

**LA INTERACCIÓN ENTRE CUERPOS: FORMALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE  
FUERZA CON ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO**

**DINA LUZ MORENO SÁNCHEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN FÍSICA**

**BOGOTÁ D.C.**

**2017**

**LA INTERACCIÓN ENTRE CUERPOS: FORMALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE  
FUERZA CON ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO**

**DINA LUZ MORENO SÁNCHEZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADO EN FÍSICA**

**Asesor:**

**Profesora DIANA YISED CÁRDENAS VALBUENA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN FÍSICA**

**BOGOTÁ D.C.**

**2017**


## **Agradecimientos**

Deseo expresar mis agradecimientos a las personas que me apoyaron, acompañaron, orientaron y motivaron en la construcción y desarrollo de este trabajo, ya que éste permitió cumplir mi mayor sueño.

A mi asesora, la profesora Diana Yised Cárdenas Valbuena, por su apoyo sin condiciones, su alegría, su cariño, su paciencia, por compartirme su gran sabiduría como maestra, por su exigencia y compromiso dirigiendo esta tesis, mil gracias. Más que mi profesora fue mi ejemplo a seguir.

A mi familia, principalmente a Erley Sánchez, Alirio Moreno y Carlos Rodríguez, por su constante apoyo, por su amor incondicional, puesto que cada palabra que me daban era un motivo para seguir adelante. Por su paciencia en cada dificultad ya que me comprendieron en los momentos en los que no pude compartir espacios por dedicarme a mi formación y por animarme a continuar, pues sin sus consejos no hubiera sido posible alcanzar este gran logro.


Finalmente, a mis compañeras Dora Salinas, Sonia Cruz, Lina Goyes y Estefanía Gómez por brindarme su gran amistad, por acompañarme, colaborarme y ayudarme en tan largo proceso, por hacerme tan feliz en tantos momentos y por sus grandes y valiosos consejos.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al Pedagogista</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página IV de XIII	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	La interacción entre cuerpos: formalización del concepto de fuerza con estudiantes de grado decimo
<b>Autor</b>	Moreno Sánchez, Dina Luz
<b>Director</b>	Diana Yised Cárdenas Valbuena
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 42P.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	FUERZA, PROCESOS DE FORMALIZACIÓN, AMPLIACIÓN DE LA EXPERIENCIA, FENÓMENO, INVESTIGACIÓN ACCIÓN PEDAGÓGICA.

<b>2. Descripción</b>
<p>La presente investigación se realizó alrededor del estudio de los procesos de formalización del concepto de fuerza en un contexto escolar, particularmente con estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Departamental Mariano Santamaría. Esta idea de investigación surgió a partir de las experiencias como docente en formación en diferentes instituciones educativas públicas, en donde, mediante la observación y el análisis de las dinámicas propias de la enseñanza de la física, se evidencio que generalmente los docentes privilegian los formalismos matemáticos a la hora de enseñar el concepto de fuerza impidiendo que los estudiantes construyan sus propias explicaciones a partir de su experiencia con el mundo que los rodea.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<p>Las fuentes bibliográficas más indispensables que sustentan este trabajo son:</p> <p>Alfonso, K., &amp; Cárdenas, D. (2015). La convertibilidad como una categoría epistemológica para el estudio de los fenómenos físicos (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formando al Profesional</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página V de XIII</b>	

Pedagógica Nacional.

Arca, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia, Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. Barcelona, España: Paidós educador.

Ayala, M., Malagón, J., & Sandoval, S. (2013). Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional, CIUP.

Bausela, E. (s.f.). La docencia a través de la investigación–acción. Revista Iberoamericana de Educación, (ISSN: 1681-5653) .

Cherrez, Y. (2012). El movimiento: una propuesta para reconocer los aspectos involucrados en la formalización de conceptos físicos con estudiantes de 11 (Trabajo de pregrado). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

García, Y. (2011). Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Hertz, H. (1894). Los principios de la mecánica. En H. Hertz, Obras completas Tomo III (pág. 1). Leipzig, Alemania.


Jammer, M. (1957). concepts of force . New York, United States: Dover publications.

Martínez, D. (2013). Propuesta de enseñanza y aprendizaje del concepto “Fuerza” para niños de quinto (tesis de maestría). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Newton, I. (1686). Principios matemáticos de la filosofía natural. Londres, Inglaterra: Ediciones Altaya.

PEI. (2016). Proyecto Educativo Institucional. San Antonio Del Tequendama, Cundinamarca: IED Mariano Santamaría.

Pérez, A. (2012). Interpretación y aplicación de las leyes de movimiento de Newton: una propuesta didáctica para mejorar el nivel de desempeño y competencia en el aprendizaje de los estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al servicio</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página VI de XIII</b>	

Pozo, J., & Gómez, M. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid, España: Morata.

Restrepo, B. (s.f.). Una variante pedagógica de la investigación-acción educativa. OEI-Revista Iberoamericana de Educación, (ISSN: 1681-5653).

Rincón, L., & Rodríguez, C. (2014). Construcción de fenomenologías de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias (Trabajo de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Rodríguez, O., Romero, A., Ayala, M., Malagón, J., Aguilar, Y., & Garzón, M. (2008). Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.


Sandoval, S. (2008). La comprensión y construcción fenomenológica: una perspectiva desde la formación de maestros de ciencias (Trabajo de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.

Sandoval, S., Ayala, M., Malagón, F., & Tarazona, L. (octubre del 2016). El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia. III Congreso Nacional de Enseñanza de la Física. Ibagué, Colombia.

Zapata, J. d. (2014). Diseño e implementación de una propuesta didáctica que contribuya al aprendizaje significativo del «concepto Fuerza»: estudio de caso en el grado undécimo de la Institución Educativa Liceo Antioqueño del municipio de Bello (Tesis de maestría). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

#### 4. Contenidos

El presente documento consta de cuatro capítulos en los que se describe el desarrollo de la investigación. Un primer capítulo, *contextualización del problema*, en donde se presenta el contexto de la problemática que guía la investigación, se describen los objetivos, la importancia de la investigación, los antecedentes en los que se apoya y la metodología que la orienta. En el segundo capítulo, *la formalización del concepto de fuerza*, se muestran las reflexiones alcanzadas por la investigadora alrededor de la caracterización del concepto de fuerza y sobre la relación que

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al Presente</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página VII de XIII</b>	

existe entre la ampliación de la experiencia y los procesos de formalización en la enseñanza de la física. En el tercer capítulo, *Ampliando la experiencia: una propuesta para formalizar el concepto de fuerza*, se presenta el diseño e implementación de la estrategia de aprendizaje y una descripción de los estudiantes del IED Mariano Santamaría. Finalmente, en el capítulo cuarto, *conclusiones*, se describen las reflexiones y comprensiones alcanzadas por la investigadora, alrededor de los ejes centrales: concepto de fuerza, procesos de formalización y ampliación de la experiencia; apoyadas de los tres capítulos anteriores.


### 5. Metodología

La presente investigación se enmarco y desarrollo bajo la metodología de la investigación acción pedagógica, ya que consiste principalmente en dos aspectos, *conocer y actuar*, es decir se identifica un problema particular en la escuela desde las practicas pedagógicas, posteriormente el docente en formación genera acciones para mitigar estas problemáticas y luego analiza si esas acciones fueron pertinentes para la solución de esos problemas. Los principios que fundamentan este tipo de investigación están dirigidos hacia el cambio educativo e identifican tres funciones y finalidades básicas: investigación, acción y formulación/perfeccionamiento. Este tipo de investigación beneficia simultáneamente el desarrollo de destrezas, la expansión de la teoría y la resolución de problemas.

### 6. Conclusiones

Los mayores logros alcanzados con el trabajo de grado son:

Los estudiantes al llegar al aula de clases ya tienen conocimientos del mundo que los rodea, contruidos a partir de la interacción con su entorno, es decir desde su experiencia; por ello, en el momento I de la estrategia de aprendizaje se logró evidenciar que la mayoría de estudiantes concebían la fuerza como una propiedad intrínseca del cuerpo, que depende del tamaño del mismo. Por ello es importante que en el aula de clases se realicen experiencias en donde los jóvenes puedan relacionar su cotidianidad con lo visto en clase, de tal modo que encuentren

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>CONSEJO NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página VIII de XIII</b>	

sentido al estudio de la física, es decir, encaminarlos para que evidencien, a partir de la observación, la práctica y el análisis de su experiencia cotidiana, las características propias del concepto de fuerza, entre otros.


Así pues, en el aula de clases no se debe imponer teorías y definiciones sobre los fenómenos físicos, sino que por el contrario se debe llevar a que el estudiante construya su propio conocimiento alrededor de los fenómenos abordados en clase. Lo anterior se puede lograr a partir de situaciones que permitan relacionar las formalizaciones que han construido con el mundo físico, de tal modo que el estudiante logre organizar su experiencia y realice formalismos del mundo que lo rodea y pueda así entender las teorías físicas, es decir, en relación al ejercicio docente se logró reflexionar que en la enseñanza de la física se deben propiciar espacios en donde los estudiantes participen activamente en la creación de explicaciones de los eventos estudiados.

Aunque se puede pensar que la experiencia y la formalización no están en la misma vía, ya que la experiencia está en el mundo de lo sensible y la formalización en el mundo de las ideas (Ayala, Malagón y Sandoval, 2013) y además, generalmente los formalismos de los fenómenos físicos son entendidos como mera aplicación de algoritmos matemáticos, se pudo evidenciar que el lenguaje matemático es uno de los posibles medios de organizar los fenómenos físicos y que necesariamente para realizar procesos de formalización de algún evento es necesario tener experiencia directa con el evento mismo. Por lo anterior, la ampliación de la experiencia juega un papel importante en dichos procesos, ya que esto permite que el sujeto refuerce sus ideas y, además, obtenga nueva información que le permita caracterizar o construir explicaciones sobre el fenómeno estudiado.

Como se pudo evidenciar en los apartados anteriores, la palabra fuerza ha sido interpretada desde varios puntos de vista, pero en este trabajo se da más hincapié en la idea de que la fuerza no puede ser entendida solo como una acción sino también como una interacción. Es decir, en el estudio del concepto de fuerza no se debe pensar en un solo cuerpo, aislado o en el vacío, sino que depende del análisis de todo el sistema, en este caso la relación entre los dos cuerpos.

Por último, este proceso investigativo me permitió como docente en formación considerar al



 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Realidad al Servicio</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página IX de XIII</b>	

profesor como un investigador que cambia dinámicas en el aula con el objetivo de estimular la intervención activa de los estudiantes en la construcción de conocimiento, esto se logra a partir del dialogo entre maestro-estudiante y de la formulación de preguntas. Estas últimas permiten al estudiante realizar un proceso de indagación en el que surgen nuevas preguntas. Es así, que la pregunta permite evidenciar las comprensiones que obtienen los estudiantes.

<b>Elaborado por:</b>	Dina Luz Moreno Sánchez
<b>Revisado por:</b>	Juan Carlos Orozco Cruz y Clara Inés Chaparro Susa

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	05	06	2017
--	----	----	------

## Tabla de contenido

Introducción .....	1
Capítulo I: Contextualización del problema .....	3
1.1. Planteamiento del problema .....	4
1.2. Objetivos .....	5
1.2.1. Objetivo general .....	5
1.2.2. Objetivos específicos .....	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Estrategias e implicaciones metodológicas .....	8
1.5. Antecedentes .....	9
Capítulo II: La formalización del concepto de fuerza .....	12
2.1. A propósito del concepto de fuerza.....	12
2.2. Los procesos de formalización en la enseñanza de la física .....	17
Capitulo III: Ampliando la experiencia: una propuesta para formalizar el concepto de fuerza ...	20
3.1. Descripción de la población .....	20
3.2. Construcción de la estrategia de aprendizaje .....	21
3.3. Implementación y sistematización .....	22
Capitulo IV: Conclusiones .....	40
Referencias bibliográficas.....	43

## **Índice de tablas**

Tabla 1. Momentos, objetivos y actividades de la estrategia.....	21
Tabla 2. Análisis de resultados primera actividad- Momento 1. ....	23
Tabla 3. Análisis de resultados segunda actividad- Momento 1.....	25
Tabla 4. Análisis de resultados primera actividad- Momento 2. ....	30
Tabla 5. Análisis de resultados segunda actividad- Momento 2.....	32
Tabla 6. Análisis de resultados primera actividad- Momento 3 .....	37

## **Índice de figuras**

Figura 1. Fases de la investigación .....	9
---	---

## Índice de anexos

Anexo 1. Hulk vs La Mole.....	45
Anexo 2. Observando las fuerzas de nuestro entorno.....	47
Anexo 3. Halando y empujando.....	50
Anexo 4. Interacción.....	54
Anexo 5. Carro esferado .....	56

## Introducción

La presente investigación se realizó alrededor del estudio de los procesos de formalización del concepto de fuerza en un contexto escolar, particularmente con estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Departamental Mariano Santamaría. Esta idea de investigación surgió a partir de las experiencias como docente en formación en diferentes instituciones educativas públicas<sup>1</sup>, en donde, mediante la observación y el análisis de las dinámicas propias de la enseñanza de la física, se evidenció que generalmente los docentes privilegian los formalismos matemáticos a la hora de enseñar el concepto de fuerza dificultando que los estudiantes construyan sus propias explicaciones a partir de su experiencia con el mundo que los rodea.

Este trabajo se inscribe dentro de la línea de profundización Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva cultural, ya que, permite ver como la cultura permea las explicaciones que construye el ser humano del mundo que lo rodea. Esta investigación permite retomar y potenciar aspectos de como las explicaciones de los sujetos esta siempre demarcada por la construcción de un lenguaje, experiencia y conocimiento.

El documento consta de cuatro capítulos en los que se describe el desarrollo de la investigación. Un primer capítulo, *contextualización del problema*, en donde se presenta el contexto de la problemática que guía la investigación, se describen los objetivos, la importancia de la investigación, los antecedentes en los que se apoya y la metodología que la orienta.

En el segundo capítulo, *la formalización del concepto de fuerza*, se muestran las reflexiones alcanzadas por la investigadora alrededor de la caracterización del concepto de fuerza y sobre la

---

<sup>1</sup> INEM Francisco de Paula Santander, Colegio Gabriel García Márquez e IED Mariano Santamaría

relación que existe entre la ampliación de la experiencia y los procesos de formalización en la enseñanza de la física.

En el tercer capítulo, *Ampliando la experiencia: una propuesta para formalizar el concepto de fuerza*, se presenta el diseño e implementación de la estrategia de aprendizaje y una descripción de los estudiantes del IED Mariano Santamaría.

Finalmente, en el capítulo cuarto, *conclusiones*, se describen las reflexiones y comprensiones alcanzadas por la investigadora, alrededor de los ejes centrales: concepto de fuerza, procesos de formalización y ampliación de la experiencia; apoyadas de los tres capítulos anteriores.

## Capítulo I: Contextualización del problema

En la práctica como docente en formación se ha observado que generalmente en la enseñanza de la física la adquisición de conocimientos es aprobada a partir de la repetición de algoritmos matemáticos, los cuales pueden aplicarse a conceptos y teorías físicas. Comúnmente la formalización de los fenómenos físicos está ligada a estructuras matemáticas que si bien los estudiantes memorizan no comprenden, causando en su proceso de aprendizaje una gran dificultad.

Para esta investigación se piensa la formalización como un proceso del pensamiento en donde el estudiante organiza su propia experiencia de tal modo que pueda establecer formas de actuar y pensar frente a algún evento con el fin de construir conocimiento y es aquí donde la ampliación de la experiencia juega un papel importante ya que con ella se logra que los estudiantes se acerquen al mundo físico (Alfonso & Cárdenas, 2015).

Por ello es necesario establecer una relación entre la formalización de los fenómenos físicos y la ampliación de la experiencia dentro del aula de clases. En el desarrollo de la investigación se indagó sobre dicha relación en un caso particular, la formalización del concepto de fuerza y la ampliación de la experiencia realizada con estudiantes de la Institución Educativa Departamental Mariano Santamaría.

Aclarando que en esta investigación no se desmerita la formalización matemática de los fenómenos físicos, si no que se resalta la necesidad de que los estudiantes construyan por sí mismos estructuras conceptuales que den paso a relacionar magnitudes, de tal manera que puedan comprender la naturaleza de dichos formalismos.



## 1.1. Planteamiento del problema

Situaciones de la vida cotidiana que están asociadas al movimiento de los cuerpos, como patear un balón, halar una cuerda, bajar por un tobogán, abrir una puerta, levantar un objeto, entre otras, están directamente relacionadas con la interacción entre cuerpos, ya que por ejemplo al patear un balón, éste realiza una acción sobre el pie y así mismo el pie sobre el balón provocando que se mueva. Igualmente al levantar un objeto se observa que éste ejerce una acción sobre la persona que lo está levantando y la persona sobre él objeto para levantarlo. Así pues estos eventos se convierten en fenómenos interesantes para la elaboración de explicaciones por parte de los estudiantes acerca del concepto de fuerza, ya que al organizar su experiencia sensible el estudiante construye conocimiento, tal como afirma Hertz (1894) “nosotros siempre hacemos uso de nuestro conocimiento de los eventos que ya han ocurrido, obtenidos por observaciones casuales o por experimentos previamente arreglados, nos formamos nuestras propias imágenes o símbolos de los objetos externos” (p.1).

Desde la práctica como docente en formación se ha evidenciado que usualmente los docentes de física privilegian el uso de ecuaciones matemáticas, que los estudiantes no logran relacionar con el mundo físico, reduciendo así el aprendizaje del estudiante a un simple ejercicio de memorización de ecuaciones que pueden utilizar en la resolución de ejercicios de lápiz y papel; con la única intención de sobresalir en la evaluación, proceso por el cual el docente verifica tal memorización, sin dar cuenta de las construcciones que alcanza el estudiante, y provocando en él desinterés por analizar el mundo físico, ya que no evidencian o encuentran la relación entre lo visto en clase y sus actividades diarias.

A propósito de lo anterior, es usual observar que en la enseñanza del concepto de fuerza el docente lo aborda como una magnitud física que depende del producto entre la masa del objeto y la aceleración con que este se mueve, representado en la ecuación:  $\vec{F} = m\vec{a}$ ; esta expresión matemática pierde sentido en la medida en que no la construyen los estudiantes sino que se da como información terminada que debe asumirse como verdadera y en donde el fin último es reemplazar variables para encontrar un valor numérico.

En este orden de ideas, la repetición de expresiones matemáticas llevan a que el estudiante no logre realizar un proceso de formalización, es decir, a organizar su experiencia sensible para construir conocimiento acerca de la fuerza, tal como lo mencionan Ayala, Malgon & Sandoval, (2013) “algoritmos que si bien les permite operar las relaciones que se establecen entre variables, dichos algoritmos no les aportan mayor información sobre la organización de las fenomenologías abordadas” (p. 10).

De lo descrito en los párrafos anteriores surge la siguiente pregunta problema **¿Cómo formalizar el concepto de fuerza a partir de la ampliación de la experiencia con estudiantes de grado décimo del IED Mariano Santamaría?**

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Analizar aquellos factores relacionados con el proceso de formalización del concepto de fuerza con estudiantes de grado décimo del IED Mariano Santamaría.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar los planteamientos de Max Jammer e Isaac Newton que brindan elementos para la caracterización del concepto de fuerza.
- Indagar sobre la relación entre la ampliación de la experiencia y los procesos de formalización alrededor de la construcción del concepto de fuerza.
- Sistematizar la implementación de la estrategia de aprendizaje realizada con los estudiantes de grado décimo del IED Mariano Santamaría.

### **1.3. Justificación**

Al situarse en el eje de esta investigación, el cual propende por el análisis de los procesos de formalización de los estudiantes de grado decimo del IED Mariano Santamaría alrededor de la construcción del concepto de fuerza, es relevante considerar que existe una relación entre lenguaje, experiencia y conocimiento, ya que el lenguaje (el cual puede ser representado por palabras e imágenes) se construye social y culturalmente, es decir, por medio de la experiencia, y en la medida que se va organizando las palabras e imágenes en la mente, estas toman algún sentido en forma de conocimiento.

Vemos, pues, que hay experiencias, hay modos de hablar, hay cosas de las que se puede hablar, y hay conocimientos. Si experiencia es aquello que se vive en la interacción directa con la realidad, conocimiento es aquello que viene como «desprendido» de la realidad misma, y reconstruido, a través de un lenguaje, de manera autónoma. (Arca, Guidoni, & Mazzoli, 1990, p. 28)

Por lo tanto cada individuo construye conocimiento a partir del lenguaje que da cuenta de su experiencia, un ejemplo claro de ello es el bagaje de significados de la palabra fuerza que se logra evidenciar en la investigación realizada por Arca, Guidoni, & Mazzoli (1990) “hicimos que los jóvenes nos contaran sus modos de decir fuerza, se recogieron cerca de 350 hojas, con (al menos) una frase significativa con la palabra fuerza; («la fuerza» del volcán, de la voluntad, del destino, de la bomba...)” (p. 120).

Teniendo en cuenta que la formalización se puede considerar como un proceso natural, es decir, generalmente realizamos formalizaciones del mundo que nos rodea. Ya que cuando se logra dar explicaciones de cualquier suceso de la vida cotidiana, se evidencia la organización que alcanza el sujeto de su propia experiencia. Por ello es importante considerar los formalismos que ha realizado el estudiantes antes de entrar al aula de clases, como lo mencionan Alfonso y Cárdenas (2015) “El estudiante cuando llega al aula de clase ya ha realizado formalizaciones del mundo que lo rodea, pero no es consciente de su existencia y es allí donde el docente debe construir escenarios que le permitan al estudiante reorganizar su estructura conceptual” (p. 38)

En este orden de ideas y considerando que a la palabra fuerza le asocian diferentes significados que dependen de la experiencia del sujeto, uno de los que más se resalta es el que se vincula directamente con el movimiento de los cuerpos, puesto que para los estudiantes es evidente que cuando se quiere mover un objeto se empuja o se hala. Entendidas estas acciones como fuerza y que entre más fuerza se realice mayor será el movimiento del objeto. Sin embargo, los estudiantes no consideran la interacción entre cuerpos que se evidencia en la acción-reacción, es decir cuando un cuerpo ejerce una fuerza a otro, este último reacciona de manera tal que le ejerce una fuerza igual y opuesta al primero.

Así pues, en el aula de clase no se pueden olvidar las concepciones que tiene cada estudiante, construidas a partir de la interacción con su entorno, sino que se deben construir espacios que lleven a que los jóvenes se cuestionen por ellas. Estas dinámicas se pueden fundamentar por medio de experiencias que permitan que el estudiante cuestione el proceder de los eventos de tal manera que los observe y analice para determinar sus cualidades y particularidades, para que el estudiante logre construir una explicación del evento que resulta más significativo para él.

#### **1.4. Estrategias e implicaciones metodológicas**

En este trabajo de investigación se hizo necesario empezar por el análisis de algunos textos y originales para fundamentar el concepto de fuerza y el papel que juega la ampliación de la experiencia en los procesos de formalización de la enseñanza de este concepto. A partir de esta fundamentación, se diseñó una estrategia de aprendizaje implementada en el IED Mariano Santamaría, la cual permitió ampliar la experiencia de los estudiantes, de tal manera que lograran hacer formalismos del concepto de fuerza. Por último se analizaron los resultados y las construcciones logradas por los estudiantes.

La presente investigación se enmarcó y desarrolló bajo la metodología de la investigación acción pedagógica, ya que consiste principalmente en dos aspectos, *conocer y actuar*, es decir se identifica un problema particular en la escuela desde las practicas pedagógicas, posteriormente el docente en formación genera acciones para mitigar estas problemáticas y luego analiza si esas acciones fueron pertinentes para la solución de esos problemas. Los principios que fundamentan este tipo de investigación están dirigidos hacia el cambio educativo e identifican tres funciones y finalidades básicas: investigación, acción y formulación/perfeccionamiento. Este tipo de

investigación beneficia simultáneamente el desarrollo de destrezas, la expansión de la teoría y la resolución de problemas.

Por lo tanto, las fases que dirigieron la investigación fueron:

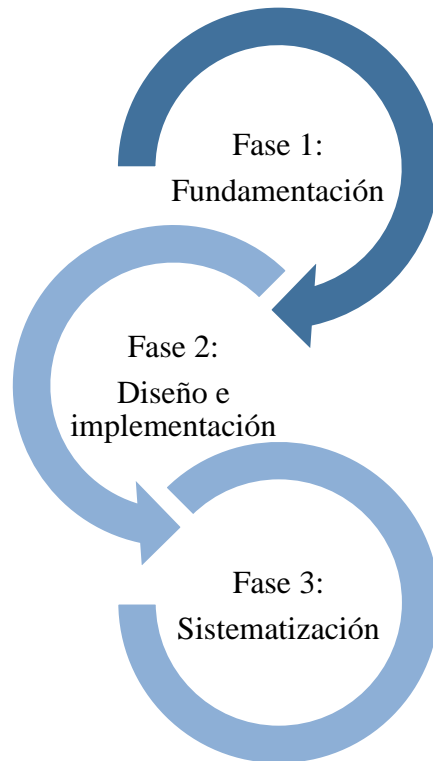


Figura 1. Fases de la investigación

## 1.5. Antecedentes

A propósito de los fundamentos en los cuales se sustenta esta investigación, se hace pertinente la revisión de las siguientes investigaciones:

Alrededor del concepto de fuerza se abordan las siguientes tesis:

La tesis de pregrado titulada El movimiento: una propuesta para reconocer los aspectos involucrados en la formalización de conceptos físicos con estudiantes de grado 11 (Cherrez,

2012). Este trabajo permite evidenciar principalmente dos situaciones en la enseñanza de las ciencias, la primera es el desinterés que presentan los estudiantes por aprender lo relacionado con la física, puesto que ven esta ciencia alejada de su realidad, creyendo así que ésta se desarrolla en realidades abstractas e idealizadas y por ende poco útiles para su vida. Por otro lado muestra como los estudiantes tienen nociones acerca de los conceptos físicos antes de entrar al aula de clases, como por ejemplo velocidad, masa, cantidad de movimiento, más específicamente los asociados a las tres leyes del movimiento de Newton, los cuales son construidos a partir de la experiencia en la vida cotidiana.

La tesis de maestría titulada Diseño e implementación de una propuesta didáctica que contribuya al aprendizaje significativo del «concepto Fuerza»: estudio de caso en el grado undécimo de la Institución Educativa Liceo Antioqueño del municipio de Bello (Zapata, 2014). En esta investigación se pueden encontrar dos aspectos importantes que se debe tener en cuenta a la hora de enseñar el concepto de fuerza. Uno de ellos es la dificultad que existe para re-estructurar las ideas previas del estudiante y lograr que asocien la fuerza con el estado de reposo o de movimiento de los cuerpos. Y el otro, es la importancia del análisis de la evolución histórica del concepto Fuerza, ya que este permita entablar una discusión con los autores frente a cómo se ha venido pensando este concepto, de tal manera, que se pueda re-contextualizar estas discusiones para nutrir y enriquecer las dinámicas del docente para que el estudiante fortalezca y construya esas explicaciones.

En relación a los procesos de formalización se aborda la tesis de maestría titulada Construcción de fenomenologías de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias (Rincon & Rodriguez, 2014). En esta investigación se aborda el proceder fenomenológico, como una elaboración que consiste en primer lugar, en la observación e

interpretación de un evento, posteriormente en la organización de la experiencia, para así poder lograr una formalización de relaciones y por último realizar una concreción conceptual, que da cuenta de las cualidades que caracterizan al fenómeno. Teniendo en cuenta los aspectos del proceder fenomenológico se construye la estrategia de aprendizaje.



## Capítulo II: La formalización del concepto de fuerza

En el presente capítulo se abordan los referentes conceptuales que constituyen la formalización del concepto de fuerza para la autora de esta investigación, para ello es pertinente resaltar las reflexiones alcanzadas alrededor de la caracterización del concepto de fuerza y sobre la relación que existe entre la ampliación de la experiencia y los procesos de formalización en la enseñanza de la física.

### 2.1. A propósito del concepto de fuerza

El estudio del concepto de fuerza ha sido una preocupación desde hace siglos, este estudio lo han abordado científicos como Aristóteles, Arquímedes, Copérnico, Kepler, Galileo, Newton, entre otros. En este apartado se hará un breve recorrido histórico acerca de los significados que se le han atribuido a la palabra fuerza, hasta llegar a la caracterización que realizó Newton (1686) en sus *principias* de este concepto, como la acción que causa o cambia el movimiento de los cuerpos.

Fuerza, resistencia, esfuerzo, poder y trabajo fueron sinónimos, como lo siguen siendo hoy en el lenguaje común. Probablemente, según Jammer (1957), “la idea de fuerza tuvo su origen gracias a la existencia del esfuerzo que se realiza de manera voluntaria en acciones tales como el movimiento de nuestras partes del cuerpo o el levantamiento de un objeto pesado” (p. 17). Es decir, la fuerza se empieza a ver como la acción que puede ejercer el ser humano para generar movimiento. Posteriormente, con la experiencia dentro de un ambiente externo, la fuerza es atribuida a cosas de la naturaleza; como árboles, piedras, nubes, ríos, entre otras; las cuales eran vistas como centros de poder. Esta asignación de fuerza representaba que estos objetos tenían vida, ya que se les otorgó una característica propia del ser humano. Además, estos entes de la

naturaleza se convirtieron en objetos de miedo y reverencia, por lo que se empieza a personificar la fuerza con espíritus o dioses de abrumadores poderes:

De acuerdo con Jammer (1957) en el Antiguo Egipto en la dinastía XIX, El término *Nht*, denota la personificación divina de fuerza, *Nth* no es únicamente la fuerza en el sentido de violencia y ferocidad, sino también incluye un elemento de orden y moralidad. En la civilización mesopotámica, fuerza para los habitantes de los valles, es personificado por *Enlil*, el dios de la tormenta. *Enlil* representa las fuerzas de la naturaleza: tormentas eléctricas, vientos devastadores, inundaciones y temblores.

En este orden, cada literatura pos bíblica reconoce fuerzas como excepcionales cualidades de dios. Así, el concepto de fuerza desde su temprano comienzo, en el pensamiento de todas las civilizaciones antiguas, está relacionado a ideas religiosas, una relación que se mantiene a través de las tempranas etapas de su desarrollo.

Posteriormente, la idea de que fuerza significaba vida, seguía en pie. Por ejemplo, para Platón la realidad física está dotada con movimiento, porque la naturaleza tiene un alma viviente inmortal, la cual está siempre en movimiento como el sol, la luna y las estrellas. Este automovimiento es la causa de todas las posibles formas de movimiento. El termino generalmente usado por Platón para denotar la idea de fuerza es *dynamics*, este nombre corresponde al verbo *dynastai* lo que significa “ser capaz de,” “ser capaz” el verbo no solamente expresa la capacidad de afectar a otro sino que también poder ser afectado por otro.

Aristoteles reconoce dos clases de fuerzas, la concepción platónica de la fuerza inherente a la materia, la cual es llamada “natural” y fuerza como una emanación desde la sustancia. Esta segunda se refiere a la fuerza de empuje o arrastre, que causa movimiento en un segundo objeto y no en sí mismo. Además, para Aristoteles la idea de una acción a distancia fue una

imposibilidad, tuvo que presionar su esquema de fuerzas de arrastre y empuje para proporcionar una explicación: el sol, él suponía, movía los vientos y estos, caían sobre el océano atlántico empujando, a su vez, las aguas del océano.

Por ello, en la antigua Grecia se estableció el término *simpatía* para hablar de fuerzas a distancia, este término se definía como un todo, como un omnipresente fluido. La constante vibración de una cuerda de un arpa cuando otra es golpeada, o el bostezo de una persona evocada por el bostezo de otra y muchos ejemplos similares son tomados como indicaciones demostrando la interconexión de las partes internas del mundo (Jammer, 1957).

Ahora bien, la teoría Newtoniana permite el estudio del movimiento de los cuerpos a nivel macroscópico y con velocidades muy inferiores comparadas con la de la luz. Newton clasifica la mecánica en dos clases: la mecánica racional, que procede de las demostraciones exactas, y la mecánica práctica a la que pertenecen todas las artes manuales de las que propiamente toma el nombre de mecánica.

Newton define el concepto de fuerza, estableciendo dos estados para la materia, el primero en reposo en donde el cuerpo no se mueve, es decir tiene velocidad cero y el segundo de movimiento uniforme en línea recta, en donde el cuerpo se mueve con una trayectoria en línea recta y con velocidad constante.

Visto así, Newton propone que se pueden observar tres fuerzas al estudiar el movimiento de los cuerpos; fuerza impresa, fuerza ínsita y fuerza centrípeta.

En relación a la primera fuerza, Newton (1686) la define como “una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado” (p. 28). Esta fuerza solo consiste en la acción, es decir, cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo, este no permanece en él cuando el cuerpo cambia su estado;

por ejemplo si se tiene una caja en reposo y la empuja una persona con su mano, la caja se mueve. Por lo tanto la mano es el cuerpo que imprime una fuerza para cambiar el estado de la caja.



Imagen 1. Fuerza impresa

La segunda fuerza, Newton (1686) la define como “el poder de resistencia de todos los cuerpos, en cuya virtud perseveran cuanto está en ellos por mantenerse en su estado actual” (p. 28). Un cuerpo solo ejerce fuerza ínsita cuando otro le imprime una fuerza para alterar su estado; siguiendo con la situación de la caja y la mano, el cuerpo que resiste al cambio de estado es la caja; en el momento en que la mano le imprime la fuerza, la caja resiste de tal manera que pueda seguir en su estado de reposo.



Imagen 2. Fuerza ínsita

Existen para Newton dos formas de que un cuerpo ejerza la fuerza ínsita ya sea como resistencia o ímpetu, donde la primera se refiere a oponerse a la fuerza impresa para mantener su estado y la segunda a que el cuerpo muestra esa oposición pero intenta cambiar el estado del cuerpo que le imprime la fuerza.

Por ultimo Newton (1686) define la fuerza centrípeta “como la fuerza por la cual los cuerpos son arrastrados o impelidos, o tienden de cualquier modo hacia un punto como hacia un centro” (p. 29). Para ejemplificar esta fuerza es necesario pensar en que la caja de los ejemplos anteriores se encuentra en el filo de una mesa en el momento que estaba en reposo, cuando la mano imprime una fuerza y mueve la caja esta caerá, la caja no cae únicamente por la fuerza que le imprime la mano ya que esta fuerza es en dirección horizontal, cae también gracias a la atracción que ejerce la Tierra sobre todo cuerpo terrestre hacia su centro.



Imagen 3. Fuerza centrípeta

Por lo anterior, al analizar el movimiento de los cuerpos se debe considerar la presencia de al menos dos de los tres tipos de fuerza que señala Newton, ya que como se mencionó en el ejemplo anterior, al intentar mover un objeto ejercemos fuerza sobre éste (fuerza impresa) y así mismo éste ejerce una fuerza, ya sea solo para evitar ser movido o para movernos (fuerza ínsita). No obstante, el sujeto no da cuenta de esta interacción entre cuerpos. Porque no logra evidenciar la fuerza que hace el objeto que es movido, de esta manera el único agente responsable de la fuerza es el cuerpo que mueve al otro.

Sin embargo, el sujeto a partir de la experiencia sensible que tiene con eventos de la vida cotidiana y de las observaciones que hace del entorno, sabe que hay que hacer una fuerza para mover un objeto, saben cómo y dónde realizarla para que el esfuerzo sea lo más eficaz posible,

por ello si un objeto se encuentra en reposo los sujetos afirman que hay ausencia de fuerzas ya que asocian el hecho de ejercer esta acción con el fin de generar movimiento.

“Para los estudiantes existe un agente responsable de la fuerza y un cuerpo que sufre de esa fuerza, de forma que la acción se transmite en una dirección única y privilegiada, con un sentido definido que coincide con el del movimiento (...) dotándola de un carácter material, algo que el cuerpo posee y que se puede ganar o perder dependiendo de sus características externas” (Pozo & Gomez, 1998, p. 233)

Por lo tanto, los sujetos construyen conocimiento a partir de la experiencia que tienen con su entorno, por ello se debe realizar una reestructuración de este conocimiento a partir de nuevas experiencias que lleven al estudiante a la construcción del concepto de fuerza, es decir, generar espacios que permitan la ampliación de la experiencia para lograr realizar procesos de formalización de este concepto.

## **2.2. Los procesos de formalización en la enseñanza de la física**

En el diario vivir se presentan diversos eventos que por lo general pasan inadvertidos frente a la conciencia de los sujetos (ya sea porque no es de interés o porque es tan común en la cotidianidad que se asume como normal) como por ejemplo la caída de los cuerpos, la interacción entre ellos, el cambio de temperatura, entre otros. Pero cuando el sujeto o grupo de sujetos hacen de estos eventos objetos de estudio y de análisis estos se convierten en fenómenos como lo sustenta Sandoval (2008) “el fenómeno no es un hecho objetivo, absoluto y externo sino que, al contrario, se caracteriza por ser una manifestación para una conciencia que lo percibe” (p.51).

En este orden de ideas, el sujeto da cuenta de aquello que pasa a partir de la elaboración de explicaciones de los fenómenos, construidas a partir de la organización de la experiencia que se tiene de un evento en particular, de tal manera que logra caracterizarlo y describirlo, es decir, formaliza dicho fenómeno. A partir de lo anterior se puede decir que tanto el fenómeno esta permeado por el sujeto, ya que es él quien lo caracteriza, como el sujeto lo está por el fenómeno, puesto que al estudiarlo y analizarlo el sujeto cambia su percepción del mundo que lo rodea.

Sin embargo, se ha observado que en la enseñanza de la física la formalización de los fenómenos se ha llevado al aula de clases como la aplicación de las matemáticas, y que si bien el lenguaje matemático es una forma de formalizar el mundo físico no es la única; el grupo de física y cultura de la Universidad Pedagógica Nacional muestra una clasificación de las formalizaciones presentadas en la enseñanza de la física (Rodríguez, y otros, 2008, p.22):

- Aplicación de las matemáticas en el análisis de los fenómenos físicos, consiste principalmente en formalizar el fenómeno en términos de una estructura formal (estructura matemática), es decir, es la construcción de magnitudes y relaciones que dan cuenta del fenómeno.
- Axiomatización de un campo fenoménico, en la cual se reflexiona sobre las formas de razonamiento utilizadas en la organización de la experiencia y se las organiza; proceder característico de los matemáticos.
- Formalización de carácter pragmático, se tiene en cuenta que “en la actividad cotidiana el hombre común usa lo que dispone, sin conocer necesariamente que está formalizando y sin reconocer rasgos de las estructuras formales que utiliza para organizar, hablar y dar cuenta de su experiencia” aspecto que hay que tener en cuenta a la hora de enseñar física, ya que los

estudiantes pueden tener visiones y conocimientos previos del mundo natural a partir de su experiencia cotidiana. Por ejemplo los estudiantes saben que si se empuja una silla ella se moverá hacia adelante sin necesidad de abordar en estudios avanzado de la física. Sí estas ideas no se tienen en cuenta pueden perjudicar el aprendizaje del estudiante, ya que la mayor parte de estas van en contra de lo que se enseña en la escuela, causando así choque entre teorías.

- Axiomatización de las teorías físicas y unificación de campos; permite mostrar a los estudiantes que la física no es una ciencia acabada, ya que como lo mencionan Rodríguez y otros (2008) “con esta formalización se construyen principios generales que pueden conectar e implicar diversos principios, que organizan a su vez una variedad de campos fenoménicos, así como definir rangos de validez de los mismos elaborando con ello, simultáneamente nuevos sistemas teóricos consistentes” (p. 23). Es decir, se estudia un fenómeno en particular y las teorías que lo explican y a partir de ello surge una nueva teoría que puede ser la continuación de la teoría anterior u otra forma de interpretar el fenómeno.

La experiencia juega un papel muy importante en los procesos de formalización de los fenómenos físicos, por ello en la enseñanza de la física no basta con mostrar las teorías y los algoritmos matemáticos que correspondan a los fenómenos sino se debe organizar y darle forma al campo fenoménico; construyendo magnitudes que permitan organizar la experiencia y/o ampliarla, logrando así, que el estudiante cree relaciones entre el mundo físico y su entorno.



### **Capítulo III: Ampliando la experiencia: una propuesta para formalizar el concepto de fuerza**

A continuación se presenta el diseño e implementación de la estrategia de aprendizaje, construida con el objetivo de brindar información a esta investigación acerca de cómo los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Departamental Mariano Santamaría formalizan el concepto de fuerza, haciendo la aclaración de que no se buscó que los estudiantes llegaran a una formalización particular o predeterminada por la autora de esta investigación.

#### **3.1. Descripción de la población**

La Institución Educativa Departamental Mariano Santamaría está ubicada en la inspección de Santandercito en el municipio de San Antonio del Tequendama. Esta institución educativa es de carácter público y mixto, cuenta con niveles de educación preescolar, básica primaria, básica secundaria y media técnica. El estrato socioeconómico de los estudiantes oscila entre 1 y 3.

El proyecto educativo institucional (PEI) se sustenta en la formación de bachilleres técnicos con énfasis en gestión empresarial, con altos valores éticos y con la capacidad para desempeñar funciones administrativas. El PEI plantea y desarrolla proyectos emprendedores, aplicando competencias ciudadanas y laborales que permitan incentivar la productividad y la innovación, haciendo énfasis en los valores del respeto y la responsabilidad para la buena convivencia del proceso formativo (PEI, 2016). La institución en su planta física cuenta con un laboratorio para ciencias naturales, aula de informática, biblioteca, aula de alimentos y sala de audiovisuales.

Particularmente esta estrategia se realizó con un grupo de 33 estudiantes de grado décimo, sus edades oscilan entre 14 y 17 años. En el aula de clases, el trabajo en grupo es una buena herramienta ya que son jóvenes a los que les gusta participar y exponer sus ideas, respetando la

opinión del otro y a partir de ello fortalecer sus ideas. Son muchachos que les atraen dinámicas innovadoras, como juegos, el uso de herramientas tecnológicas, actividades en las cuales puedan interactuar con su entorno, entre otras; rechazando así las clases magistrales, en donde el docente es el único agente activo.

### 3.2. Construcción de la estrategia de aprendizaje

Una de las intenciones con las que se construyó la estrategia fue fortalecer el vínculo entre los estudiantes y su entorno, privilegiando dinámicas que permitieran relacionar lo aprendido en clase con sucesos de la vida cotidiana. Por lo anterior, se indagaron las ideas previas de los estudiantes y a partir de ello se planearon y ejecutaron diferentes experiencias dentro del aula de clases con el fin de que los jóvenes caracterizaran el concepto de fuerza; lo que permitió reconocer la formalización alcanzada por los estudiantes.

En la siguiente tabla se presentan los tres momentos que guían la estrategia, su objetivo, las actividades que se desarrollan en cada uno de ellos, el objetivo y el tiempo de duración de cada actividad.

Tabla 1. Momentos, objetivos y actividades de la estrategia.

Momento	Objetivo	Actividades	Objetivo de cada actividad	Tiempo de Duración
Nociones sobre fuerza	Identificar la idea que tienen los estudiantes acerca del concepto de fuerza.	Hulk vs La Mole (ver guía de trabajo en anexo 1)	Reconocer el lenguaje que usan los estudiantes para hablar de eventos asociados al concepto de fuerza	90 minutos
		Observando las fuerzas de nuestro entorno(ver guía	Reconocer situaciones que los estudiantes asocian al	60 minutos

		de trabajo en anexo 2)	concepto de fuerza	
Jugando con la fuerza	Ampliar la experiencia de los estudiantes para que realicen formalismos acerca del concepto de fuerza.	Halando y empujando (ver guía de trabajo en anexo 3)	Acercar a los estudiantes a la caracterización del concepto de fuerza a partir de su magnitud y dirección	90 minutos
		Interacción (ver guía de trabajo en anexo 4)	Acercar a los estudiantes a la caracterización del concepto de fuerza a partir de la idea de interacción	90 minutos
Explorando tus construcciones	Determinar que comprensiones alcanzaron los estudiantes acerca del concepto de fuerza	Carro esferado (ver guía de trabajo en anexo 5)	Establecer las formalizaciones que realizaron los estudiantes a partir de las experiencias anteriores	60 minutos

### 3.3. Implementación y sistematización

A continuación se describe detalladamente las actividades que guiaron la estrategia y sus alcances en cuanto a la formalización del concepto de fuerza por parte de los estudiantes.

#### Momento I: Nociones sobre fuerza

Este momento se construyó con la intención de identificar las explicaciones que dan los estudiantes a eventos asociados al concepto de fuerza, a partir de la observación y análisis de situaciones que los acerquen a la palabra fuerza.

## Actividad 1: Hulk vs La Mole



Imagen 4. Hulk Vs La Mole

Esta primera actividad se realizó con el fin de reconocer el lenguaje que usan los estudiantes para hablar de eventos asociados a fuerza. Para ello los estudiantes observaron un video que corresponde al capítulo 14 de la segunda temporada de Ultimate Spiderman y posteriormente respondieron un cuestionario basado en el contenido del video (Ver anexo 1). En la tabla 2, se presentan los análisis de los resultados obtenidos.

Tabla 2. Análisis de resultados primera actividad- Momento 1.

Pregunta	Respuesta	Observaciones
¿Cuál es la intención de manejarle la mente a Hulk?	<b>Estudiante 1:</b> “Para poderlo controlar, porque cuando Hulk se enoja mucho se vuelve demasiado fuerte y no hay nadie que lo pueda controlar”	La mayoría de estudiantes asocia la palabra fuerza a un poder que tiene el superhéroe.
¿Por qué Hulk rompe todo lo que toca?	<b>Estudiante 1:</b> “Porque Hulk tiene demasiada fuerza y las cosas no están hechas para soportar tanto peso y fuerza”  <b>Estudiante 16:</b> “Porque es muy grande y tiene un poder tan fuerte que con simplemente tocar algo lo rompe”	En esta primera respuesta se puede evidenciar que los estudiantes piensan en interacción, ya que mencionan que Hulk realiza fuerza contra las cosas pero así mismo ellas hacen fuerza para “soportar” la fuerza de Hulk.
¿Por qué cuando Hulk se pone la mano en la cara no se hace daño?	<b>Estudiante 16:</b> “Yo pienso que es porque todo es proporcional al cuerpo, entonces su mano es grande pero también su cara y por eso no se hace daño”	Los estudiantes consideran que los objetos del mismo tamaño tienen la misma fuerza.

<p>¿Cuál es la sensación que tiene Hulk cuando está en el cuerpo del hombre araña?</p>	<p><b>Estudiante 24:</b>  “Una sensación rara y diferente porque es menos fuerte y más pequeño así que ya no es igual de destructor que antes”</p>	<p>Los estudiantes asocian la fuerza al tamaño, entre más grande más fuerte y entre más pequeño menos fuerza.</p>
<p>¿Por qué envían a La Mole a combatir a Hulk y no a otro súper héroe?</p>	<p><b>Estudiante 2:</b>  “Porque La Mole está hecha o es un superhéroe formado de piedra y los impactos con las cosas no le duelen y por eso lo envían a el”</p> <p><b>Estudiante 17:</b>  “Porque todos pensaban que enviando a La Mole lo iba a derrotar porque igualaban las fuerzas, pensaron simplemente en su apariencia física”</p>	<p>La mayoría de estudiantes asocian la cantidad de fuerza que puede tener un objeto con el material con el que está hecho, es decir, algunos materiales “tienen” más fuerza que otros.</p> <p>El estudiante 17 resalta que siempre se piensa en la apariencia de las cosas para hablar de fuerza.</p>
<p>Cuando Hulk lanza a la Mole ¿Por qué se rompen las ventanas de los edificios sin que la Mole las toque?</p>	<p><b>Estudiante 32:</b>  “Porque al caer con mucha fuerza hace que la tierra tiemble y mueva los edificios y así se rompen los vidrios”</p> <p><b>Estudiante 24:</b>  “Por la fuerza que ejerce el viento, al llegar con tanto impulso genera presión y rompe las ventanas”</p>	<p>Algunos estudiantes consideran la acción a la hora de hablar de fuerza, por ejemplo La Mole con la tierra, la tierra con los edificios o el viento (que es el que lleva la fuerza) con las ventanas.</p>

## Actividad 2: Observando las fuerzas de nuestro entorno



Imagen 5. Observando las fuerzas de nuestro entorno


Se organizó una segunda actividad para reconocer situaciones que los estudiantes asocian al concepto de fuerza. Esta actividad está compuesta en dos partes, en la primera se propuso una

situación problema para que los estudiantes la analizaran, de tal manera que logran describirla y evidenciaran la presencia alguna fuerza. En la segunda, los estudiantes debían mencionar una situación de su vida cotidiana en la cual exista la presencia de fuerzas (ver anexo 2). En la tabla 3, se presentan los análisis de los resultados obtenidos.

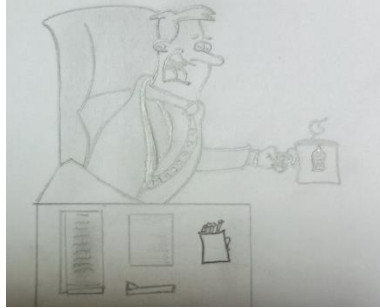
Tabla 3. Análisis de resultados segunda actividad- Momento 1.

Pregunta	Respuesta	Observaciones
¿Cuál de los dos jugadores chocará más piquis?, ¿Por qué?	<p><b>Estudiante 24:</b> “Ambos jugadores pueden chocar varias piquis, porque Andrés con la piquis pequeña rebota más chocando más piquis y Carlos con el bolón por lo grande, sin embargo por su peso no rebotara tanto”</p> <p><b>Estudiante 1:</b> “Carlos porque a lo que choca a los bolones del circulo con su bolón los bolones van a chocar las piquis y al pasar eso va a sacar más”</p> <p><b>Estudiante 7:</b> “Chocara el que está más cerca, ya que el que está lejos tiene menos posibilidad de chocar a las piquis, porque ya ha perdido la fuerza”</p> <p><b>Estudiante 22:</b> “Carlos chocara más piquis ya que su piquis es más grande que la de Andrés, ya que a mayor tamaño mayor fuerza”</p>	<p>El estudiante 24 asocia la fuerza con el movimiento y éste a su vez con el tamaño de la esfera. Además, reconoce que cuando la piquis que es lanzada choca con alguna de las piquis que se encuentran dentro del circulo las dos presentan movimiento, es decir, las dos esferas ejercen fuerza una sobre la otra.</p> <p>El estudiante 1, al igual que el estudiante 24, asocia movimiento y fuerza, ya que manifiesta que los bolones ejercen fuerza sobre otros gracias a que se encuentra en movimiento</p> <p>El estudiante 7 considera la fuerza como algo que se puede perder, ya que observa que el impulso que le imprime a la esfera no perdura, sin embargo el estudiante no tiene en cuenta aspectos externos al objeto sino que piensa la fuerza como el combustible que mueve la esfera</p> <p>La mayoría de estudiantes insisten en la idea de que la fuerza depende del tamaño.</p>
¿Si todas las piquis que están dentro del circulo fueran	<p><b>Estudiante 18:</b> “Carlos porque la fuerza del bolón, fuerza del brazo y fuerza</p>	<p>El estudiante 18 considera que la fuerza total se compone de otras fuerzas y que por ende su</p>

<p>grandes quien chocaría más piquis?, ¿Por qué?</p>	<p>del dedo con el que va a disparar da la fuerza suficiente para poder chocar más”</p> <p><b>Estudiante 2:</b> “Si todos fueran bolones Carlos chocaría más o sacaría más bolones ya que el tamaño es igual y tiene la misma masa y así impacta sin complicación y con fuerza”</p> <p><b>Estudiante 1:</b> “Carlos porque al tener un bolón va a entrar con más fuerza a chocar los otros bolones, mientras que la piquis entra con rapidez y fuerza pero el tamaño no es el adecuado y rebota contra los bolones”</p>	<p>magnitud aumenta a medida que se consideran las fuerzas de cada uno de los cuerpos señalados.</p> <p>El estudiante 2 considera que la fuerza que ejercen dos objetos entre sí será mayor si los dos son del mismo tamaño.</p> <p>El estudiante 1 a la hora de hablar de fuerza la asocia al concepto de rapidez, ya que considera que la magnitud de la rapidez con la que se mueve la piquis depende de la fuerza que se le imprima para que choque las canicas dentro del círculo.</p>
<p>¿Si todas las piquis que están dentro del circulo fueran pequeñas quien chocaría más piquis?, ¿Por qué?</p>	<p><b>Estudiante 25:</b> “Si las piquis del centro fueran pequeñas Andrés haría chocar más piquis, porque tiene el mismo tamaño y puede pegarle con más fuerza”</p> <p><b>Estudiante 30:</b> “Carlos por que las piquis tiene peso y tienen más rapidez de movimiento y pueda que choque varias dependiendo su puntería”</p> <p><b>Estudiante 31:</b> “El que le pegue más duro están en igual condición solo varia la fuerza”</p>	<p>El estudiante 25 al igual que el estudiante 2 en la pregunta anterior considera que la fuerza que ejercen dos objetos entre si será mayor si los dos son del mismo tamaño.</p> <p>La mayoría de estudiantes asocian la fuerza al peso, entre más peso más fuerza tiene el objeto.</p> <p>El estudiante 31 no asocia la fuerza como una propiedad del cuerpo, además tiene en cuenta aspectos externos para hablar de la magnitud de la fuerza, ya que no piensa solo en el tamaño del cuerpo, si no también considera la interacción entre el cuerpo que es movido (la esfera) y el agente que ejerce fuerza (la mano de los jugadores).</p>
<p>¿Si Andrés tuviera la piquis más grande podría chocar más piquis?, ¿por qué?</p>	<p><b>Estudiante 24:</b> “Si porque al ser más grande puede chocar las piquis o los bolones con mayor impulso</p>	<p>El estudiante 24 al igual que el estudiante 31 de la respuesta anterior relaciona la fuerza como una acción que depende de más de</p>

	dependiendo de la fuerza que se le aplique”	un objeto, sin embargo el estudiante 24 si considera el tamaño de la esfera para habar de la magnitud de la fuerza.
<p>Mira a tu alrededor e identifica otra situación en la que puedas hablar de fuerza en tu vida cotidiana.</p> <p>¿Por qué esta situación la relacionas con fuerza? Describe tu respuesta utilizando dibujos.</p>	<p><b>Estudiante 12:</b>  “La fuerza que puede haber en mi vida cotidiana es la que ejerce la ruta cuando nos transporta al colegio. Por qué ya que es un medio de transporte genera toda su maquinaria para que funcione <b>entre ellos generen una fuerza</b> y así el carro poder funcionar el carro necesita que su motor sea fuerte que todo esté bajo control, ya que la mayoría de camino es solo subida, lo que hace que el carro tenga que subir con dificultad</p>  <p><b>Estudiante 2:</b>  “En mi vida cotidiana utilizo el concepto de fuerza para levantar el pocillo para alimentarme de proteínas. Esta situación la relaciono con fuerza muscular por que levantar el chocolate debo tener fuerza en mi brazo, porque tiene un peso el cual yo tengo que levantar para poder alimentar ya que esto necesito para mi día a día.</p>	<p>Algunos estudiantes consideran que para que exista fuerza se necesitan de dos objetos, sin embargo piensan en que esta fuerza surge gracias a las características de los cuerpos. Como por ejemplo los músculos de una persona, ya que entre más musculoso más fuerte. Además creen que la fuerza se puede sacar como si fuera un objeto.</p>





**Estudiante 18:**

“En mi vida cotidiana la fuerza se saca en el ejercicio porque me da la fuerza suficiente para afrontar problemas. Porque el ejercicio nos da un mejor físico y nos da una mejor manualidad para que podamos enseñar esto en el mundo”



La implementación del momento I permitió reconocer que los estudiantes asocian el concepto de fuerza a una propiedad del cuerpo, la cual depende del tamaño y peso de éste, “entre más grande más fuerte”, esta propiedad puede actuar sobre otro cuerpo provocando en él movimiento. Por lo anterior, algunos estudiantes evidencian la interacción entre cuerpos al hablar de fuerza, ya que mencionan que se necesita de dos o más objetos para que la fuerza pueda ser expresada. Sin embargo, los estudiantes no consideran que un objeto de menor tamaño pueda “tener” la misma fuerza que un objeto grande.

## Momento II: Jugando con la fuerza

Este momento se construye con la intención de ampliar la experiencia de los estudiantes para que realicen formalismos acerca del concepto de fuerza. A partir de experiencias que evoquen la caracterización del concepto de fuerza desde la interacción entre cuerpos, la magnitud y dirección de la fuerza.



### Actividad 1: Halando y empujando



Imagen 6. Halando y empujando

Esta actividad se realiza con el fin de que los estudiantes logren caracterizar el concepto de fuerza a partir de su magnitud y dirección. Para ello se proponen dos experiencias, la primera el juego de “tire y afloje” y la segunda consiste en observar cómo se comprime un resorte al lanzar cierta cantidad de arandelas desde determinada altura (ver anexo 3). Después de que los estudiantes realizaran las experiencias y solucionaran el cuestionario, se realizó una socialización de las respuestas, con el fin de generar discusión y aclarar los puntos de vista de los estudiantes. En la tabla 4, se presentan los análisis de los resultados obtenidos.

Tabla 4. Análisis de resultados primera actividad- Momento 2.

Pregunta	Respuesta	Observaciones
Experiencia 1: "Tire y afloje"		
<p>Para esta situación un integrante del equipo A competirá contra dos del equipo B. la persona del equipo A se ubicara frente al equipo B. ¿Quién gano y por qué?</p> 	<p><b>Estudiante 30:</b> "Equipo B, porque el balance de fuerza no fue el mismo"</p> <p><b>Estudiante 26:</b> "Equipo B, porque juntaron sus fuerzas logrando duplicarla y le ganaron al otro"</p>	<p>El estudiante 30 tiene en cuenta la magnitud y la dirección de la fuerza, ya que evidencia que las dos fuerzas presentes en el juego, las que ejercen los dos equipos respectivamente, son diferentes ya que van en direcciones opuestas y una es mayor que la otra y por ello hay un equipo ganador.</p> <p>El estudiante 26 considera que la fuerza se puede sumar para aumentar la magnitud de ésta, además, el incremento es proporcional a la cantidad de personas, es decir dos personas tienen el doble de fuerza que una sola.</p>
<p>En esta situación dos integrantes del equipo A competirán contra dos integrantes del equipo B. El equipo A se ubicara dándole la espalda al equipo B. ¿Quién gano y por qué?</p> 	<p><b>Socialización:</b> "Equipo B, porque el equipo A no halaba sino que solo resistía, ya que están en sentido contrario"</p> <p><b>Estudiante 15:</b> "Equipo B, gano porque el grupo A están de espalda y al estar así sus brazos no tenían la misma fuerza"</p>	<p>La mayoría de los estudiantes piensan que la magnitud de la fuerza depende tanto de la dirección con la que se esté ejerciendo, como en dónde la estén realizando. Ya que no es lo mismo, según sus respuestas, halar la cuerda cuando colocan sus manos frente a ellos a halarla cuando las ponen a los lados, por ejemplo en su cintura.</p>
<p>De acuerdo a las experiencias realizadas en esta actividad, para que un equipo sea el ganador ¿qué se debe tener en cuenta?</p>	<p><b>Estudiante 19:</b> "La cantidad de integrantes que van a ejercer la fuerza, los ángulos y la dirección"</p> <p><b>Estudiante 24:</b> "Tener fuerza, un punto de equilibrio y agarre estable y halar con mayor fuerza que el equipo contrario"</p>	<p>El estudiante 19 evidenció que la fuerza tiene una magnitud y una dirección. En cuanto a la magnitud considera que entre más personas participen en su equipo más fuerza harán, es decir hay sumatoria de fuerzas. En relación a la dirección, sabe que no es lo mismo halar frente a frente la sog a halarla cuando esta forma</p>

		<p>un ángulo diferente a <math>180^\circ</math>.</p> <p>El estudiante 24 tiene en cuenta que para ejercer fuerza se necesita de varios cuerpos, por ejemplo el participante, el suelo y la cuerda.</p>
<p>¿Es lo mismo que los equipos halen en direcciones opuestas a que halen hacia la misma dirección como en la situación en la que cambian el ángulo? Justifica tu respuesta</p>	<p><b>Estudiante 2:</b> “No es lo mismo porque si se hala hacia un mismo lado no pasa nada la fuerza se queda y no gana nadie”</p> <p><b>Estudiante 29:</b> “Yo creo que no es lo mismo, porque si se hala hacia el mismo lado no va a ganar ningún equipo, porque es como si compitieran contra la varilla. pero si se hala en direcciones opuestas se ejerce más fuerza y puede perder un equipo”</p>	<p>El estudiante 2 considera a la fuerza como un flujo “<i>se queda</i>”. Es como si él considerara que, análogamente, la fuerza fuese un líquido dentro de una manguera, y como la soga esta doblada, esto impide el paso de la fuerza. Aunque se podría pensar que el estudiante considera que ese “<i>se queda</i>” es porque la fuerza que realizan los equipos se ejerce es sobre la varilla y no un equipo contra el otro, como lo piensa el estudiante 29.</p>
<p>Experiencia 2: Comprimiendo resortes</p>		
<p>Compare la longitud inicial y final de cada resorte por cada uno de los lanzamientos, ¿Son diferentes estas longitudes?, ¿Por qué?</p>	<p><b>Estudiante 2</b> “Son diferentes porque en cuanto más peso se le aumente al resorte él se va a bajar más y si todas las placas son del mismo peso va a bajar proporcionalmente”</p>	<p>El estudiante 2 considera al peso como una fuerza, ya que evidencia que las placas, debido a su peso, comprimen el resorte. Además supone que la magnitud de la fuerza depende de la cantidad de arandelas, es decir, se pueden sumar las fuerzas que ejercen las placas y el total es la fuerza que se imprime sobre el resorte.</p>
<p>¿Cuál de los tres resortes tiene una longitud final mayor y cual menor?, ¿Por qué?</p>	<p><b>Estudiante 13:</b> “El resorte rojo termino con más longitud y el azul con menos porque eso depende de la resistencia y grosor de los resortes”</p>	<p>El estudiante 13 asocia la magnitud de la fuerza que puede ejercer un cuerpo con las características del mismo, es decir, piensa la fuerza como una propiedad del cuerpo. Sin embargo, también se puede considerar que el estudiante se refiere a la resistencia como la fuerza que decía Newton en donde el cuerpo rechaza ser cambiado de estado, fuerza ínsita.</p>

## Actividad 2: Interacción



Imagen 7. Interacción

Esta actividad se realiza con el fin de acercar a los estudiantes a la caracterización del concepto de fuerza, a partir de la idea de interacción. Para ello se proponen tres experiencias, el saco de boxeo, la guerra de almohadas y rebotar en un colchón inflable (ver anexo 4). En la tabla 5, se presentan los análisis de los resultados obtenidos.

Tabla 5. Análisis de resultados segunda actividad- Momento 2.

Pregunta	Respuesta	Observaciones
Experiencia 1: Inflable y saco de boxeo		
Lánzate suavemente sobre el inflable. ¿Qué sucedió?, ¿por qué crees que sucedió esto?	<p><b>Estudiante 15:</b> “Sucedió que el inflable devolvió con poca velocidad el cuerpo, porque a menor impulso menor fuerza de amortiguamiento”</p> <p><b>Estudiante 2:</b> “Al lanzarme en el inflable rebote hacia atrás, esto sucede porque la fuerza se comprime en el aire dentro del inflable y esto hace que rebote suave, con poco impulso”</p>	<p>El estudiante 15 considera que la fuerza ejercida sobre el inflable es igual en magnitud pero en sentido contrario que la fuerza de resistencia del inflable, que es la que ocasiona el rebote.</p> <p>El estudiante 2 está considerando una interacción entre el aire que es el que realiza la fuerza y la persona.</p> <p>En estas primeras respuestas los estudiantes ya hablan de interacción, ya que ellos evidencian que al ejercer fuerza sobre el inflable éste reacciona</p>

		empujándolos hacia atrás.
Lánzate hacia el inflable tomando impulso ¿Qué sucedió?, ¿por qué crees que sucedió esto?	<p><b>Estudiante 33:</b> “Me mando lejos, porque con la fuerza que lo golpee me lo devolvió”</p> <p><b>Estudiante 2:</b> “Al lanzarme en el inflable rebotó con mucha fuerza hacia atrás, esto sucede porque se toma más impulso y la fuerza se comprime por 2 y salgo muy fuerte hacia atrás”</p>	<p>El estudiante 33 está considerando que la magnitud de la reacción del inflable depende de la magnitud de la fuerza que se ejerza al lanzarse sobre él, es decir, la reacción es igual pero en dirección opuesta a la fuerza impresa.</p> <p>El estudiante 2 considera que su velocidad influye en la magnitud de la fuerza que le imprime al inflable.</p>
Dale un puño al saco de boxeo. ¿Qué sucedió?, ¿por qué crees que sucedió esto?	<p><b>Estudiante 25:</b> “La reacción de pegarle fue muy dura y casi no se mueve, porque cuando le pega el puño el saco es más duro si el puño no se da con fuerza”</p> <p><b>Estudiante 2:</b> “Sucede que el saco recibe toda la fuerza de impacto pero mi puño no rebota, esto sucede porque la fuerza se queda dentro del saco o se comprime y este material no lo hace rebotar”</p>	<p>El estudiante 25 sabe que al ejercer una fuerza sobre algo éste debe tener un cambio, en este caso varia el movimiento del saco de boxeo. Además se puede pensar que el estudiante considera que la reacción del saco fue mayor a la fuerza que se le ejerció, ya que el expresa que la fuerza del saco fue “dura” pero sin embargo éste no se movió.</p> <p>El estudiante 2 considera, a diferencia del anterior, que la reacción del saco fue menor a la fuerza que le imprimió con su puño, ya que este último no tuvo movimiento después de chocar con el saco de boxeo.</p>
Dale un empujón al saco de boxeo. ¿Qué sucedió?, ¿por qué crees que sucedió esto?	<p><b>Estudiante 25:</b> “La reacción de empujar el saco es que se mueve más, porque un empujón es con más fuerza y se mueve más”</p> <p><b>Estudiante 2:</b> “Al darle un empujón al saco la fuerza se lo lleva y el sigue hasta el punto de <b>perderla</b>, esto sucede porque el empujón es transmitirle la fuerza por dos y el ya sigue</p>	<p>El estudiante 25 también considera que al ejercer fuerza sobre el saco éste debe moverse. Además, que la cantidad del movimiento depende de la magnitud de la fuerza.</p> <p>El estudiante 2 piensa que al empujar el saco le está pasando la fuerza la cual se va acabando, y por ello se mueve y también se detiene, entonces se podría pensar</p>

	solo”	que el estudiante considera que en el movimiento del saco solo interviene una sola fuerza, que es la que hizo que empezara su movimiento pero no considera fuerzas ajenas a esta interacción.
¿Qué diferencia encontraste al lanzarte suavemente hacia el inflable y lanzarte con impulso?, ¿Por qué?	<p><b>Estudiante 26:</b> “Que el impacto es mayor por la fuerza y rapidez con la que me lance”</p> <p><b>Estudiante 11:</b> “La diferencia entre lanzarme suave y después con impulso es la medida de la fuerza, si es menos se devuelve con menos si es más se devuelve con más energía”</p>	<p>El estudiante 26 sabe que la reacción del inflable depende de la fuerza que se le imprima, sin embargo también adiciona un factor que influye, la rapidez, pero considera que la fuerza impresa es independiente de la rapidez, es decir, esta última solo influye en la reacción del inflable y no en la fuerza impresa.</p> <p>El estudiante 11 considera la acción-reacción, es decir la reacción del inflable es igual en magnitud pero en dirección opuesta a la fuerza impresa. Sin embargo se evidencia que toma como sinónimos la palabra fuerza y energía.</p>
¿Qué diferencia encontraste al golpear el saco de boxeo con tu puño que al empujarlo?	<p><b>Estudiante 11:</b> “Cuando uno empuja el saco de boxeo se mueve mucho más ya que lo empujamos con todo el cuerpo, es decir que ejercemos más fuerza al empujarlo”</p>	El estudiante 11 asocia la fuerza al movimiento, entre más fuerza se ejerza sobre un cuerpo, mayor será el movimiento de éste.
¿Qué diferencia puedes evidenciar al golpear al saco y lanzarte sobre el inflable?	<p><b>Estudiante 14:</b> “Que al golpear el saco el saco absorbe la fuerza y el inflable devuelve la fuerza”</p> <p><b>Estudiante 15:</b> “La diferencia que encontré fue que al golpear el saco, por lo que tiene el saco dentro, detiene el golpe pero como el inflable es de aire amortigua”</p>	<p>El estudiante 14 con su respuesta da a entender que hay objetos que reaccionan al ser golpeados, en este caso el inflable, pero hay otros que no, como el saco de boxeo. Es como si el estudiante considerara que en algunos casos la fuerza es una propiedad o alguna sustancia y en otros si considera la fuerza como una interacción.</p> <p>El estudiante 15 considera que al ejercer fuerza los dos objetos que</p>

		interactúan experimentan variación en su movimiento, sin embargo no es siempre el mismo cambio. Por ejemplo, en el caso del cuerpo que imprime la fuerza, el estudiante, cuando golpea el saco de boxeo el movimiento de su puño se anula y en el inflable su movimiento cambia de dirección, rebota.
<b>Experiencia 2: Guerra de almohadas</b>		
Cuándo un compañero te golpea con la almohada ¿crees que lo que experimentan tú y tu compañero es lo mismo?, ¿por qué?	<p><b>Estudiante 33:</b> “no, puesto que yo siento el golpe en el cuerpo y ellos solo le dan un impulso a la almohada con el brazo”</p> <p><b>Estudiante 21:</b> “No porque yo estoy ejerciendo la fuerza y el la fuerza y la reacción, además no todos tenemos la misma fuerza”</p>	<p>El estudiante 33 no considera que el cuerpo que imprima la fuerza experimente sobre él una fuerza igual como parte de la reacción que tiene el cuerpo al que le imprime la fuerza, es decir, piensa que <i>“solo existe un agente responsable de la fuerza y otro que sufre de esa fuerza”</i> (Pozo &amp; Gómez)</p> <p>El estudiante 21 supone que él no tiene ninguna reacción cuando su compañero lo golpea, ya que no da cuenta de imprimirle alguna fuerza a la almohada de su adversario. En cambio, si considera que su compañero reacciona cuando él lo golpea ya que evidencia que su almohada se devuelve, debido a una fuerza ejercida por su adversario.</p>

La implementación del momento II permitió evidenciar que los estudiantes logran caracterizar la fuerza a partir de su magnitud, ya que ellos expresan, mediante sus respuestas, que la fuerza puede ser mayor o menor dependiendo, principalmente, de la cantidad de objetos que ejercen la fuerza, es decir, *“entre más personas halen más fuerza harán”*, lo anterior da cuenta que los



jóvenes consideran la sumatoria entre fuerzas. Además relacionan la magnitud de la fuerza a la dirección e interacción que se presenta entre los cuerpos involucrados.

En cuanto a la interacción, mencionan que al ejercer una fuerza sobre un objeto éste reacciona de tal manera que imprime una fuerza sobre el primero. Sin embargo, para algunos estudiantes, esta reacción es igual en magnitud pero en dirección diferente, pero para algunos otros esta reacción es diferente tanto en magnitud y dirección de la fuerza impresa. Situación que se considera porque este grupo de estudiantes piensan que la fuerza se expresa mediante el cambio de movimiento y como en ocasiones observaron que la cantidad de movimiento de los dos cuerpos involucrados es diferente, terminan creyendo que la magnitud de la acción y de la reacción no es la misma. Por ejemplo, si observan que el cuerpo que imprime la fuerza no presenta movimiento pero sí él que es golpeado, suponen que la magnitud de la fuerza de reacción es menor a la fuerza impresa.

En cuanto a la relación magnitud y dirección, consideran que la magnitud de la fuerza total que se imprime sobre un cuerpo depende de la dirección de cada una de las fuerzas impresas, ya que no es lo mismo, en el caso del juego “tire y afloje”, que los equipos estén frente a frente a que varíen el ángulo. Porque en el primer caso, la fuerza que realizan son opuestas, es decir el equipo A le imprime la fuerza al equipo B y viceversa y en la segunda situación, la fuerza que realiza los equipos se suman imprimiéndole una fuerza total a la varilla.

### **Momento III: Explorando tus construcciones**

Este momento, el cual está compuesto por una sola actividad, se construye con la intención de determinar que comprensiones alcanzaron los estudiantes acerca del concepto de fuerza.

## Actividad 1: carro esferado



Imagen 8. Carro esferado

Esta actividad se construyó con el fin de establecer las formalizaciones que lograron los estudiantes al realizar las experiencias anteriores, a partir de la construcción de un prototipo de un carro esferado, carro que es usado en una de las competencias más tradicionales en el municipio de San Antonio del Tequendama, y de la explicación detallada de su funcionamiento (ver anexo 5). En la tabla 6, se presentan los análisis de los resultados obtenidos.

Tabla 6. Análisis de resultados primera actividad- Momento 3

Pregunta	Respuesta	Observaciones
¿Cómo se da la dirección del carro esferado?	<b>Grupo 6:</b> “Depende del mecanismo pero el más común es por medio de una sogá. Por ejemplo si se quiere girar hacia la derecha se hala la sogá que este en el lado derecho del carro, pero debe halarse con precisión puesto que si se hala muy duro y va muy rápido el carro se puede volcar, además debe sujetar muy fuerte la sogá para no perder el control. Los que van en la parte trasera ellos deben inclinarse para igualar el peso del carro, además deben frenar en una curva”	El grupo 6 considera que la dirección del movimiento del carro es la misma que la de la fuerza que se le imprima. Además evidencian que aunque la fuerza se ejerce a la sogá todo el carro se ve afectado por esta, es decir, no consideran al carro por partes si no como un solo cuerpo, incluidos los participantes, ya que todos presentan el mismo movimiento producido por tal fuerza. Sin embargo, aunque consideran el carro como un todo son conscientes de que en el sistema interno de éste existen fuerzas, por ejemplo entre el conductor y

		la soga.
¿Cómo se frena el carro esferado?	<b>Grupo 5:</b> “Con un trozo de llanta que lleva en la parte trasera, se usa ese material por que se adhiere o tiene mayor agarre, es decir no se resbala. Además es un material muy resistente y no se desgasta tan rápido”	El grupo 5 habla de interacción entre cuerpos, ya que no solo consideran al carro, sino también el asfalto. Además presentan una noción de la fuerza de fricción.
¿Cómo se impulsa el carro esferado?	<b>Grupo 2:</b> “Los que van en la parte trasera son los que se encarga de darle velocidad al carro empujándolo, además cuando van en una recta deben agacharse para que el viento no los frene”  <b>Grupo 6:</b> “Todos los que van en el carro le dan impulso en una bajada porque entre más peso más velocidad”	Los estudiantes asocian la fuerza a conceptos como velocidad, además mencionan que la magnitud de la velocidad depende de la magnitud de la fuerza, es decir entre más fuerte se empuje más veloz será el movimiento del carro.  Además el grupo 2 considera que en el movimiento del carro están involucrados diferentes agentes productores de fuerza, ya sea para aumentar la velocidad o para disminuirla.  El grupo 6 menciona una noción sobre las consecuencias que tiene un cuerpo en la caída debido a la fuerza gravitacional.
Otros aspectos que consideren prudentes.	<b>Grupo 5:</b> “La forma del carro esferado, la mayoría de los que participan terminan en punta en la parte delantera para que corte el aire”  <b>Grupo 6:</b> “Tener las balineras de adelante más pequeñas que las traseras para que el carro este inclinado, así tiene más velocidad”	Los estudiantes consideran que en la existencia de fuerza se necesita de dos o más cuerpos, además que sobre un cuerpo puede recaer más de una acción. Por ejemplo sobre el carro recaen fuerzas realizadas por los participantes, el viento y el suelo.

La implementación del momento III permitió reconocer que a partir de las actividades realizadas dentro del aula de clases los estudiantes hicieron formalismos acerca del concepto de

fuerza, ya que éstas ampliaron la experiencia de los estudiantes, de tal manera que lograron organizar la información obtenida y así realizar un cambio en su discurso al referirse a características propias de ésta. Ya que anteriormente, a partir del análisis del momento I, se evidenció que hablaban de la fuerza como una propiedad del cuerpo que dependía del tamaño de éste, pero ahora explican estos eventos a partir de diferentes factores, como lo son la interacción entre cuerpos, magnitud y dirección de la fuerza, características que antes no eran considerados por parte de los estudiantes.

En cuanto a la interacción consideran que se necesita de dos o más cuerpos para la existencia de fuerza, además que un cuerpo ejerce fuerza sobre otro y así mismo éste reacciona de tal manera que ejerce fuerza sobre el primero. En cuanto a la magnitud, consideran que no es lo mismo que un solo cuerpo ejerza fuerza a que lo hagan dos cuerpos sobre un mismo objeto, es decir, tienen en cuenta la sumatoria de fuerzas. Además la magnitud depende de la dirección de la fuerza ya que no es lo mismo que dos cuerpos empujen el carro hacia el mismo lado a que cada uno lo haga arbitrariamente. También se logró evidenciar que la mayoría de estudiantes hablan de la fuerza como una acción la cual cambia o produce movimiento.

## Capítulo IV: Conclusiones

A continuación se describen las reflexiones y comprensiones alcanzadas por parte de la investigadora alrededor de los ejes centrales: concepto de fuerza, procesos de formalización y ampliación de la experiencia; realizadas a partir de la revisión de fuentes bibliográficas y de la implementación de la estrategia de aprendizaje.

Los estudiantes al llegar al aula de clases ya tienen conocimientos del mundo que los rodea, contruidos a partir de la interacción con su entorno, es decir desde su experiencia; por ello, en el momento I de la estrategia de aprendizaje se logró evidenciar que la mayoría de estudiantes concebían la fuerza como una propiedad intrínseca del cuerpo, que depende del tamaño del mismo. Por ello es importante que en el aula de clases se realicen experiencias en donde los jóvenes puedan relacionar su cotidianidad con lo visto en clase, de tal modo que encuentren sentido al estudio de la física, es decir, encaminarlos para que evidencien, a partir de la observación, la práctica y el análisis de su experiencia cotidiana, las características propias del concepto de fuerza, entre otros.

Así pues, en el aula de clases no se debe imponer teorías y definiciones sobre los fenómenos físicos, sino que por el contrario se debe llevar a que el estudiante construya su propio conocimiento alrededor de los fenómenos abordados en clase. Lo anterior se puede lograr a partir de situaciones que permitan relacionar las formalizaciones que han construido con el mundo físico, de tal modo que el estudiante logre organizar su experiencia y realice formalismos del mundo que lo rodea y pueda así entender las teorías físicas. Es decir, en relación con el ejercicio docente se logró reflexionar que en la enseñanza de la física se deben propiciar espacios en donde los estudiantes participen activamente en la creación de explicaciones de los eventos estudiados.

Aunque se puede pensar que la experiencia y la formalización no están en la misma vía, ya que la experiencia está en el mundo de lo sensible y la formalización en el mundo de las ideas (Ayala, Malagón y Sandoval, 2013) y además, generalmente los formalismos de los fenómenos físicos son entendidos como mera aplicación de algoritmos matemáticos, se pudo evidenciar que el lenguaje matemático es uno de los posibles medios de organizar los fenómenos físicos y que necesariamente para realizar procesos de formalización de algún evento es necesario tener experiencia directa con el evento mismo. Por lo anterior, la ampliación de la experiencia juega un papel importante en dichos procesos, ya que esto permite que el sujeto refuerce sus ideas y, además, obtenga nueva información que le permita caracterizar o construir explicaciones sobre el fenómeno estudiado.

Mediante la estrategia de aprendizaje, se logró que los estudiantes formalizaran el concepto de fuerza, ya que las actividades realizadas permitieron ampliar la experiencia de los jóvenes y a partir de ello reestructuraron las explicaciones que han construido desde su vida cotidiana. Es decir, lograron caracterizar la fuerza desde su magnitud, dirección e interacción entre cuerpos, características que antes no eran considerados por parte de los estudiantes. Por ende, vale la pena mencionar que en la enseñanza de la ciencia el docente es el responsable de crear dinámicas que permita ampliar la experiencia del estudiante, la cual está relacionada con algún objetivo de aprendizaje.

Como se pudo evidenciar en los apartados anteriores, la palabra fuerza ha sido interpretada desde varios puntos de vista, pero en este trabajo se da más hincapié en la idea de que la fuerza no puede ser entendida solo como una acción sino también como una interacción. Es decir, en el estudio del concepto de fuerza no se debe pensar en un solo cuerpo, aislado o en el vacío, sino

que depende del análisis de todo el sistema, en este caso la relación entre los dos cuerpos. Por eso, se enfatiza en la idea en ver la interacción como un eje organizador de este concepto.

Históricamente el concepto de fuerza ha sido tema de estudio para varios personajes científicos, a partir de ello han venido surgiendo variedad de explicaciones sobre este concepto, sin embargo hay dos definiciones que sobresalen para esta investigación, una de ellas es la que se asocia a la acción que produce o cambia el movimiento de los cuerpos y la otra es la que está pensada como una propiedad intrínseca del cuerpo, esto se logró evidenciar tanto en el recorrido histórico presentado en el capítulo II como en el análisis de la estrategia de aprendizaje. Por ello es importante realizar una mirada a todas estas perspectivas del concepto de fuerza, ya que con esto se puede considerar que ningún formalismo que alcance el estudiante es erróneo, sino que es la forma de ver y entender el mundo.

Por último, este proceso investigativo me permitió como docente en formación considerar al profesor como un investigador que cambia dinámicas en el aula con el objetivo de estimular la intervención activa de los estudiantes en la construcción de conocimiento, esto se logra a partir del dialogo entre maestro-estudiante y de la formulación de preguntas. Estas últimas permiten al estudiante realizar un proceso de indagación en el que surgen nuevas preguntas. Es así, que la pregunta permite evidenciar las comprensiones que obtienen los estudiantes.

Cabe señalar, que en este proceso de investigación se alcanzaron las reflexiones anteriormente mencionadas, sin embargo se espera ser referente para futuras investigaciones a la hora de comprender las formalizaciones que realizan los estudiantes en la escuela, alrededor del concepto de fuerza.

## Referencias bibliográficas

- Alfonso, K., & Cárdenas, D. (2015). La convertibilidad como una categoría epistemológica para el estudio de los fenómenos físicos (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Arca, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia, Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. Barcelona, España: Paidós educador.
- Ayala, M., Malagón, J., & Sandoval, S. (2013). Construcción de fenomenologías y procesos de formalización: Un sentido para la enseñanza de las ciencias. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional, CIUP.
- Bausela, E. (s.f.). La docencia a través de la investigación–acción. *Revista Iberoamericana de Educación*, (ISSN: 1681-5653) .
- Cherrez, Y. (2012). El movimiento: una propuesta para reconocer los aspectos involucrados en la formalización de conceptos físicos con estudiantes de 11 (Trabajo de pregrado). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- García, Y. (2011). Dificultades en la Interpretación del concepto de Fuerza en estudiantes de grado décimo. Una propuesta didáctica para abordar la problemática (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Hertz, H. (1894). Los principios de la mecánica. En H. Hertz, *Obras completas Tomo III* (pág. 1). Leipzig, Alemania.
- Jammer, M. (1957). *concepts of force* . New York, United States: Dover publications.
- Martínez, D. (2013). Propuesta de enseñanza y aprendizaje del concepto “Fuerza” para niños de quinto (tesis de maestría). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Newton, I. (1686). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Londres, Inglaterra: Ediciones Altaya.
- PEI. (2016). *Proyecto Educativo Institucional*. San Antonio Del Tequendama, Cundinamarca: IED Mariano Santamaría.



- Pérez, A. (2012). Interpretación y aplicación de las leyes de movimiento de Newton: una propuesta didáctica para mejorar el nivel de desempeño y competencia en el aprendizaje de los estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial Piloto (Tesis de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Madrid, España: Morata.
- Restrepo, B. (s.f.). Una variante pedagógica de la investigación-acción educativa. OEI-Revista Iberoamericana de Educación , (ISSN: 1681-5653) .
- Rincón, L., & Rodríguez, C. (2014). Construcción de fenomenologías de la interacción y la equivalencia de la actividad química de las sustancias (Trabajo de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Rodríguez, O., Romero, A., Ayala, M., Malagón, J., Aguilar, Y., & Garzón, M. (2008). Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sandoval, S. (2008). La comprensión y construcción fenomenológica: una perspectiva desde la formación de maestros de ciencias (Trabajo de maestría). Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Sandoval, S., Ayala, M., Malagón, F., & Tarazona, L. (octubre del 2016). El experimento en enseñanza de las ciencias como una forma de organizar y ampliar la experiencia. III Congreso Nacional de Enseñanza de la Física. Ibagué, Colombia.
- Zapata, J. d. (2014). Diseño e implementación de una propuesta didáctica que contribuya al aprendizaje significativo del «concepto Fuerza»: estudio de caso en el grado undécimo de la Institución Educativa Liceo Antioqueño del municipio de Bello (Tesis de maestría). Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

## Anexo 1. Hulk vs La Mole

Universidad Pedagógica Nacional  
Licenciatura en Física

IED Mariano Santamaría  
Grado 10-01

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Teniendo en cuenta el contenido del video Hulk vs La Mole ( video tomado de la serie Ultimate Spiderman segunda temporada capítulo 14) contesta las siguientes preguntas:



Ⓢ ¿Cuál es la intención de manejarle la mente a Hulk?

---

---

---

Ⓢ ¿Por qué Hulk rompe todo lo que toca?

---

---

---

Ⓢ ¿Por qué cuando Hulk se pone la mano en la cara no se hace daño?

---

---

---

Ⓢ ¿Cuál es la sensación que tiene Hulk cuando está en el cuerpo del hombre araña?

---

---

---

Ⓢ ¿Por qué envían a La Mole a combatir a Hulk y no a otro súper héroe?

---

---

---

Ⓢ Cuando Hulk lanza a la Mole ¿Por qué se rompen las ventanas de los edificios sin que la Mole las toque?

---

---

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ⓢ ¿Qué pasa cuando Hulk se enoja?, Mencione un ejemplo

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ⓢ ¿Por qué le temen tanto a Hulk?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Anexo 2. Observando las fuerzas de nuestro entorno

Universidad Pedagógica Nacional  
Licenciatura en Física

IED Mariano Santamaría  
Grado 10-01

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

2. Lee la siguiente situación y responde:

Un grupo de amigos se encuentran jugando piquis, Andrés y Carlos se disponen hacer su lanzamiento tal como lo muestra la figura.



Ⓜ ¿Qué se debe hacer para ganar en el juego de las piquis?, ¿Por qué?

---

---

---

Ⓜ ¿Cuál de los dos jugadores chocará más piquis?, ¿Por qué?

---

---

---

Ⓜ ¿Si todas las piquis que están dentro del círculo fueran grandes quien chocaría más piquis?, ¿Por qué?

---

---

---

Ⓜ ¿Si todas las piquis que están dentro del círculo fueran pequeñas quien chocaría más piquis?, ¿Por qué?

---

---

---

Ⓜ ¿Si Andrés tuviera la piquis más grande podría chocar más piquis?, ¿por qué?



---

---

---

---

---

---

---

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

3. Mira a tu alrededor e identifica otra situación en la que puedas hablar de fuerza en tu vida cotidiana.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ⓢ ¿Por qué esta situación la relacionas con fuerza? Describe tu respuesta utilizando dibujos.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Anexo 3. Halando y empujando



Universidad Pedagógica Nacional  
Licenciatura en Física

IED Mariano Santamaría  
Grado 10-01

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

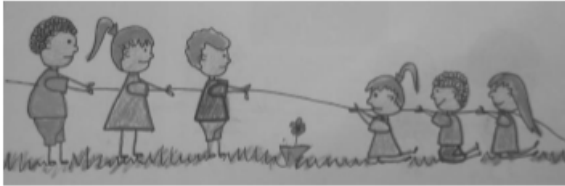
4. Las siguientes son situaciones que debes realizar, antes de ello lee atentamente las preguntas para que identifiques los aspectos que debes tener en cuenta para su respuesta:

Ⓢ Conformen grupos de seis personas para jugar “tire y afloje”, dentro de tu grupo formen dos equipos (equipo A y equipo B) de tres integrantes, sigan las instrucciones y escriban cuál fue el equipo ganador dentro de tu grupo y por qué gana:

Procedimiento	Ganador	¿Por qué gana?
<p>Para esta situación un integrante del equipo A competirá contra dos del equipo B. la persona del equipo A se ubicara frente al equipo B, como se observa en la imagen. Halen la cuerda al mismo tiempo.</p> 		
<p>En esta situación dos integrantes del equipo A competirán contra dos integrantes del equipo B. El equipo A se ubicara dándole la espalda al equipo B, como se observa en la imagen. Halen la cuerda al mismo tiempo.</p> 		
<p>Ahora los dos equipos jugaran con todos sus integrantes, es decir, los tres integrantes del equipo A competirán contra los tres del equipo B. Los equipos se ubicaran de tal manera que el ángulo que formen con la cuerda sea diferente a <math>180^\circ</math>, la cuerda debe pasar por la polea antes de que compitan, como se observa en la imagen. Halen la cuerda al mismo tiempo.</p>		



Ahora el equipo A se ubicara con sus tres integrantes frente al equipo B, el equipo B se pondrá de rodillas frente al equipo A, como se observa en la imagen. Halen la cuerda al mismo tiempo.



De acuerdo a las experiencias realizadas en esta actividad, para que un equipo sea el ganador ¿qué se debe tener en cuenta?

---



---



---



---

¿Es lo mismo que los equipos halen en direcciones opuestas a que halen hacia la misma dirección como en la situación en la que cambian el ángulo? Justifica tu respuesta

---



---



---



---

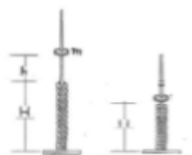
© Para esta experiencia se necesitan nueve arandelas, tres resortes, tres reglas y tres soportes universales, como se muestra en la imagen.





Procedimiento:

- Lo primero que tienes que hacer es medir la longitud de los resortes y registrar este valor en la tabla en “longitud inicial del resorte”.
- Luego en cada uno de los soportes ubica un resorte
- Lanza desde una altura de treinta centímetros una arandela por cada resorte, mide la longitud de los resortes sin retirar las arandelas y registra este valor en la tabla en “longitud final del resorte”.
- Luego lanza dos arandelas al mismo tiempo a treinta centímetros de altura por cada resorte, mide la longitud de los resortes sin retirar las arandelas y registra este valor en la tabla en “longitud final del resorte”.
- Luego lanza tres arandelas al mismo tiempo a treinta centímetros de altura por cada resorte, mide la longitud de los resortes sin retirar las arandelas y registra este valor en la tabla en “longitud final del resorte”.



Resorte	Longitud inicial del resorte	Cantidad de arandelas	Longitud final del resorte
Rojo		1	
		2	
		3	
Azul		1	
		2	
		3	
Verde		1	
		2	
		3	

Compare la longitud inicial y final de cada resorte por cada uno de los lanzamientos, ¿Son diferentes estas longitudes?, ¿Por qué?

---

---

---

---

¿Cuándo se aumenta la cantidad de arandelas la longitud del resorte cambia?, ¿Por qué?

---

---

¿Cuál de los tres resortes tiene una longitud final mayor y cual menor?, ¿Por qué?

## Anexo 4. Interacción

Universidad Pedagógica Nacional  
Licenciatura en Física

IED Mariano Santamaría  
Grado 10-01

Nombre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Ⓢ En cada una de las situaciones que se propone explica detalladamente que experimentas al momento de realizarla y escribe por qué sucede esto

Situación	¿Qué sucedió?	¿Por qué?
Lánzate suave mente sobre el inflable.		
Lánzate hacia el inflable tomando impulso.		
Dale un puño al saco de boxeo.		
Dale un empujón al saco de boxeo.		

¿Qué diferencia encontraste al lanzarte suavemente hacia el inflable y lanzarte con impulso?,  
¿Por qué?

---

---

---

---

¿Qué diferencia encontraste al golpear el saco de boxeo con tu puño que al empujarlo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué diferencia puedes evidenciar al golpear al saco y lanzarte sobre el inflable?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ⓢ Cada uno de los integrantes del grupo deberá tomar una almohada para jugar guerra de almohadas, ten en cuenta que no debes soltar la almohada a la hora de golpear a tu adversario.

En el juego de guerra de almohadas ¿qué experimentas al golpear con la almohada a tus compañeros?, ¿por qué crees que pasa esto?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué crees que experimentan tus compañeros en el momento en el que lo golpeas con la almohada?, ¿por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Cuándo un compañero te golpea con la almohada ¿crees que lo que experimentan tú y tu compañero es lo mismo?, ¿por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Cuando golpeas con la almohada a un compañero ¿crees que lo que experimentan tú y tu compañero es lo mismo?, ¿por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Anexo 5. Carro esferado

Universidad Pedagógica Nacional  
Licenciatura en Física

IED Mariano Santamaría  
Grado 10-01

Integrantes: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

5. Como es bien sabido a mediados de septiembre de todos los años en el municipio de San Antonio del Tequendama se organiza la válida de carros esferados, que por lo general los participantes inician desde el sector de los Tizones y finalizan en la vereda de Pueblo Nuevo.

Para la próxima sesión por grupos de seis personas construyan un prototipo de este tipo de carro y con él expliquen su funcionamiento tomado como guía las siguientes preguntas:

¿Cómo se da la dirección del carro esferado?

¿Como se frena el carro esferado?

¿Como se impulsa el carro esferado?

¿Cuántas personas deben ir en un carro esferado para que su funcionamiento sea lo más eficaz posible?, ¿por qué?

Y otros aspectos que consideren prudentes.