



**La actividad experimental exploratoria: una herramienta para la exploración conceptual
sobre las leyes de Newton**

Nombres
Leidy Daniela Jaramillo Mazo

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Matemáticas y Física

Asesor
Yaneth Liliana Giraldo Suárez, Magíster (MSc) en Educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Matemáticas y Física
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Agradecimientos

Primeramente agradecer a Dios, por guiarme en cada momento y ayudarme a tomar las mejores decisiones, a la Universidad de Antioquia por permitirme formarme profesionalmente y crear profesionales íntegros, a todos los docentes que hicieron parte del proceso de formación, agradezco además a la docente Yaneth Liliana Giraldo Suarez, quien con su paciencia fue de mucha ayuda en el desarrollo de este trabajo de investigación, a la Institución Educativa Romeral, quien abrió sus puertas para que pudiera realizar las prácticas académicas y por supuesto a la docente cooperadora Saudith Álvarez Escobar, quienes con su apoyo y orientación permitió que se desarrollará la práctica pedagógica de manera satisfactoria. A mis padres, hermana y amigos quienes con su amor y compañía fueron un resguardo una voz de aliento en los momentos difíciles.

Tabla de contenido

Agradecimientos.....	2
Tabla de contenido	3
Resumen.....	7
Abstract.....	8
1.INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. Planteamiento y Justificación del Problema	9
1.2. Antecedentes de Investigación	12
1.3. Pregunta de Investigación	14
1.4. Objetivos de Investigación	14
1.4.1. General	14
2.CONSIDERACIONES TEORICAS	16
2.1 El trabajo científico como construcción colectiva de conocimiento.....	16
2.2 La actividad experimental cualitativa y exploratoria como generadora de construcción de explicaciones	20
2.2.1 La experimentación cualitativa exploratoria.....	22
2.2.2 El uso de la actividad experimental cualitativa exploratoria en entornos escolares virtuales.....	23
2.2.3 Generación de explicaciones en la construcción de conocimiento en el aula	24
3. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.1 Enfoque y método.....	28
3.2 Contexto de la investigación.....	30
3.2.1 Criterios de selección de los participantes.....	31
3.2.2 Compromiso ético de investigación.....	31
3.3 Estrategias para el registro de la información.....	34
3.4 La secuencia didáctica.....	35
3.4.1 El mundo de las leyes de Newton.....	37
3.5 Plan de análisis.....	43

3.6 Las categorías de investigación	45
4. HALLAZGOS Y ANALISIS	49
4.1 Disposición de los medios materiales en la experimentación como generadores de espacios de disertación y modificación de los procedimientos.....	49
4.2 Construcción de explicaciones a partir de las actividades experimentales del sentido otorgado a los resultados generados durante los procedimientos materiales.....	51
5. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS Y CONSIDERACIONES FINALES.....	57
5.1 Reflexión como maestros de matemáticas y física	57
5.2 Reflexione la implementación de la secuencia didáctica	58
5.3 Conclusiones derivadas de la investigación	59
Anexos.....	60
Referencias Bibliográficas.....	73

Lista de tablas

Tabla 1 Subcategorías	44
Tabla 2 Categorías de Investigación	45
Tabla 3 Toma la iniciativa para la modificación del experimento	49
Tabla 4 Toma de la palabra para expresar sus puntos de vista frente a las observaciones realizadas	50
Tabla 5 Utiliza las observaciones para argumentar y dar respuesta a los cuestionarios frente a los resultados obtenidos	51
Tabla 6 Asocia los resultados observados al reproducir los experimentos con los conocimientos previos sobre las leyes de Newton	52
Tabla 7 Otorga significado a cada ley de Newton a partir de los experimentos asociados a ellas	53
Tabla 8 Da razones y explica como un evento observado dentro de la actividad experimental permitiendo definir cada una de las leyes de Newton	55

Lista de figuras

Figura 1 Compromiso ético de investigación	32
Figura 2 Actividad de desarrollo	38

Resumen

En esta investigación se evalúa las contribuciones que pueden ser generadas al proceso de conceptualización de las leyes de Newton por parte de los estudiantes de décimo, a partir del desarrollo de una secuencia didáctica basada en la experimentación exploratoria. A pesar de que se puede encontrar investigaciones de este tema, es importante mencionarlos, ya que como docentes no nos centramos en este tema, que es algo importante en el quehacer como docente de física, porque la experimentación exploratoria es muy importante para generar adquisición conceptual permitiendo que tanto el docente como el estudiante pueda comprender el fenómeno sobre las leyes de Newton. Se aplica la investigación cualitativa, basándose en el estudio de casos, donde permite recopilar toda la información necesaria mediante la interacción con el entorno, para poder diseñar la secuencia didáctica, teniendo en cuenta el objetivo de la investigación. La interpretación de toda esa información que se obtuvo mediante la interacción con los estudiantes de un colegio oficial en Guarne, donde posibilita la vinculación de forma activa y dinámica, para alcanzar la comprensión del fenómeno de las leyes de Newton.

Palabras clave: secuencia didáctica, investigación cualitativa, experimentación exploratoria.

Abstract

This research evaluates the contributions that can be generated to the conceptualization process of Newton's laws by tenth grade students, from the development of a didactic sequence based on exploratory experimentation. Although research on this topic can be found, it is important to mention them, since as teachers we do not focus on this topic, which is something important in the work as a physics teacher, because exploratory experimentation is very important to generate conceptual acquisition allowing both the teacher and the student to understand the phenomenon of Newton's laws. Qualitative research is applied, based on case studies, where it allows to collect all the necessary information through interaction with the environment, in order to design the didactic sequence, taking into account the objective of the research. The interpretation of all that information that was obtained through the interaction with the students of an official school in Guarne, where it enables active and dynamic links to achieve an understanding of the phenomenon of Newton's laws.

Keywords: didactic sequence, qualitative research, exploratory experimentation.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento y Justificación del Problema

Mediante la experiencia en la vida académica y partiendo de las prácticas docentes que se pudieron observar de manera virtual en la Institución Educativa Romeral, se pudo evidenciar la inquietud de diseñar una propuesta pedagógica basada en la experimentación exploratoria para un acercamiento a la construcción conceptual de las leyes de Newton, por lo cual se pudo observar mediante la interacción en las clases de física, que la experimentación puede ser más difícil llevarla a cabo, ya que se puede presentar problemas de materiales, técnicos, como el internet, el computador dado que muchos estudiantes no cuentan con ésta herramienta, entre otras.

A continuación, se amplía de manera más puntual, los aspectos considerados como problemáticos a la hora de hablar de experimentación en las clases de física, durante el trabajo en modalidad virtual, en medio de la contingencia de Covid-19

De acuerdo con lo observado y conversado con la maestra cooperadora, durante la virtualidad no solo se han dificultado los espacios de clases con los estudiantes, sino también llevar a cabo los procesos de experimentación, usualmente porque se considera que para ello se debe contar con instrumentos especializados, se puede evidenciar que los estudiantes en casa no tienen dichos instrumentos, incluso no los puede tener al alcance en los colegios, pero este no es el único problema, puesto que existen otras situaciones de orden material y de concepción de la actividad experimental, que incluso antes de la pandemia, dificultaban llevarla a cabo.

Lo más recurrente es que se encuentre un problema en la forma de presentar la actividad experimental a los estudiantes, pues casi siempre se piensa en una guía de laboratorio para poderla llevar a cabo, la experimentación tipo receta (Hodson, 1994) como una guía no es

adecuada, porque se estaría formando al estudiante para que adquiriera técnicas de laboratorio, en vez de entender la experimentación como esa habilidad que se puede tener en cuenta durante la clase para que los estudiantes se motiven y puedan participar adecuadamente en cada situación.

Ahora bien en ciertas instituciones educativas se lleva a cabo espacios de experimentación como: la transcripción de datos, que estos resultados se puede encontrar en libros de texto, y estos espacios apropiados para que el estudiante comprenda, interactúe, se exprese y analicen en un espacio específico (laboratorio), toda vez que se puede evidenciar que en muchas instituciones educativas no poseen los recursos económicos para equiparlas con un laboratorio científico sin embargo existen otras alternativas que faciliten desarrollar la experimentación tales como con materiales reciclables, entrevistas, vídeos, debates científicos, y/o investigaciones en bibliotecas tanto virtuales como presenciales, “La práctica de la ciencia es el único medio de aprender a hacer ciencia y de experimentar la ciencia como un acto de investigación” (Hodson, 1994, p. 310).

Otra problemática que se deriva de lo mencionado, en relación con las nuevas dinámicas en la escuela por cuenta del Covid-19, es que en ocasiones se considere que los estudiantes tengan que estar vigilados para llevar a cabo la experimentación, no es necesario que el docente tenga que estar pendiente de cada paso que da el estudiante para llegar a un análisis, a una observación, a una comprensión, hay que dejar que ellos exploren, desarrollen, modifiquen todo lo que consideren adecuado para llegar a una posible solución pero siempre dejar que se exprese, según su forma de pensar, de entender y analizar cada proceso de la actividad experimental que se lleva a cabo, no se puede justificar que no se hace una experimentación porque el docente no puede estar vigilando el proceso, el estudiante debe ser autónomo en la búsqueda de su propia

comprensión de ese fenómeno según como lo entienda y los conceptos que tenga de ese tema, como lo puede adecuar para encontrar las posibles soluciones.

Una de las razones, por las que se considera que se debe vigilar a los estudiantes, es porque, como ya se dijo anteriormente, se tiene la concepción de que la actividad experimental debe hacerse en un laboratorio, dotado de instrumentos de medición sofisticados, lo anterior se centra en el hecho de que se le dé demasiada importancia a la toma de datos numéricos. Los maestros usualmente centran su atención cuando van al laboratorio a todo ese proceso de formalización, porque todas las acciones van enlazadas en el proceso de registros de datos, a partir de una experimentación guiada, esto quiere decir, todos aquellos procedimientos y el diseño ya preestablecido en un marco de teorías (Romero y Aguilar, 2013).

No se debería presentar solamente descriptiva o narrativa, un paso a paso que pretenda reforzar todo ese cúmulo de teorías, sino dejar que la experimentación tenga vida propia (García, 2011), pues usualmente se pierde esa riqueza que se halla en el que se comunique, y se cree situaciones de reflexión en sí mismo, de observar toda esa riqueza de conceptos que puede estar detrás de él, dejar que cada estudiante observe fenómenos, tomen datos, hagan registros, que interactúe con los instrumentos de laboratorio.

La experimentación puede generar en los estudiantes un pensamiento más creativo, donde el docente puede ver la actividad experimental, como un medio para verificar los conocimientos empíricos que tienen sobre el fenómeno que se va desarrollar en clase o como una base para elaborar, crear nuevos conocimientos, pero teniendo en cuenta que la actividad experimental cumple un papel muy importante en la enseñanza, ya que con la actividad puede permitir vincular la interacción entre ella con todo el proceso de construcción de magnitudes y las diferentes formas de medida, además puede generar problemas conceptuales donde el estudiante debe

analizarlo, verificarlo para poder llegar a una comprensión del fenómeno que se está estudiando, para una actividad experimental se debe tener en cuenta como parte fundamental la medición donde en ella se puede extraer datos que se puede encontrar en el contexto que lo rodea, por medio de un buen uso de aparatos o instrumentos que se tenga en el alcance, ya que por medio de la medición puede ser una base para una comprensión más exacta del fenómeno.

1.2. Antecedentes de Investigación

A continuación, se va a presentar investigaciones que sirvieron como guía para poder dar posibles soluciones a la inquietud que surgió en el aula de clase de modo virtual, en este caso en el diseño de una secuencia didáctica basada en la experimentación exploratoria, para un acercamiento a las leyes de Newton.

En los antecedentes se tiene en cuenta la investigación de pregrado titulada “la actividad experimental como facilitadora en la construcción del concepto de fuerza en los primeros grados de bachillerato” de la universidad de Antioquia, a cargo de Jairo Augusto Amaya Arroyave.

En esta investigación se puede observar que los estudiantes consideran la física como una ciencia que sólo surge de una manera espontánea, monótona, por ende, no tiene cambios, conduce a una memorización de series de algoritmos, donde en ocasiones se enfoca en la verificación de teorías, dejando a lado toda esa parte de exploratoria. El autor tiene como finalidad analizar el proceso de construcción de una conceptualización de teorías mediante las aplicaciones de actividades experimentales, que como se menciona anteriormente, se debe tener en cuenta en las clases toda la parte de exploración para generar motivaciones y

participaciones en los estudiantes, además incentivarlos por medio de las actividades que favorezca la reflexión, donde puede ser de ayuda para la comprensión del fenómeno.

La relación que enlazan estas dos investigaciones, es la concepción que tiene los estudiante referente a la física, que surge de forma monótona, sin motivación, donde la finalidad de esta investigación es evaluar las contribuciones que pueden ser generadas al proceso de conceptualización de las leyes de Newton a partir del desarrollo de una secuencia didáctica basada en la Experimentación Exploratoria, donde lo primordial es la parte de la exploración para poder generar en el aula, motivación por parte de los estudiantes, para así obtener un pensamiento crítico reflexivo, que les permita una comprensión del fenómeno.

El otro antecedente que se tiene en cuenta es la investigación titulada “procesos argumentativos de profesores de ciencias en el marco de la experimentación cualitativa” de la universidad de Antioquia, a cargo de Juan Fernando Guzmán Restrepo y Cristina Restrepo Olaya.

En esta investigación se puede observar, que es importante reflexionar de las concepciones que tiene los profesores de ciencias sobre el papel que desempeña el experimento en la construcción del conocimiento científico, además es primordial generar propuestas de enseñanza que resalten el papel del lenguaje en la construcción de conocimiento, donde se fundamente en la experimentación cualitativa, por ende los autores: Juan Fernando Guzmán Restrepo y Cristina Restrepo Olaya, tiene como finalidad resaltar algunas contribuciones de una propuesta pedagógica fundamentada en la experimentación cualitativa a la formación de profesores en relación con reflexiones sobre la Naturaleza de la Ciencias, aspectos que se debe tener en cuenta en las clases para la construcción del conocimiento científico y fortalecer el lenguaje en los estudiantes mediante la interacción de la experimentación cualitativa.

Estas dos investigaciones se compactan en el papel que desempeña el experimento en la construcción del conocimiento científico, mediante una secuencia didáctica para fortalecer el lenguaje en los estudiantes para la construcción de nuevos conocimientos teniendo como fundamento la experimentación cualitativa, con el fin de generar contribuciones que pueden ser generadas en el proceso de conceptualización de las leyes de Newton, a partir de una secuencia didáctica basada en la experimentación exploratoria, para que los estudiantes puedan comprender con más facilidad el fenómeno.

1.3. Pregunta de Investigación

¿Qué tipo de contribuciones pueden generarse a partir del diseño y ejecución de una secuencia didáctica basada en la Experimentación Exploratoria, para el acercamiento conceptual a las Leyes de Newton por parte de los estudiantes de décimo de la IE El Romeral?

1.4. Objetivos de Investigación

1.4.1. General

Evaluar las contribuciones que pueden ser generadas al proceso de conceptualización de las leyes de Newton por parte de los estudiantes de décimo de la IER El Romeral, a partir del desarrollo de una secuencia didáctica basada en la Experimentación Exploratoria

1.4.2. Específicos

- Identificar aspectos relacionados con los procesos llevados a cabo por los estudiantes para la conceptualización de las leyes de Newton, a través de los registros sobre los procedimientos realizados en la actividad experimental exploratoria.
- Interpretar las explicaciones construidas por los estudiantes durante el desarrollo de la actividad experimental exploratoria, orientadas hacia la comprensión y conceptualización de las leyes de Newton.

2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS

2.1. El trabajo científico como construcción colectiva de conocimiento

De acuerdo con las consideraciones clásicas acerca del trabajo científico, que se pueden encontrar a partir del análisis de textos derivados de la epistemología, la sociología y la antropología de la ciencia, que el trabajo científico se trataba de una actividad por medio de la cual se plantean teorías que se derivan de procesos guiados por un método, cuya rigurosidad consistía en darle validez, por medio de una secuencia de pasos que aseguraba su funcionamiento y generalización.

Se buscaba entonces el establecimiento de un método único, un método científico, como se puede entender a partir de los aportes de Auguste Comte, considerado como el padre del positivismo. Con dicho método se pretende eliminar cualquier tipo de subjetividad en la enunciación de una teoría, en la confirmación de ésta a partir del planteamiento de hipótesis y luego a partir de la observación y procesos de verificación y comprobación darles validez a los resultados obtenidos, para realizar generalizaciones teóricas.

Luego con los aportes principalmente de Popper (1996), se cuestionan algunos procedimientos y resultados del método científico, que buscaban complementarlo para hacerlo más fuerte en relación con la validez que se le podía otorgar a una teoría, es así como se consideran los procedimientos de falsabilidad; luego con Lakatos (1983), se refuerzan las ideas acerca del falsacionismo de Popper, y plantea el denominado Programa de Investigación Científica, que pretende mantener una idea central de una teoría, llamada núcleo fuerte y permite la revisión constante de hipótesis auxiliares acerca de la teoría que pueden ser modificadas a lo largo del tiempo, complementando y consolidando la teoría de base.

Para los fines de este trabajo de investigación, se consideran más representativos los aportes de Kuhn (1969), dado que además de considerar que puede existir un método o forma de proceder para el establecimiento y validación de teorías científicas, también expuso cómo el trabajo científico no se da a partir de un sólo individuo, sino en un grupo o comunidad científica, y cada comunidad científica, de acuerdo a su contexto y realidades, van modificando y adecuando los métodos que les permite el anunciamiento de una teoría científica. Así pues, se rescatan dos aportes importantes y es el considerar que el conocimiento científico surge a partir de la interacción entre individuos, comunidades científicas, y que éste no necesariamente tiene que desprenderse del seguimiento riguroso de un método único, pues cada comunidad va definiendo sus criterios en la validación de sus teorías, en relación además con las otras comunidades científicas, con las que se entablan procesos de disertación que promueven la producción de explicaciones y formas de proceder experimentalmente, con la intención de corroborar o deducir elementos que aporten a la consolidación de un concepto científico.

Kuhn (1969), abre entonces el panorama de la concepción que se tenía de trabajo y desarrollo científico, del cual se rescatan dos ideas fundamentales en esta investigación, el trabajo científico no es individual, se requiere de un grupo de personas o comunidad científica y la experimentación no cumple un papel solo verificador o falsacionista, sino que hace parte de la constitución del conocimiento, en tanto genera espacios de disertación y búsqueda de consensos entre los integrantes de dicha comunidad.

Se considera entonces que, para el establecimiento del conocimiento científico, no solo hace falta el desarrollo de ideas en relación con un fenómeno, sino que además es importante la consideración de la actividad experimental como posibilitadora o generadora de explicaciones que conlleven a generar espacios de disertación. Para dichos espacios es necesario contar con un

grupo de personas, entre las cuales se busca un consenso, es precisamente de lo que se ampliará a continuación.

Teniendo en cuenta los planteamientos de Iglesias (2004) el conocimiento científico se necesita una recopilación de datos a partir de las experiencias en el cual va construyendo conocimientos que se mantiene en constante cambio con sus respectivas explicaciones, para poder analizar, comprender mucho mejor cada fenómeno que se va estudiar o ya estudiado, pero para esto debe comprobar cada procedimiento que se requiera, por medio de una detallada observación y experimentación. En la ciencia o en cualquier tipo de conocimiento debe estar enlazado el pensar y el hacer, como la relación entre la teoría y el experimento, que es muy importante para poder entender el mundo que nos rodea.

Lo anterior en relación con el conocimiento científico es muy importante en los procesos de producción, validación, en todo tipo de contexto, y cobra una gran relevancia en el caso de un entorno educativo, cuando se considera el enlace con la actividad experimental, en los entornos educativos es usual que se asuma el experimento solo para tomar datos, medidas e implementarlos en la manipulación de instrumentos ya adquiridos, asumen que existe una separación entre la teoría y la experimentación, porque se considera que en la construcción de una teoría, la actividad experimental no influye, y en la parte de la ejecución o realización de una actividad experimental la teoría tampoco influye, esto a causa de las influencias de corte positivista en relación con la concepción del trabajo científico, pero desde otras perspectivas, la actividad experimental no interviene en la teoría como un simple verificador de datos, hipótesis o teorías ya estructuradas, sino que contribuye para potenciar la observación, un mejor favorecimiento en el planteamiento de problemas para una mejor construcción de magnitudes y diferentes formas de medidas. Romero & Aguilar (2013) afirma “Se considera el experimento

como una actividad en estrecha relación con las construcciones conceptuales y, en consecuencia, íntimamente ligada a la organización de nuevas maneras de explicación y comprensión de los fenómenos físicos” (p. 07).

La teoría y la actividad experimental, van enlazados como un complemento el uno del otro cada vez más refinados en la elaboración conceptual de teorías y más en los procedimientos y las técnicas experimentales, lo que permite así incentivar a los estudiantes en las construcciones de explicaciones a fenómenos físicos que pueden observar en su vida cotidiana, estas construcciones se pueden dar a partir de implementar y analizar por medio de las actividades experimentales que movilicen procesos discursivos, en una relación con todo aquello que se quiere observar, percibir, hacer y representar para un entendimiento adecuado del fenómeno. Lo anterior se tiene en cuenta para asegurar que la actividad experimental siempre va a estar presente de forma importante para las clases de física, ya que se puede incentivar al estudiante a participar, crear sus propias hipótesis y demostrarlas, para poder observar toda esa riqueza conceptual que se puede encontrar en ellas, dejar que tenga vida propia, que hable y exprese todos los comportamientos encontrados (Romero y Aguilar, 2013).

Un aporte muy importante considerado en esta investigación, es el encontrado en los trabajos sobre la constitución de un concepto científico de Ludwik Fleck (1979), el cual expone que la ciencia es una construcción de conocimiento colectiva. Teniendo en cuenta estos planteamientos es que Tomas Kuhn plantea la concepción de Comunidades Científicas, de lo que ya se habló en párrafos anteriores.

Fleck (1979) plantea entonces que el conocimiento es el producto de una construcción colectiva, en la cual no se pueden desconocer influencias externas de la cultura, en su trabajo sobre la consolidación del concepto de la Sífilis expone dos conceptos que pueden ser retomados

y adecuados en el ámbito educativo, ellos son Estilo de Pensamiento y Colectivo de Pensamiento, los cuales se ampliarán a continuación.

El conocimiento es una construcción social, es una dependencia para un colectivo de pensamiento como la estrecha relación entre maestro y estudiante, que de esta manera se puede adquirir un sentimiento de solidaridad intelectual, que puede ser generado por las costumbres, culturas y formación de cada uno de los individuos, que son factores que puede dar inicio a una enseñanza, aprendizaje con una disposición a percibir y actuar conforme a un estilo, que puede ser constituido por todos aquellos saberes previos que tiene los estudiantes, que son conocimientos ya conocidos, por el cual se pueden renovar, expandirse y comprender los nuevos conocimientos, por ende conocer no es un proceso individual, más bien es el resultado de una actividad social que está en constante interacciones y cambios para poder tener nuevos conocimientos

2.2. La actividad experimental cualitativa y exploratoria como generadora de construcción de explicaciones

A continuación, se expondrá un pequeño marco de conceptualización que va permitir conocer más sobre la actividad experimental cualitativa y exploratoria, que puede ser un elemento fundamental en el momento de desarrollar la clase de física y más para llevarlo a cabo en la construcción del conocimiento mediante la experimentación, en entornos virtuales, una situación actual que ha convocado a los docentes a reflexionar sobre su quehacer educativo. Mediante este tipo de experimentación se pueden generar entornos de motivación y participación para los estudiantes.

2.2.1 La experimentación cualitativa exploratoria

La experimentación cualitativa exploratoria se puede considerar como ese acercamiento científico que podemos abordar en una investigación, donde no se ha podido encontrar sus posibles respuestas a todas las inquietudes que condujeron a llevar esa investigación a cabo, es necesario tomar distancias de posturas que defienden que el experimento es un procedimiento que se realiza para validar una teoría o una hipótesis, que la teoría y la experimentación deben estar separadas o en que primero debe ser la teoría y después la experimentación.

Contrario a lo anterior se resalta que “la teorización y experimentación deben ser reconocidos como pares entre los que no hay un primero: La teoría no es el rey” (Ferreiros y Ordoñez, 2002, p.48). Estos dos conceptos deben estar enlazados como esos elementos fundamentales para desarrollar una buena explicación en las clases de física, donde la actividad experimental aparte de refutar una teoría, debe ser un elemento de reflexión, donde el experimento tenga vida propia, se comunique y por medio del análisis el estudiante interprete todo lo que comprendió del fenómeno que se estudió.

De acuerdo con los planteamientos de Ferreirós y Ordoñez (2002) la experimentación cualitativa y exploratoria tiene una estructura, la cual se compone de tres procedimientos:

Un procedimiento material: son todos aquellos aparatos o instrumentos que se necesitan, para observar, verificar y controlar el funcionamiento en cada procedimiento, en él se estaría fortaleciendo el conocimiento práctico.

Un modelo instrumental: en este aspecto se implica el diseño, realización e interpretación del experimento, para llegar a una comprensión conceptual más detallada, mediante la interacción con el aparato o la instrumentación.

Modelo fenoménico: consiste en la comprensión conceptual de cada uno de los aspectos del fenómeno y sin esta información no podría ser interpretado.

De lo anteriormente expuesto, queda la consideración de que la experimentación cualitativa exploratoria se debe considerar como una forma de construcción de conocimiento de forma flexible, para poder generar un conocimiento científico y potenciar el lenguaje en el aula de clase, generando en ella la motivación y la participación de los estudiantes.

Por ende, se puede decir que “los experimentos cualitativos han sido una parte fundamental de los procesos de formación de conceptos (parte indispensable de los procesos de formación de datos)” (Ferreiros & Ordoñez, 2002, p. 62). Además, el docente debe tener claro que, para poder lograr una buena experimentación cualitativa en el aula, debe haber un buen lenguaje, una buena explicación de todo el proceso que se debe hacer en la actividad experimental, y así el estudiante llega a una buena comprensión, se puede generar además una construcción de conceptos, y además se puede lograr una formación más detallada en la construcción del conocimiento.

2.2.2 El uso de la actividad experimental cualitativa exploratoria en entornos escolares virtuales

En este momento la educación ha tenido un gran cambio donde se tuvo que adaptar la presencialidad por la virtualidad, que ha conllevado a los docentes a una rigurosa reflexión de cómo adaptar toda su clase sin perder el objetivo, en este caso el área de física, también tuvo un gran cambio porque se puede observar que la teoría se separa de la experimentación, donde todo el mecanismo para la enseñanza de esta ciencia debe ser tipo exposición de ejercicios y teorías, dejando así a un lado la parte de la actividad experimental, generando en los estudiantes una desmotivación por aprender cada día más y falta de participación conceptual y procedimental en

ellos, por eso se tiene que pensar, analizar, cómo enlazar estos dos elementos fundamentales para la enseñanza de la física y a la vez a la construcción del conocimiento, donde se puede observar que la clase va generar más motivación y participación por parte de los estudiantes, a pesar de que se cuente únicamente con una plataforma virtual.

El uso de los experimentos virtuales puede generar una nueva alternativa de enseñanza que permite relacionar las actividades experimentales tradicionales con las tecnologías actuales de tal manera que permitan abrir nuevas perspectivas que no se limite a ilustrar conceptos de manera teórica y así los estudiantes puedan interpretar mejor sus resultados, pero es importante tener en cuenta la diferencia que hay entre los experimentos virtuales y las aplicaciones que pueden generar otros fines educativos, teniendo en cuenta que es una alternativa, y no se puede adquirir o acceder a equipos de laboratorio. Luque, Araújo & Acosta (2006) afirman:

Se va a entender por laboratorio virtual a un programa que simula el experimento real pero no de una manera animada o “caricaturesca” donde los elementos del experimento real no se observan o se intentan mostrar cosas que nunca se van a observar en realidad como por ejemplo un electrón, una trayectoria definida de un cuerpo o un sistema cartesiano líneas de campo, etc (p. 02).

En esta investigación se apuesta por la idea de experimentos virtuales, de corte cualitativo exploratorio, en el cual el estudiante, no tiene que estar necesariamente vigilado por un docente, y tiene la posibilidad de utilizar otros elementos adicionales en sus experimentos, modificar algunos procedimientos y luego compartir su experiencia en un espacio dedicado para la exposición de explicaciones, de preguntas y cuestionamientos entre pares y docente.

Con lo anterior dentro de ésta investigación se considera que para la clase de física en tiempos de confinamiento y utilización de plataformas virtuales, es recomendable considerar la experimentación cualitativa exploratoria, sobre todo cuando se trata de iniciar una temática, cuando se trata de conceptualizar y acercarse a un concepto físico nuevo, como lo expone García (2011) la actividad experimental exploratoria “suele estar presente en las primeras fases del desarrollo de una ciencia, pero que no por ello es menos valiosa que los elementos cruciales (experimentación cuantitativa guiada) en la estructuración de la ciencia” (p. 04), y esto se asocia con lo que los estudiantes hacen una vez que se les propone este tipo de actividades, con la finalidad de empezar a acercarse a un concepto físico, esto puede ser fundamental para propiciar en los estudiantes una construcción del conocimiento, que pueden favorecer los procesos discursivos para una mejor comprensión de los fenómenos.

2.2.3 Generación de explicaciones en la construcción de conocimiento en el aula

Todo lo anteriormente expuesto, conlleva a entender que no se trata de llevar a los estudiantes, a unos conceptos donde solo con la experimentación se va refutar o confirmar una teoría, sino donde por medio de actividades también se puede generar espacios para la construcción de explicaciones acerca de las interacciones con el medio, y así se puede desarrollar con los estudiantes un trabajo científico, donde debe estar enlazado con el pensar y el hacer, para llevar a cabo una comprensión rigurosa del fenómeno que se va estudiar o ya estudiado.

De acuerdo con los conceptos modernos de ciencia, no se debería considerar el experimento como el medio para la confirmación de una teoría o de una hipótesis, sino como un complemento de reflexión. García (2011) afirma:

La didáctica de la física, que se nutre de los aportes de la filosofía de la ciencia, encuentra en este giro elementos de reflexión fundamentales en torno al papel de experimento; éste pasa de ser verificador o demostrador de teorías para convertirse en elemento de reflexión en sí mismo y de exploración de la riqueza conceptual que encierra (p.89).

El papel del experimento en la ciencia debe ser más reflexivo, enseñarle a los estudiantes que el experimento no es solo para refutar teoría sino que debe ser un elemento de reflexión donde puedan descubrir todo el conocimiento que puede estar detrás de este, dejar que el experimento tenga vida propia, donde comunique y muestre todos los comportamientos, dejar que los estudiantes interactúen con él, que reflexionen, que intenten desarrollar las posibles soluciones que encuentre para la comprensión del fenómeno.

Los docentes también cumplen con un importante papel en la explicación dada a los estudiantes, para que puedan entender con claridad cada procedimiento, para llevar a la cabo la actividad experimental, teniendo en cuenta la necesidad que hay en las explicaciones en las clases de física, Arcá, Mazzoli & Guidoni (1990) señalan al respecto que cada estudiante tiene un mundo diferente, una forma de pensar, hacer e interactuar según sus costumbres y cultura, esto se debe tener en cuenta en el momento de dar las orientaciones en la clase de física, la preparación por parte del docente de las actividades experimentales que se va usar para comprender un fenómeno, para esto lo más conveniente es la actividad experimental cualitativa y exploratoria, que puede generar más motivación y participación por parte de los estudiantes.

Para la enseñanza de la física los docentes utilizan varias estrategias pedagógicas, la mayor parte de ellas están constituidas por ofrecer a los estudiantes explicaciones, con el propósito de una buena construcción del conocimiento, para poder llevar un desarrollo adecuado, para

sintetizar, analizar cada proceso en la construcción de la actividad experimental, se entiende por explicación ese proceso donde se transmite conocimiento dando razones o causas, con ejemplos claros y un lenguaje adecuado donde los estudiantes puedan entender lo que se le quiere enseñar.

Así pues, fomentar el uso de explicaciones por parte de los estudiantes, que los conlleve a procesos de construcción de conocimiento en el aula, debe ser un proceso de flexibilidad, donde el papel del lenguaje, debe ser de mucha importancia para una buena argumentación, para así poder acercarse al conocimiento científico en el aula, desarrollando en los estudiantes una mirada crítica pero a la vez reflexiva, donde se va llevando a cabo dependiendo de cómo ven y entienden el mundo que los rodea, para poder comprender y buscar las posibles soluciones del fenómeno que se está estudiando, se debe tener en cuenta en el proceso teórico - práctico, ya que es un elemento fundamental para la enseñanza de la física. García (2011) afirma:

“El debate sobre la relación teoría- práctica o sobre el papel de la teoría versus el experimento es antiguo en filosofía de la ciencia; lo relevante, que consideramos aquí, son los nuevos enfoques que surgen. Vamos a mostrar dichos enfoques, pero primero consideraremos la razón del cambio en la manera de percibir la naturaleza de la ciencia por parte de la filosofía de la ciencia” (p. 90).

Como se mencionaba anteriormente, en la construcción del conocimiento se debe tener en cuenta cómo el estudiante percibe la naturaleza, como piensa, analiza e interactúa con su entorno, pero el docente cumple un papel muy importante en el proceso de explicación de un concepto, que depende del lenguaje que emplee y se exprese.

En esta investigación se considera que es una actividad experimental, toda vez que está ligada que este tipo de procesos tiene una gran importancia y en los cuales se anunciarán a continuación:

Las explicaciones en el proceso de experimentación son muy importantes ya que se puede construir modelos que permita generar preguntas y por medio de la interacción de la actividad experimental puede llegar a las posibles soluciones, pero muchas veces en las clases de física en las prácticas de laboratorio, se considera como una secuencia con el fin de obtener los resultados esperados, pero al contrario, hay que dejar que la actividad experimental hable por sí misma para poder hacer una recontextualización donde pueda generar una construcción del conocimiento, porque no es solamente saber los procedimientos o teorías sino la interacción que hay con el experimento.

3. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Este capítulo está centrado en los aspectos metodológicos enlazados con la propuesta de investigación, donde se describe el enfoque y el método implementado en el contexto para buscar las posibles soluciones a la investigación.

3.1. Enfoque y Método

En una investigación es importante tener un método, porque se va tener todos los procedimientos para poder alcanzar el objetivo, además es una serie de pasos a seguir, para poder responder o encontrar las posibles soluciones a la pregunta de investigación, lo esencial es encontrar la solución adecuada para cada situación, para ello se debe tener en cuenta dos puntos esenciales, el cómo se recolectó y cómo se analizó toda la información que obtuvimos para llegar a las posibles soluciones de cada situación.

Teniendo en cuenta la importancia de un método y los referentes teóricos anteriormente descritos, esta investigación aborda algunas estrategias para poder llegar al objetivo y encontrar las posibles soluciones, en torno a las contribuciones que se puede generar a partir del diseño y ejecución de una secuencia didáctica basada en la experimentación exploratoria, para un acercamiento conceptual a las leyes de Newton. Por lo consiguiente esta investigación va encaminada con un enfoque cualitativo, dado que se interactúa con los estudiantes y con los datos, para comprender lo que dicen, lo que expresan, donde este enfoque va centrado en las personas y no es un método basado en los números.

Una investigación con enfoque cualitativo permite comprender con más profundidad, todas aquellas incógnitas que surgen, como el por qué, cómo, qué, se puede determinar una acción o un comportamiento, además se puede describir desde las observaciones de una interacción, sus

actitudes, los pensamientos que podemos evidenciar mediante se va desarrollando el diagnóstico para así poder construir toda la información que se necesita para cada proceso de la investigación.

Con lo anterior, Sarduy (2007) señala:

La investigación cualitativa permite hacer variadas interpretaciones de la realidad y de los datos. Esto se logra debido a que en este tipo de investigación el analista o investigador va al “campo de acción” con la mente abierta, aunque esto no significa que no lleve consigo un basamento conceptual, como muchos piensan. El hecho de tener mente abierta hace posible redireccionar la investigación en ese momento y captar otros tipos de datos que en un principio no se habían pensado.” (p.7).

Esta investigación tiene el enfoque cualitativo, dado que se debe recopilar información durante el trabajo con los estudiantes, construir luego los datos, analizarlos con gran detalle, para así poder comprender cada comportamiento que exprese el grupo, ya que tiene como base ser una investigación flexible e interactiva.

Por lo tanto, se enlaza para esta investigación el enfoque cualitativo con el Estudio de Caso con el propósito de desarrollar una comprensión más concreta sobre la investigación que se está elaborando, donde abarca una realidad o un tema específico, se conecta con la investigación cualitativa, porque se necesita toda la recopilación detallada de la información, obtenida durante la lectura de contexto.

El estudio de caso es una forma de llevar a cabo un acontecimiento físico que permite una mayor conceptualización del fenómeno que se está estudiando, mediante la observación, la interpretación, el análisis muy detallado, que está en constante interacción en el entorno a investigar, donde se registra las diferentes conductas, expresiones de las personas que hacen

participes en el estudio del fenómeno, hay estudios de casos que no son solamente para evaluar, pero muchas de las interpretaciones que se obtiene de cada detalle pueden ser de carácter evaluativo. Yin (como se citó en Martínez, 2006) afirma: el método de estudio de caso es una herramienta valiosa de investigación, y su mayor fortaleza radica en que a través del mismo se mide y registra la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado, mientras que los métodos cuantitativos sólo se centran en información verbal obtenida a través de encuestas por cuestionarios (p. 167).

En esta investigación se opta por el estudio intrínseco e instrumental, porque se estudia un caso, pero a la vez porque se aprende sobre ese caso en particular y el estudio de caso es un medio que posibilita ir más allá de esa comprensión de ese fenómeno que se estudió o se desea estudiar.

3.2. Contexto de la Investigación

La investigación se realizó con la participación de un grupo de estudiantes del grado décimo, de la Institución Educativa Romeral, la cual se encuentra ubicada en el departamento de Antioquia, en la vereda Romeral, del municipio de Guarne, entre las edades de 15 y 16 años, con quien se trabajó en el horario habitual de las clases.

El desarrollo de la secuencia didáctica se llevó a cabo, mediante un entorno virtual, por medio de la plataforma Meet, donde muchos de los estudiantes se conectaban desde sus computadores o celulares, también se pudo observar que muchos de ellos no tienen acceso a un internet en sus hogares y tenían que colocar datos móviles a los celulares para poder ingresar, sin importar las dificultades que podrían tener los estudiantes, participaban de una forma adecuada de las actividades experimentales, que se plantearon para un acercamiento a la conceptualización de las Leyes de Newton.

3.2.1. Criterios de selección de los participantes

La selección del grupo para esta investigación, se dio de forma voluntaria, donde cada estudiante confirmó su participación, de forma que se encontraban interesados en la ejecución de la secuencia didáctica para tener un acercamiento a la conceptualización de las Leyes de Newton, se tuvo en cuenta todo el proceso que se estaba desarrollando en el acompañamiento de todos los encuentros virtuales, para hacer un diagnóstico y análisis del contexto, se pudo observar que cada estudiante asistía de forma responsable y con motivación por aprender y comprender el tema a estudiar.

Con lo anterior para llevar a cabo el desarrollo de la secuencia didáctica, se aplicó un protocolo ético, para tener un consentimiento informado y firmado por los padres de familia o acudiente y estudiante, para así poder registrar todo el diagnóstico y el análisis que se pudo encontrar, observar en el desarrollo de la secuencia didáctica, que como se mencionó anteriormente, se llevó a cabo en un entorno virtual, donde unas de las prioridades fue el acceso a internet y un computador, celular o Tablet.

3.2.2. Compromiso ético de investigación

Figura 1. Consentimiento ético



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

Protocolo de compromiso ético y Consentimiento informado para participantes de investigación¹

Estimado padre de familia y estudiante:

Usted ha sido invitado a participar en el Proyecto de Investigación titulado *diseño de una secuencia didáctica basada en la experimentación exploratoria para la construcción del concepto físico de las leyes de Newton a partir de la herramienta del aprendizaje basado en diseño*, cuyos investigadores son los estudiantes Leidy Daniela Jaramillo Mazo de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia, bajo el acompañamiento de la profesora Yaneth Liliana Giraldo Suárez Profesora de Cátedra, en calidad de asesora.

El objetivo del estudio es recopilar datos de los estudiantes mediante grabaciones, fotos que permita analizar y poder encontrar las posibles soluciones para el trabajo de investigación. Dicho trabajo de investigación se realizará con la participación de los estudiantes de la Institución Educativa Romeral, me interesa conocer y analizar los aportes de la experimentación exploratoria en el proceso de construcción del concepto físico de las leyes de Newton a partir de la herramienta del aprendizaje basado en el diseño.

Procedimiento: En caso de aceptar la participación en esta investigación, le será entregado en dos sesiones de la clase de física, que se llevara a cabo con los estudiantes del grado decimo, la construcción de experimentos sobre las leyes de Newton.
Si Usted está de acuerdo, se realizarán registros fotográficos y se grabará en audio y video donde se evidenciara todo el proceso de la construcción de los experimentos durante las clases con los estudiantes, con la única finalidad de tener registrada toda la información y poder analizarla.

Beneficios: En caso de participar de manera completa de las actividades propuestas, consideramos que como beneficios de dicho proceso está el desarrollo de una idea más completa del trabajo científico, aporta con cada una de las participaciones para dar una posible solución a la pregunta de investigación.
Finalmente, la institución educativa de la cual usted hace parte, se beneficia en cuanto a un aporte metodológico que supone el desarrollo de éste tipo de actividades, dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, que pueden seguir siendo aplicados y en dónde usted puede convertirse en un replicador de ésta experiencia.

Confidencialidad / Devolución de la información: La información obtenida en el estudio será de carácter confidencial, y se guardará el anonimato. Esta información será utilizada únicamente por los estudiantes integrantes de la investigación, para el posterior desarrollo de informes y publicaciones



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
SEMINARIO DE PRÁCTICA II
LINEA DE INVESTIGACIÓN



La enseñanza y el aprendizaje de la física y las matemáticas: rol de la experimentación en la enseñanza de la Física

en textos de divulgación y en revistas científicas. Para asegurar la confidencialidad de sus datos, Usted quedará identificado(a) con un número, o con un seudónimo, y no con su nombre, lo que garantizará el compromiso de los investigadores de no identificar las respuestas y opiniones de los participantes de modo personal.

Todos los análisis y resultados del estudio le serán dados a conocer en primera instancia a Usted, para su conocimiento y validación. Igualmente, una vez terminado el estudio, se hará un encuentro con todos los participantes para presentar los hallazgos y conclusiones; esto con la intención de recibir sus observaciones y sugerencias, las cuales serán tenidas en cuenta en el informe final.

Riesgos Potenciales/Compensación: Su participación en este estudio no involucra ningún riesgo o peligro para su salud física o mental. Los encuentros se realizarán **de manera virtual/No se realizarán encuentros presenciales** lo cual evitará que Usted tenga que desplazarse a otros lugares, **evitando así riesgos de contagio por COVID-19**. Es importante precisar que Usted no recibirá pago alguno por participar en el estudio, y tampoco tendrá costo alguno para Usted, sin embargo, al hacer parte de su proceso de aprendizaje dentro del área de física, se tendrá en cuenta en la evaluación y valoración final que su profesor titular pueda otorgarle al finalizar el periodo escolar.

Participación Voluntaria/Retiro: Su participación en este estudio es voluntaria. Su decisión de participar o no, no afectará sus derechos como estudiantes de la Institución Educativa Romeral. Si usted decide participar en este estudio, es libre de cambiar de opinión y retirarse en el momento que usted así lo quiera, sin recibir ningún tipo de sanción; en tal caso, la información que se haya recogido hasta la fecha será descartada y eliminada del estudio.

Datos de contacto:
Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar a los estudiantes Leidy Daniela Jaramillo Mazo, Teléfonos: 301 626 8620 e-mail: ldaniela.jaramillo@udea.edu.co, y a la profesora Yaneth Liliana Giraldo Suárez, profesora asesora de la investigación, teléfono 3235254346, e-mail yaneth.giraldo@udea.edu.co

Agradecemos desde ya su colaboración, cordialmente:

Leidy Daniela Jaramillo Mazo
Yaneth Liliana Giraldo Suárez

3.3. Estrategias para el registro de la Información

En esta investigación se obtiene la información para la recopilación de datos mediante una lectura de contexto, un análisis, donde inicialmente se acude a un registro de información obtenida mediante las clases de manera virtual por la plataforma Meet, donde se pudo analizar más detallado los audios y videos de la secuencia de la clase, fotografías, procedimientos realizados por los estudiantes, observaciones y participaciones realizadas mediante el desarrollo de la secuencia didáctica.

Con todos los registros, anotaciones que se iba realizando mediante los estudiantes hacían partícipe del desarrollo de esta investigación, se pudo continuar con la transcripción de cada uno para poder realizar un análisis detallado de la investigación cualitativa exploratoria que se desarrolló, en el cual se interpretó tomando como referencia las categorías de investigación necesarias para obtener el diagnóstico y el estudio de problema.

La secuencia didáctica se orientó mediante los objetivos planteados para la clase según la actividad y el fenómeno que se va a trabajar, para el desarrollo de cada actividad los estudiantes intervinieron con aportaciones sobre el tema que se estaba tratando, generando el método del foro o el debate, con cada una de sus participaciones. Como se mencionó anteriormente se desarrolló por medio de la plataforma Meet, por el cual se observó que muchos de los estudiantes no tenían facilidad a una conexión de internet estable sino por medio de los datos que recargaba a sus celulares, y enviaban sus evidencias por la aplicación Whatsapp, todas esas aportaciones verbales, fotográficas o escritas, permitieron desarrollar el análisis de esta investigación.

3.4. La Secuencia Didáctica

La secuencia didáctica es un material esencial para un docente para poder tener una organización de aprendizaje en el cual se desarrollará con los estudiantes, hay que tener en cuenta que una secuencia didáctica debe integrarse con el proceso de evaluación, así que sea diagnóstica, formativa o sumativa, además una secuencia didáctica, es uno de los factores esenciales para poder tener una clase amena, fortalecer la motivación, la participación y los estudiantes puedan tener la facilidad de comprender y entender el tema tratado o a tratar.

Toledo y Hervás (2008) afirma: es toda unidad de trabajo de duración variable, que organiza un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje y que responde, en su máximo nivel de concreción, a todos los elementos del currículo: qué, cómo y cuándo enseñar y evaluar. (...) la unidad didáctica supone una unidad de trabajo articulado y completo en la que se deben precisar los objetivos y contenidos, las actividades de enseñanza y aprendizaje y evaluación, los recursos materiales y la organización del espacio y el tiempo, así como todas aquellas decisiones encaminadas a ofrecer una más adecuada atención a la diversidad del alumnado. (p.18).

Con lo anterior, una secuencia didáctica es un conjunto de elementos en el cual permite enseñar y aprender, tener un conocimiento recíproco, teniendo en cuenta los objetivos, los contenidos que se va enseñar, toda una organización completa con materiales, espacio, tiempo, pero para eso se debe tener en cuenta una línea de secuencias, a continuación, Díaz (2013) nos afirma:

La línea de secuencias didácticas está integrada por tres tipos de actividades: apertura, desarrollo y cierre.

Actividades de apertura: El sentido de las actividades de apertura es variado en un primer momento permite abrir el clima de aprendizaje, si el docente logra pedir que trabajen con un

problema de la realidad, o bien, abrir una discusión en pequeños grupos sobre una pregunta que parta de interrogantes significativas para los alumnos, éstos reaccionaron trayendo a su pensamiento diversas informaciones que ya poseen, sea por su formación escolar previa, sea por su experiencia cotidiana.

Actividades de desarrollo: Las actividades de desarrollo tienen la finalidad de que el estudiante interactúe con una nueva información. Afirmamos que hay interacción porque el estudiante cuenta con una serie de conocimientos previos —en mayor o menor medida adecuados y/o suficientes— sobre un tema, a partir de los cuáles le puede dar sentido y significado a una información.

Actividades de cierre: Las actividades de cierre se realizan con la finalidad de lograr una integración del conjunto de tareas realizadas, permiten realizar una síntesis del proceso y del aprendizaje desarrollado (pp. 5 - 11).

Esta línea de secuencia se debe tener en cuenta en el momento de planear la secuencia didáctica, de igual forma las actividades deben tener una perspectiva de evaluación para el docente y el estudiante, desarrollando un pensamiento crítico y sumativo.

La secuencia didáctica de esta investigación se basa, en la actividad experimental exploratoria, como herramienta para una exploración conceptual sobre las leyes de Newton, para llevarla a cabo con estudiantes de décimo, con el fin de evaluar las contribuciones que puede generar el proceso de conceptualización de las leyes de Newton, a partir del desarrollo de una secuencia didáctica que se basa en la experimentación exploratoria, así se puede promover además todo el proceso discursivo, desarrollando en el estudiante el pensamiento crítico y reflexivo de cada

procedimiento que realice de la secuencia didáctica, para la realización de esta se tuvo en cuenta la línea de secuencia didáctica que propone Díaz (2013), ya mencionados anteriormente.

3.4.1 El mundo de las leyes de Newton

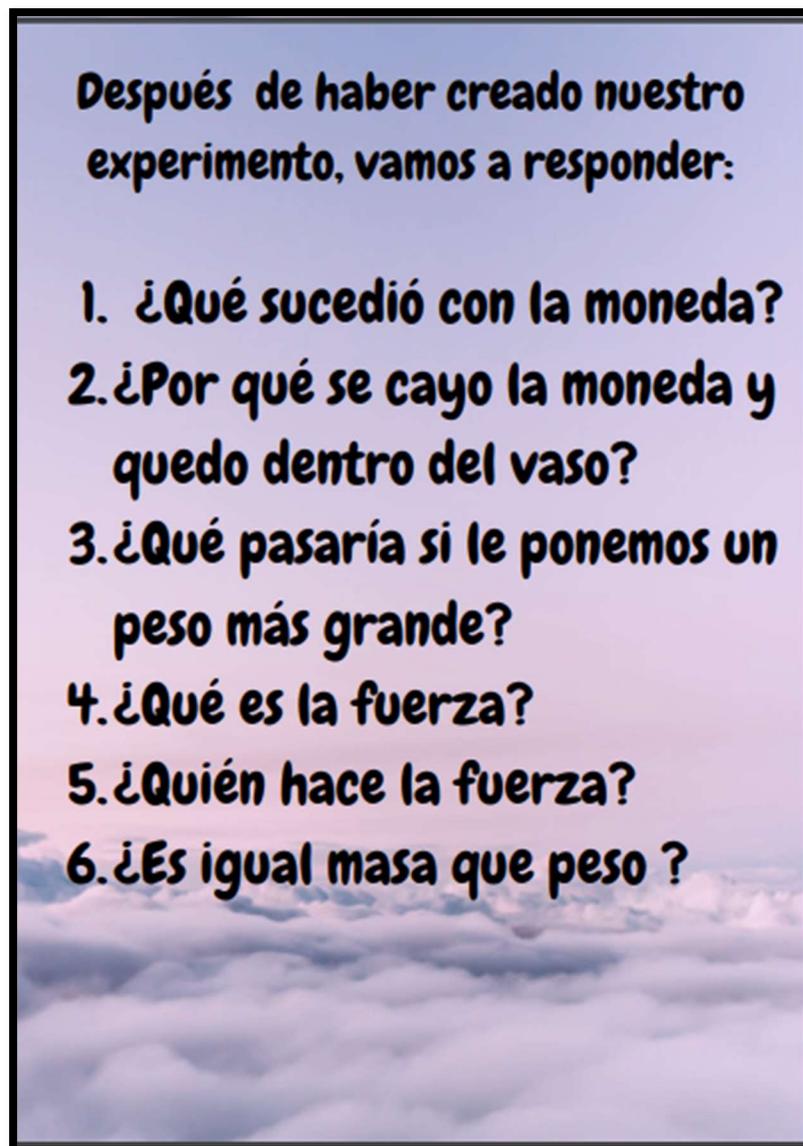
La secuencia didáctica está conformada por tres sesiones, que se va desarrollar por medio de actividades experimentales, con el fin de evaluar las contribuciones que puede generar el proceso de conceptualización de las leyes de Newton, a partir del desarrollo de una secuencia didáctica que se basa en la experimentación exploratoria, para esta secuencia no se tuvo materiales disponibles ya en la casa sino con materiales que a los estudiante le den más facilidad de encontrar y poder llevar a cabo cada uno de los procedimientos de las actividades experimentales, además se puede posibilitar al estudiante crear nuevas conceptualizaciones del fenómeno a comprender y así generar espacios de socialización por medio de la plataforma Meet, donde el estudiante pueda expresar por medio del diálogo, todo el análisis y la comprensión del fenómeno que se llevó a cabo.

Para la elaboración y desarrollo de esta secuencia didáctica se basó en el planteamiento de Díaz (2013), donde contribuye los tres tipos de actividades para ser integradas en la línea de secuencia didáctica, en el cual se encuentra organizada de la siguiente manera:

Actividades de apertura: para dar inicio al desarrollo de esta secuencia didáctica, se inició con la actividad experimental, llevando a cabo los procedimientos para un acercamiento y a conceptualización de las leyes de Newton, mediante una interacción de los materiales para tener una adquisición en la construcción de nuevos conocimientos y/o modificar los preconceptos que tengan los fenómenos que se puede encontrar en las leyes.

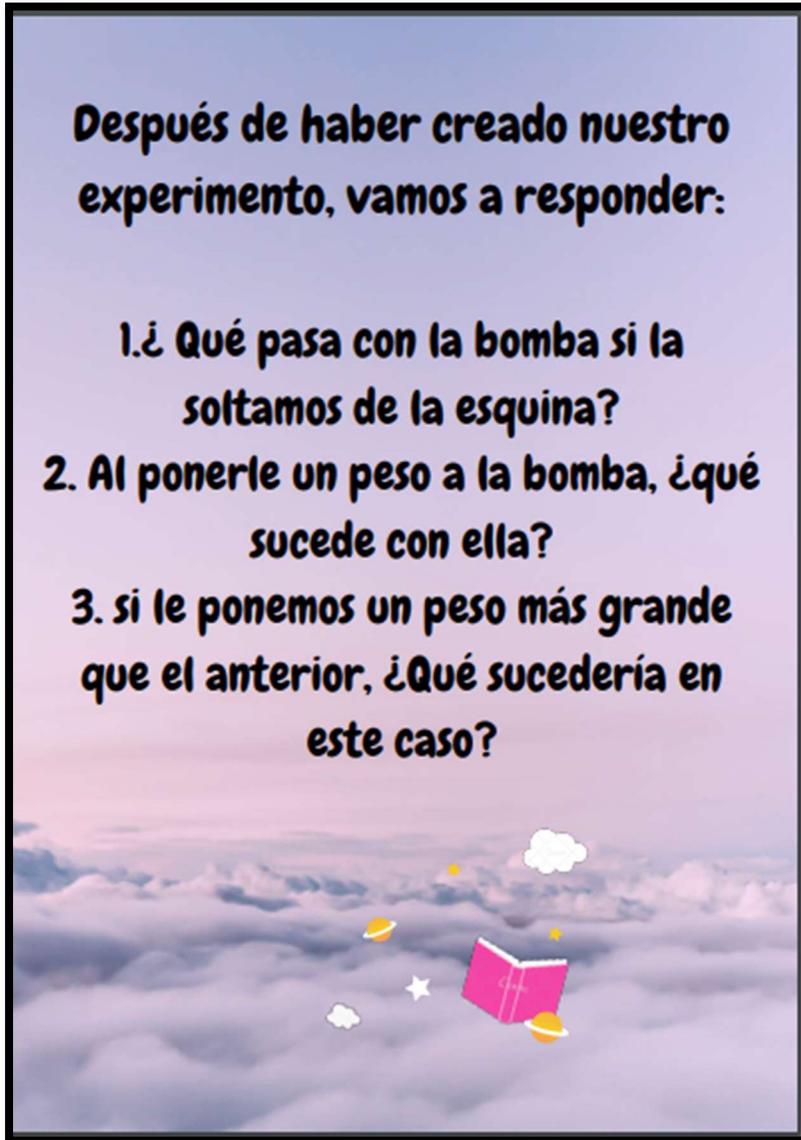
Actividades de desarrollo: Para continuar con el desarrollo de esta secuencia didáctica, se plantearon unas preguntas para guiar la sesión de socialización, donde el estudiante podrá expresar todos sus conocimientos, interpretación y como comprendió el fenómeno que se iba estudiar de cada ley.

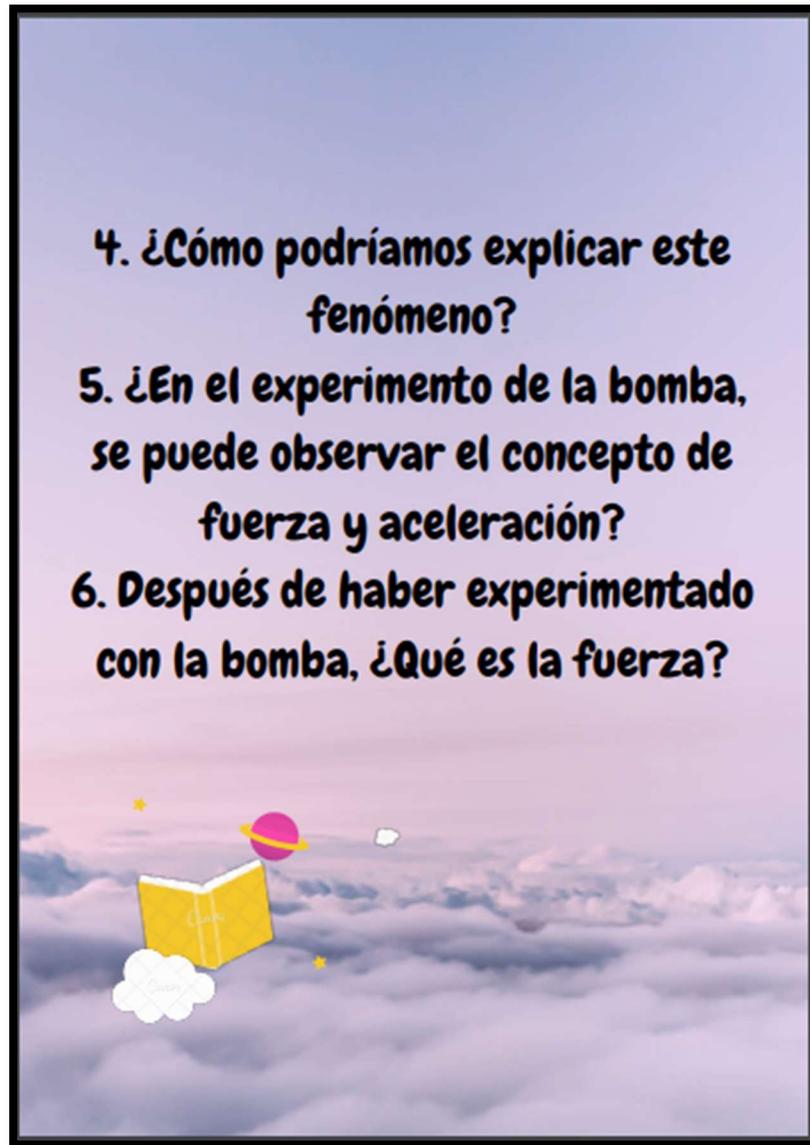
Figura 2. Actividad de desarrollo



Después de haber creado nuestro experimento, vamos a responder:

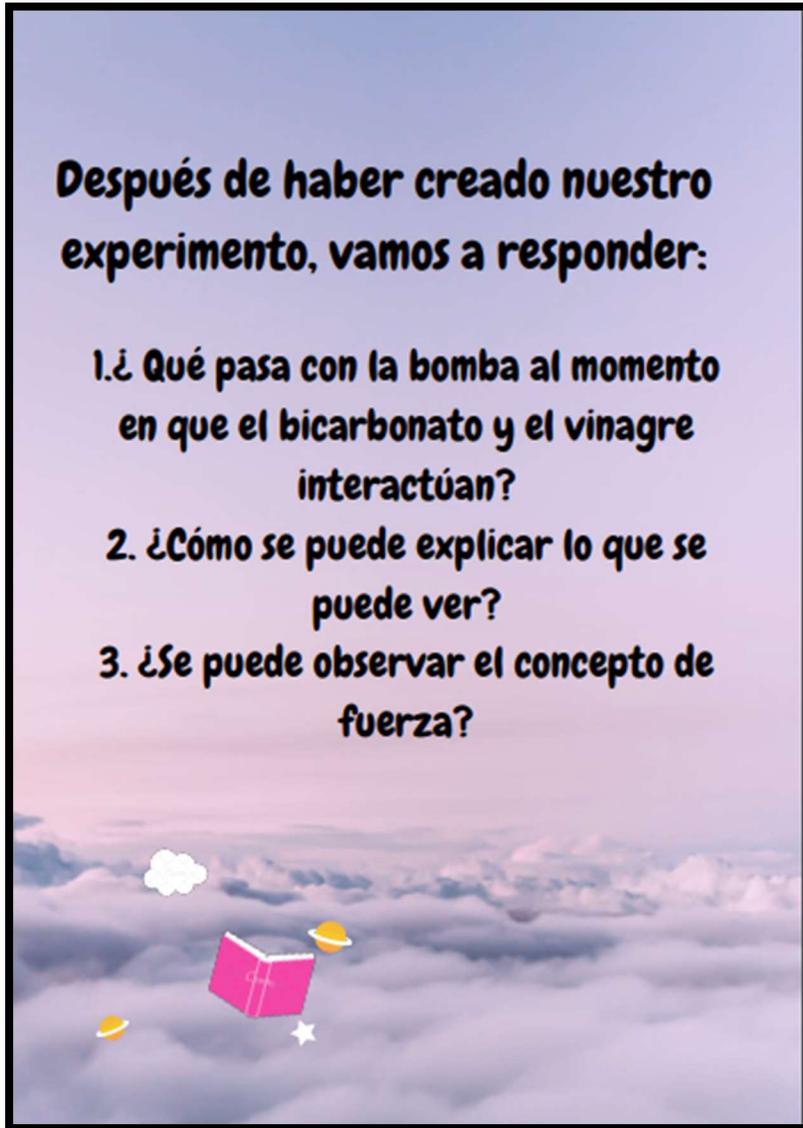
- 1. ¿Qué pasa con la bomba si la soltamos de la esquina?**
- 2. Al ponerle un peso a la bomba, ¿qué sucede con ella?**
- 3. si le ponemos un peso más grande que el anterior, ¿Qué sucedería en este caso?**

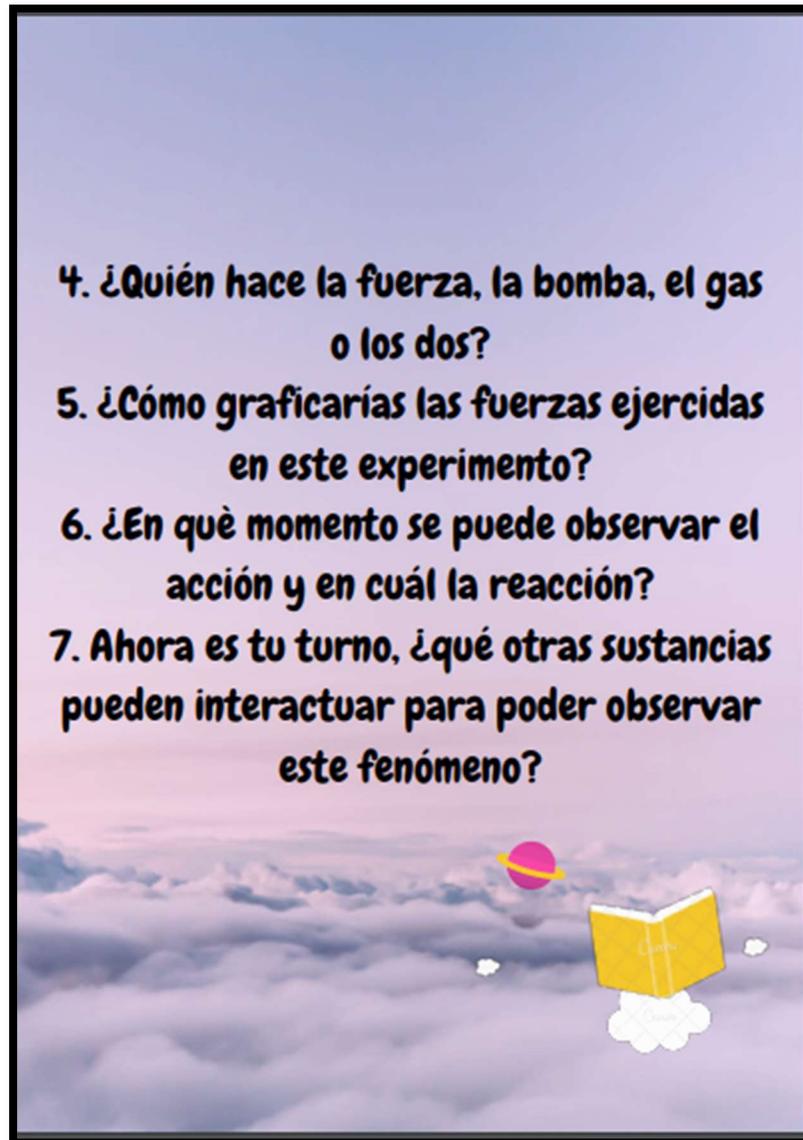




Después de haber creado nuestro experimento, vamos a responder:

- 1. ¿Qué pasa con la bomba al momento en que el bicarbonato y el vinagre interactúan?**
- 2. ¿Cómo se puede explicar lo que se puede ver?**
- 3. ¿Se puede observar el concepto de fuerza?**





Actividad de cierre: Al culminar el desarrollo de la secuencia didáctica por medio de actividades experimentales, se pudo observar después de cada clase, que el objetivo que se quería alcanzar en cada uno de los fenómenos, se pudo lograr, evidenciando en cada uno de los registros, tanto audio como en los escritos.

3.5. Plan de Análisis

De acuerdo con los planteamientos de Piñuel (2002), en esta investigación se realizó un análisis de contenido, teniendo en cuenta que este resulta del conjunto de procedimientos de interpretación que se realiza, a partir de los productos obtenidos en la aplicación de la secuencia didáctica. Dichos productos son registros que se fueron obteniendo a medida que los estudiantes participaban en dichas actividades.

El objetivo de acuerdo con este autor, es la des-ocultación de la información y los significados que pueden emerger dentro de las expresiones y comportamientos de los estudiantes a medida que participaban de las actividades propuestas para cada uno de los encuentros.

Se hizo un análisis de contenido según selección de categorías, lo que implica que desde el inicio de la investigación se hace un proceso de análisis que empieza con la parte teórica que sustenta toda la construcción y diseño realizado.

De acuerdo con Cisterna (2005) se realiza una selección de temas a desarrollar, que se traducen en las categorías apriorísticas, expresadas teóricamente en aquellos tópicos que direccionan la construcción de la secuencia didáctica y la selección de la información que luego será parte de los datos que constituyen todo el material utilizado para la interpretación y análisis dentro de la investigación.

Para seleccionar la información se utilizaron las siguientes convenciones, que tienen que ver con los indicios que se van a buscar en los registros de información obtenidos, con el objetivo de organizarlas de acuerdo con cada subcategoría. Esas convenciones tienen que ver con los colores asignados a los indicios, de tal forma que cada que se encuentre parte de estos indicios en los registros de información se subrayen con dichos colores, con el fin de identificar los aportes para cada una de las subcategorías.

Tabla 1. Subcategorías e indicios

SUBCATEGORÍAS	INDICIOS
Disposición de los medios materiales en la experimentación como generadores de espacios de disertación y modificación de los procedimientos.	Durante la socialización de la actividad experimental, se evidencia la toma de iniciativa para la modificación del experimento
	Toma de la palabra para expresar sus puntos de vista frente a las observaciones realizadas
	Utilización de las observaciones para argumentar y dar respuesta a los cuestionamientos hechos frente a los resultados obtenidos
Construcción de explicaciones a partir de las actividades experimentales a partir del sentido otorgado a los resultados generados durante los procedimientos materiales.	Asociación de los resultados observados al reproducir los experimentos, con los conocimientos previos sobre las leyes de Newton

	Le otorga significado a cada ley de Newton a partir de los experimentos asociados a ellas
	Da razones y explica como un evento observado dentro de la actividad experimental permite definir cada una de las leyes de Newton

3.6. Las categorías de Investigación

Para la organización de la información registrada y la selección de información, se diseñó la siguiente tabla de acuerdo con los planteamientos de Cisterna (2005), en la cual se reúne la macro categoría y las subcategorías que guían y atraviesan todo el proceso investigativo.

Tabla 2. Categorías de investigación

MACROCATEGORIA	SUBCATEGORÍAS	INDICIOS
La experimentación exploratoria como base para un acercamiento a la conceptualización de las leyes de Newton.	Disposición de los medios materiales en la experimentación como generadores de espacios de disertación y modificación de los procedimientos.	durante la socialización de la actividad experimental, se evidencia la toma de iniciativa para la modificación del experimento

		<p>toma de la palabra para expresar sus puntos de vista frente a las observaciones realizadas</p> <p>utilización de las observaciones para argumentar y dar respuesta a los cuestionamientos hechos frente a los resultados obtenidos</p>
	<p>Construcción de explicaciones a partir de las actividades experimentales a partir del sentido otorgado a los resultados generados durante los procedimientos materiales.</p>	<p>Asociación de los resultados observados al reproducir los experimentos, con los conocimientos previos sobre las leyes de Newton</p> <p>le otorga significado a cada ley de Newton a partir de los experimentos asociados a ellas</p> <p>Da razones y explica como un evento observado dentro de la actividad experimental permite definir cada una de las leyes de Newton</p>

Macro Categoría: La experimentación exploratoria como base para un acercamiento a la conceptualización de las leyes de Newton.

Para dar respuesta a la pregunta planteada y poder otorgar significado a esta macro categoría, se divide en dos tópicos, llamados subcategorías, que desglosa el sentido del uso de la experimentación exploratoria, para fomentar en los estudiantes procesos discursivos y construcción de explicaciones, tendientes a acercarse a la conceptualización de las leyes de Newton.

Primera Subcategoría: Disposición de los medios materiales en la experimentación como generadores de espacios de disertación y modificación de los procedimientos.

Los materiales tienen un papel muy importante en cada proceso de la experimentación y más con la forma en que los estudiantes trabajan porque necesitan manipular objetos para que al mismo tiempo utilicen el lenguaje para expresar lo que está observando, lo que está analizando, para generar espacios de socialización con sus compañeros y docente, además en esta secuencia didáctica se utilizaron materiales que pueden encontrar en su entorno, con facilidad, debido a que estas experiencias están más cercano a ellos, por lo cual se le puede facilitar la construcción de su conocimiento, en el cual puede potenciar en la interacción de las actividades experimentales su desarrollo cognitivo y emocional del mismo.

Los indicios que dan cuenta de esta subcategoría son:

- durante la socialización de la actividad experimental, se evidencia la toma de iniciativa para la modificación del experimento
- toma de la palabra para expresar sus puntos de vista frente a las observaciones realizadas

- utilización de las observaciones para argumentar y dar respuesta a los cuestionamientos hechos frente a los resultados obtenidos

Segunda Subcategoría: Construcción de explicaciones a partir de las actividades experimentales a partir del sentido otorgado a los resultados generados durante los procedimientos materiales.

Con la actividad experimental el estudiante puede construir sus explicaciones del fenómeno que se está estudiando porque mediante que está en constante interacción está estableciendo una relación entre el hacer y el hablar, que le permite en su memoria construir conceptos para poder llegar a una comprensión del fenómeno y poder empezar a participar, a expresar todo lo que analizo, mediante la actividad experimental.

Los indicios que dan cuenta de esta subcategoría son:

- Asociación de los resultados observados al reproducir los experimentos, con los conocimientos previos sobre las leyes de Newton.
- le otorga significado a cada ley de Newton a partir de los experimentos asociados a ellas.
- Da razones y explica como un evento observado dentro de la actividad experimental permite definir cada una de las leyes de Newton.

CAPÍTULO 4.

HALLAZGOS Y ANÁLISIS

A continuación, se hace análisis de las sub categorías expuestas, de acuerdo con los indicios que se establecieron en cada una de ellas

4.1. Disposición de los medios materiales en la experimentación como generadores de espacios de disertación y modificación de los procedimientos.

Dentro de toda la información registrada y con la ayuda de los indicios construidos para estas subcategorías se hicieron selección de algunos fragmentos que quedaron de los estudiantes, durante las intervenciones hechas en las clases virtuales. Así pues, a continuación, se presenta la interpretación y análisis realizado con base en los sustentos teóricos tenidos en cuenta para esta investigación.

Tabla 3. Toma la iniciativa para la modificación del experimento

<i>Estudiante 1:</i>	<i>si le colocamos un objeto de poco peso se va mover más</i>
<i>Estudiante 3:</i>	<i>¿Qué pasaría si la bomba no estuviera?</i>
<i>Estudiante 5:</i>	<i>¿Qué sucede profe, si le cambia el vinagre por otro producto?</i>

En la tabla anterior se puede observar que los estudiantes tomaban la iniciativa para generar espacios de socialización, para hacer posibles modificaciones a los procedimientos que se llevaba a cabo en las actividades experimentales, que les permita generar en los estudiantes, cambiar el

contexto del fenómeno y generar nuevas comprensiones, buscando otras alternativas para llevar a cabo.

Para continuar con el análisis de la secuencia didáctica en esta subcategoría se puede encontrar la forma en que los estudiantes expresan todo el análisis que pudieron encontrar mediante la observación del fenómeno.

Tabla 4. Toma la palabra para expresar sus puntos de vista frente a las observaciones realizadas

<i>Estudiante 2:</i>	<i>como si le colocamos uno pesado su movimiento va ser más lento</i>
<i>Estudiante 1:</i>	<i>la mezcla hace la fuerza</i>
<i>Estudiante 4:</i>	<i>si no estuviera la bomba, el gas se expande en la atmósfera</i>

Los estudiantes participaban, tomaban la palabra para expresar todo lo que observaban mediante el desarrollo de la actividad experimental, haciendo levantar la mano que había la plataforma Meet, en algunas ocasiones estas participaciones generaban en la clase modelos de foro o debate dependiendo del fenómeno que se estuviera estudiando, aportaciones valiosas que se tuvieron en cuenta para el análisis de estas sub categorías.

Para culminar con esta subcategoría, a continuación, se va exponer los análisis encontrados mediante las sesiones, en el desarrollo de las actividades experimentales planteadas en la

secuencia didácticas, para estos registros se elaboró una serie de preguntas donde los estudiantes participaban de forma autónoma según sus observaciones en cada uno de los procedimientos.

Tabla 5. Utiliza las observaciones para argumentar y dar respuesta a los cuestionarios frente a los resultados obtenidos

<i>Estudiante 3:</i>	<i>La fuerza que se le hace a un objeto</i>
<i>Estudiante 4:</i>	<i>sí, por la fuerza y la masa que le pusimos a la bomba</i>
<i>Estudiante 3:</i>	<i>también hace la fuerza la bomba porque el gas queda adentro de la bomba</i>

Se pudo observar que los estudiantes tenían preconceptos y mediante la actividad experimental fueron afianzando cada una de las construcciones conceptuales que fueron generadas en cada proceso, ya que con la manipulación de los objetos adquieren más aprendizajes, puede fortalecer más el desarrollo tanto cognitivo y afectivo, en el momento que interactúa con sus compañeros y docente.

4.2. Construcción de explicaciones a partir de las actividades experimentales a partir del sentido otorgado a los resultados generados durante los procedimientos materiales.

Con todos los apuntes registrados mediante las intervenciones en las sesiones, se pudo encontrar información valiosa que sirve para hacer el análisis de esta subcategoría, a continuación, se

presenta toda la interpretación que se realizó con base a los referentes teóricos de esta investigación.

En este primer análisis se podrá observar, los resultados adquiridos mediante los experimentos con los conocimientos previos de cada estudiante sobre las leyes de Newton.

Tabla 6. Asocia los resultados observados al reproducir los experimentos con los conocimientos previos sobre las leyes de Newton

<i>Estudiante 1:</i>	<i>por la gravedad</i>
<i>Estudiante 2:</i>	<i>la cantidad del cuerpo</i>
<i>Estudiante 2:</i>	<i>se infla el globo</i>

Se puede observar que los estudiantes tenían preconceptos asociados sobre las leyes de Newton por el cual se generaban espacios de socialización, entre pares, permitiendo por medio de la experimentación una adquisición más profunda del aprendizaje, ya que se enlazan una relación entre el hacer y el lenguaje.

Se continua con otro aspecto de esta subcategoría donde se podrá evidenciar que los estudiantes mediante la interacción con el experimento, que lo enlaza con la comprensión de cada uno de los fenómenos que se va estudiar, tiene un bagaje conceptual que le permite participar de todos los aspectos que conoce de cada una de las leyes.

Tabla 7. Otorga Significado a cada ley de Newton a partir de los experimentos asociados a ellas.

<i>Primera Ley de Newton</i>	
<i>Estudiante 1:</i>	<i>Inercia</i>
<i>Estudiante 2:</i>	<i>un objeto en reposo</i>
<i>Estudiante 3:</i>	<i>La fuerza que se le hace a un objeto</i>

<i>Segunda ley de Newton</i>	
<i>Estudiante 4:</i>	<i>sí, por la fuerza y la masa que le pusimos a la bomba</i>
<i>Estudiante 1:</i>	<i>sí, por la fuerza y el peso</i>
<i>Estudiante 1:</i>	<i>dice que la aceleración de un objeto depende de la fuerza que se le hace.</i>

--	--

<i>Tercera ley de Newton</i>	
<i>Estudiante 1:</i>	<i>se puede ver una acción cuando se infla el globo.</i>
<i>Estudiante 4:</i>	<i>claro profe, si la tercera ley habla de acción y reacción</i>
<i>Estudiante 2:</i>	<i>y en este experimento la reacción se pudo ver cuando la bomba se inflo</i>
<i>Estudiante 3:</i>	<i>la acción cuando el bicarbonato y el vinagre se juntaron</i>
<i>Estudiante 5:</i>	<i>es cuando le damos una patada a un balón, la acción cuando la chutamos y la reacción cuando sale volando.</i>

Se pudo identificar más a fondo que los estudiantes para dar una explicación o una participación sobre el tema, utilizan el uso de lenguaje matemático y físico, la comprensión que se pudo identificar sobre el tema que se abordó mediante la experimentación, tenían una buena

apropiación sobre el tema y para terminar los estudiantes tenían ideas, conceptos que los acercaba a comprender, a tener un acercamiento a las leyes de Newton.

Tabla 8. Da razones y explica como un evento observado dentro de la actividad experimental permite definir cada una de las leyes de Newton

<i>Estudiante 1:</i>	<i>Con los experimentos, vimos la primera ley de Newton</i>
<i>Estudiante 2:</i>	<i>¿esto, no se relaciona con una ley de Newton</i>
<i>Estudiante 4:</i>	<i>entonces profe, esta es la tercera ley de Newton</i>

Con todo lo anterior se pudo hacer un análisis de los momentos que se llevó a cabo la secuencia didáctica para un acercamiento a las leyes de Newton, teniendo en cuenta la población y las circunstancias que se tuvieron que ejecutar, a pesar de la tecnología, el internet, se pudo realizar de una forma satisfactoria, además hacer los experimentos dirigidos, cada uno con sus materiales y estar pendientes, les permitía tener una mejor comprensión de las leyes de Newton, como nos lo señala, Luque, Araújo & Acosta (2006) afirma:

El uso del laboratorio virtual puede generar una nueva alternativa de enseñanza que permite relacionar las prácticas de laboratorio tradicionales con las tecnologías actuales de tal manera que estos medios tecnológicos permiten abrir una nueva perspectiva que no se limite a ilustrar conceptos de manera teórica, sino que sirvan de entrenamiento para que los estudiantes puedan enfrentarse a un montaje experimental con más claridad y así interpretar mejor sus resultados y hacer mediciones más eficientes (p. 01).

Los experimentos elaborados de manera virtual les permitieron a los estudiantes acercarse al concepto físico con más claridad, donde así alcanzaron a identificar y comprender con mayor facilidad las leyes de Newton, porque cada uno lo iban realizando paso a paso, observando todo lo que iba sucediendo en cada uno de su procedimiento.

Con la modalidad virtual, no fue fácil, porque muchos estudiantes se conectaban con datos no les permitía activar sus cámaras para hacer conocer sus montajes, pero muchos de ellos también compartían sus fotos, de su elaboración y sus resultados. Con todo lo anterior, se pudo identificar un acercamiento a las leyes de Newton mediante la experimentación exploratoria.

CAPÍTULO 5. IMPLICACIONES DIDÁCTICAS Y CONSIDERACIONES FINALES

5.1. Reflexión como maestros de Matemáticas y Física

Esta investigación aportó en cada proceso como estudiante de licenciatura en matemáticas y física en cada una de los acercamientos de las prácticas pedagógicas, más que en este momento que la educación en el país ha tenido que adecuarse de las clases presenciales, a las clases virtuales por la contingencia dada por el covid - 19, al iniciar el proceso, hubo como docente en formación muchas expectativas al implementar la tecnología en cada una de las clases, y no tener un buen conocimiento en la aplicación de cada una.

Mediante transcurría las clases por la plataforma virtual Meet, se sentía mucha inquietud por el desconocimiento que tenía de esa herramienta que se tenía para poder brindarles clases a los estudiantes y llevar a cabo la secuencia didáctica, ya que esta emergencia del covid - 19, sorprendió a muchos docentes, estudiantes, para una adecuación de lo presencial a lo virtual, y muchas personas no estaban capacitados de manera tecnológica para enfrentarse a una situación así, pero en el transcurso de las prácticas uno enseñaba y aprendía de los estudiantes de cada consejo que le brindaba para poder ser más accesible en la plataforma.

Otro reto que se asumió como futura maestra, es la aplicación de las actividades experimentales de forma virtual, porque ya no se cuenta con aparatos de medición en un laboratorio físico, sino que como docente se debe diseñar, todo el proceso con materiales que le quede accesible al estudiante para crear el fenómeno que se quiere estudiar en cada clase y en este caso llegar a la comprensión de cada una de las leyes de Newton mediante la experimentación cualitativa exploratoria.

5.2. Reflexione sobre la implementación de la secuencia didáctica

Al iniciar esta investigación se tuvo muchas expectativas y más en el momento que se tuvo que adecuar todo lo educativo de lo presencial a lo virtual, porque no se tenía toda la formación adecuada para enfrentarse a una situación así que fue generada por la emergencia del covid-19.

Mediante el desarrollo de esta secuencia didáctica, todas esas expectativas, miedos se fue desapareciendo de a poco, porque uno iba interactuando con todas las plataformas que se necesitaba para poder dar las clases, se iba adquiriendo experiencia, conocimiento más ambiguo sobre las tecnologías y cómo aplicarlas en el contexto educativo, más cuando se necesitaba formarse, practicar días antes todo el funcionamiento de la plataforma para poder llevar a cabo las actividades experimentales y el estudiante pueda observar, manipular y analizar cada uno de los fenómenos que se va estudiar para comprensión de cada una de las leyes de Newton, y así potenciar la motivación en clase y la participación en cada estudiante.

Una de las dificultades que se presentaron en el desarrollo de esta investigación, es la manipulación de la plataforma Meet, ya que por medio de esta se daban las clases y era el medio para llevar a cabo con los estudiantes las actividades experimentales de cada una de las leyes de Newton, pero cada vez se fue superando practicando más en horas alternas, el funcionamiento de esta plataforma o viendo videos tutoriales que permitan entender con más facilidad, todo el movimiento de esta.

Se espera en un futuro que esta investigación sea una guía para que docentes o futuros docentes puedan aplicar una secuencia didáctica, mediante la experimentación cualitativa exploratoria para un acercamiento a las leyes de Newton y todas las aportaciones que puede

brindar en las clases para potenciar la motivación y la participación en cada uno de los estudiantes.

5.3. Conclusiones Derivadas de la Investigación

Mediante el desarrollo de la secuencia didáctica, se podía observar que los objetivos de la investigación, se iba logrando mediante las participaciones activas de los estudiantes, después de llevar a cabo cada procedimiento que conduce a una comprensión de cada una de las leyes de Newton.

Se pudo evidenciar en cada espacio de socialización, generados después de la interacción en las actividades experimentales para un análisis de cada procedimiento que conllevaba a una comprensión del fenómeno que se estaba estudiando, además en las participaciones de los estudiantes se podía escuchar y observar las contribuciones que generaba la secuencia didáctica basada en la experimentación exploratoria para un acercamiento conceptual a las leyes de Newton, en el cual también genera motivación y participación en los estudiantes mediante las observaciones y los análisis que hacían después de la comprensión de cada una de las leyes de Newton.

Anexos

1. El mundo de las leyes de Newton



Primera ley

Objetivo:

Predice el equilibrio (de reposo o movimiento uniforme en línea recta) de un cuerpo a partir del análisis de las fuerzas que actúan sobre él (primera ley de Newton).



Después de haber creado nuestro experimento, vamos a responder:

- 1. ¿Qué sucedió con la moneda?**
- 2. ¿Por qué se cayó la moneda y quedo dentro del vaso?**
- 3. ¿Qué pasaría si le ponemos un peso más grande?**
- 4. ¿Qué es la fuerza?**
- 5. ¿Quién hace la fuerza?**
- 6. ¿Es igual masa que peso ?**

Segunda ley

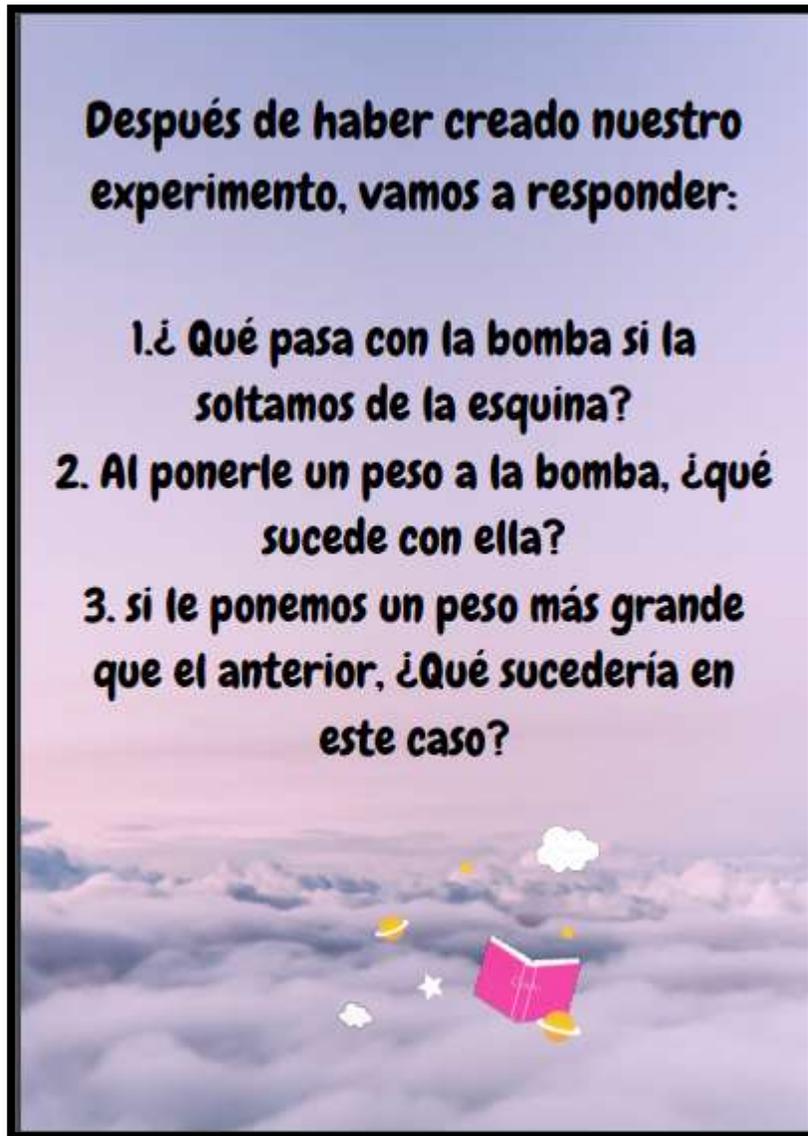
Objetivo:

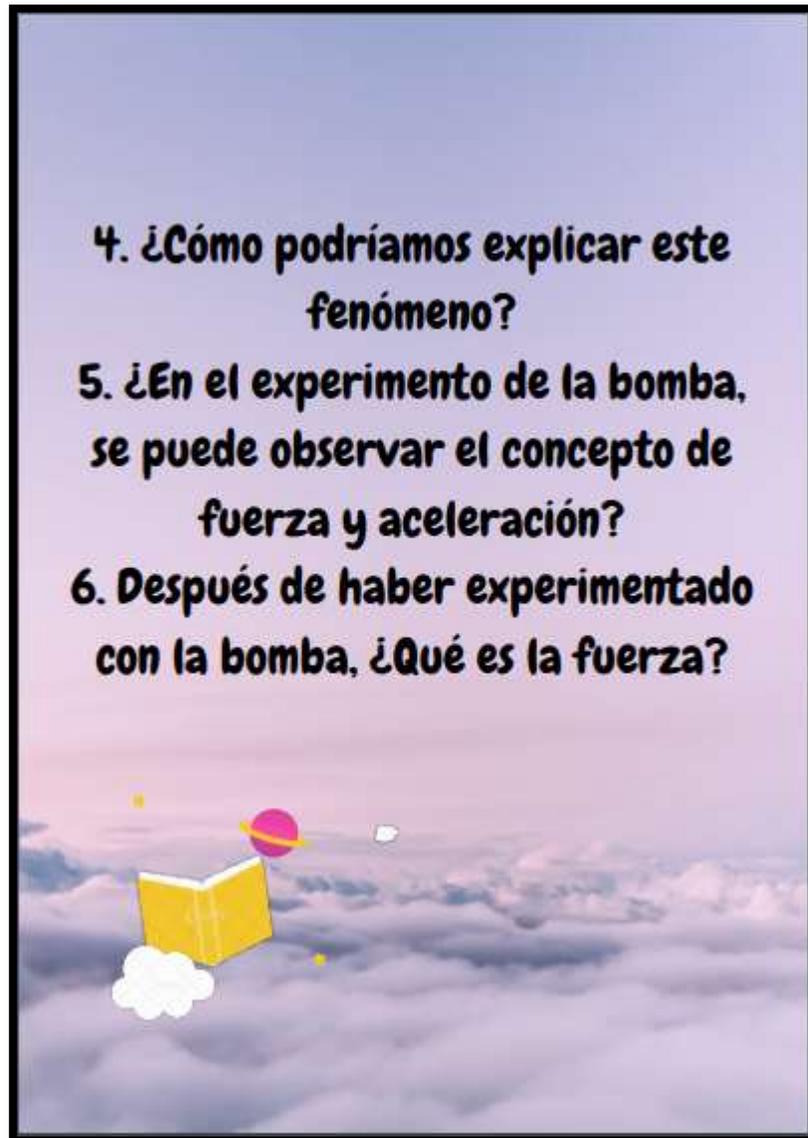
Estima, a partir de las expresiones matemáticas, los cambios de velocidad (aceleración) que experimenta un cuerpo a partir de la relación entre fuerza y masa (segunda ley de Newton).



Después de haber creado nuestro experimento, vamos a responder:

- 1. ¿Qué pasa con la bomba si la soltamos de la esquina?**
- 2. Al ponerle un peso a la bomba, ¿qué sucede con ella?**
- 3. si le ponemos un peso más grande que el anterior, ¿Qué sucedería en este caso?**





Tercera ley

Objetivo:

Identifica, en diferentes situaciones de interacción entre cuerpos (de forma directa y a distancia), la fuerza de acción y la de reacción e indica sus valores y direcciones (tercera ley de Newton).

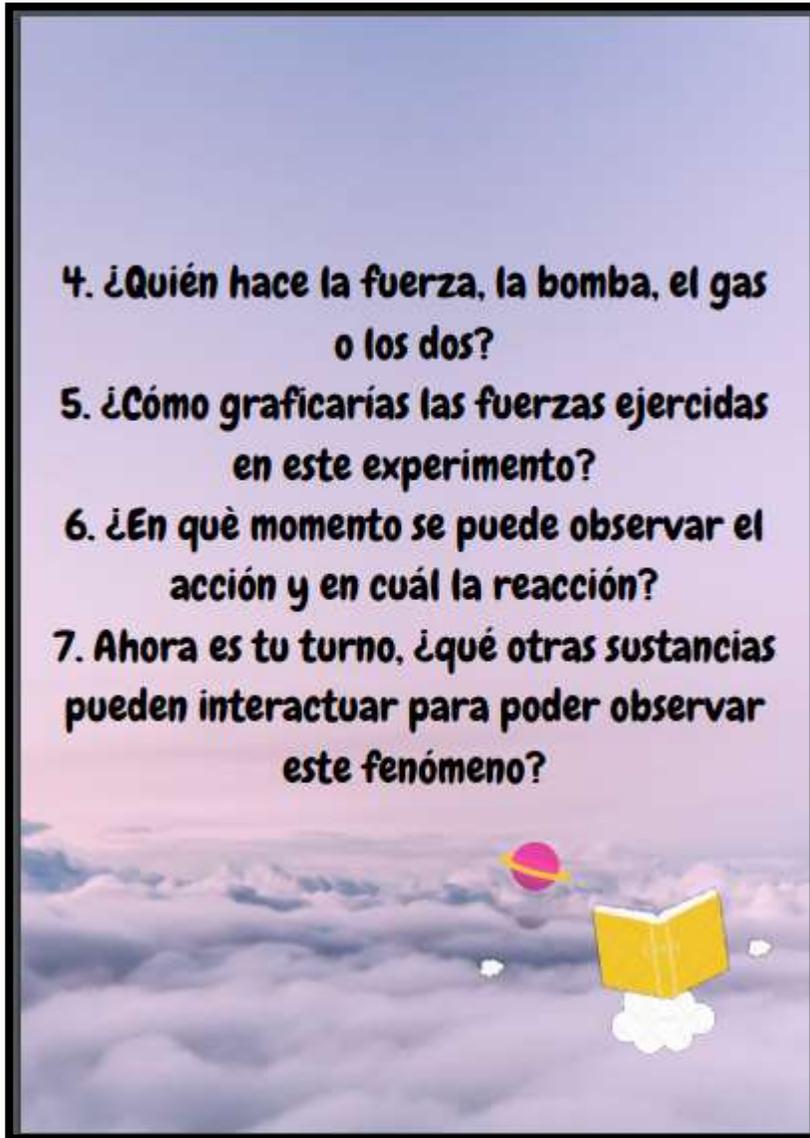


Después de haber creado nuestro experimento, vamos a responder:

- 1. ¿Qué pasa con la bomba al momento en que el bicarbonato y el vinagre interactúan?**
- 2. ¿Cómo se puede explicar lo que se puede ver?**
- 3. ¿Se puede observar el concepto de fuerza?**



- 4. ¿Quién hace la fuerza, la bomba, el gas o los dos?**
- 5. ¿Cómo graficarías las fuerzas ejercidas en este experimento?**
- 6. ¿En qué momento se puede observar el acción y en cuál la reacción?**
- 7. Ahora es tu turno, ¿qué otras sustancias pueden interactuar para poder observar este fenómeno?**



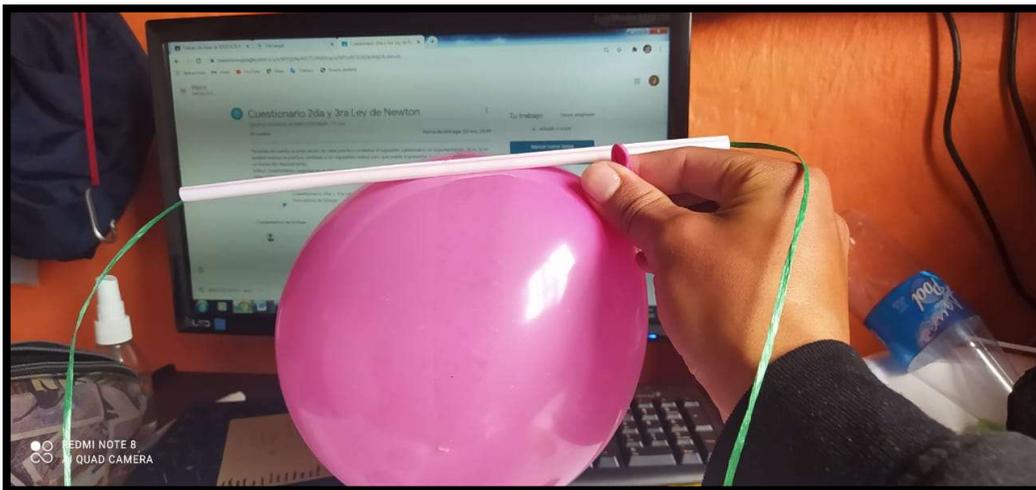
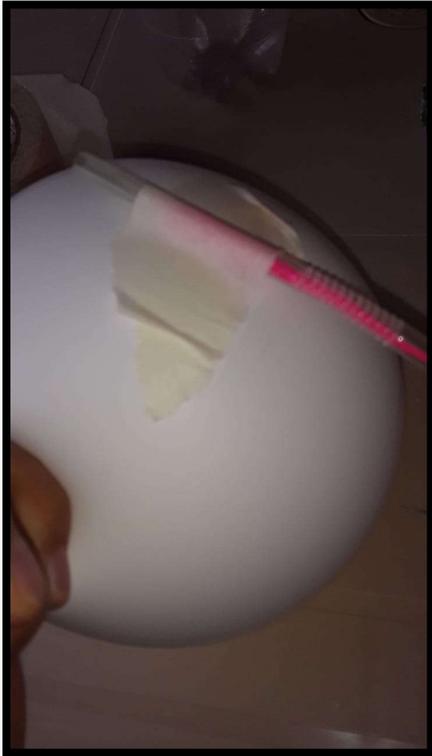


2. Registros fotográficos

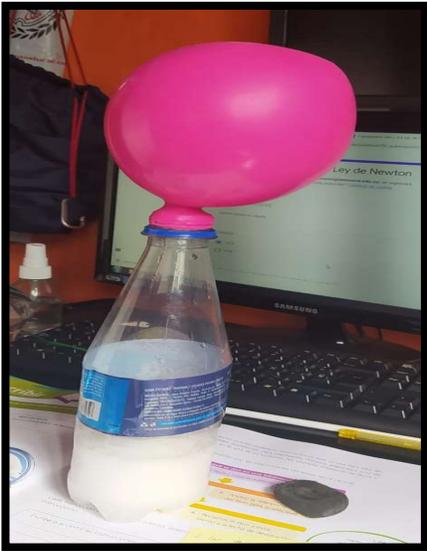
2.1 Primera ley de Newton



2.2 Segunda Ley de Newton



2.3 Tercera ley de Newton



Referencias bibliográficas

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Investigación y experiencias didácticas*, 12 (3), 299 – 313.

Romero, Á. E, Aguilar, Y. (2013). La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico. Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

García, E. (2011). Modelos de explicación, basados en prácticas experimentales. Aportes de la filosofía historicista. *Revista científica*, (No 14), 90 – 96.

Amaya, J. (2017). La actividad experimental como facilitadora en la construcción del concepto de fuerza en los primeros grados de bachillerato (tesis de pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Guzmán, J. y Restrepo, C. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias en el marco de la experimentación cualitativa (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Popper, K. (1996). *La lógica de la investigación científica*. México: Ed. Iberoamericana de México.

Lakatos, I. (1983). La metodología de los programas de investigación científica. Madrid, España: Alianza editorial.

Kuhn, T. (1969). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura económica.

Iglesias, M. (2004). El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: Una nueva perspectiva de la actividad experimental. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Fleck, L. (1979). *Genesis and Development of a Scientific Fact*. Londres: Paperback. Recuperado de: <http://www.evolocus.com/Textbooks/Fleck1979.pdf>

Ferreirós, J y Ordoñez, J. (2002). *Hacia una filosofía de la experimentación*. Revista Hispanoamericana de filosofía, vol.34, No 102, 48 – 86.

Luque, H; Araújo, J y Acosta, E. (2006). *Laboratorios virtuales* (Lic. Física). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Arcá, M; Guidoni, P y Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia. Como empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona, España: Paidós Ibérica, S.A.

Sanduy, Y. (2007). *El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa*.

Revista cubana de salud pública. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/214/21433320.pdf>

Martínez, P. (2006). *El método de estudio de caso – estrategia metodológica de la investigación científica*. Revista pensamiento & gestión. Recuperado de

<https://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>

Toledo, P & Hervás, C. (2008). *Las unidades didácticas en educación secundaria*. Aprende-IEA.

Recuperado de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/capi3UDSecundariaCapLibro2008%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/capi3UDSecundariaCapLibro2008%20(3).pdf)

Díaz, Á. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Piñuel, J. (2002). *Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Cisterna, F. (2005). *Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa*. *Theoria*, 14(1),61-71.