrá preguntas de nivel básico, medio y avanzado. Esta prueba diagnóstica se dividirá en tres partes:

Preguntas Tipo 1 (5 preguntas): Los estudiantes responderán a preguntas abiertas relacionadas con los pre-saberes de la Segunda Ley de Newton y el concepto de Laboratorio de Física. Lo importante de esta parte del cuestionario es que el estudiante responderá a las dudas de acuerdo con los conceptos e interpretaciones que para ese momento se tengan sobre la temática.

Preguntas Tipo 2 (5 preguntas): Preguntas de selección múltiple basadas en pruebas de estado de años anteriores. En este parte las preguntas se apoyaron en una lectura inicial que permitirá contextualizar al estudiante a través de una situación o problema. Después de eso se plantearán las cuatro opciones de selección múltiple con una única respuesta.

Preguntas Tipo 3 (5 preguntas): En este apartado, los alumnos contestaran a afirmaciones con falso y verdadero. En este caso particular las afirmaciones serán afines con actividades de la

vida cotidiana y referente a la Segunda Ley de Newton y/o el concepto de Laboratorio de Física. Además, esta parte del interrogatorio será construida con base en una selección de los errores comunes de los aprendices.

3.5.2 Etapa 2: Análisis de la prueba piloto

En esta segunda fase se estudiará la prueba piloto para confirmar las debilidades y fortalezas de cada uno de los aprendices. El tipo de pregunta permitirá observar las diferentes capacidades de los estudiantes según cada tipo de pregunta en el cuestionario.

Preguntas Tipo 1. Estas preguntas abiertas admitirán clasificarlas para su análisis de tres formas: Respuesta correcta **RC**, respuesta parcialmente correcta **RPC**, y respuesta errónea **RE**.

Preguntas Tipo 2. En el caso de preguntas de selección basadas en una situación problema, ellas ratificaran cuando el estudiante podrá a través de la lectura deducir y predecir situaciones, realizar conclusiones, interpretar y finalmente discriminar para determinar la respuesta, esta vez las preguntas no serán clasificadas.

Preguntas Tipo 3. Para terminar, aunque las preguntas de dos opciones, falsas o verdaderas tienen una alta posibilidad de ser acertadas al azar 50%, estas serán elaboradas con el fin de mostrar las situaciones comunes en las que el estudiante responde de manera inadecuada.

3.5.3 Etapa 3: Realización del pre-test

El pre-test se organizará de la misma manera que las preguntas anteriores, es decir, preguntas de selección múltiple, afirmaciones con dos opciones (falsas o verdaderas), y

preguntas abiertas. Sin embargo, dada la necesidad de realizar pruebas cortas, las preguntas se establecerán en diferentes clases, por ejemplo, en algunas clases solo se realizarán preguntas con opción múltiple con única respuesta.

3.5.4 Etapa 4: Aplicación del Método de Instrucción por pares y Realización de las Prácticas de Laboratorio.

En esta parte, se implementará la tercera parte del método. Recuérdese que el método consiste en las siguientes partes:

1. Los estudiantes realizan una lectura preliminar relacionada con el tema que el docente les va a impartir.
2. El docente inicia la clase dando una explicación de la temática a enseñar a sus aprendices.
3. Se realiza una prueba corta con las preguntas conceptuales del tema.
4. Si en la respuesta de la audiencia acierta en un porcentaje entre 30% y 70% entonces se organizan parejas como la discusión entre iguales. Si el porcentaje de respuesta es mayor al 70% se continúa al siguiente tema. Normalmente encontramos que los estudiantes están en un 30% al 70% de respuesta correcta.
5. Después de la discusión entre pares, 2-3 estudiantes, se aplica otro test, el método funciona adecuadamente cuando el porcentaje es superior al 70%. El docente finaliza la temática realizando una intervención final.

En el caso de la inclusión de prácticas de laboratorio, se efectuará la vinculación de prácticas sencillas asociadas con cada contenido. La idea de esta parte de la metodología será

reforzar cada una de las clases a través del complemento de las prácticas como tareas en su tiempo de estudio independiente. Se solicitará a los estudiantes la elaboración de un informe simple, y se aplicará una prueba final en el período para evidenciar la ganancia de la estrategia con el complemento de las experiencias de laboratorio.

3.5.5 Etapa 5: Aplicación del post-test

El post-test es la elaboración de la segunda prueba dentro de la estrategia de IP, las preguntas se harán con el propósito de evaluar los conceptos de Física, en particular usaremos el contenido de los temas de *Dinámica de la Partícula* para contrastar los momentos antes y después de la instrucción entre iguales. El post-test se construirá con relación al test 1, esto es, si el pre-test tiene preguntas abiertas el test 2 también se realizará con preguntas abiertas. La novedad de nuestra metodología radica en la ejecución de varios tipos de preguntas y en la adición de las prácticas de laboratorio como refuerzo de las temáticas de cada período.

3.5.6 Etapa 6: Análisis de resultados de la implementación de los métodos de instrucción por pares y el laboratorio

Para terminar la metodología de la investigación, en esta última fase, se efectuará el análisis de los resultados según los cursos de control y experimental, donde se usarán los parámetros estadísticos precisos para el razonamiento y valoración del impacto que tuvo el proyecto de aula en la fundamentación significativa de los conceptos de Física. Los datos obtenidos permitirán realizar conclusiones respecto al test 1, el post-test, y el test final, este

último se realiza después de hacer la experiencia práctica. En este trabajo de investigación se eligieron dos grupos de estudiantes 10-2, grupo experimental, y 10-1 conformará el curso de control. Recuérdese que el grupo experimental es el curso en cual se le aplicará la propuesta metodológica, mientras que en el grupo de control se seguirá la propuesta de clase tradicional.

3.6 Análisis de Datos

Para medir la ganancia de aprendizaje en la aplicación de la estrategia metodológica, se analizarán los resultados obtenidos mediante la aplicación del factor de Hake (g).

Este parámetro, permite medir cuantitativamente la ganancia normalizada de aprendizaje del estudiante al comparar los resultados entre el pre-test y el post-test lo que hace posible visualizar la evolución del aprendizaje y evitar el problema de comparar entre estudiantes que inician la intervención mejor preparados que otros (Hake, 1998).

Es una herramienta muy útil para determinar si la metodología implementada es eficiente respecto a los conocimientos previos que tiene el estudiante y nos permite confrontar los resultados obtenidos entre el grupo experimental y el grupo de control. El factor de Hake se calcula empleando la siguiente expresión (Arias, 2011)

$$g = \frac{\text{post} (\%) - \text{pre} (\%)}{100 - \text{pre} (\%)}$$

Donde $pre(\%)$ y $post(\%)$, indican para cada pregunta, el porcentaje de estudiantes que aciertan en el pre-test y en el post-test respectivamente. Este factor varía entre 0 y 1, Hake (1998) propone categorizar los resultados en tres rangos bajo ($g < 0,3$), media ($0,3 < g < 0,7$) y alta ($g > 0,7$)

3.7 Aspectos Éticos

De acuerdo al artículo 288 de Código Civil de infancia y adolescencia, al artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y a la Ley de Infancia y Adolescencia, específicamente en lo relacionado a la patria potestad de los niños y jóvenes, se hace necesario al realizar cualquier tipo de intervención con estudiantes menores de edad, que los padres de familia o encargados de la patria potestad de los estudiantes, diligencien un acta de consentimiento informado, donde se conceda el permiso para realizar las actividades programadas del trabajo de investigación, así como la toma y uso de fotografías y videos de los estudiantes mientras desarrollan la propuesta pedagógica.

Además, el rector de la institución educativa donde se llevará a cabo la intervención debe dar su consentimiento, tanto para implementar la estrategia como del uso del nombre de la institución educativa al momento de mostrar los resultados obtenidos.

Para el desarrollo de este estudio, se concertará una reunión con el rector de la Institución Educativa y se convocará a una reunión extraordinaria con los padres de familia de los estudiantes a ser intervenidos.

4. Resultados

En el presente capítulo se darán los resultados de la investigación luego de ejecutada la intervención. Los valores se lograron a partir de un pre-test y un pos-test, ver Apéndice A-C, el análisis de los resultados permitió dar solución a la pregunta asociada en el planteamiento del problema, el análisis de los datos se planteó con base a Hernández, Fernández y Baptista (2014). El capítulo se distribuye de la siguiente manera: inicialmente se presentan las características de la muestra de la población, luego se analizan los resultados de las pruebas inicial y final, para culminar se comparan los resultados de los grupos GC y GE, además se revisa la influencia de las prácticas del laboratorio en los resultados finales del rendimiento académicos de los aprendices.

4.1 Caracterización Sociodemográfica

Se cuenta con una muestra de 63 estudiantes, de los cuales, el 63.49% corresponde al género femenino y 36.51% al género masculino. Por consiguiente, es viable decretar que la población es heterogénea en cuando el género. Asimismo, si bien hay número menor de hombres que de mujeres, las cantidades son equivalentes tanto en el grupo control como en experimental (Tabla 4 y Figura 8)

Tabla 4.

Caracterización por género de la muestra

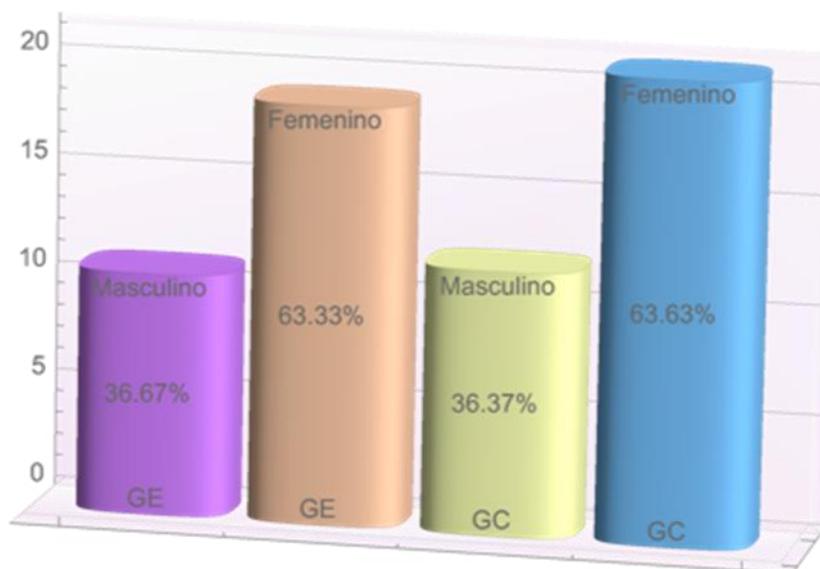
Muestra de estudio	Sexo femenino	Porcentaje	Sexo masculino	Porcentaje	N° de estudiantes
---------------------------	----------------------	-------------------	-----------------------	-------------------	--------------------------

		(%)		(%)	
Grupo experimental	19	63.33	11	36.67	30
Grupo control	21	63.63	12	36.37	33

Fuente: Elaboración propia

Figura 9.

Caracterización por género de la muestra.



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica a partir de los resultados obtenidos

Por otro lado, en cuanto a la edad, los estudiantes se encuentran en el intervalo entre los 15 a los 17 años, hallando que la mayoría de los estudiantes se encuentran en las de edades de 15 y 16 años, las características en cuanto a edad de cada uno de los grupos son análogas (Tabla 5 y Figura 9).

Tabla 5.

Caracterización por edad de la muestra

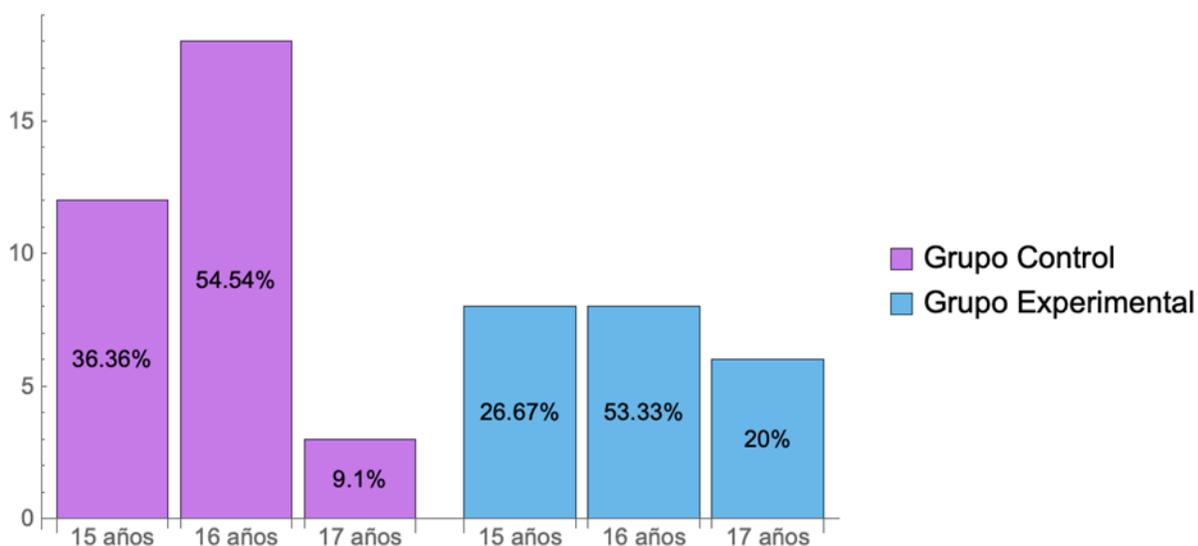
Edad	Grupo control (# de estudiantes)	Porcentaje (%)	Grupo experimental (# de estudiantes)	Porcentaje (%)
------	-------------------------------------	-------------------	--	-------------------

15	12	36.36	8	26.67
16	18	54.54	16	53.33
17	3	9.1	6	20

Fuente: Elaboración propia

Figura 10.

Caracterización por edad de la muestra



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica con base en los resultados adquiridos

Los estudiantes participantes del estudio habitan en su mayoría en los barrios Comuneros, Mutualidad, y sus alrededores, encontrando que el 80% pertenecen al estrato 2, lo que implica que tienen menor posibilidad de recursos económicos (Tabla 6 y Figura 11).

Tabla 6.

Estratificación socioeconómica de la muestra

Estrato	Grupo control (# de estudiantes)	Porcentaje (%)	Grupo experimental (# de estudiantes)	Porcentaje (%)
1	8	15.15	12	13.33
2	20	60.60	18	60
3	2	24.25	3	26.87

Fuente: Elaboración propia

Figura 11.
Estratificación socioeconómica de la muestra.



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica desde los resultados encontrados

4.2 Tratamiento Estadístico de los Datos

La investigación es de tipo cuantitativo y para el análisis de datos se utilizó el software *Wolfram Mathematica*, el mismo contiene los comandos o instrucciones para realizar la parte estadística del estudio de los datos, por lo que los errores presentes en los resultados son prácticamente nulos.

A continuación, se precisan algunos conceptos relevantes para la comprensión de los datos analizados, los mismos se encuentran dentro una temática denominada medidas de tendencia central de la estadística descriptiva.

Media: Es el mismo promedio o promedio aritmético de una distribución de datos en una muestra. Es decir, es la suma de todos los valores de la muestra dividida entre el número de datos (Douglas, Marchal, & Wathen, 2012 p. 60).

Mediana: Al ordenar los datos, la mediana es el valor que divide la distribución por la mitad. En otras palabras, la mitad de los casos caen por debajo de la mediana y la otra mitad se ubica por encima de ésta. La mediana simboliza la posición intermedia de la distribución. Cuando el valor de los datos es impar la mediana se calcula con el promedio de los datos centrales (Douglas, Marchal, & Wathen, 2012 p. 64).

Desviación Estándar: Es una medida de la dispersión, se denomina desviación típica, y se calcula con la raíz cuadrada del promedio de las desviaciones respecto a su media, elevadas al cuadrado, en otras palabras, es la raíz cuadrada de la varianza. La varianza es el promedio de las desviaciones respecto a su media y elevadas al cuadrado. Entonces, entre más grande sea la dispersión de los datos conforme a la media, mayor quedará la desviación estándar (Douglas, Marchal, & Wathen, 2012 p. 82).

4.3 Datos recolectados

Los datos recopilados corresponden a la aplicación de una prueba a dos grupos, el grupo experimental GE y el grupo control GC. En la intervención elaborada, las pruebas fueron elaboradas a 63 aprendices. Asimismo, las pruebas que se realizaron a los alumnos se efectuaron de forma anónima, por consiguiente, para el estudio estadístico se supone que las muestras son independientes.

En las Tablas 7 y 8 se encuentran los datos aglomerados para cada grupo, por nivel de acorde al método de instrucción entre pares para el pre-test y pos-test y diferenciados por grupo. Las temáticas se impartieron de la siguiente manera pretest y postest 1: Introducción a la Dinámica, pretest y postest 2: Tipos de fuerzas, pretest y postest 3: Leyes de Newton. En las tres temáticas se plantearon y resolvieron situaciones, además de problemas de Dinámica.

Tabla 7.

Número de estudiantes por nivel de desempeño en el Pre-test 1 - 3

Tema	Rangos Aprobación	Grupo control (# de estudiantes)	Grupo experimental (# de estudiantes)
<i>Pretest 1</i>	0-70 %	28	25
	>70%	5	5
<i>Pretest 2</i>	0-70 %	26	24
	>70%	7	6
<i>Pretest 3</i>	0-70 %	30	22
	>70%	3	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

Número de estudiantes por nivel de desempeño en el Post-test 1 - 3

Tema	Rangos Aprobación	Grupo control (# de estudiantes)	Grupo experimental (# de estudiantes)
<i>Postest 1</i>	0-70 %	17	11
	>70%	16	19
<i>Postest 2</i>	0-70 %	18	8

Tema	Rangos Aprobación	Grupo control (# de estudiantes)	Grupo experimental (# de estudiantes)
	>70%	15	22
Posttest 3	0-70 %	16	5
	>70%	17	25

Fuente: Elaboración propia

En las Tablas 7 y 8, se puede concluir que el método de IP funcionó acorde a los datos expuestas, nótese que después de la explicación de la temática la prueba post-test mejoró en los dos grupos: experimental y de control. Pero en el grupo experimental, donde se usó la técnica entre pares, el número de estudiantes que se encuentra arriba del 70% es mayor en todos los post-test del GE.

4.4 Análisis descriptivo de la muestra

En esta sección se expone un análisis descriptivo de las medidas de tendencia central de la muestra obtenida, tales como, la media, la mediana, la moda, la desviación estándar para cada grupo, así como la composición de cada muestra en términos de porcentajes de estudiantes según el nivel de desempeño (Tabla 9 y 10). También se incluyen gráficas en las que se puede observar una comparación entre los grupos en el pre-test y el pos-test (Figura 17).

Tabla 9.

Medidas de tendencia central del pretest

Grupo - Test	Media	Mediana	Moda	Varianza	Desviación Estándar
GE Pretest 1	49.63	54	21	460.72	21.46
GE Pretest 2	51.90	57	31	441.33	21.00

Grupo - Test	Media	Mediana	Moda	Varianza	Desviación Estándar
GE Pretest 3	53.77	57	57	451.22	21.24
GC Pretest 1	48.33	45	19	490.33	24.46
GC Pretest 2	50.24	55	25	461.67	22.00
GC Pretest 3	52.33	55	40	472.24	24.24

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Wolfram Mathematica.

Tabla 10.

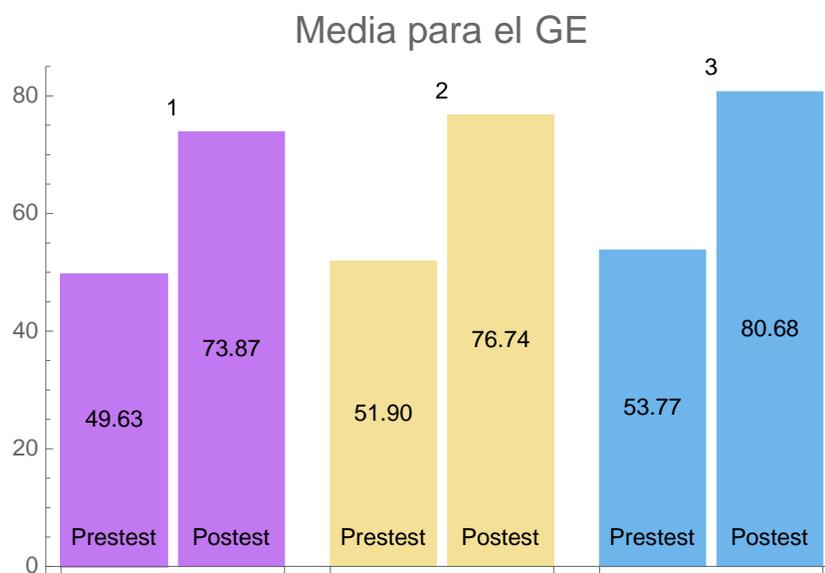
Medidas de tendencia central del pos-test

Grupo - Test	Media	Mediana	Moda	Varianza	Desviación Estándar
GE pos-test 1	73.87	70	95	316.65	21.46
GE pos-test 2	76.74	79	86 y 100	298.47	21.46
GE pos-test 3	80.68	85	100	278.56	21.14
GC pos-test 1	65.33	65	75	380.33	22.00
GC pos-test 2	68.24	70	76	312.24	24.24
GC pos-test 3	65.33	74	76 y 80	322.33	21.42

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Wolfram Mathematica.

Figura 12.

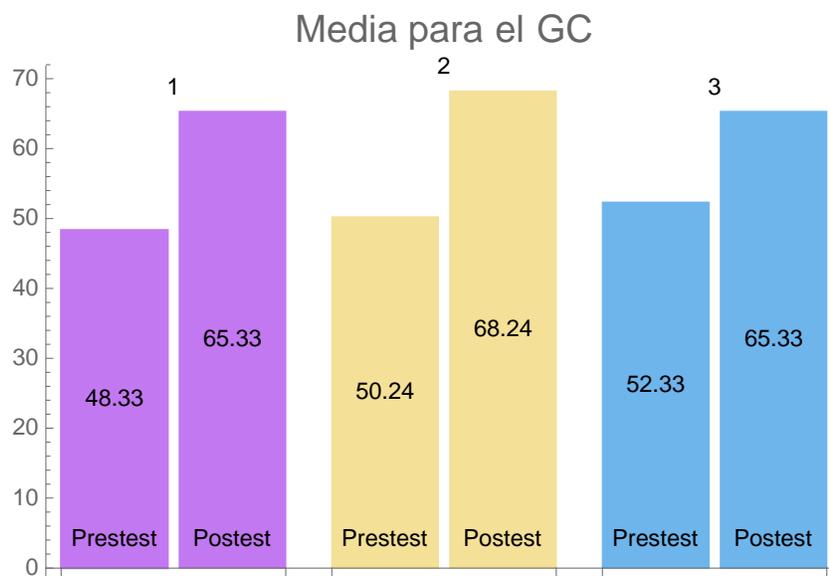
Media para el GE en pre-test y pos-test.



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica a partir de resultados adquiridos.

Figura 13.

Media para el GC en pre-test y pos-test.



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica mediante los resultados obtenidos.

Como se observa en la figura 12 y 13, así como las Tablas 9 y 10, en la fase del pre-test, el GE tuvo una notable mejoría en el rendimiento académico después de la aplicación del método de instrucción entre pares. El GC tuvo una leve mejoría entre la aplicación del pretest, la clase tradicional y el postest. El método de instrucción entre pares trascendió marcadamente en la última prueba donde se puede apreciar un aumento en el promedio aritmético del GE de aproximadamente 20 puntos, ver Tabla 10. A continuación, se usará métodos estadísticos para la comprobación de la metodología implementada.

4.5 Análisis estadístico para comparación de resultados

La variable dependiente estudiada en la investigación es de tipo ordinal. Por consiguiente, se debe usar pruebas no paramétricas para analizar los datos y establecer si concurren diferencias

significativas entre las fases de las pruebas realizadas. Para ello, con el fin de establecer la significancia de las diferencias, se expone las dos pruebas al método: Prueba de Shapiro-Wilks y Prueba U de Mann-Whitney, además del nivel de significación (α).

Nivel de significación (α)

El nivel de significación esta relacionado con la probabilidad, la significación es el límite para clasificar un resultado como estadísticamente significativo. Ahora bien, si el valor de significación es más pequeño que el nivel de significación esperado, el resultado se considera estadísticamente significativo. El nivel de significación para el presente estudio fue de 0.05, el cual implica que se tiene un 95% de probabilidad o certeza de no equivocarse respecto al método. En otras palabras, un resultado estadísticamente significativo tiene menos de un 5 % de probabilidades de que se produzca por casualidad (Hernández, Fernández y Bapista, 2014).

Contraste de Normalidad (Shapiro Wilk)

Esta prueba de contraste se realiza para verificar si la hipótesis de normalidad del resultado del análisis es fiable. Shapiro Wilk se usa cuando se tiene una muestra aleatoria de elementos inferiores a 50. En este estudio el Test de Shapiro–Wilk se utiliza para corroborar la conducta no normal de los datos ordinales que se obtuvieron.

Test de Mann Whitney

El test de Mann-Whitney es un test no paramétrico que contrasta si dos muestras provienen de poblaciones equidistribuidas. Recuérdese que, con el propósito dar a los estudia una mayor sensación de libertad a la hora de responder, la prueba aplicada a los estudiantes en

este análisis se realizó de forma anónima con el fin evitar sesgos. Por tal motivo, en esta investigación los datos obtenidas tanto en el pre-test como en el pos-test, se suponen como muestras independientes, no como muestras apareadas.

4.6 Comparación de resultados

- Test Shapiro-Wilk

Tabla 11.

Test de normalidad pre- test

	<i>Grupos</i>	<i>Shapiro-Wilk</i>		
		<i>Estadístico</i>	<i>GL</i>	<i>Valor P</i>
<i>Nivel de desempeño</i>		<i>Introducción a la Dinámica</i>		
	Control (N=30)	0,921	30	0,029
	Experimental (N=33)	0,610	33	0,02
		<i>Tipos de Fuerzas</i>		
	Control(N=30)	0,930	30	0,049
	Experimental (N=33)	0,680	33	0,03
		<i>Leyes de Newton</i>		
	Control (N=30)	0,922	30	0,031
	Experimental (N=33)	0,960	33	0,04
		<i>Total pre-test</i>		
	Control (N=30)	0,922	90	0,00004
	Experimental (N=33)	0,752	96	0,001

Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica a partir de resultados obtenidos.

En la Tabla 11, se puede observar que el p-valor es menor a alfa (0,05) entonces la hipótesis nula es rechazada, además se infiere que los datos ordinales analizados no están distribuidos normalmente. Recuérdese que, se emplea el test de Shapiro-Wilk, porque el tamaño

de muestra para cada grupo es menor de 50 estudiantes, asimismo el Valor-P de los valores o datos muestran que estamos en 95% de certeza de realizar la investigación correctamente.

Tabla 12.

Test de normalidad post- test

Grupos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Valor P
Introducción a la Dinámica			
Control (N=30)	0.924	30	0.03
Experimental (N=33)	0.830	33	0.03
Grupos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Valor P
Tipos de Fuerzas			
Control(N=30)	0.917	30	0.019
Experimental (N=33)	0.890	33	0.020
Grupos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Valor P
Leyes de Newton			
Control (N=30)	0.854	30	0.0006
Experimental (N=33)	0.690	33	0.045
Grupos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	GL	Valor P
Total pre-test			
Control(N=30)	0.897	90	2.15162*10 ⁻⁶
Experimental (N=33)	0,572	96	0,002

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Wolfram Mathematica.

En la Tabla 12, se aprecia que el p-valor es menor a alfa (0,05) entonces la hipótesis nula nuevamente es rechazada, igualmente se deduce que los datos ordinales analizados no están distribuidos normalmente respecto al post-test. Nótese que, se usa el test de Shapiro-Wilk, debido a que el tamaño de muestra para cada grupo es menor de 50 estudiantes, asimismo el Valor-P de los valores o datos muestran que estamos en 95% de certeza de realizar la investigación correctamente.

- Test de significancia de diferencias Mann-Whitney

Análisis de la significancia de las diferencias entre el pre-test y el pos-test

Tabla 13.

Test de Mann-Whitney grupo control pre-test y pos-test

Tema	Valor P
Introducción a la Dinámica	$1.951 * 10^{-5}$
Tipos de fuerza	10^{-5}
Leyes de Newton	$1.607 * 10^{-6}$
Total	$6.846 * 10^{-15}$

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos en Wolfram Mathematica.

Análisis de la significancia de las diferencias en el Pos-test

Tabla 14.

Test de Mann-Whitney grupo experimental pre-test y pos-test

Tema	Valor P
Introducción a la Dinámica	$1.951 * 5$
Tipos de fuerza	10^{-5}
Leyes de Newton	$1.607 * 10^{-6}$
Total	$6.846 * 10^{-15}$

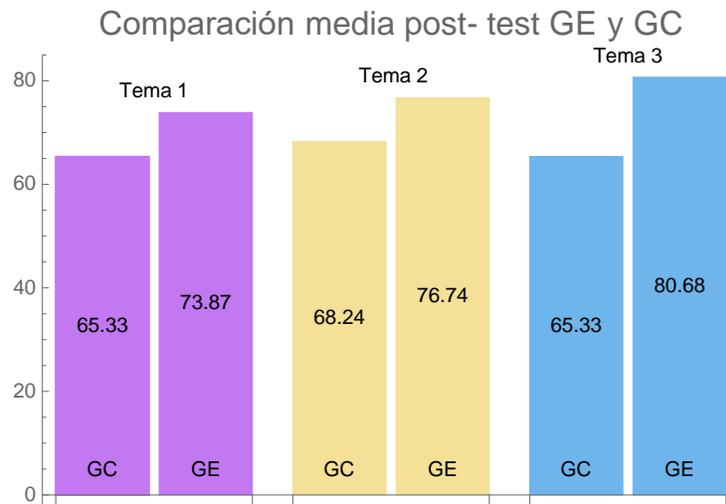
Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos en Wolfram Mathematica.

En las Tabla 13 y 14, todos los valores de Valor-P están por debajo de 0.05 (α), por lo cual descartamos la hipótesis nula (H_0). El valor de significancia $p < 0,05$, se cumple en todos los

caminos de la intervención; por consiguiente, se aprecian diferencias significativas en los resultados.

Figura 14.

Comparación de medias para los grupos de control y experimental en el pos-test.



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica a partir de los resultados encontrados.

Al revisar específicamente los resultados alcanzados en el pos-test se percibe que la media del grupo experimental es mayor que la del grupo de control (Ver en la Tabla 23 media y Figura 18). Reflexionando que $p < 0,05$ se puede concluir que se debe rechazar la hipótesis nula en la que se considera que las medianas de ambos grupos son iguales, y se admiten como significativas las diferencias entre los grupos, esto es, se puede razonar que el en el pos-test rendimiento de los estudiantes del grupo experimental fue efectivamente mejor que el rendimiento del grupo de control.

Análisis de los resultados finales después de realizado el laboratorio

Para culminar el análisis de los datos, en la Fig. 15, se puede observar la diferencia entre las calificaciones finales de los grupos control y experimental, el promedio alcanza un contraste de aproximadamente 23 puntos entre los dos grupos, se concluye que el método implementado de instrucción entre pares y en laboratorio en casa (ver anexo) favorece el mejoramiento de la enseñanza de Física en el grado décimo.

Figura 15.

Media para los grupos de GC y GE después del realizado el laboratorio.



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica mediante los datos encontrados.

5. Conclusiones y Recomendaciones

En esta sección se expone las conclusiones que se descubrieron del análisis realizado sobre la propuesta del laboratorio en casa y el método de instrucción entre pares, las mismas fueron obtenidas con base al objetivo general, los objetivos específicos y la pregunta de investigación proyectada en el primer capítulo 1: *¿De qué manera, a partir de la realización de una experiencia de laboratorio y empleando el método de instrucción por pares, se puede inducir en el estudiante elementos de motivación e interés con el fin de estimular el pensamiento crítico que les permita interpretar la relación entre las variables del problema en la asignatura de Física?*.

El método de IP y el laboratorio en casa se implementó como estrategia didáctica en grupo de treinta alumnos (GE). En lo concerniente a la propuesta de investigación, la metodología implementada benefició de manera efectiva la habilidad en los aprendices de grado 10° de la I.E. Piloto Simón Bolívar. En esa línea, las situaciones y los problemas asociados con los fenómenos físicos expuestos en los pretest y postest motivaron a los estudiantes a mejorar el rendimiento académico parcial y global en los dos grupos, creando un transcendental mejoramiento en los estudiantes del curso experimental. Igualmente, según los resultados del pre-test y pos-test del grupo experimental se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$), ver Tablas 11-14.

Ahora bien, las Tablas 7 y 8 relacionan el número de estudiante que están dentro del 70% de aprobación de las pruebas inicial y final, de las tablas se puede señalar que los resultados del pre-test son análogos en los dos grupos (GC y GE), resaltando la respuesta inicial del GE en el

pre-test 3, ya que presenta un número considerable de alumnos que acertaron el 70% de la prueba inicial. En cuanto al pos-test (Tabla 8), los estudiantes del GC no dieron muestras de avance significativo, en contraste, la tabla especifica el mejoramiento en los resultados de la prueba final para el GE, encontrándose que 25 estudiantes (83.33%), aprobaron el pos-test 3 con más del 70% de aciertos.

El análisis de los datos respecto a las medidas de tendencia central del pre-test 1-3 (Tabla 9), exhiben que más del 50% de los estudiantes se encuentran por debajo del promedio, ya que el valor de la mediana supera el valor del promedio aritmético de los resultados de los alumnos. Para el caso del pos-test, ver Tabla 10, se puede apreciar un aumento significativo en los resultados respecto al pre-test en las metodologías implementadas para los dos grupos, GC metodología tradicional, y GE método de IP (ver Figuras 12 y 13). Sin embargo, se destaca el aumento porcentual en los resultados de la prueba final por parte del GE, también se resalta la calificación más común o moda del GE, la cual fue 100 en dos de los tres pos-test. Adicionalmente, se puede concluir de las Figuras 12 y 13, el avance entre el pre-test y el pos-test de los grupos GE y GC.

Por otro lado, la afectividad de la metodología fue probada mediante el Test de Shapiro-Wilk y *Test de Mann-Whitney*, en las dos verificaciones se encontró un Valor P por debajo del 0.05 (ver Tablas 11 a 14), lo cual implica que la hipótesis nula es rechazada debido a que la probabilidad del 95% de acierto en la metodología implementada en esta investigación: el método de IP y el laboratorio en casa. Recuérdese que, el valor de significancia $p < 0,05$, quiere decir que se cumple en todos los caminos de la intervención; por consiguiente, se aprecian diferencias significativas en los resultados.

Del mismo modo, acorde a la Figura 15, se concluye el mejoramiento en los resultados obtenidos por los alumnos luego de la presentación del laboratorio, se aprecia una diferencia notable en los promedios de las calificaciones del GE respecto al GC, sin duda la estrategia favoreció el mejoramiento en el rendimiento académico.

Tabla 15.

Grado de significancia de la implementación de la metodología indagatoria en el GE

Temática	¿Favoreció el aprendizaje?		Observaciones
	Sí	No	
Introducción a la Dinámica	✓		La media en la fase de pre-test fue de 49.63 y en la de pos-test de 73.87. Aumentaron los resultados entre las dos fases. $p < 0,05$, se encuentran diferencias significativas.
Tipos de fuerzas	✓		La media en la fase de pre-test fue de 51.90 y en la fase de pos-test de 76.74. Mejoraron las calificaciones entre las dos fases. $p < 0,05$, se encuentran diferencias significativas.
Leyes de Newton	✓		La media en la fase de pre-test fue de 53,77 y en la fase de pos-test de 80.68. Aumentaron los resultados entre las dos fases. $p < 0,05$, se encuentran diferencias significativas.

Fuente: elaboración propia.

Como se percibe, en la Tabla 15, hay una mejora en los resultados en la fase de pos-test respecto al pre-test. El menor aumento se presentó en el primer tema (Introducción a la Dinámica), esto quizá por ser el primer test implementado, sin embargo fueron mejorando a medida que se desarrollaba el método.

Para terminar, con base a los resultados obtenidos, se puede concluir, que aunque la metodología tradicional de la *clase magistral*, en general, presentó resultados favorables; la metodología implementada por el método de IP y el laboratorio en casa fue más afectiva al favorecer el aprendizaje de la física. En consecuencia, el método de IP y el laboratorio en casa

acelera la construcción y manejo de conocimientos, motiva el aprendizaje significativo, promueve el aprendizaje colaborativo e incentiva en la planteamiento de hipótesis, la observación y la fomenta la formulación argumentativa debido a las prácticas del laboratorio.

Recomendaciones

La presente propuesta de investigación se realizó con el fin de potenciar el aprendizaje de la física de los estudiantes de grado décimo de la I.E. Piloto Simón Bolívar. No obstante, aunque los resultados son relevantes, es el comienzo de una metodología que se seguirá implementando y mejorando. En este punto, se deben proyectar algunas recomendaciones:

- Se invita a la creación de una página personal o institucional con el propósito de publicar los pre-test y pos-test con el fin de ampliar el método a otras instituciones educativas
- Se sugiere realizar los pre-test y pos-test mediante algún aplicativo (app Android o IOS) con el fin de reducir el tiempo de respuesta de los test.
- Se propone, teniendo en cuenta los resultados, aplicar la estrategia del método de IP y/o el laboratorio en casa para los demás cursos de Física o de otras asignaturas afines.
- Se invita, potenciar las prácticas del laboratorio en casa, al menos una experiencia por periodo.

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, F. (2011). *Propuesta Didáctica para la Enseñanza y Aprendizaje de los Conceptos de Densidad y Presión Abordados en la Educación Básica Secundaria*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Alves, J. (2000) Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 17(2). (Reeditado en v. 21, Edição Especial, nov. 2004).
- Aranda, R. (2013). *Los experimentos en el aula como estrategia para ayudar a mejorar las dificultades de aprendizaje en el comportamiento de las ondas luminosas en estudiantes de grado noveno*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
- Arguedas, C. y Concari, S. (2015) Hacia un estado del arte de los laboratorios remotos en la enseñanza de la Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 7, 133-139.
- Arias, J. (2011). *Los diagramas de fuerza como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las Leyes de Newton bajo un enfoque constructivista: estudio de caso en el curso de física mecánica para ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquía, Colombia.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas, México, pp 55–107.

- Cardona, F. (2013). *Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica*. (Tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.
- Carrascosa, J., Gil, D., y Vilches, A. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.
- Carvajal, H, y Franco, E. (2008). *Compendio básico del trabajo experimental en la enseñanza de la física*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.
- Carvajal, L. (7 de diciembre de 2014). San Francisco, uno de los barrios más populares de Bucaramanga. *Vanguardia Liberal*. Recuperado de <http://www.vanguardia.com>
- Castañeda, H. (2012). *Diseño de manual experimental de física, empleando materiales cotidianos*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Castillo, A. (2019). *La metodología indagatoria como estrategia didáctica orientada a favorecer el aprendizaje de la física en estudiantes de 11° grado*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia.
- Castro, A. (7 de abril de 2016). Su historia y su tradición lo mantienen en la Cumbre. *Vanguardia Liberal*. Recuperado de <http://www.vanguardia.com>
- Charro, E., Gómez, A., y Plaza, S. (septiembre de 2013). *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria: Un estudio mediante la técnica Delphi*. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, España.
- Crouch, C. & Mazur, E. (2001). Ten years of experience and results. *Am. J. Phys.* 69, 979-977.
- Cudmaní, L., Pesa, M., y Salinas, J. (2000). Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 18 (1), 3-13.

- Douglas, L., Marchall, W., y Wathen, S. (2012). Estadística aplicada a los negocios y a la economía. Decimoquinta edición. México D.F.: McGraw-Hill
- Escudero, R. (2014). Impacto del método “Instrucción por pares” con el apoyo de “clickers” en el aprendizaje de Matemáticas Básicas. *Revista Internacional de Tecnología, Conocimiento y Sociedad* 3(1), 57-67.
- Flórez, M. (2011). *Estrategia experimental para la enseñanza del movimiento de proyectiles y el movimiento circular uniforme utilizando el contexto*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Galindo, M. (2016). *Prácticas experimentales en la enseñanza de la dinámica del movimiento circular*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- García, M. (2012). *Guías e informes del laboratorio de física para grado 11 de la básica secundaria*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquía, Colombia.
- Gil, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 12(2), 154-164.
- Gil, D., y Valdés, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 14(2), 155-163.
- González, M., Da Silva, J., Martínez, O., Rochadel, W. y González, M. (2016). Experimentando y Aprendiendo Física con Smartphones. *TICAI 2015: TICs para el Aprendizaje de la*

- Ingeniería* (pp. 53-62). Madrid, España, ©IEEE, Sociedad de Educación: Capítulos Español y portugués.
- Green, P. (2003). *Peer Instruction for Astronomy*. Pearson Series in Educational Innovation: Instructor Resources for Astronomy Series. Pearson Education.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*, (6a. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.12 (3), 299-313.
- Institución Educativa Piloto Simón Bolívar. (2016). *Manual de Convivencia*. Recuperado de: <http://www.centropilotosimonbolivar.edu.co/archivos/manual.pdf>
- Kaufma, T & Grimm, E. (2013). *The Transparent Teacher: Taking Charge of Your Instruction with Peer-Collected Classroom Data*. Jossey-Bass teacher. Wiley.
- Kofman, H. A. (2004). Integración de las funciones constructivas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física universitaria y la capacitación docente. *Revista de Enseñanza de la Física*, 17, 51-62.
- Ladino, L., y Fonseca, Y. (2010). Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico. *Revista Orinoquía*, 14(2), 203-210.
- Londoño, M. (2015). *Elaboración de una propuesta de enseñanza-aprendizaje del concepto de energía bajo un enfoque constructivista mediante el uso de actividades experimentales: estudio de caso en el grado 11° 2015 de la Institución Educativa Las Nieves de la ciudad de Medellín (Antioquia)*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquía, Colombia.

- Losada, M., Giletto, C., Murias, J., Van Gool, M., y Silva, S. (2010). Innovación pedagógica para las clases de laboratorio de Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 23, 95-108.
- Mazur, E. (1997). *Comprensión o memorización: ¿Estamos enseñando lo correcto?* Conference on the Introductory Physics Course Wiley, New York. Pág. 1-17. Recuperado de: http://mazur.harvard.edu/sentFiles/MazurTalk_1782.pdf
- Mazur, E. (2010). *Peer Instruction: A User's Manual*. New Jersey, Pentice Hall.
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). Ley 115 de Educación, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.
- Muñoz, A. (2014). *La indagación como estrategia para favorecer la enseñanza de las ciencias naturales*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.
- Muñoz, D. (2015). *Elaboración de una propuesta de enseñanza y aprendizaje de los conceptos básicos de la cinemática a través de actividades experimentales usando dispositivos móviles: ensayo en el grado 10° de la institución educativa Alvernia de la ciudad de Medellín*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquía, Colombia.
- Parroquín, P., Ramírez, J., González, V. y Mendoza, A. (2013) Aplicación de realidad aumentada en la enseñanza de la física. *Culcyt/Educación*, 51(2), 182-192.
- Petrucci, D., Ure, J., y Salomone, H. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de enseñanza de la física*. 19(1), 7-20.
- Pinargote, K. (2014). Instrucción entre pares, un método sencillo pero efectivo para enseñar. *Revista FENopina*, 4(7), 56-59.

- Revelo, L. (2014). *La metodología del aprendizaje entre pares aplicada en la enseñanza de la física en educación básica* (Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Universidad Nacional, Palmira, Colombia.
- Rodríguez, D. y Llovera, J. (2014). Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de Física para estudiantes de ingeniería. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4), 4504-1.
- Sackstein, S. (2017). *Peer Feedback in the Classroom: Empowering Students to Be the Experts*. Association for Supervision & Curriculum Development.
- Salinas, A. (2013). *La Experimentación como Didáctica en la Enseñanza de la Física*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Universidad Nacional. Palmira, Colombia.
- Salinas, J. (2004). El Papel de la Experimentación en la Enseñanza de la Física. *Revista Didáctica de la Ciencias experimentales*. 39, 31-39.
- Salinas, J., y Colombo, L. (1992). Los laboratorios de física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida. *Revista de Enseñanza de la Física. Asociación de profesores de física de la Argentina*. 5(2), 10-17.
- Villareal, M., Lobo, H., Gutiérrez, G., Briceño, J., Rosario, J y Díaz, J. (2005). *La Enseñanza de la física frente al nuevo milenio*. Recuperado de:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16941/2/articulo1.pdf>.
- Young, H., & Freedman, R. (2009). *Física Universitarias Sear-Zemansky Volumen 1*. (Decimosegunda edición). México D.F.: Person Educación.

Zhang, P., Ding, L. & Mazur, E. (2017). Peer Instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 13, 010104.

Zules, R. (2013). *Aprender haciendo aplicado a las ciencias naturales de grado sexto y séptimo de la institución educativa Santa Marta del municipio de Suárez, Cauca*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.

Apéndices

Apéndice A. Prueba diagnóstica inicial o prueba piloto



I. E. Piloto Simón Bolívar
Dinámica Pre-test General, Física Décimo
Docente - Fransol López Suspes
Elaboración: Julio 30 de 2019

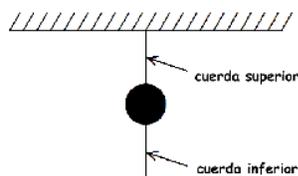
Pretest General

1. Sobre un bloque de 2 kg de masa, colocado sobre una mesa de fricción despreciable, se aplican dos fuerzas F_1 y F_2 como indica el dibujo



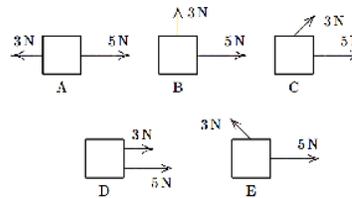
La fuerza neta que actúa sobre el bloque es la indicada en

- A. \rightarrow , 2 N B. \rightarrow , 8 N
C. \leftarrow , 2 N D. \leftarrow , 8 N
2. ¿Cuál de las siguientes cantidades NO es un vector? A. masa B. desplazamiento
C. peso D. fuerza
3. La aceleración siempre está en la dirección:
A. del desplazamiento
B. de la velocidad inicial
C. de la velocidad final
D. de la fuerza neta
4. El término "masa" se refiere al mismo concepto físico que:
A. peso B. inercia C. volumen
D. fuerza
5. Se suspende una pelota pesada como se muestra. Un tirón rápido en la cuerda inferior romperá esa cuerda, pero un tirón lento en la cuerda inferior romperá la cuerda superior. El primer resultado ocurre porque:



- A. la fuerza es demasiado pequeña para mover la pelota
B. la acción y la reacción están operando
C. la pelota tiene inercia
D. la fricción del aire retiene la pelota
6. La masa difiere del peso en que:
A. todos los objetos tienen peso pero algunos carecen de masa
B. el peso es una fuerza y la masa no
C. la masa de un objeto es siempre más que su peso
D. no hay diferencia

7. La masa de un cuerpo:
A. es ligeramente diferente en diferentes lugares de la Tierra
B. es un vector
C. es independiente de la aceleración de caída libre
D. es igual para todos los cuerpos del mismo volumen
8. Dos fuerzas, una con una magnitud de 3 N y la otra con una magnitud de 5 N, se aplican a un objeto. ¿Para qué orientaciones de las fuerzas que se muestran en los diagramas es la magnitud de la aceleración del objeto la menor? (N representa Newton y es la unidad de fuerza en el SI)



9. Un automóvil viaja hacia el este a velocidad constante. La fuerza neta sobre el automóvil es:
A. este B. oeste
C. abajo D. cero
10. Una bola de acero de 400 N (peso) está suspendida por una cuerda ligera desde el techo. La tensión en la cuerda es:
A. 400 N B. 800 N
C. cero D. 200 N
11. Un libro descansa sobre una mesa, ejerciendo una fuerza hacia abajo sobre la mesa. La reacción a esta fuerza es:
A. la fuerza de la Tierra en el libro
B. la fuerza de la mesa en el libro
C. la fuerza de la Tierra sobre la mesa
D. la fuerza del libro en la Tierra
12. Un ladrillo se desliza sobre una superficie horizontal. ¿Cuál de los siguientes aumentará la magnitud de la fuerza de fricción sobre él?
A. Poniendo un segundo ladrillo encima
B. Disminución del área de superficie de contacto.
C. Incremento del área de superficie de contacto.
D. Disminución de la masa del ladrillo.

Apéndice B. Prueba iniciales Pre-test 1-3



I. E. Piloto Simón Bolívar
Dinámica Pretest 1, Física Décimo
Docente - Framsol López Suspes
Elaboración: Agosto de 2019

Pretest 1

I. (Valor 70) Preguntas de selección múltiple con única respuesta.

1. La unidad de fuerza utilizada en el Sistema Internacional es:
 - a) Newton
 - b) dina
 - c) kilogramo
 - d) masa
2. Responde a estas preguntas ¿Hay dos clases de fuerzas? ¿Cuáles son?
 - a) Fuerzas centrífugas y fuerzas gravitacionales.
 - b) Fuerzas electromagnéticas y Fuerzas normales.
 - c) Fuerzas de fricción y fuerzas de contacto.
 - d) Fuerzas de contacto y fuerzas a distancia.
3. Diga cuál de las siguientes expresiones es correcta.
 - a) La masa y el peso se refieren a la misma cantidad física, solo que están expresadas en unidades diferentes.
 - b) La masa es una propiedad de un solo objeto, mientras que el peso resulta de la interacción de dos objetos.
 - c) El peso de un objeto es proporcional a su masa
 - d) La masa de un cuerpo varía con los cambios de su peso
4. ¿En qué consiste la primera ley de Newton?
 - a) Todo cuerpo continúa en su estado de reposo a menos que actúe sobre él una fuerza que le obligue a cambiar dicho estado.
 - b) Todo cuerpo tiene que mantener en reposo así se le aplique una fuerza mínima.
 - c) La aceleración que experimenta un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa.
 - d) Dependiendo si la masa del cuerpo es menor tendrá que ir a menor velocidad.
5. La atracción entre la Tierra y la Luna se debe a la fuerza de:
 - a) Relatividad
 - b) Gravitacional
 - c) Eléctrica
 - d) Magnética
6. ¿Cuál de las siguientes cantidades NO es un vector?
 - a) Masa
 - b) Desplazamiento
 - c) Peso
 - d) Fuerza
7. ¿Cuál de las siguientes cantidades NO es un vector?
 - a) Masa
 - b) Desplazamiento
 - c) Peso
 - d) Fuerza
8. La aceleración siempre está en la dirección:
 - a) del desplazamiento
 - b) de la velocidad inicial
 - c) de la fuerza neta
 - d) de la velocidad final
9. ¿Qué es la fuerza de fricción?
 - a) Es neutra
 - b) Aparece cuando se utilizan cuerdas (Tensión)
 - c) Es la oposición al movimiento de los cuerpos y se da en todos los medios conocidos cuando hay superficies u objetos en contacto.
 - d) Es una fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación.
10. ¿Qué es la fuerza normal?
 - a) Es una fuerza de atracción.
 - b) Es una fuerza que se aplica de forma perpendicular a la superficie.
 - c) Es una fuerza de oposición al movimiento de los cuerpos.
 - d) Se define como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo.
- II. (Valor 30) Responda a las afirmaciones F si es falso, y V si el enunciado es verdadero.
 11. Un cuerpo puede estar en equilibrio si sólo una fuerza actúa sobre él.
 12. Si un automóvil viaja hacia el oeste con una rapidez constante de 20 m/s, tiene una fuerza resultante igual a cero.
 13. La suma de todas las fuerzas que actúan simultáneamente sobre un cuerpo recibe el nombre de fuerza neta.
 14. En el sistema británico la unidad de medida de la fuerza es el kilogramo (kg).
 15. Si la suma de las fuerzas que actúan sobre un objeto es igual a cero, el cuerpo se encuentra siempre en reposo.



I. E. Piloto Simón Bolívar
Dinámica Pretest 2, Física Décimo
Docente - Fransol López Suspes
Elaboración: Agosto de 2019

Pretest 2

1. (Valor 70) Preguntas de selección múltiple con única respuesta.

1. La unidad de masa utilizada en el SI es:

- Newton
- dina
- kilogramo
- masa

2. La masa y el peso de un cuerpo:

- diferir por un factor de 9,8
- son idénticos
- son las mismas cantidades físicas expresadas en diferentes unidades
- tienen la misma proporción que la de cualquier otro cuerpo colocado en ese lugar

3. Una pluma y una bola de plomo se dejan caer desde el reposo al vacío en la Luna. La aceleración de la pluma es:

- más que el de la bola de plomo.
- lo mismo que el de la bola de plomo.
- menos que el de la bola de plomo 9.8 m/s^2
- cero ya que flota en el vacío

4. El bloque que se muestra se mueve con velocidad constante sobre una superficie horizontal. Se muestran dos de las fuerzas sobre él. Una fuerza de fricción ejercida por la superficie es la única otra fuerza horizontal sobre el bloque. La fuerza de fricción es:



- 0 N.
- 2 N, hacia la izquierda
- 2 N, hacia la derecha.

8. Se ejerce una fuerza constante de 8 N durante 4 s sobre un objeto de 16 kg inicialmente en reposo. El cambio de velocidad de este objeto será:

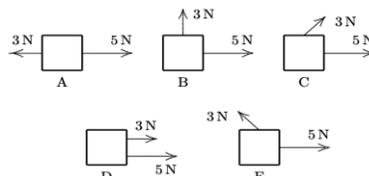
- 0.5 m/s
- 2 m/s
- 4 m/s
- 8 m/s

9. Un objeto descansa sobre una superficie horizontal sin fricción. Se aplicó una fuerza horizontal de magnitud F . Esta fuerza produce una aceleración es:

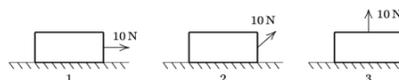
- solo cuando el objeto cambia repentinamente de reposo a movimiento
- solo si F es mayor que el peso del objeto
- siempre.
- solo si la inercia del objeto disminuye

d) algo más de 2 N, hacia la izquierda.

5. Dos fuerzas, una con una magnitud de 3 N y la otra con una magnitud de 5 N, se aplican a un objeto. ¿Para qué orientaciones de las fuerzas mostradas en los diagramas es menor la magnitud de la aceleración del objeto?



6. Una caja descansa sobre una superficie horizontal y una mujer tira de ella con una fuerza de 10 N. Clasifique las situaciones que se muestran a continuación de acuerdo con la magnitud de la fuerza normal ejercida por la superficie de la caja, de menor a mayor



- 2,1,3
- 2,3,1
- 3,2,1
- 1,3,2

7. Un automóvil viaja hacia el este a velocidad constante. La fuerza neta sobre el automóvil es:

- oeste
- cero
- este
- abajo

10. Una bola de acero de 400 N está suspendida por una cuerda ligera del techo. La tensión en la cuerda es:

- 400 N
- cero.
- 800 N.
- 200 N.

II. (Valor 30) Responda a las afirmaciones F si es falso, y V si el enunciado es verdadero.

11. El concepto de Fuerza, forma parte del estudio de cinemática.

12. La dina es la unidad de fuerza del SI.

13. Las leyes de Newton son leyes de energía.

14. El concepto de Fuerza, forma parte del estudio de cinemática

15. Las fuerzas de gravitación entre dos partículas forman parte de acción y reacción.



I. E. Piloto Simón Bolívar
Dinámica Pretest 3, Física Décimo
Docente - Fransol López Suspes
Elaboración: Agosto de 2019

Pretest 3

I. (Valor 70) Preguntas de selección múltiple con única respuesta.

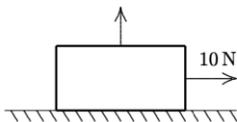
1. Un ladrillo se desliza sobre una superficie horizontal. ¿Cuál de los siguientes aumentará la magnitud de la fuerza de fricción sobre él?

- a) Disminuir la masa del ladrillo.
- b) Aumento de la superficie de contacto
- c) Disminución de la superficie de contacto
- d) Poner un segundo ladrillo encima

2. Cuando se aplican los frenos de un automóvil, la carretera ejerce la mayor fuerza de retardo:

- a) cuando la aceleración es mínima
- b) cuando el automóvil va más rápido.
- c) justo antes de que las ruedas empiecen a deslizarse.
- d) mientras las ruedas se deslizan.

3. Una caja con un peso de 50 N descansa sobre una superficie horizontal. Una persona tira de él horizontalmente con una fuerza de 10 N y no se mueve. Para empezar a moverse, una segunda persona tira verticalmente hacia arriba de la caja. Si el coeficiente de fricción estática es 0.4, ¿cuál es la fuerza vertical más pequeña para la que se mueve la caja?

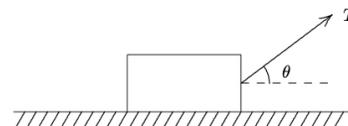


- a) 4 N.
- b) 10 N.
- c) 14 N
- d) 25 N.

4. Una caja de 40 N descansa sobre un suelo horizontal rugoso. Luego se le aplica una fuerza horizontal de 12 N. Si los coeficientes de fricción son $\mu_e = 0.5$ y $\mu_d = 0.4$, la magnitud de la fuerza de fricción sobre la caja es:

- a) 8 N.
- b) 12 N.
- c) 16 N
- d) 20 N.

5. Un bloque de masa m se tira a velocidad constante a lo largo de un piso horizontal rugoso mediante una fuerza aplicada \vec{T} . La magnitud de la fuerza de fricción es:



- a) $T \sin \theta$
- b) $T \cos \theta$
- c) cero
- d) mg

6. Se coloca un bloque sobre un plano de madera en bruto. Se encuentra que cuando el avión se inclina 30° respecto a la horizontal, el bloque se deslizará hacia abajo a velocidad constante. El coeficiente de fricción cinética del bloque con el plano es:

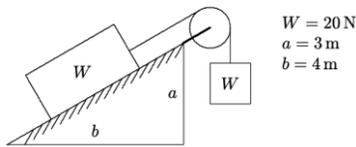
- a) 0.5 0
- b) 0.57
- c) 1.73
- d) 0.86

7. Una caja se desliza por una pendiente de 35° por encima de la horizontal. Si el coeficiente de fricción cinética la fricción es 0.4, la aceleración de la caja es:

- a) 0
- b) 2.4 m/s^2
- c) 5.8 m/s^2

d) 8.8 m/s^2

8. El sistema mostrado permanece en reposo. Cada bloque pesa 20 N . La fuerza de fricción sobre el bloque superior es:



- a) 4 N
 b) 12 N
 c) 8 N
 d) 16 N
9. Un objeto que se mueve en círculo a velocidad constante:
- a) debe tener solo una fuerza actuando sobre él
 b) no está acelerando
 c) se mantiene en su camino por fuerza centrífuga
 d) tiene una aceleración de magnitud constante.

10. Un objeto se mueve alrededor de un círculo. Si el radio se duplica manteniendo la misma velocidad, entonces la magnitud de la fuerza centrípeta debe ser:

- a) dos veces mejor
 b) la mitad de grande.
 c) cuatro veces mayor
 d) una cuarta parte de lo mismo.

11. (Valor 30) Responda a las afirmaciones F si es falso, y V si el enunciado es verdadero.

11. Las fuerzas de fricción son fuerzas de contacto.
 12. Si un automóvil viaja hacia el oeste con una rapidez constante de 20 m/s , tiene una fuerza resultante diferente de cero.
 13. La fuerza resultante de un cuerpo sobre la misma superficie puede variar según la situación de reposo o movimiento de dicho cuerpo.
 14. El peso de un objeto es una magnitud variable en función de su posición respecto al centro de la Tierra.
 15. Un cuerpo se mueve en la dirección y sentido en que actúa la fuerza resultante.

Apéndice C. Pos-test 1-3



I. E. Piloto Simón Bolívar
Dinámica Postest 1, Física Décimo
Docente - Fransol López Suspes
Elaboración: Agosto de 2019

Post est 1

1. (Valor 70) Preguntas de selección múltiple con única respuesta.

1. La unidad de fuerza utilizada en el Sistema CGS es:
 - a) Newton
 - b) dina
 - c) kilogramo
 - d) masa
2. Un objeto que se mueve a velocidad constante en un marco inercial debe:
 - a) tener una fuerza neta sobre él.
 - b) eventualmente se detiene debido a la gravedad.
 - c) tener fuerza neta cero sobre él.
 - d) no tiene fuerza de fricción sobre él.
3. Un newton es la fuerza:
 - a) de gravedad en un cuerpo de 1 kg.
 - b) de gravedad en un cuerpo de 1g.
 - c) que le da a un cuerpo de 1 g una aceleración de $1 \text{ cm} / \text{s}^2$.
 - d) que le da a un cuerpo de 1 kg una aceleración de $1 \text{ m} / \text{s}^2$
4. $15 \text{ m} / \text{s}$ es equivalente a
 - a) $90 \text{ km} / \text{h}$
 - b) $54 \text{ km} / \text{h}$
 - c) $36 \text{ km} / \text{h}$
 - d) $126 \text{ km} / \text{h}$
5. La unidad de fuerza llamada newton es:
 - a) $9.8 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$
 - b) $1 \text{ kg} \cdot \text{cm} / \text{s}^2$
 - c) definido por medio de la tercera ley de Newton
 - d) 1 kg de masa
6. ¿Cuál de las siguientes cantidades NO es un vector?
 - a) Peso
 - b) Aceleración
 - c) Masa
 - d) Fuerza
7. El término "masa" se refiere al mismo concepto físico que:
 - a) peso
 - b) inercia
 - c) fuerza
 - d) aceleración
8. La inercia de un cuerpo tiende a hacer que el cuerpo:
 - a) acelere
 - b) resista cualquier cambio en su movimiento
 - c) reduzca la velocidad
 - d) caiga hacia la Tierra
9. La masa se diferencia del peso en que:
 - a) todos los objetos tienen peso pero algunos carecen de masa
 - b) el peso es una fuerza y la masa no es.
 - c) la masa de un objeto es siempre mayor que su peso.
 - d) la masa se puede expresar solo en el sistema métrico.
10. La masa de un cuerpo:
 - a) es ligeramente diferente en diferentes lugares de la Tierra
 - b) es un vector
 - c) es independiente de la aceleración en caída libre
 - d) es el mismo para todos los cuerpos del mismo volumen
11. (Valor 30) Responda a las afirmaciones F si es falso, y V si el enunciado es verdadero.
 11. La fuerza que ejerce el Sol sobre los planetas es una fuerza de contacto.
 12. Para que un cuerpo se mueva con velocidad constante, es necesario que los efectos de las fuerzas que actúan sobre él, se anulen entre sí.
 13. La suma de todas las fuerzas que actúan simultáneamente sobre un cuerpo recibe el nombre de fuerza completa.
 14. En el sistema británico la unidad de medida de la fuerza es la libra (lb).
 15. Si la suma de las fuerzas que actúan sobre un objeto es igual a cero, el cuerpo se encuentra siempre en reposo.

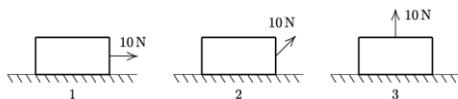


I. E. Piloto Simón Bolívar
Dinámica Postest 2, Física Décimo
Docente - Framsol López Suspes
Elaboración: Septiembre de 2019

Postest 2

I. (Valor 70) Preguntas de selección múltiple con única respuesta.

- Un objeto de 6 kg se mueve hacia el sur. Una fuerza neta de 12N al norte sobre él da como resultado que el objeto tenga una aceleración de:
 - 2 m/s², norte
 - 2 m/s², sur
 - 6 m/s², norte
 - 18 m/s², norte
- Un automóvil viaja hacia el oeste a velocidad constante. La fuerza neta sobre el automóvil es:
 - oeste
 - cero
 - este
 - abajo
- Se ejerce una fuerza constante de 8 N durante 8 s sobre un objeto de 16 kg inicialmente en reposo. El cambio de velocidad de este objeto será:
 - 0.5 m/s
 - 2 m/s
 - 4 m/s
 - 8 m/s
- 30 m/s es equivalente a
 - 90 km/h
 - 54 km/h
 - 36 km/h
 - 108 km/h
- Una caja descansa sobre una superficie horizontal y una mujer tira de ella con una fuerza de 10 N. Clasifique las situaciones que se muestran a continuación de acuerdo con la magnitud de la fuerza normal ejercida por la superficie de la caja, de mayor a menor
 - 1,2,3
 - 2,3,1
 - 3,2,1
 - 1,3,2



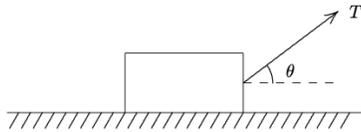
- Un libro descansa sobre una mesa, ejerciendo una fuerza hacia abajo sobre la mesa. La reacción a esta fuerza es:
 - la fuerza de la mesa sobre el libro
 - la fuerza de la Tierra en el libro.
 - la fuerza de la Tierra sobre la mesa.
 - la fuerza del libro en la Tierra
 - Un bloque de hormigón de 5 kg se baja con una aceleración hacia abajo de 2.8 m/s² por medio de una cuerda. La fuerza del bloque sobre la cuerda es:
 - 14N, arriba
 - 14N, abajo
 - 35N, arriba
 - 35N, abajo
- II. (Valor 30) Responda a las afirmaciones F si es falso, y V si el enunciado es verdadero.
- Para que exista una fuerza es imprescindible que ya un contacto entre dos cuerpos.
 - La suma de todas las fuerzas que actúan simultáneamente sobre un cuerpo recibe el nombre de fuerza neta.
 - La fuerza normal es una componente de la fuerza de contacto que es perpendicular a las superficies en contacto entre dos cuerpos.
 - El peso es la cantidad de materia que es atraído por un cuerpo.
 - La fuerza que ejerce el Sol sobre los planetas es una fuerza de contacto.



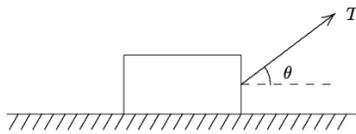
I. E. Piloto Simón Bolívar
Dinámica Postest 3, Física Décimo
Docente - Fransol López Suspes
Elaboración: Septiembre de 2019

Postest 3

I. (Valor 70) Preguntas de selección múltiple con única respuesta.

- Un ladrillo se desliza sobre una superficie horizontal. ¿Cuál de los siguientes disminuye la magnitud de la fuerza de fricción sobre él?
 - Disminuir la masa del ladrillo.
 - Aumento de la superficie de contacto
 - Disminución de la superficie de contacto
 - Poner un segundo ladrillo encima
- Un avión de 1000 kg se mueve en vuelo recto a velocidad constante. La fuerza de fricción del aire es 1800 N. La fuerza neta sobre el avión es:
 - cero
 - 11800 N
 - 1800 N
 - 9800 N
- El movimiento circular uniforme es la consecuencia directa de:
 - Tercera ley de Newton
 - una fuerza que siempre es tangente al camino
 - una fuerza de magnitud constante que siempre se dirige hacia el mismo punto fijo
 - una fuerza de magnitud constante que siempre se dirige lejos del mismo punto fijo
- Una caja de 40 N descansa sobre un suelo horizontal rugoso. Luego se le aplica una fuerza horizontal de 12 N. Si los coeficientes de fricción son $\mu_e = 0.5$ y $\mu_d = 0.4$, la magnitud de la fuerza de fricción sobre la caja es:
 - 8 N.
 - 12 N.
 - 16 N
 - 20 N.
- Un bloque de masa m se tira a velocidad constante a lo largo de un piso horizontal rugoso mediante una fuerza aplicada \vec{T} . La magnitud de la fuerza de fricción es:
 
 - $T \sin \theta$
 - $T \cos \theta$
 - cero
 - mg
- Una piedra de 0,2 kg se une a una cuerda y se balancea en un círculo de 0.6 m de radio sobre una superficie horizontal y sin fricción. Si la piedra da 150 revoluciones por minuto, la fuerza de tensión de la cuerda sobre la piedra es:
 - 0.2 N
 - 0.9 N
 - 1.96 N
 - 30 N
- Una caja se desliza por una pendiente de 35° por encima de la horizontal. Si el coeficiente de cinética la fricción es 0.4, la aceleración de la caja es:
 - 0
 - 2.4 m/s^2
 - 5.8 m/s^2
 - 8.8 m/s^2
- ¿Por qué las gotas de lluvia caen con velocidad constante durante las últimas etapas de su descenso?

- a) La fuerza gravitacional es la misma para todas las gotas.
- b) La resistencia del aire solo equilibra la fuerza de la gravedad.
- c) Todas las gotas caen desde la misma altura.
- d) La fuerza de la gravedad es insignificante para objetos tan pequeños como gotas de lluvia.
9. Un bloque de 400 N se arrastra a lo largo de una superficie horizontal mediante una fuerza aplicada F como se muestra. El coeficiente de fricción cinética es $\mu_d = 0.4$ y el bloque se mueve a velocidad constante. La magnitud \vec{F} es:
10. La caja descansa sobre una tabla rugosa de 10 metros de largo. Cuando un extremo del tablero se eleva lentamente a una altura de 6 metros por encima del otro extremo, la caja comienza a deslizarse. El coeficiente de fricción estática es:
11. (Valor 30) Responda a las afirmaciones F si es falso, y V si el enunciado es verdadero.



- a) 100 N
- b) 150 N
- c) 290 N
- d) 200 N
- a) 0.8
- b) 0.75
- c) 0.5
- d) 0.35
11. Las fuerzas de fricción son fuerza a distancia.
12. Para que un cuerpo se mueva con velocidad constante, es necesario que los efectos de las fuerzas que actúan sobre él se anulen entre sí.
13. La fuerza que se genera en el interior de una cuerda cuando es estirada se denomina fuerza elástica.
14. El peso es la fuerza con la que es atraído un cuerpo por la Tierra.
15. La fuerza que ejerce el Sol sobre los planetas es una fuerza de contacto..

Apéndice D. Laboratorio en casa: Ley de Hooke



I. E. Piloto Simón Bolívar
 Guía Ley de Hooke, Física Undécimo
 Laboratorio - Fransol López Suspes
 Elaboración: Agosto de 2019

*"Lo que un hombre llama Dios,
 otro lo llama leyes de la física."*
 Nikola Tesla

Tiempo sugerido para la guía e integrantes

Dos semanas durante el 3er Periodo. Mínimo tres (3) estudiantes.

Valores

Solidaridad y amistad.

Nota

Calificación: Procedimental 30%

Ley de Hooke

La Ley de Hooke afirma que cuando una fuerza exterior se ejerce sobre un material, esta origina un esfuerzo o tensión dentro del material que estimula la deformación del mismo. En diversos materiales, como los resortes o las cuerdas elásticas, la deformación es directamente proporcional al esfuerzo. A la constante de proporcionalidad entre las variables, se le denomina constante de elasticidad o módulo de elasticidad, la misma depende de la geometría del resorte o del material. De acuerdo con esto, en la práctica se medirá de forma experimental el módulo de elasticidad de una cuerda elástica.

1. Objetivos de la guía:

- Encontrar la constante de elasticidad de una cuerda utilizando métodos estáticos y dinámicos con el fin de determinar la relación entre la fuerza aplicada y el desplazamiento o elongación.
- Determinar la ecuación de una función lineal empleando los datos de la práctica empleando regresión lineal con el propósito de estimar la constante de elasticidad del material

2. Conceptualización

2.1. Ley de Hooke

En la naturaleza se encuentran fenómenos en la vida diaria en los que el comportamiento de sus variables obedece matemáticamente a una relación lineal, un ejemplo simple de ello es la conocida Ley de Hooke, la misma afirma que la fuerza realizada sobre un resorte o cuerda elástica es directamente proporcional a la elongación obtenida. Matemáticamente esta ley se formula como:

$$\vec{F} = -k \vec{x},$$

donde k es la constante de elasticidad, y x es la elongación o distancia que se alarga la cuerda debido a un determinado peso. El signo menos significa que la elongación se opone a la fuerza aplicada.

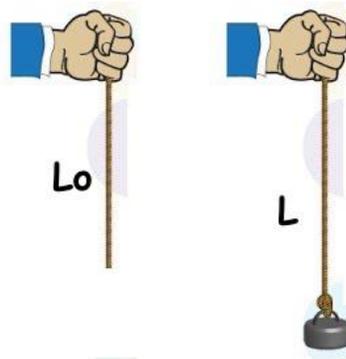


FIGURA 1

FIGURA 2

Figura 1:

3. Equipos o Material

- Cuerda de material elastico, cuerda tipo caucho.
- Regla o flexómetro, juego de pesas y balanza (proporcionada por el docente).

4. Procedimiento

1. En su hogar arme un sistema para suspender la cuerda elastica, FIGURA 1.
2. En posición vertical con un flexómetro (metro) calcule la longitud inicial de la cuerda. Regístrela en la Tabla 1 como L_0 , ver FIGURA 1.
3. Adicione a la cuerda una masa de valor conocido y mida la elongación neta L que produce la masa agregada, ver FIGURA 2. Registre el valor en la Tabla 1.
4. Repita el proceso anterior anexando otras masas de valor conocido, vuelva a medir la elongación neta y complete la Tabla 1.

5. Cálculos y Análisis de Resultados

1. Complete la Tabla 1. Para ello calcule la constante de la elasticidad mediante la expresión $k = F/\Delta x$, donde $F = Mg$, guíese por el primer dato.
2. Determine la constante de elasticidad promedio

$$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n}{n}$$

siendo k_1 el primer valor de la constante y n el número de mediciones, en este caso ocho (8).

3. Realce una gráfica de los datos en un plano cartesiano, los datos estarán ubicados en el primer cuadrante. Los puntos tendrán la forma (x_i, F_i) , es decir, el valor de la elongación estará en el equis y el valor de F en el vertical.
4. Construya la ecuación $F = \bar{k}x$ y luego haga una gráfica, recuerde que los valores de F estará en el eje vertical y los de x en la parte horizontal
5. Realice las recomendaciones del docente.

$$L_0 =$$

$M \pm \delta M$ [kg]	$L \pm \delta L$ [cm]	$\Delta x \pm \delta x$ $\Delta x = L - L_0$	$F = Mg$ [N]	$k = F/\Delta x$ [N/m]
$0,05 \pm 0,001$	$44 \pm 0,1$	$\Delta x = 44 - 40$ $4 \pm 0,1$	0,49	0,12

Cuadro 1: En la tabla aparecen valores hipotéticos, guíese para completar la tabla, considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, y recuerde que $1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$.

6. Conclusiones y Recomendaciones

Realice las deducciones de la práctica, ensalte los relevantes, exprese las dificultades del experimento y realice las sugerencias que considere.

7. Bibliografía:

Referencias

- [1] Fragmentos recuperados de: <http://framsol.wixsite.com/piloto/octavo>
- [2] Bautista, Mauricio. Salazar, Francia. (2011). *Hipertexto Física 1*. Colombia. EDITORIAL SANTILLANA S.A.

Apéndice E. Validación de expertos

Coloque en cada casilla una equis según corresponda.

Las categorías a evaluar son: contenido, redacción, congruencia y pertinencia con los indicadores, dimensiones y variables de estudio. En la casilla de observaciones puede proponer el cambio o mejora de cada actividad si así lo considera.

Prueba	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (Sesgo)		Leguaje adecuado con el nivel del informante		Mide lo que pretende		Observaciones
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Tema 1: Introducción a la Dinámica	Si		Si		No		Si		Si		La pregunta 2 del pretest 1, considero que se debería redactar de forma distinta. La pregunta 6 y 7 del pretest 1 es la misma.
Tema: 2 Tipos de Fuerzas	Si		Si		No		Si		Si		Ninguna
Tema 3: Leyes de Newton	Si		Si		No		Si		Si		Ninguna
Laboratorio en casa: Ley de Hooke	Si		Si		No		Si		Si		La parte de la incertidumbre en la medida no es necesario agregarlo en la tabla 1.

Muchas gracias por su apoyo.

Grado académico: Doctor en Ciencias Naturales Físicas. Nombre: Andrés Américo Navarro

León. Firma: _____



Coloque en cada casilla una equis según corresponda.

Las categorías a evaluar son: contenido, redacción, congruencia y pertinencia con los indicadores, dimensiones y variables de estudio. En la casilla de observaciones puede proponer el cambio o mejora de cada actividad si así lo considera.

Prueba	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (Sesgo)		Leguaje adecuado con el nivel del informante		Mide lo que pretende		Observaciones
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Tema 1: Introducción a la Dinámica	X		X			X	X		X		
Tema: 2 Tipos de Fuerzas	X		X			X	X		X		
Tema 3: Leyes de Newton	X		X			X	X		X		
Laboratorio en casa: Ley de Hooke	X		X			X	X		X		

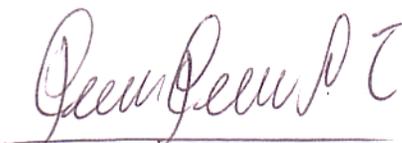
Observaciones:

El **metodolodel** material es adecuado y pertinente, además tiene el potencial de ser diseñado también en Formularios de Google para que los estudiantes los respondan desde dispositivos móviles, tabletas o computadores, y de manera remota si la emergencia sanitaria actual así lo requiere.

Muchas gracias por su apoyo.

Grado académico: Doctor en Ciencias Naturales, Física. Nombre: Carlos Ricardo Contreras Pico.

Firma:



Apéndice F. Consentimiento informado al rector de la institución**Carta de Consentimiento Informado**

Licenciado

Álvaro Gómez Peña

Rector I.E. Bucaramanga

Bucaramanga

Cordial saludo.

Atendiendo a la investigación educativa que se adelanta para fines académicos y bajo la dirección y coordinación de doctor en Física **Jerson Iván Reina Medrano**, perteneciente a la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga USTA, y el docente investigador, aspirante a Magister en educación, **Likidcen Framsol López Suspes**, solicito su consentimiento mediante el siguiente documento que tiene como finalidad contar con su autorización para la aplicación del instrumento evaluativo para el proyecto de grado ”

Análisis sobre la Trascendencia de las Prácticas de Laboratorio y la Instrucción por Pares en la Enseñanza de la Física”.

La información obtenida será empleada únicamente con fines investigativos.

Con la firma de este consentimiento informado solicito autorizar los procedimientos citados a continuación:

1- Uso del nombre de la institución y el escudo correspondiente con identificación del lugar donde se está desarrollando la investigación.

2- Aplicación de la pre-test y pos-test en el grado undécimo para establecer si las prácticas experimentales y el trabajo colaborativo favorecen el aprendizaje de los temas de física tratados en este grado. Así como la implementación de un laboratorio en casa.

3- Ejecución de actividades experimentales que permitan alcanzar los objetivos de investigación.

Las actividades realizadas contarán con total confiabilidad y solo serán de conocimiento y manejo de las personas responsables del proyecto y utilizadas como aporte para el desarrollo del mismo.

Agradezco de antemano su apoyo a la investigación educativa, considerando su firme propósito por una educación de calidad para todos.

Firma del rector: _____

Cedula: _____

Lugar y fecha: _____

Apéndice G. Consentimiento Informado a Padres de Familia



Consentimiento Informado

Cordial saludo.

El propósito del siguiente documento es brindar información acerca del proyecto “Análisis Sobre la Trascendencia de las Prácticas de Laboratorio y la Instrucción por Pares en la Enseñanza de La Física”. y a su vez solicitar aprobación para que su hijo/a _____ participe en la implementación del mismo.

El estudio estará bajo la orientación de **Likidcen Framsol López Suspes**, docente de la institución y estudiante de maestría en educación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Durante el presente periodo académico se implementarán actividades dentro y fuera del aula, cuyos propósitos serán:

- Favorecer en los aprendices la adquisición de nuevos conocimientos.
- Promover su participación activa en todas las funciones propuestas.
- Fortalecer temáticas específicas del aprendizaje de la física
- Potenciar el aprendizaje de herramientas científicas en la resolución de problemas.

Con la firma de este consentimiento usted autoriza los procedimientos citados a continuación:

1- Aplicación de pruebas para establecer si las prácticas experimentales y el trabajo colaborativo influyen en el aprendizaje de la física.

2- Implementación de actividades lúdico-pedagógicas que permitan alcanzar los objetivos de investigación.

3- Las fotografías tomadas de su hijo (a) durante la realización de las actividades individuales o grupales y que pueden ser publicadas en la presentación del proyecto.

Los resultados de las actividades realizadas contarán con total confidencialidad y solo serán de conocimiento y manejo de las personas responsables del proyecto y utilizadas como aporte para el desarrollo del mismo.

Participar del proyecto no genera riesgos, costos, ni efectos indeseados para usted ni para los jóvenes; todo lo contrario, obtendrá como beneficio el acompañamiento de su hijo (a) para fortalecer las habilidades científicas en la resolución de problemas.

Si está de acuerdo con lo informado, por favor firme y cordialmente apórtenos los siguientes datos.

Nombre del padre/ madre o acudiente _____

Cedula de ciudadanía _____

Teléfono _____

Firma _____

Apéndice H. Evidencias Fotográficas





