



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**La conceptualización de la cantidad de  
movimiento a partir de la intuición, bajo el  
análisis de invariantes operatorios en el marco  
de la teoría de los campos conceptuales.**

**Autor(es)**

**Laura Isabel León Díaz**

**Rubén Andrés Ríos Aguilar**

Universidad de Antioquia-UdeA

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2020



I

**La conceptualización de la cantidad de movimiento a partir de la intuición, bajo el análisis de invariantes operatorios en el marco de la teoría de los campos conceptuales.**

**Laura Isabel León Díaz**  
**Rubén Andrés Ríos Aguilar**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Licenciado en Matemáticas y Física**

Asesores (a):  
René Alejandro Londoño Cano  
Doctor en Educación, Línea de Formación en Educación Matemática

Universidad de Antioquia-UdeA  
Facultad de Educación  
Medellín, Colombia  
2020

## Agradecimientos

Yo, Laura Isabel León Díaz, quiero agradecer en este trabajo de grado a todos los que me apoyaron en mi formación académica y personal durante mis estudios en la licenciatura, docentes y compañeros que hicieron aumentar mi pasión por la docencia, y la enseñanza de las matemáticas y la física.

En especial quiero agradecerles a mis padres, Humberto León Gil y Dora Celly Díaz Zamora, por su apoyo durante este proceso, sus esfuerzos para brindarme el mejor acompañamiento durante mi formación académica y personal, por su amor y guía durante mis estudios, sobre todo por aguantar mis locuras e indecisiones, que espero me conviertan en la profesional que ellos merecen que sea. A mis hermanos, Ledy Jhoana León Díaz y Víctor Manuel León Díaz, por darme su amor y comprensión cuando decidí empezar a estudiar la licenciatura, por entender cuáles eran mis motivaciones para realizarla, y hacerme ver que era la mejor decisión que podía haber tomado para mi futuro profesional.

A Nicolás Adolfo Amaya Lozano, por apoyarme durante mi formación como mi mejor amigo, colega y una gran pareja, que me permitió durante mis años en esta carrera contar con su apoyo, por ser alguien que me motivara a mi superación y a la culminación de mis estudios, también por brindarme su amor y cariño durante este tiempo.

A mi compañero y amigo de trabajo de grado Rubén Andrés Ríos Aguilar, por culminar este proceso académico a mi lado, el cual estuvo lleno de aprendizaje, risas y llantos, que se llevó en ocasiones nuestros sueños y nos dejó a su vez grandes satisfacciones personales, y por último a mi asesor en este proceso, René Alejandro Londoño, por su guía

y acompañamiento en la práctica docente y escritura del trabajo, donde nos brindó su tranquilidad y seguridad para llegar a su culminación.

Yo, Rubén Andrés Ríos Aguilar, agradezco a mi familia, a la Universidad de Antioquia, a mis maestros; sus palabras y acciones fueron parte esencial para llegar a este punto de mi carrera profesional. Escoger esta profesión de ser maestro, me ha llevado a encontrar en lo humano un ejercicio de educar que trasciende la disciplina científica, permeando eso tan valioso que está dentro de cada estudiante, su propia humanidad.

A mi compañera Laura Isabel León Díaz, por apoyarme en el desarrollo y consecución de este trabajo de grado.

## Tabla de Contenido

Resumen	1
Abstract	2
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 Acerca de la Teoría de los campos conceptuales.	3
1.1.2 Acerca de la intuición.	5
1.1.3 Acerca del objeto de saber específico: Cantidad de Movimiento.	6
1.2 Planteamiento del problema	9
1.2.1 Justificación.	9
1.2.2 Formulación del problema.	10
1.2.2 Pregunta de investigación.	10
1.2.3 Objeto de estudio.	10
1.2.4 Concepto físico.	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo general.	10
1.3.2 Objetivos específicos.	10
Capítulo II. Marco referencial	12
2.1 Marco Contextual	12
2.2 Marco Legal	14
2.2.1 Ley 115 de febrero 8 de 1994.	14
2.2.2 Estándares Curriculares.	14
2.2.3 Derechos básicos de Aprendizaje-DBA.	15
2.3 Marco Teórico	15
2.3.1 Teoría de los campos conceptuales.	15
2.3.1.1 ¿Qué es desarrollo cognitivo?	18
2.3.1.2 Campo de experiencia y campo conceptual.	20
2.3.1.3 Invariantes operatorios.	22
2.3.1.4 De la Intuición a la Conceptualización.	26
2.3.3 Intuición	27
2.4 Marco Conceptual	30
Capítulo III: Metodología	33

3.1 Enfoque Cualitativo	33
3.2. Método: Estudio de casos	34
3.3 Selección de la población objeto de estudio o participantes	35
3.4 Diseño de los instrumentos	36
3.4.1 Ruta metodológica.	36
3.4.1.1 Fase 1: Diagnóstica	37
3.4.1.2 Fase 2: Teórica-práctica.	37
3.4.1.3 Fase 3: Socialización.	37
3.4.2 Recolección de la información.	38
3.4.2.1 Bitácora Docente-Investigador.	38
3.4.2.2 Bitácora del estudiante.	39
Capítulo IV: Análisis de la información	40
4.1 Unidades de Análisis	40
4.2 Categorías	40
4. 2 Análisis preliminar	41
4.2.1 Fase 1: Diagnóstica.	41
4.2.2 Fase 2 Teórica- Práctica.	47
4.2.3 Fase 3: Socialización.	52
4.3 Análisis general de los datos cualitativos	58
Capítulo V: Conclusiones	61
5.1 Consecución de los objetivos: general y específicos	61
5.2 Aportes del trabajo a los investigadores.	63
5.2.1 Nuevas perspectivas encontradas	64
5.3 Futuras líneas de investigación	64
Referencias bibliográficas	66
Anexos	71
Anexo 1	71
Anexo 2	73
Anexo 3	80
Anexo 4	89
Anexo 5	90
Anexo 6	91

Anexo 7	92
Anexo 8	93
Anexo 9	94
Anexo 10	95
Anexo 11	96
Anexo 12	96
Anexo 13	97
Anexo 14	97
Anexo 15	97
Anexo 16	98
Anexo 17	99
Anexo 18	99
Anexo 19	100
Anexo 20	101
Anexo 21	101
Anexo 22	102
Anexo 23	103

**Lista de tablas**

Tabla 1	
Antecedentes acerca de la teoría de los campos conceptuales .....	3
Tabla 2	
Antecedentes acerca de la intuición .....	5
Tabla 3	
Antecedentes acerca del objeto de saber específico: Cantidad de movimiento .....	7
Tabla 4	
Campo de experiencia y campo conceptual desde la perspectiva de Vergnaud.....	20
Tabla 5	
Análisis preliminar fase 1, caso1.....	42
Tabla 6	
Análisis preliminar fase 1, caso 2.....	43
Tabla 7	
Análisis preliminar fase 1, caso 3.....	45
Tabla 8	
Análisis preliminar fase 2, caso1.....	48
Tabla 9	
Análisis preliminar fase 2, caso2.....	49
Tabla 10	
Análisis preliminar fase 2, caso 3.....	51
Tabla 11	
Análisis preliminar fase 3, caso 1.....	53
Tabla 12	
Análisis preliminar fase 3, caso 2.....	55
Tabla 13	
Análisis preliminar fase 3, caso2.....	57
Tabla 14	
Análisis general.....	59

**Tabla de Figuras**

Figura 1. Relación Conocimiento-Lenguaje-Experiencia.....	19
Figura 2: Recuperado de Moreira, (2002) Un mapa conceptual para la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud .....	25
Figura 3. Representación de la relación Intuición-Conceptualización. ....	26
Figura 4. Conceptualización de la cantidad de movimiento.....	30
Figura 5: Pista jabonosa .....	47
Figura 6: Resortes juguetones.....	47
Figura 7: Caja misteriosa.....	53
Figura 8: Montaje realizado por el Caso 1 .....	53
Figura 9: Montaje realizado por el Caso2 .....	53
Figura 10 Montaje realizado por el caso 2 .....	53



## Resumen

El presente trabajo de grado, es una propuesta investigativa en educación, que evidencia el proceso de conceptualización de tres estudiantes de grado 10°, partiendo de su intuición al momento de conceptualizar la cantidad de movimiento de algunos cuerpos, bajo el análisis de invariantes operatorios en el marco de la teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud y de los aportes de Marco Antonio Moreira; esto con el fin de explorar el proceso de la construcción conceptual, teniendo en cuenta la acepción de Mach sobre la intuición y su relación con la ciencia.

Con el fin de lograr una mejora en la conceptualización por parte de los estudiantes con respecto a la cantidad de movimiento de algunos cuerpos, se desarrollan tres fases en la etapa de implementación, las cuales parten de la idea de explorar el uso que los estudiantes hacen de su intuición para dar respuesta a las situaciones planteadas en la fase diagnóstica. Además, se acude a la experimentación como un medio por el cual los alumnos se apoyan en el maestro, en sus sentidos y conceptos previos para dar cuenta de las situaciones en la etapa teórico-práctica. Finalmente se acude a la fase 3, en la cual los estudiantes evidencian algunos invariantes operatorios vinculados al campo conceptual de la cantidad de movimiento.

Se evidencia un progreso en los procesos de conceptualización por parte de los 3 estudiantes con respecto a la cantidad de movimiento. Se concluye que la intuición aporta al proceso de conceptualización. Sin embargo, se destaca que no todos los estudiantes parten de su intuición para responder a las situaciones planteadas en la fase diagnóstica, Se plantea indagar por la relación de posibles conceptos-en-acción implícitos en teoremas-en-acción en el área de las ciencias.

Palabras claves: Conceptualización, Cantidad de Movimiento, Intuición, Invariante operatorio, Campo conceptual

## Abstract

The degree work is a proposal of research in education, and it evidences the process of conceptualization of three students of grade 10<sup>o</sup>, starting from her intuition at the time of conceptualizing the amount of movement of some bodies, under the analysis of invariant operative in the framework of the theory of the conceptual fields of Gerard Vergnaud and contributions of Marco Antonio Moreira; this in order to explore the process of conceptual construction, taking into account the meaning of Mach on the intuition, and its relationship with science.

In order to achieve an improvement in the conceptualization by students regarding the amount of movement of some bodies, three phases are developed in the implementation stage, which start from the idea of exploring the use that students make of their intuition to develop situations raised in the diagnostic phase. In addition, experimentation is used as a means by which students rely on the teacher, his senses and previous concepts to account for situations in the theoretical-practical stage. Finally we go to phase 3, in which the students show some operative invariants linked to the conceptual field of the amount of movement.

There is evidence of progress in the conceptualization processes on the part of the 3 students regarding the amount of movement. It is concluded that intuition contributes to the process of conceptualization. However, it is emphasized that not all students start from their intuition to respond to the situations raised in the diagnostic phase.

It is proposed to investigate the relationship of possible concepts-in-action implicit in theorems-in-action in the area of science.

Keywords: conceptualization, amount of movement, intuition, operative invariant, conceptual field

## Capítulo I. Contextualización del estudio

En este capítulo se encuentran los propósitos bajo los cuales se realizará esta investigación; para ello será necesario identificar y tener presentes las dificultades que se encontraron en los estudiantes de grado 10° de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo, donde fue realizada la práctica docente, esto es, teniendo en cuenta los antecedentes generados durante la práctica.

### 1.1 Antecedentes

#### 1.1.1 Acerca de la Teoría de los campos conceptuales.

En la tabla 1 se muestran algunos referentes o antecedentes sobre la teoría de los campos conceptuales en la física. Estos resultan vitales para el desarrollo del trabajo de grado, puesto que son evidencia de la pertinencia que tiene el abordar el marco de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, en áreas del conocimiento distintas a las matemáticas, disciplina donde surge esta teoría, dado que permiten revisar el proceso de investigación con relación a la teoría propiamente dicha en el área de la física.

Los siguientes antecedentes son abordados por Caballero, (2009) (la teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias, 2009) y se constituyen en referentes teóricos para el presente trabajo de grado. Se destacan algunas investigaciones que se vinculan con los invariantes operatorios, los cuales serán objeto de análisis.

Tabla 1

*Antecedentes acerca de la teoría de los campos conceptuales*

Título del Trabajo	Autores	Ideas a destacar
--------------------	---------	------------------

<p>El aprendizaje del concepto de campo en física: una exploración a la luz de la teoría de Vergnaud.</p>	<p>Llancaqueo, Caballero y Moreira. (2003)</p>	<p>Se resaltan las categorías, que dan cuenta de la conceptualización de los estudiantes, en las cuales se evidencia su proceso de desarrollo conceptual. Se destaca, la idea que vincula la estructura cognitiva del estudiante con la estructura de un concepto o conocimiento.</p>
<p>Teoremas-en-acción y conceptos-en-acción en clases de física introductoria en secundaria.</p>	<p>Escudero, Moreira, y Caballero (2003)</p>	<p>Se resalta la idea en el texto de Caballero (2009) de "que los conocimientos-en-acción, que son largamente implícitos, pueden funcionar como obstáculo o como precursores en la construcción de conceptos científicos" (p.69) .Se entiende con lo que se menciona en este texto de Caballero (2009), que es importante identificar los invariantes operatorios que puedan obstaculizar el proceso de conceptualización; algo que se destaca en el trabajo de Escudero (2003), donde se identifican aquellos conceptos-en-acción o teoremas-en-acción que obstaculicen el proceso esperado en la enseñanza de distintas temáticas en física.</p>
<p>Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da</p>	<p>Grings, Caballero y Moreira (2006).</p>	<p>Se evidencian algunos ejemplos de teoremas en acto que pueden sustentar el presente trabajo. Se da cuenta de un planteamiento</p>

termodinâmica		relacionado con la Termodinámica y se encuentra por parte del estudiante un teorema en acto que da cuenta de su conceptualización.
---------------	--	--

### 1.1.2 Acerca de la intuición.

A continuación, se encuentran algunos autores que han trabajado en torno a la intuición, quienes dan evidencia de cómo la intuición aporta a la construcción de pensamiento científico y a la creación de nuevos saberes; para ello, se recurre a algunas ideas planteadas, las cuales son mostradas en la tabla 2, reconociendo que la intuición es un punto de partida en esta investigación, siendo esta la que permita identificar cuáles son las primeras concepciones que tienen los alumnos sobre cantidad de movimiento.

Tabla 2  
Antecedentes acerca de la intuición

Títulos de los textos	Citas	Ideas a destacar
INTUICIÓN Física por intuición Qués, y Qués, (2015)	“Entendiéndose como intuición a aquella herramienta cognitiva que nos brinda la posibilidad de lograr aprendizajes significativos, frente al método tradicional y academicista de la enseñanza, una herramienta por la cual podemos comprender la realidad a través de los sentidos.” (p.505)	En este apartado es interesante señalar la concepción que asumen los autores en mención, si se tiene en cuenta el nexo que establecen frente a la intuición y los sentidos, aspecto que se puede relacionar con Mach (1948), cuando afirma que a través de los sentidos y de sus combinaciones es de dónde surgen los conceptos.
Intuition in Science and Mathematics. Fischbein (1987).	“El conocimiento intuitivo puede aparecer en algunos textos con un significado similar al conocimiento sensorial o perceptual. Pero al mismo tiempo la intuición es un conocimiento inmediato que puede ser fuente de revelaciones religiosas,	Este texto sobre la intuición en torno a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas, tiene una gran relevancia, como sustento, para el desarrollo de este trabajo. La definición de intuición como un conocimiento inmediato, parte

	inspiraciones artísticas, o iluminación científica, entre otras.”	de lo sensorial y enriquece la idea de que la intuición puede generar conocimiento científico, después de una exploración de cómo se relaciona con la conceptualización de un fenómeno.
Física por Intuición Qués y Qués (2015)	“Finalizamos señalando que la intuición sensible cumple un rol primordial en la adquisición de conocimientos, por lo tanto, como educadores debemos hacer hincapié en este aspecto para facilitar el desarrollo del potencial intuitivo de los estudiantes y así poder lograr aprendizajes significativos en ellos. El conocimiento del mundo real, es decir la aprehensión de la naturaleza y su consecuente dominio y manejo sólo se puede obtener partiendo de la percepción que se da a través de los sentidos.” (p.508)	Teniendo en cuenta las ideas de Qués y Qués (2015), en el fragmento anterior, es posible preguntar por cómo los estudiantes logran hacer uso de la intuición para conceptualizar algunos fenómenos en torno a la cantidad de movimiento, teniendo en cuenta la relación sensorial del mundo que los rodea y los conocimientos científicos adquiridos en su proceso de formación. De esta manera, se espera lograr una mayor claridad del mundo real y de los fenómenos naturales que son estudiados en la clase de física.

### 1.1.3 Acerca del objeto de saber específico: Cantidad de Movimiento.

Los siguientes textos (Tesis de grado, artículos y ponencias) son algunos trabajos relacionados con la cantidad de movimiento de los cuerpos y la enseñanza en física, los cuales son relevantes para el desarrollo de este trabajo de grado, como se deja en evidencia en la tabla 3, en la que se destacan algunas ideas que ratifican la importancia de preguntarse por la enseñanza-aprendizaje de la mecánica clásica en el aula. Además, resaltan que existe una dificultad en cómo se dan los procesos de conceptualización de la cantidad de movimiento y los conceptos relacionados al mismo.

Tabla 3

*Antecedentes acerca del objeto de saber específico: Cantidad de movimiento*

Título del texto	Autor(es)	Ideas a destacar
<p>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.</p>	<p>Pérez (2012).</p>	<p>En este trabajo de grado, se establece la dificultad de los estudiantes para reconocer las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y su interpretación, además se plantea cómo un aprendizaje memorístico genera limitaciones para relacionar la temática con diferentes aplicaciones y situaciones cotidianas. A su vez, cómo el desarrollar procesos meramente numéricos y el reemplazo de valores en fórmulas, puede ser un limitante para la conceptualización, donde los estudiantes pueden culminar sus estudios sin llegar a comprender y relacionar los conceptos fundamentales que se desprenden de las leyes newtonianas.</p>
<p>Experiencias Históricas en física. Interés Pedagógico</p>	<p>Argos (2017).</p>	<p>En este trabajo se encuentra una idea de cómo debe ser la conceptualización ideal de los estudiantes en el área de la física, bajo las ideas de Carrascosa y Gil (1991), defendiendo la idea de cómo se debe dar la relación entre las ecuaciones y su entendimiento previo, y dando a conocer la forma en la que conceptualizan algunos estudiantes los fenómenos relacionados con las colisiones; estas pueden ser erradas como las ideas que tenían algunos físicos, entre ellos Aristóteles, cuando definía cómo era la caída libre de los cuerpos, en comparación con las</p>

		teorías vigentes en el currículo académico.
El Aprendizaje de la física con un enfoque multirepresentacional: Un Caso sobre Colisiones	Montes, Flores y Cruz (2017)	<p>Como principal herramienta en este trabajo, está el uso de software que busca la recreación de colisiones, y hacer una comparación teórico-práctica, con el fin de mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes.</p> <p>Se puede destacar que sólo hacer representaciones virtuales, deja a un lado el desarrollo práctico, didáctico y lúdico que se espera rescatar en este trabajo de grado. En este sentido las simulaciones virtuales no son de interés para el desarrollo conceptual en esta investigación.</p>
Una Propuesta pedagógica mejorada para la enseñanza de la física “revisión de una propuesta ya estructurada y planteamiento de estrategias para generar el cambio conceptual en los estudiantes del concepto de fuerza y cantidad de Movimiento.	Hernández (2012)	<p>Este trabajo plantea un modelo de enseñanza que permita un cambio en la manera en que se viene desarrollando la conceptualización de algunos conceptos en la física del movimiento, como lo son fuerza y cantidad de movimiento. Se afirma que desafortunadamente, se ha dado prioridad a los procesos memorísticos de los conceptos y a la mecanización de las ecuaciones relacionadas. Trata de realizar una propuesta que busque mejores resultados en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.</p>
Conceptos Espontáneos Sobre Colisiones	Villani y Pacca, (1990)	<p>La investigación pretende dar a conocer las ideas que los estudiantes pudiesen tener sobre las colisiones e identificar si estas daban cuenta de una mirada clásica o newtoniana de la Física, con estudiantes de Posgrado.</p>



## 1.2 Planteamiento del problema

### 1.2.1 Justificación.

La idea de que los estudiantes conceptualicen a partir de sus conocimientos intuitivos, es un asunto poco explorado en la enseñanza de las ciencias, por ello, se espera acudir a las concepciones que los alumnos tengan del mundo sensible y su relación con el mundo real como lo establece Fischbein (1987) y ver cómo a partir de ideas intuitivas o situaciones familiares para los estudiantes, se logra un desarrollo conceptual de la cantidad de movimiento de los cuerpos, no sólo desde una clase magistral, sino desde la realización de actividades académicas, que permitan un acercamiento experiencial con los fenómenos y la teoría; al tener en cuenta lo importante que son los conocimientos previos y apreciaciones intuitivas que los estudiantes pueden tener cuando se les pregunte por cómo se dan los choques entre dos o más cuerpos, qué se entiende por conservación de la cantidad de movimiento, entre otros conceptos relacionados.

Sin embargo, es común que el estudio de la cantidad de movimiento (o ímpetu) y de los conceptos subyacente a él, aún sean enseñados de manera más teórica y operativa en el aula, restando importancia a las actividades lúdicas, experimentales y prácticas, que en ocasiones son limitadas a un ejemplo, dejando a un lado la red conceptual que es posible adquirir mediante la interacción con fenómenos; por esta razón, se espera ver cómo a través de situaciones planteadas, los estudiantes logran vincular sus experiencias y conocimientos intuitivos a la conceptualización de la cantidad de movimiento, y de esta forma facilitar la identificación de invariantes operatorios, que permitan dar cuenta de su desarrollo conceptual.

### 1.2.2 Formulación del problema.

En la práctica pedagógica realizada en el grado 10° de la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo, se logró identificar que a algunos estudiantes en la clase de Física, se les dificulta hacer de un conocimiento intuitivo un conocimiento formal o científico, o establecer una relación entre ellos, presentando niveles bajos de conceptualización en lo que expresan, esto se logró identificar en sus evaluaciones individuales y grupales, tanto de manera escrita como oral, donde era notable una falta de su desarrollo conceptual.

#### 1.2.2 Pregunta de investigación.

¿Cómo es el proceso de conceptualización, de la cantidad de movimiento a partir de la intuición, en el caso de 3 estudiantes del grado (10°)?

#### 1.2.3 Objeto de estudio.

La conceptualización

#### 1.2.4 Concepto físico.

Cantidad de Movimiento.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general.

Describir el proceso de conceptualización de la cantidad de movimiento (en un grupo de 3 estudiantes) a partir de sus conocimientos intuitivos, bajo el análisis de invariantes operatorios, en el marco de la teoría de los campos conceptuales.

#### 1.3.2 Objetivos específicos.

- Identificar algunos conceptos previos e intuitivos de los estudiantes sobre los fenómenos relacionados a la conceptualización de la cantidad de movimiento.

- Describir el papel de las situaciones teórico-prácticas que faciliten la conceptualización de la cantidad de movimiento.
- Evaluar el seguimiento a las actividades realizadas por parte de los estudiantes, que reflejen su conceptualización sobre la cantidad de movimiento en los cuerpos.

## Capítulo II. Marco referencial

### 2.1 Marco Contextual

El desarrollo de este trabajo de investigación se fundamenta en la práctica docente para el título de Licenciado en Matemáticas y Física, la cual se realizó en la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo de la ciudad de Medellín-Departamento de Antioquia. Allí se realizó un acompañamiento en calidad de practicantes, a los estudiantes de algunas secciones (termino usado para los grupos, en la estructura INEM) de la básica secundaria y media, en los cursos de matemáticas y física, respectivamente. Por ello, es pertinente destacar cómo son los procesos académicos que se llevan en la Institución; además, destacar cómo estos hacen parte del desarrollo de la práctica docente, lo cual fue fundamental para la construcción de los instrumentos de este trabajo de grado.

En el año de 1967, surge por un grupo pedagógico, la idea de dirigir instituciones que no sólo otorguen a sus estudiantes el título de bachiller académico, sino también, que otorguen títulos de bachiller con énfasis en algunas modalidades especializadas en enseñanza técnica o tecnológica para la promoción del desempeño laboral, surgiendo la enseñanza media diversificada en los institutos Técnicos de Enseñanza Media Diversificada-INEM.

El programa de Educación Media Diversificada INEM fue creado entonces bajo el decreto 1962 del 20 de noviembre de 1969, bajo la Presidencia de Carlos Lleras Restrepo y como Ministro de Educación, Octavio Arizmendi Posada, el cual se pone en marcha a través del decreto 363 de marzo de 1970. A partir de esta fecha comenzaron a funcionar 10 institutos en algunas de las ciudades del país: Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cúcuta, Medellín, Montería, Pasto y Santa Marta. Y fue un tiempo después

cuando se crearon los INEM en Manizales, Pereira, Ibagué, Armenia, Neiva, Popayán, Tunja, Villavicencio y el segundo de Bogotá. Todos ubicados en las capitales de cada departamento y con una dependencia de la Dirección General del Ministerio de Educación.

Estas instituciones, en 1994, se ven acogidas por los lineamientos planteados por la Ley General de Educación (Ley 115), con el fin de conservar su estructura y alcanzar las funciones de una Institución Educativa tradicional; esto significa prestar atención a la media básica y a la media técnica, al mismo tiempo que a los desarrollos educativos de los niños de preescolar y de primaria.

La Institución Educativa "INEM José Félix de Restrepo" cuenta con 4100 estudiantes aproximadamente, 190 docentes, 8 directivos docentes, 27 administrativos y 16 funcionarios en servicios generales; es considerada la institución más grande en el Departamento de Antioquia y, en especial, en el municipio de Medellín; además, cuenta con una infraestructura agradable, amplia, funcional para las necesidades académicas y humanas de la población que la conforma.

El INEM se encuentra localizado en el sector del Poblado, entre las universidades EAFIT y el Politécnico Jaime Isaza Cadavid (Carrera 48 No. 1-125). La población de estudiantes del INEM, pertenece en un 85% a los estratos 1, 2 y 3, de los cuales el 87% residen en el Municipio de Medellín y el 13%, pertenecen a los municipios de Itagüí, Bello, Copacabana, Envigado, Sabaneta y la Estrella, lo que muestra que esta es una institución que acoge diversas poblaciones del Valle de Aburrá. El INEM es considerada como la Institución Educativa oficial más importante del Municipio de Medellín y una de las mejores en desempeños académicos.

## 2.2 Marco Legal

El marco legal que se presenta a continuación, parte de la ley 115 de 1994 y de los estándares curriculares para el contexto educativo colombiano.

### 2.2.1 Ley 115 de febrero 8 de 1994.

El siguiente artículo de la ley 115 de febrero 8 de 1994 es de vital importancia, pues resalta la dimensión humana y social como factor que integra al estudiante que deviene en un proceso de formación. Se resalta la formación en ciencias con unos objetivos específicos, entre ellos se menciona la necesidad de formar en el ámbito investigativo y de integrar el componente social en la educación. No sólo es primordial que se dé una formación en ciencias, también es necesario formar para comprender en parte la realidad nacional desde una educación que posibilite el pensamiento crítico.

ARTÍCULO 1°. Objeto de la ley. La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes.

El artículo 30 de la ley 115 de febrero 8 de 1994 en su literal c reza:

ARTÍCULO 30. Objetivos específicos de la educación media académica. Son objetivos específicos de la educación media académica:

c) La incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social.

### 2.2.2 Estándares Curriculares.

Después de realizar una indagación en los estándares curriculares colombianos, se encuentra que la temática de momento lineal y de impulso se contemplan en la enseñanza de la educación media. Para los propósitos de este trabajo, será importante poder articular

parte de esos conocimientos anteriores a dichas temáticas y que los jóvenes, además, puedan evocar experiencias pasadas con la intención de que estos, partiendo de su intuición, puedan dar cuenta de un proceso de conceptualización de la cantidad de movimiento. El estándar asociado al concepto estudiado del presente trabajo es:

- Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos.

### **2.2.3 Derechos básicos de Aprendizaje-DBA.**

En los DBA del área de ciencias naturales para la enseñanza del grado 10°, se resalta el aprendizaje de la conservación de la energía mecánica, donde se encuentra también el estudio de conceptos que se esperan abordar en este trabajo de grado. El DBA asociado al concepto de estudio del presente trabajo es:

- Comprende la conservación de la energía mecánica como un principio que permite cuantificar y explicar diferentes fenómenos mecánicos: choques entre cuerpos, movimiento pendular, caída libre, deformación de un sistema masa-resorte.

## **2.3 Marco Teórico**

### **2.3.1 Teoría de los campos conceptuales.**

Al tener la posibilidad de explorar la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, en la que se encontró el texto “La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias”, un texto de Moreira, Caballero y Vergnaud (2009), se pudo establecer un vínculo fundamental para sustentar la apuesta de este trabajo, el cual relaciona la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud con el saber disciplinar de la física.

La importancia de esta obra radica en la riqueza teórica que ofrece para la investigación y enseñanza de la Física, en el apoyo que brinda el autor de la teoría a quienes la han explorado, como es el caso de Moreira y Caballero, investigadores que han demostrado con diversos estudios cómo esta teoría tiene gran relevancia en las ciencias.

Debido a que la teoría de los campos conceptuales tiene su origen en las matemáticas, específicamente en las estructuras multiplicativas y aditivas, hace que sea relevante preguntarse ¿Por qué hacer uso de una teoría que tiene sus orígenes en las matemáticas, y no en la física?

Al respecto, Vergnaud (1990), afirma que la teoría de los campos conceptuales no es propiamente de las matemáticas. La riqueza de esta teoría ha permitido realizar estudios en la enseñanza de la física, mostrando que se pueden vincular los enfoques teóricos de los campos conceptuales; en este sentido y acorde con Vergnaud (2009), las obras de Moreira y Caballero se fundamentan con base en su teoría y con dos propósitos identificados, por una parte, Moreira muestra el potencial e importante papel de la Teoría de los campos conceptuales y, por la otra, Caballero evidencia la aplicabilidad y pertinencia de dicha teoría en el área de la Física; “sus textos son de tal claridad que mi primera impresión ha sido que yo no tenía nada que añadir” (p.15). Pese a que luego Vergnaud decide hacer una distinción entre su teoría y otras como las teorías de Vigotsky y Piaget, y que además decide hablar sobre el origen de esta teoría de los campos conceptuales, sus palabras representan un sustento para el presente trabajo de grado.

Al respecto de la teoría de Vergnaud y de su elección para la investigación, Moreira (2008) explica el ¿Por qué elegir la teoría de los campos conceptuales? Porque en ellas se explica el desarrollo, la complejidad cognitiva; porque reivindica la importancia de



situaciones cada vez más complejas en los procesos de aprendizaje; porque defiende un aprendizaje progresivo y no lineal; de igual manera aboga por un proceso de construcción de conocimiento y como este enriquece la estructura cognitiva.

Desde Moreira (2002) en su trabajo sobre campos conceptuales e investigación en Ciencias, se habla de situaciones cuando se recurre a tareas y problemas que se relacionan con el papel mediador del maestro, ya que este debe proponer situaciones para que se pueda dar un proceso de conceptualización.

Además, es interesante vincular a Caballero (2005), quien afirma que “La teoría de los campos conceptuales, propuesta por Gérard Vergnaud (1990), se está constituyendo en un instrumento eficaz para abordar investigaciones en áreas científicas diferentes a su desarrollo inicial, en el campo de las matemáticas” (p.44).

Al respecto, esta autora menciona en su trabajo algunas evidencias que muestran cómo los enfoques teóricos de Vergnaud son aplicables a la investigación de conceptos científicos y a la enseñanza en Ciencias. Este aspecto es sumamente importante si se considera que el origen de la teoría de los campos conceptuales está en las matemáticas y no propiamente en las ciencias. Ahora bien, como se evidencia hasta lo que se mencionó, desconocer el potencial de esta teoría en la investigación en educación de las ciencias, particularmente en física, es negarse a descubrir y explorar el desarrollo conceptual, en este caso particular, de la conceptualización de la cantidad del movimiento; implica, además, desconocer las posibilidades que puede ofrecer para la enseñanza de la física y de las ciencias naturales en general.

Según Vergnaud (2009), “La primera cuestión a la que se dirige la teoría de los campos conceptuales es la del desarrollo cognitivo del niño y del adolescente, que se produce tanto en los aprendizajes escolares como en la vida cotidiana.” (p.15)

Según esta afirmación, el desarrollo cognitivo es fruto de aprendizajes, que no solo se adquieren en la escuela sino también en la vida diaria, lo cual es esencial para este trabajo, puesto que los jóvenes con los cuales se realiza el estudio ya poseen en parte experiencias que pueden apoyar su proceso de conceptualización.

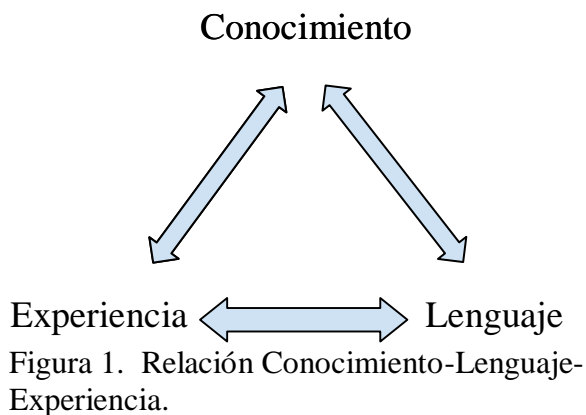
### *2.3.1.1 ¿Qué es desarrollo cognitivo?*

Moreira, Caballero y Vergnaud (2009), afirma que “el desarrollo cognitivo puede ser interpretado, sobre todo, como el perfeccionamiento de un vasto repertorio de esquemas, que afecta a esferas muy distintas de la actividad humana” (p.34)

Inés Luján (2016) al respecto, afirma “El desarrollo cognitivo es el proceso mediante el cual el ser humano va adquiriendo conocimiento a través del aprendizaje y la experiencia.” (p. 1)

Siguiendo esta idea, se considera que el conocimiento, como lo establece Arcà, Guidoni, Mazzoli (1990), hace parte de una relación indisoluble, esta parte se refiere a la relación existente entre el conocimiento, lenguaje y experiencia (Figura 1)

Este trabajo defiende la idea de estos autores al hablar de un aprendizaje que tenga en cuenta todos esos significados que los estudiantes en su cotidianidad adquieren, fruto de unos modos de vivir, de experiencias, de su relación con el contexto cultural, de su interacción con la realidad a través de unas aperturas, las cuales se vinculan con los sentidos.



**Fuente.** Diseño de los autores de esta investigación

Además, Vergnaud (2009) afirma “Las definiciones son muy buenas para utilizarlas, pero no sustituyen a la experiencia, y es en la experiencia donde nosotros formamos conceptualizaciones” (p.22). Desde esta afirmación, se interpreta que el papel de la experiencia en el proceso vertiginoso de la conceptualización, sin lugar a dudas, permea el aprendizaje de conceptos científicos, nutriéndose de sentido, llenándolo de significado. Es de suma importancia entender a Vergnaud cuando habla de definiciones y de experiencia, denota con ello la necesidad de establecer e implementar cambios en la enseñanza de las ciencias, desde una mirada más centrada en el fenómeno que en su lenguaje teórico ya establecido por definiciones.

Retomando nuevamente a Arcà, Guidoni, Mazzoli (1990) quienes plantean la anterior relación bidireccional (Figura 1), se rescata el papel de la experiencia en la construcción de conocimientos científicos, teniendo en cuenta esos conocimientos previos e implícitos que quizás no pueden ser comunicados y usados en otras situaciones, por falta de una conceptualización de los conceptos implicados. En este sentido, de acuerdo con los autores anteriormente mencionados, se recurre además al papel que desempeña el lenguaje en la construcción de conocimiento, pues a través de este se comunican ideas, se interpreta,

se da cuenta de un aprendizaje; por lenguaje se entiende no sólo aquel con el cual se verbaliza el concepto, sino también como aquel que permite expresar una idea desde lo simbólico o gráfico, incluso desde el movimiento y los gestos.

### *2.3.1.2 Campo de experiencia y campo conceptual.*

Volviendo a Vergnaud, es pertinente la distinción entre campo de experiencia y campo conceptual, que el autor señala de forma literal en uno de los textos base del presente trabajo.

**Tabla 4**

*Campo de experiencia y campo conceptual desde la perspectiva de Vergnaud*

<b>Campo de Experiencia (Vergnaud, 2009)</b>	<b>Campo Conceptual (Vergnaud, 2009)</b>
“El campo de experiencia de una persona está hecho de una variedad tal de situaciones y de registros de actividad que es prácticamente imposible analizarlo como un sistema” (p.16).	“Un campo conceptual, por el contrario, puede ser pensado como un conjunto de conceptos, formando un sistema, que se refieren a una diversidad organizada de situaciones, y es resultante de la actividad del sujeto en esas situaciones” ( p.16).

De acuerdo con Vergnaud (2009), “La teoría de los campos conceptuales se dirige, en primer lugar, a los conceptos científicos, a su aprendizaje, a su didáctica. Está, entonces,

dirigida a mirar el desarrollo cognitivo a través de los procesos que permiten analizarlo” (p.16).

Con respecto a la teoría de los campos conceptuales, Vergnaud (como se citó en Moreira, (2002, p.12)) ofrece algunas acepciones de la teoría, las cuales son de gran relevancia para la construcción de este trabajo; entre ellas se resaltan:

La teoría de los campos conceptuales es una teoría psicológica cognitivista que supone que el núcleo del desarrollo cognitivo es la conceptualización de lo real (1996b, p.118). Es una teoría psicológica de conceptos en la que la conceptualización es considerada la piedra angular de la cognición (1998, p.173). Supone que el conocimiento está organizado en campos conceptuales, cuyo dominio, por parte del aprendiz, se produce a lo largo de un vasto período de tiempo, a través de experiencia, madurez y aprendizaje (1982, p.40).

Con este apartado, se rescata la idea de un proceso de formación que implica un tiempo determinado para que el estudiante logre o alcance un “nivel” de conceptualización con respecto a un campo conceptual en específico. Es importante señalar que la trayectoria de cada alumno puede ser distinta, pues su repertorio de experiencias, vivencias, su interés en clase, entre otros factores como aquellos de tipo cognitivo, pueden presentar variedad de procesos, si de conceptualización se habla. Posiblemente la riqueza de un proceso conceptual en la clase también radique en la variedad de conocimientos y habilidades que se pongan en juego a la hora de construir conceptualmente alguna temática. En la enseñanza de la física es clave brindar la posibilidad de inmiscuirse incluso en los asuntos que pueden ser pensados como evidentes, pues allí puede estar la clave para la conceptualización.

La teoría de los campos conceptuales es una teoría psicológica que se basa en las teorías de Piaget y Vygotski. De acuerdo con Moreira et al. (2009):

El estudio del aprendizaje de conceptos físicos también es factible desde el marco teórico de la teoría de los campos conceptuales, dado que son las situaciones las que dan sentido al concepto, los invariantes operatorios los que constituyen su significado, y las representaciones simbólicas su significante (p.51)

Esto es fundamental para el desarrollo de este trabajo de grado, en el que se consideran situaciones que permitan evidenciar los invariantes operatorios de tres estudiantes. Además, “es preciso identificar y clasificar situaciones adecuadas para el aprendizaje de determinado concepto, investigar los invariantes operatorios usados por los alumnos y procurar entender cómo, por qué y cuándo una cierta representación simbólica puede ayudar en la conceptualización” (p.51).

Esta perspectiva de Moreira centra la atención particularmente en ese nexo que se estudia, y es precisamente el que vincula la teoría de los campos conceptuales con el área de la física. Importante centrar la atención en que, si bien esta teoría se ha usado en las matemáticas, hoy por hoy ya se ha iniciado un proceso investigativo que fundamenta el vínculo anteriormente mencionado en este trabajo de grado.

### ***2.3.1.3 Invariantes operatorios.***

De acuerdo con Moreira et al. (2009), los *invariantes operatorios* como aquellos *teoremas-en-acción* y *conceptos en acción* (que son parte o ingredientes de los esquemas) que dirigen el conocimiento por parte del individuo para obtener la información pertinente e inferir la meta que se quiere alcanzar y las reglas de acción adecuadas sobre una

situación. En este contexto, se espera realizar un análisis de los invariantes operatorios en relación con los procesos de conceptualización de los tres estudiantes, con lo que se tiene en cuenta los teoremas y conceptos-en-acción, si bien “hablar de conceptos-en-acción y de teoremas-en-acción es reconocer que no son verdaderamente conceptos y teoremas y que, para llegar a serlo, deben ser formulados” (Vergnaud, 2009, p. 21 y p. 22)

Por ello el propósito de este trabajo se define en los invariantes operatorios desde la perspectiva de Vergnaud, donde se reconoce que, para llegar a constituir teoremas y conceptos científicos, es necesario identificar esos invariantes operatorios, para idear las estrategias pertinentes que conlleven a una conceptualización completa.

¿Qué es un esquema? Es la organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones y es donde se deben investigar los conocimientos en acción del sujeto, es decir, los elementos cognitivos que hacen que su acción sea operatoria (Vergnaud, 2009).

¿Qué es un invariante operatorio? Como se ha dicho, se designan por las expresiones “*concepto-en-acción*” y “*teorema-en-acción*” a los conocimientos contenidos en los esquemas. También se pueden designar por la expresión más abarcadora de “invariantes operatorios (Vergnaud, 1993, p.4).

Para entender a qué se hace alusión con un invariante operatorio en el área de la física, será necesario recurrir a Vergnaud (1990)

Un concepto-en-acción no es un verdadero concepto científico ni un teorema-en-acción es un verdadero teorema, a menos, que se hagan explícitos. En la ciencia, los conceptos y teoremas son explícitos y se puede discutir su pertinencia y su

veracidad, pero ese no es necesariamente el caso de los invariantes operatorios (p.144).

En este sentido, si se consideran algunos planteamientos de Moreira (2002), en los que se propone que el docente es quien apoya al estudiante, se entiende desde lo que él plantea, que el proceso de conceptualización se da gracias al apoyo del docente, quien aporta para que esos conocimientos en proceso de construcción puedan constituirse en conceptos y teoremas científicos.

¿Qué se debe tener en cuenta para la identificación de teoremas-en-acción y conceptos-en-acción en este trabajo de grado?

Es necesario acudir a los aportes teóricos pertinentes y expuestos en parte de este trabajo, se destaca a Moreira como mediador entre la teoría de Vergnaud y la exploración y/o investigación en el área de la física, cuando relaciona que la enseñanza es pertinente para hacer de un conocimiento implícito otro explícito

“La mayoría de esos conceptos y teoremas-en-acción permanecen totalmente implícitos, pero pueden también ser explícitos o hacerse explícitos y ahí encaja la enseñanza: ayudar al estudiante a construir conceptos y teoremas explícitos, y científicamente aceptados a partir del conocimiento implícito” (Moreira, 2009, p. 37).

Para identificar respuestas que atiendan a un teorema-en-acción y a un concepto-en-acción, será necesario considerar las respuestas de los estudiantes, tanto de forma oral como escrita, para identificar lo que expresan y el cómo se vinculan con un verdadero teorema o concepto científico.



De acuerdo a Moreira (2002), sobre la teoría de los campos conceptuales, en la figura 2 se puede identificar cómo los invariantes operatorios se entienden como proposiciones válidas y como categorías pertinentes para el análisis de este trabajo. Es de aclarar que en la figura se muestra todo el entramado conceptual alrededor del concepto de *invariante operatorio* que no necesariamente será desarrollado en el presente trabajo.

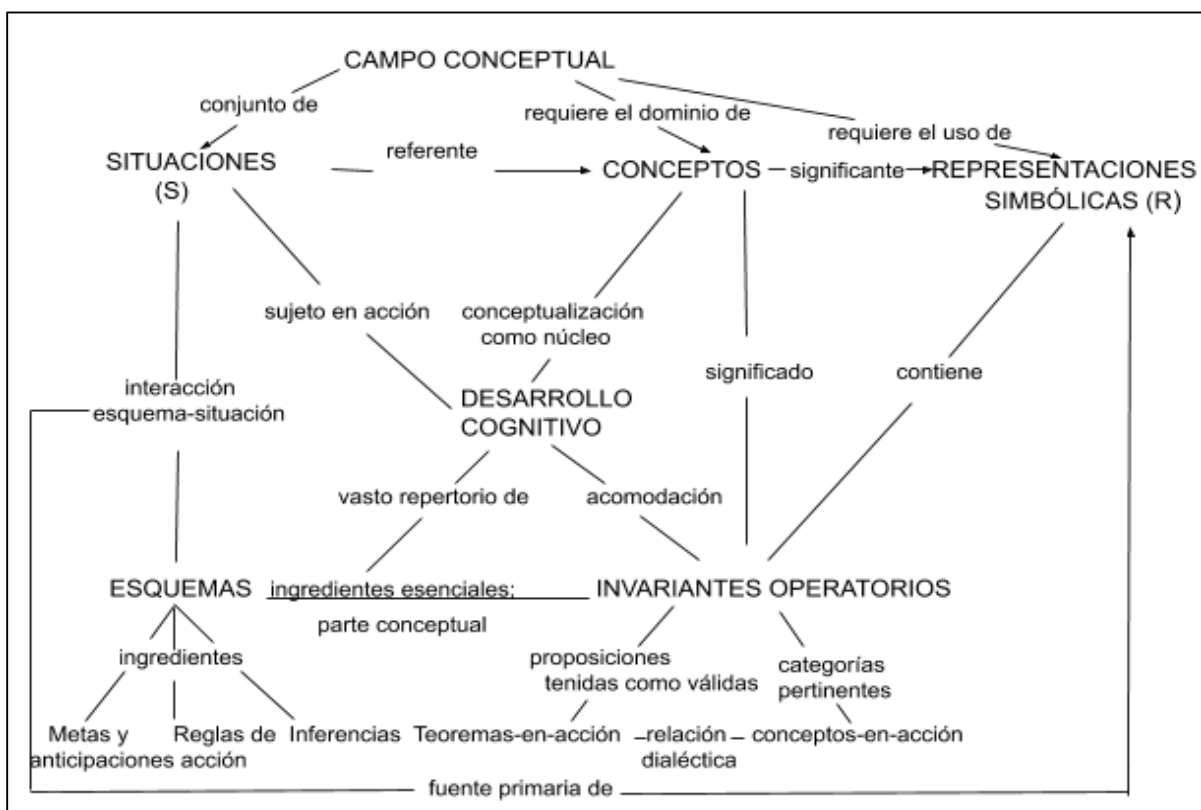
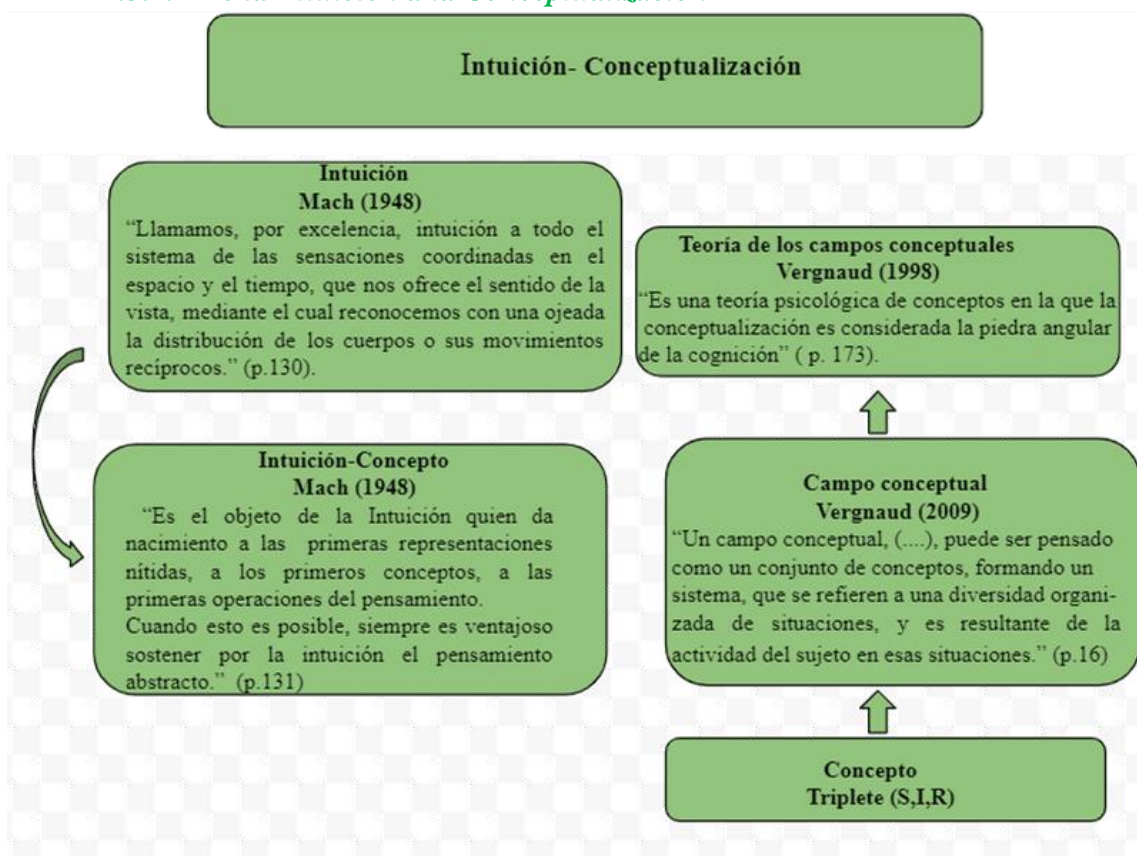


Figura 2: Recuperado de Moreira, (2002) Un mapa conceptual para la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud

Una de las estrategias para el abordaje de este trabajo de grado, será analizar los invariantes operatorios que se puedan evidenciar en la fase de implementación, partiendo de la intuición de los estudiantes al momento de expresar conceptos o redes conceptuales, para evidenciar un avance en el proceso de conceptualización de la cantidad de

movimiento. Se quiere con el trabajo, apostarle a una propuesta novedosa que se sustenta en una teoría psicológica que es validada por Vergnaud en el área de la física, bajo los planteamientos que se desarrollan en el texto de *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias* (2009).

### 2.3.1.4 De la Intuición a la Conceptualización.



*Figura 3.* Representación de la relación Intuición-Conceptualización. **Fuente.** Diseño de los autores de esta investigación

En la anterior representación la intuición y la conceptualización se proponen a partir de los conocimientos intuitivos. Las flechas indican la secuencialidad en las ideas expuestas.

De acuerdo con Mach (1948), se evidencia un nexo entre el concepto y la intuición, aspecto clave para la fundamentación de este trabajo, pues este autor da cuenta con su afirmación de la intuición y de cómo esta da nacimiento a los primeros conceptos. La relación que este autor establece con respecto al concepto y a la intuición, permite el vínculo entre los campos conceptuales y la intuición en cuanto a un campo conceptual, que se entiende como conjunto de conceptos y situaciones.

Posterior a ello, en el trabajo se da cuenta del triplete (S,I,R), con el cual se entiende lo que es el concepto desde la perspectiva de la teoría de los campos conceptuales; desde Moreira (2009) se concibe así:

**S:** Como un conjunto de situaciones que le dan un sentido al concepto.

**I:** Como un conjunto de invariantes operatorios con relación a un concepto.

**R:** Como el conjunto de representaciones simbólicas que pueden ilustrar o representar los invariantes.

Luego, desde Vergnaud (2009), se entiende un campo conceptual como un conjunto de conceptos que conforman una temática en particular como lo es la cantidad de movimiento.

### 2.3.3 Intuición

Se hace alusión al desarrollo de Mach en su obra *Erkenntnis und Irrtum*, (1905) que traduce *Conocimiento y error* (1948), con el interés de explorar su punto de vista sobre la intuición. A continuación, se exponen algunas ideas de Mach que se consideran pertinentes en el sustento teórico para el presente trabajo, por cuanto se convierte en un soporte para la construcción de reflexiones pedagógicas que afianzan la elaboración y validez del mismo.

Como lo establece Mach (1948) “Es de las sensaciones y de sus combinaciones de donde surgen los conceptos” (p. 126). Esta idea permite reflexionar en torno a la enseñanza y aprendizaje de la Física, toda vez que ofrece una gran posibilidad para que los estudiantes puedan apropiarse de algunos conceptos básicos en esta ciencia, como los que están relacionados con la cantidad de movimiento, entre ellos, impulso, colisiones, conservación del momento, conservación de la energía, entre otros.

Según este planteamiento, es posible vincular el papel que desempeñan los sentidos en la formación del concepto. Algo que Mach (1948) confirma cuando dice que “Los sentidos han proporcionado directamente al hombre todo lo que el hombre ha podido aprender de la naturaleza antes del empleo de las herramientas” (p.127). En esta afirmación se destacan algunos planteamientos desde el texto de Zapata (2003) *de la intuición al pensamiento abstracto*, en el que se pudo evidenciar cómo el hombre a través de su exploración con los sentidos se acercó al conocimiento de su entorno.

También, hay una relación clara entre lo sensitivo y las ciencias, en este caso particular con la física, y no es solo por la relación sensorial con los conceptos sino también con los fenómenos, pues “es necesario no olvidar que los fenómenos que en realidad escapasen completamente a todos nuestros sentidos, no serían y no podrían nunca sernos revelados” (Mach, 1948, p.128). Desde esta perspectiva, los sentidos en la enseñanza y aprendizaje de la física, permitirán un acercamiento conceptual, al tener en cuenta la importancia de los fenómenos en torno a la cantidad de movimiento.

De esta relación de la ciencia con los sentidos a través del estudio de fenómenos, se puede dar una idea de cómo la intuición puede ser un punto de partida relevante para el

estudio de la cantidad de movimiento. Si se asume la intuición desde la perspectiva de Mach (1948):

“Llamamos, por excelencia, intuición a todo el sistema de las sensaciones coordinadas en el espacio y el tiempo, que nos ofrece el sentido de la vista, mediante el cual reconocemos con una ojeada la distribución de los cuerpos o sus movimientos recíprocos”. (p.130)

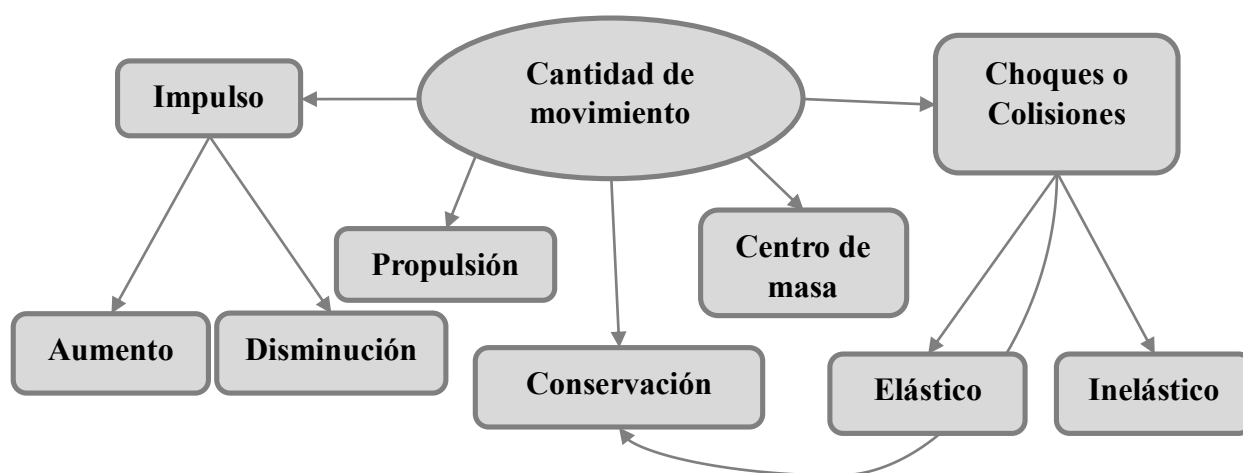
Es importante aclarar que la intuición no sólo se vincula con el sentido de la vista, este es un ejemplo de la relación que tienen los sentidos con la intuición, también se habla de intuición cuando se hace referencia a otros sentidos como la audición y el tacto. Se entiende desde el autor, que la intuición tiene una relación con los sentidos, pero Mach mencionaba unos particulares, visión, audición y tacto.

La intención de tener en cuenta la intuición como punto de partida para el desarrollo de este proceso de conceptualización, es esa relación que Mach (1948) hace con los primeros conceptos o las operaciones del pensamiento, con respecto a la que afirma “Es el objeto de la intuición quien da nacimiento a las primeras representaciones nítidas, a los primeros conceptos, a las primeras operaciones del pensamiento. Cuando esto es posible, siempre es ventajoso sostener por la intuición el pensamiento abstracto.” (p.131) Por esto, en la fase diagnóstica del presente estudio, es importante la relación intuición-concepto, aspecto que se considera clave para el desarrollo conceptual. Se deja claro que el objeto de estudio del presente trabajo es la conceptualización de la cantidad de movimiento en el marco de la Teoría de los campos conceptuales y la intuición es el punto de partida para llegar a un mejor desarrollo conceptual de los estudiantes participantes.

## 2.4 Marco Conceptual

Se centrará la atención en la conceptualización de la cantidad de movimiento (también llamado ímpetu o momento) de los tres estudiantes; para ello, es necesario dar cuenta del campo conceptual que enmarca, y que se compone de conceptos subyacentes como el de energía, choque, fricción, fuerza, velocidad, propulsión, impulso, conservación de la energía, conservación del momento lineal, centro de masa, centro de gravedad, entre otros.

Para el presente trabajo, se resaltan algunos conceptos como impulso, colisión y cantidad de movimiento. La idea de centrar la mirada en estos conceptos tiene una razón; se encuentra que el campo conceptual de ímpetu alberga varios conceptos, es un campo conceptual en el que se encuentra una variedad de situaciones para llevar al aula. Como el objetivo es describir la conceptualización de los tres estudiantes en un período de tiempo establecido, en torno a la cantidad de movimiento, es pertinente delimitar el campo conceptual y la razón del porqué elegir solo algunos conceptos mostrados en la *Figura 4*. Además, se espera ver cómo los conceptos de impulso y colisión o choques, se relacionan con la cantidad de movimiento a través de la conservación.



*Figura 4:* Conceptos en torno a la cantidad de movimiento **Fuente:** Diseño de los autores de esta investigación

Por cantidad de movimiento se entiende desde algunos libros de texto, como la inercia en movimiento, en específico, como el producto de la masa de un objeto por su velocidad; es decir, cantidad de movimiento es masa por velocidad, o bien, en notación compacta, cantidad de movimiento es  $\vec{p} = \vec{v} \times m$  (1), también es importante tener en cuenta que cuando no importa la dirección, se puede decir que cantidad de movimiento es la masa por la rapidez.

Uno de los principales conceptos que se espera abordar con los estudiantes a la hora de conceptualizar el Ímpetu o Cantidad de movimiento es el impulso, el cual está definido como la fuerza por intervalo de tiempo y que se ve representado en la siguiente expresión:

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t \quad (2).$$

De los conceptos de cantidad de movimiento e impulso mecánico, se puede hacer una relación de la siguiente manera: “El impulso de la fuerza que actúa en un objeto es igual al cambio en la cantidad de movimiento del objeto” (Serway, 2010, p. 162) que hace referencia al teorema de impulso mecánico o teorema impulso-cantidad de movimiento, el cual está dado en la siguiente expresión:  $\vec{I} = \Delta \vec{p}$ .

Otro concepto fundamental en la cantidad de movimiento son las colisiones o choques, entendiendo estos como “la interacción entre objetos en la que hay transferencia de la cantidad de movimiento” (Benavides, 2001, p106). Este concepto implica a su vez la llamada ley de la conservación del ímpetu o la conservación de la cantidad del movimiento lineal, como lo define Hewitt (2007):

“La cantidad de movimiento neta de un sistema de objetos que chocan no cambia antes, durante ni después de la colisión. Esto se debe a que las fuerzas que actúan

durante el choque son fuerzas internas, que actúan y reaccionan dentro del mismo sistema.” (p.106)

Esta ley es unificada con la conservación de la energía (Sepúlveda, 2012) para obtener el teorema de la conservación de la energía por Einstein a comienzos del siglo XX, después de realizar su principio de la inercia de energía; esta relación no se espera hacer explícita en el desarrollo de este trabajo de grado, pero sí se debe tener en cuenta para el análisis de los invariantes operatorios a la hora de identificar teoremas en acción. Sin embargo, se espera ver cómo es la conservación de la cantidad de movimiento a través de las colisiones, partiendo de que  $m_1 \times v_{1i}^{\vec{}} + m_2 \times v_{2i}^{\vec{}} = m_1 \times v_{1f}^{\vec{}} + m_2 \times v_{2f}^{\vec{}}$ . Esta última fórmula es la que se usa para determinar qué tipo de choque es el que está ocurriendo en la interacción de dos cuerpos.

Un ejemplo para lo anterior es considerar dos esferas de cristal que ruedan y una choca con otra que se encuentra en reposo, la que rodaba se detiene y la otra avanza con la rapidez que tenía la bola que la chocó. Este ejemplo hace referencia a lo que se conoce como choque elástico y se caracteriza por ser un “caso ideal, los objetos que chocan rebotan sin tener deformación permanente, y sin generar calor” (Hewitt 2007 p.106).

Pero la cantidad de movimiento se puede conservar hasta que los objetos chocados se deforman entre sí durante el impacto, produciendo calor o sonido en la colisión. Este recibe el nombre de choque inelástico, y “se caracteriza por la deformación permanente o la generación de calor, o por ambas cuestiones” (Hewitt, 2007, p. 106).



## Capítulo III: Metodología

### 3.1 Enfoque Cualitativo

Este trabajo se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, teniendo en cuenta que la construcción teórica, revisión literaria, pregunta de investigación y objetivos del trabajo, se modificaron y fueron construyéndose a la par de la práctica docente realizada en la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo y de la interacción con los estudiantes. De igual forma, los diferentes hallazgos que se tuvieron durante la construcción del mismo, otorgaron modificaciones al contenido del trabajo, característica fundamental del enfoque cualitativo como lo plantean Hernández, Fernández y Baptista (2014), cuando hacen referencia a la flexibilidad en su construcción y a la creación de nuevas preguntas o hipótesis en el transcurso de una investigación.

A su vez, la metodología cualitativa permite entender cómo los participantes de una investigación perciben los acontecimientos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), que para el caso particular, se traduce en conocer cómo los fenómenos relacionados con la cantidad de movimiento son percibidos por los estudiantes. De igual manera, el enfoque cualitativo da cabida a los pensamientos intuitivos de los estudiantes para dar la explicación a dichos fenómenos.

También brinda diferentes métodos como la fenomenología, la teoría fundamentada, el interaccionismo, la etnografía, la hermenéutica, el estudio de caso, entre otros. Para este trabajo, el método elegido es el estudio de casos (Stake 1999), el cual permite a la hora de buscar una muestra para la indagación de datos e implementación de instrumentos, un grupo pequeño de personas entre 3 y 10 casos, dependiendo de la profundidad que se le

quiera dar al análisis de los datos; de igual manera, no busca dar una generalización, sino lograr analizar intensivamente esos casos particulares que se han elegido.

### 3.2. Método: Estudio de casos

Para este trabajo de investigación se acoge la idea de Stake (1999):

“El caso puede ser un niño. Puede ser un grupo de alumnos, o un determinado movimiento de profesionales que estudian alguna situación de la infancia. El caso es uno entre muchos. En cualquier estudio dado, nos concentramos en ese uno” (p. 15). Lo que este autor menciona con respecto al caso, es que este es parte central de nuestra atención; pero él hace una distinción particular entre el interés intrínseco e instrumental.

Es importante considerar los planteamientos de Stake, para entender qué es un caso, cómo elegir un caso, hasta llegar a los asertos, que se han entendido como aquellos elementos conclusivos de la investigación. La profundidad en el estudio de un caso no puede entenderse como uno que permita generalizar, si se habla de una población de estudiantes, pero sí permite identificar aspectos claves de ese caso que es único, facilitando con ello la construcción de nuevos interrogantes que puedan ser desarrolladas en grupos poblacionales significativos.

Para el desarrollo de este trabajo se partirá de un estudio de casos intrínseco. Como bien lo menciona Stake (1999), el caso es algo específico, por tanto, el desarrollo de este trabajo se enfocará en las peculiaridades de los casos elegidos. Nuestro interés estará en analizar cómo se conceptualiza sin dejar de lado la intuición de los estudiantes.

Un estudio de casos intrínseco desde la perspectiva de Stake, se centra en un caso particular, y ese caso es previamente seleccionado, cosa que no sucede con el estudio instrumental. Este autor, además menciona que en el caso instrumental se deben evaluar

los casos elegidos para reconsiderar cambios si así se requiere, lo cual no se dio en este trabajo.

### **3.3 Selección de la población objeto de estudio o participantes**

Los tres estudiantes elegidos para la realización de este estudio de casos cursan el grado décimo; los criterios de elección fueron el interés, la colaboración en las temáticas de física, su disposición a desarrollar la implementación y un proceso formativo durante la contingencia.

De igual manera, se tiene en cuenta que estos estudiantes no son una representación significativa de los estudiantes de la Institución o del grado 10, pero sí se consideran parte esencial para los propósitos de este trabajo de grado, por la intención de ver cómo los procesos de conceptualización se logran dar en estos tres casos particulares.

Teniendo en cuenta lo anterior y las dificultades de presencialidad y movilización que se presentaron por la pandemia del Covid-19, se decidió hacer un proceso completo de implementación con tres jóvenes oriundos del municipio de Concepción-Antioquia, dada la facilidad de continuar allí con la aplicación de los instrumentos diseñados y validados antes de la contingencia, en la Institución Educativa INEM José Félix de Restrepo durante la práctica pedagógica, y destacando la importancia que se le da durante el proceso de construcción del trabajo a la interacción práctica y sensorial de los estudiantes con las situaciones planteadas en los instrumentos.

También, es pertinente tener en cuenta que el estudio de casos que se plantea es de carácter intrínseco, toda vez que se quiere describir el proceso de conceptualización en tres estudiantes del grado 10° específicamente, centrando el interés en ellos y no pretendiendo

generalizarlo para otro grupo poblacional. Es importante señalar que se ha hecho diligenciar un consentimiento informado (Anexo 1), para el proceso de implementación.

### **3.4 Diseño de los instrumentos**

Es evidente que con la enseñanza actual de la física se pretende establecer e implementar algunas estrategias para que el conocimiento no sea entendido como un producto, sino como un proceso que implica por parte del maestro un dominio de la ciencia y de los estudiantes una participación activa, lo que les brinda la posibilidad de construir conceptos y ante todo de adquirir un conocimiento. Por esta razón, los instrumentos se presentan como una herramienta para lograr un acercamiento a la conceptualización de la cantidad de movimiento y brindar la posibilidad de explorar cómo la intuición que los estudiantes poseen contribuye al aprendizaje en física, teniendo en cuenta sus experiencias y relación con el mundo físico.

Para el diseño de estos instrumentos se tuvo en cuenta la siguiente ruta metodológica.

#### **3.4.1 Ruta metodológica.**

Para el desarrollo de la implementación de este trabajo de grado, fueron necesarias tres fases que corresponden en primer lugar a una indagación diagnóstica, una actividad teórico-práctica en segunda instancia y, por último, una socialización teórico-práctica de los estudiantes, con el fin de lograr identificar cómo son los procesos de conceptualización en los tres casos y, al mismo tiempo, identificar inicialmente el uso de la intuición de los estudiantes durante la construcción conceptual de la fase diagnóstica. Esto se evidencia en los Anexos 2 y 3.

### ***3.4.1.1 Fase 1: Diagnóstica***

Durante esta fase se espera encontrar algunas respuestas intuitivas y conocimientos previos sobre la cantidad de movimiento, al tratar de evocar experiencias pasadas y con ello; hacer uso de lo sensitivo como aproximación y predicción del comportamiento de fenómenos físicos. La intención de esta fase es que los estudiantes puedan recurrir a sus pre-saberes, conocimientos previos y particularmente a su intuición. El tiempo empleado para llevar a cabo esta fase fue de dos horas en una sesión.

### ***3.4.1.2 Fase 2: Teórica-práctica.***

De acuerdo a la conceptualización como objeto de estudio de este trabajo, se planteó en la segunda fase una actividad teórico-práctica para analizar una posible relación entre las expresiones matemáticas y los conceptos subyacentes como impulso, choque y elasticidad, articulando las actividades con la fase 1. De esta manera se logran integrar las situaciones desarrolladas en la fase 1 con los montajes planteados en la fase 2.

Es de resaltar que las situaciones que se proponen hacen parte del proceso de conceptualización, dado que los participantes tienen la posibilidad de recordar sus razonamientos y respuestas dadas en la fase 1 (expresiones intuitivas, preconcepciones, ...), y de esta forma establecer relaciones de tipo experiencial que favorezcan el desarrollo y/o construcción conceptual. El tiempo empleado para llevar a cabo esta fase fue de seis horas distribuidas en tres sesiones.

### ***3.4.1.3 Fase 3: Socialización.***

Para la última fase se pretende identificar cómo logran dar cuenta los estudiantes de los conceptos tratados durante la implementación, por medio de expresiones orales y

escritas, además, percibir cómo pueden recrear los conceptos abordados y la transmisión de estos, con el fin de identificar qué conceptos y qué propiedad han adquirido los estudiantes para definir nuevos conceptos durante el proceso de la implementación.

Por ello, los estudiantes realizarán un montaje en el cual puedan describir conceptos relacionados con el campo conceptual abordado, para identificar cómo los invariantes operatorios implícitos empiezan a desarrollarse de manera explícita. El tiempo empleado para llevar a cabo esta fase fue de dos horas distribuidas en tres sesiones.

### **3.4.2 Recolección de la información.**

Con respecto a la recolección de la información, se ha decidido optar por la bitácora (Anexos 2 y 3). Desde la perspectiva de Hernández, Fernández y Baptista (2014), “la bitácora de campo refleja lo que “transpiramos” durante la recolección de los datos y nos ayuda a establecer la credibilidad de los participantes” (p.426).

Se entiende como bitácora aquel instrumento para la recolección de datos en un estudio cualitativo, en la que se consigna la información relativa a preguntas e indagaciones hechas y en la que se hace un proceso de seguimiento en lo que respecta a las actividades realizadas, permitiendo con ello recoger información que aportará y sustentará la fase de análisis.

Se genera a la par una bitácora de docente-investigador y una bitácora de estudiante que se usan para tomar datos de la implementación.

#### **3.4.2.1 Bitácora Docente-Investigador.**

Esta bitácora está dividida en tres fases que van a la par con las fases de la ruta metodológica y cuenta con espacios abiertos para realizar anotaciones, preguntas,

respuestas que den los estudiantes a las preguntas orales planteadas durante la implementación, sugerencias y apreciaciones personales sobre la implementación y las observaciones realizadas. Para la fase 2 se realiza una guía que consta de montajes propuestos para la actividad teórico-práctica, en los que se especifican los materiales y situaciones a plantear, con el fin de identificar invariantes operatorios que permitan rastrear los teoremas y conceptos-en-acción propios de los estudiantes. Además, cuenta con espacios para anotaciones y registro de carácter cualitativo. En la última fase, en la bitácora se registran expectativas que se tengan sobre la implementación y las impresiones de las respuestas de los estudiantes que permitirán identificar cómo se están dando los procesos de conceptualización.

#### *3.4.2.2 Bitácora del estudiante.*

La bitácora del estudiante al igual que la del docente, cuenta con tres fases; en estas el estudiante dio solución a las preguntas propuestas de manera escrita, realizando registros de las observaciones o comentarios personales de las secciones de implementación. Para la segunda fase, la bitácora se desarrolló a la par con la interacción de los montajes propuestos, con el fin de que las observaciones y el proceso de la actividad teórico-práctica, permitiera evidenciar los teoremas-en-acción y conceptos-en-acción de los estudiantes, en función de sus respuestas. En la fase final, los estudiantes pudieron dar registro de su montaje propuesto, tanto de manera tangible como escrita y oral, lo que permitió identificar cómo están en este punto final de la implementación en su desarrollo conceptual.

## Capítulo IV: Análisis de la información

### 4.1 Unidades de Análisis

Se entiende por unidad de análisis un grupo de personas, “se recogen datos de una unidad de análisis o caso y se analizan. Simultáneamente se evalúa si la unidad es apropiada de acuerdo con el planteamiento del problema...” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014 p.396). Como las unidades de análisis han sido seleccionadas previamente (estudio de casos intrínseco) no es necesario reconsiderarlos.

Por ello se determina como unidades de análisis los 3 estudiantes con los que se realizó la implementación adicional. Usaremos la siguiente nomenclatura para los tres casos objeto de análisis, estos serán:

Caso 1: Estudiante 1 (E1)

Caso 2: Estudiante 2 (E2)

Caso 3: Estudiante 3 (E3)

Con las etiquetas anteriores, se pretende dar un orden a los aportes hechos por cada estudiante en la implementación, teniendo cuenta su proceso de conceptualización a partir de los invariantes operatorios.

### 4.2 Categorías

En este trabajo de grado se espera categorizar las unidades de análisis teniendo en cuenta el marco teórico propuesto para el desarrollo del mismo, concibiendo la categoría como un tema que corresponda al mismo fenómeno de estudio y en el que se pueda señalar puntos comunes de las unidades de análisis y diferencias (Hernández, Fernández y Baptista 2014). En el caso de este trabajo de grado, las categorías serían la intuición y los invariantes



operatorios (teoremas-en-acción y conceptos-en-acción), los cuales permiten identificar los procesos de conceptualización de los estudiantes en torno a la cantidad de movimiento.

## **4. 2 Análisis preliminar**

En esta etapa de análisis se ha considerado pertinente una revisión detenida de las 3 fases que se usaron para la implementación, las cuales se corresponden con los instrumentos usados para la recolección de la información.

### **4.2.1 Fase 1: Diagnóstica.**

En la fase diagnóstica se plantea la identificación de datos que permitan evidenciar el uso de la intuición como punto de partida en este trabajo de grado. Cabe recordar que el objeto de estudio es la conceptualización. Sin embargo, los saberes intuitivos y/o el uso de la intuición en la solución de las situaciones propuestas, permiten contrastar cómo eso que se llama intuición puede aportar a la construcción del conocimiento. En este sentido, es relevante identificar invariantes operatorios que pueden facilitar y aportar a la conceptualización.

Cada tabla que se muestra a continuación, permite categorizar las unidades de análisis o casos para la elaboración del proceso de identificación de datos y de información pertinente, mediante el contraste de evidencias del maestro y del alumno en un análisis preliminar, además de las evidencias explícitas que permiten una lectura de cómo la intuición y los invariantes operatorios se ven implicados en este proceso que buscó la conceptualización de la cantidad de movimiento. Las respuestas señaladas en las evidencias de bitácora hacen alusión a las respuestas de las situaciones planteadas en la fase diagnóstica. Ver anexos.

Tabla 5

*Análisis preliminar fase 1, caso 1.*

<b>Caso 1</b>			
<b>Criterios de Análisis</b>	<b>Evidencia Bitácora de E1</b>	<b>Evidencia Bitácora del Docente</b>	<b>Análisis Preliminar</b>
<b>Categorías</b>			
<b>Intuición</b>	<p>A continuación, están algunos ejemplos de respuestas intuitivas en la prueba diagnóstica realizada por el estudiante <i>"Creo que tuvo que aumentar más masa o peso en el balón que tenía menos para que pudieran llegar al mismo tiempo la segunda vez que los arroja"</i> (ver anexo 4).</p> <p><i>"El corto porque tiene menos material y no estiraría tanto como los otros ya que estos pueden rebotar más que el corto"</i> (ver anexo 4).</p>	<p>Se identifica que sus respuestas tienen una gran característica intuitiva, recrea en su mente las situaciones que se le plantean. (ver Anexo 5).</p>	<p>Hace uso de la intuición evocando en las experiencias posibilidades y respuestas al tener en cuenta sus sentidos y relación con el mundo real, aunque sean conceptualmente erradas o adecuadas, busca que tenga sentido la respuesta a comparación de lo antes vivido en su experiencia particular.</p>
<b>Teoremas-en-acción</b>	<p>El siguiente ejemplo es una respuesta del estudiante en la fase diagnóstica que evidencia un teorema-en-acción <i>"Cuando se suelte el resorte tomará un gran impulso o fuerza para</i></p>		<p>La fase diagnóstica esperaba dar cuenta únicamente de los conceptos intuitivos de los estudiantes, pero se puede ver a partir de respuestas como la aquí señalada, que en esta</p>

	<i>regresar a su estado natural, ya que se está estirando más de lo normal"</i> (ver anexo 4).		fase es posible apreciar algunos teoremas-en-acción. En este caso particular, deja ver una relación entre la cantidad de movimiento y el impulso.
<b>Conceptos-en-acción</b>	<p>Un ejemplo de concepto-en-acción está relacionado con la respuesta a uno de los ítems de la situación 2: "<i>Cuando se suelte el resorte tomará un gran impulso o fuerza (...)</i>" (ver anexo 4).</p> <p>Es un concepto en acción de fuerza o impulso relacionado con la deformación de un resorte.</p>		Si bien la fase diagnóstica tenía como fin el ver o rescatar las respuestas intuitivas de los estudiantes, antes de pasar a los conceptos en acción, este joven hace uso de su intuición para dar respuesta a muchas de las situaciones desarrolladas en la bitácora, de igual manera cuenta con muchas ideas que se entienden como conceptos-en-acción.

**Nota:** En la fase 1 no se esperaba encontrar evidencias de invariantes operatorios, por esta razón no se consignaron comentarios de esto en la bitácora docente-investigador. Sin embargo, es pertinente resaltar los teoremas y conceptos-en-acción encontrados en esta fase.

Tabla 6  
*Análisis preliminar fase 1, caso 2.*

<b>Caso 2</b>			
<b>Criterios de Análisis</b>	<b>Evidencia Bitácora de E1</b>	<b>Evidencia Bitácora del Docente</b>	<b>Análisis Preliminar</b>
<b>Categorías</b>			

<p><b>Intuición</b></p>	<p>En este caso son menores las respuestas en las que se identifica el uso de la intuición, sin embargo, se rescata la siguiente respuesta frente a la caída de 3 resortes (slinky) por unas escaleras convencionales. La respuesta es <i>"Independiente de la longitud, están estirados lo mismo, entonces llegarían al mismo tiempo"</i> (ver anexo 6).</p>	<p>Como se puede ver registrado en la bitácora del docente-investigador (Ver anexo 5) se clasifica a este alumno como poco intuitivo, dejando en evidencia poca relación del mundo real y sus experiencias para dar respuesta a las situaciones que allí se le plantean.</p>	<p>En concordancia con las dos evidencias, es claro identificar cómo algunas ideas formales de la física antes vistas en clase priman a la hora de responder las situaciones planteadas en la bitácora. Además, limita sus experiencias vividas o relación con el mundo real, tratando de llevar su consigna a expresiones y a una escritura formal.</p>
<p><b>Teoremas en acción</b></p>	<p>Se identifica en la fase diagnóstica un teorema-en-acción, relacionado con la conservación de la cantidad de movimiento en una de las respuestas de las situaciones planteadas <i>"Si. Por la velocidad que lleva la canica blanca, en el impacto con la roja se frena, quedando en un punto y haciendo que la otra rebote"</i> (ver anexo 6).</p>		<p>En la lectura de las respuestas dadas por el estudiante, se deja ver un lenguaje más formal a la hora de responder. El uso de términos como velocidad e impacto se destacan en este caso para visualizar un teorema-en-acción, que puede ser dado de manera implícito para dar cuenta de la descripción de una especie de transferencia del movimiento de un objeto a otro, en este caso en las esferas de colores.</p>
<p><b>Conceptos en acción</b></p>	<p>En la lectura de la bitácora se encuentran respuestas que evidencian la intuición del estudiante y, a su vez, reflejan cómo hace uso de</p>		<p>Respuestas como la que se ejemplifica, dejan notar que el estudiante realiza explicaciones sobre un fenómeno, en este caso en</p>

	<p>ella para construir conceptos-en-acción</p> <p><i>"Porque sin importar la <u>masa</u> y el <u>volumen</u>, el balón fue lanzado al mismo tiempo y se supone que recorren lo mismo a la misma velocidad"</i> (ver anexo 7).</p>		<p>una situación. En dichas explicaciones se pueden percibir respuestas que contienen un concepto-en-acción, y que puede ser un buen punto de partida para el desarrollo conceptual del estudiante.</p>
--	---	--	---

**Nota:** En la fase 1 no se esperaba encontrar evidencias de invariantes operatorios, por esta razón no se consignaron comentarios de esto en la bitácora docente-investigador. Sin embargo, es pertinente resaltar los teoremas y conceptos-en-acción encontrados en esta fase.

Tabla 7  
*Análisis preliminar fase 1, caso 3.*

<b>Caso 3</b>			
<b>Criterios de Análisis</b>	<b>Evidencia Bitácora de E3</b>	<b>Evidencia Bitácora del Docente</b>	<b>Análisis Preliminar</b>
<b>Categorías</b>			
<b>Intuición</b>	<p>Para el caso 3, ha sido complejo identificar el uso que hace de su intuición al dar respuesta a las situaciones, dado que su escritura evidencia, por una parte, respuestas que no atienden a lo planteado, por otra, hay problemas en la redacción de sus respuestas (ver anexo 8).</p>	<p>Como se aprecia en el anexo 5, el estudiante presenta falta de coherencia y mala redacción en sus respuestas, tornándose algo confusas para la lectura e identificación de ideas intuitivas en ellas.</p>	<p>La forma de evocar la relación del mundo real con lo conceptual, bajo las teorías abordadas en el trabajo sobre intuición, nos permiten dar cuenta de cómo ella se ve reflejada en las respuestas de los estudiantes.</p> <p>Para este caso particular, la falta de claridad en sus respuestas no nos permite determinar si hay o no</p>

			respuestas que recurren a la intuición.
<b>Teoremas en acción</b>	<p>Se evidencia en una de sus respuestas un posible teorema-en-acción que tiene que ver con la conservación de la cantidad de movimiento.</p> <p><i>"Si es posible porque al golpear a la bola con una fuerza prolongada y le pega en la mitad, la bola quedará quieta porque al golpear la otra bola pierde la fuerza que fue arrojada"</i> (ver anexo 8).</p> <p>Es pertinente aclarar que la idea está algo confusa, no obstante, se asocia a un teorema-en-acción.</p>		Aun siendo algo compleja la lectura de respuestas intuitivas en el estudiante debido a sus dificultades en la coherencia de las respuestas, se logra identificar la existencia de un teorema-en-acción, por la respuesta señalada.
<b>Conceptos en acción</b>	<p>El estudiante expresa: <i>"Si se cambia el tamaño más grande tendría menos distancia el objeto, y si se le asigna a un objeto más pequeño le daría más distancia al arrojarla por el objeto impulsado"</i> (Ver anexo 8). Esto, en respuesta a una de las situaciones propuestas donde hay cambios en la masa que se adhiere a un resorte, lo que puede ser un concepto-en-acción.</p>		Como se evidencia en la respuesta, existe una falta de coherencia en las ideas que el estudiante quiere expresar, sin embargo, se puede identificar un concepto-en-acción vinculado con la relación de la amplitud del movimiento del resorte con respecto a la masa que está adherida a este.

**Nota:** En la fase 1 no se esperaba encontrar evidencias de invariantes operatorios, por esta razón no se consignaron comentarios de esto en la bitácora docente-investigador. Sin embargo, es pertinente resaltar los teoremas y conceptos-en-acción encontrados en esta fase.

#### 4.2.2 Fase 2 Teórica- Práctica.

Para la realización de un preanálisis de la actividad teórico-práctica, se tienen en cuenta las expresiones orales y escritas de los 3 estudiantes, con la intención de rescatar teoremas-en-acción y conceptos-en-acción que manifiestan durante toda la actividad, lo que puede identificarse en el registro de sus bitácoras, durante las discusiones orales de la implementación de las actividades o en ambas. A continuación, en las figuras 5 y 6 se pueden observar algunos materiales y montajes realizados con los estudiantes para el desarrollo de esta fase.



Figura 5: Pista jabonosa



Figura 6: Resortes juguetones

Las siguientes tablas permite categorizar los casos, para la elaboración del proceso de identificación de datos y de información pertinente mediante el contraste de evidencias de la bitácora del docente-investigador y la del estudiante, y con ellas realizar un análisis preliminar. También, por medio de las evidencias, fue posible identificar los invariantes operatorios que se ven implicados en este proceso del desarrollo conceptual de la cantidad de movimiento. Por ello, es de suma importancia tener en cuenta las anotaciones realizadas

en la bitácora del docente-investigador, en la que después de acudir al material de apoyo (audios, fotos y videos) de la implementación, se realiza un registro más claro de las respuestas orales de los estudiantes.

Tabla 8  
Análisis preliminar fase 2, caso 1.

<b>Caso 1</b>			
<b>Criterios de Análisis</b> <b>Categorías</b>	<b>Evidencia Bitácora de E1</b>	<b>Evidencia Bitácora del Docente</b>	<b>Análisis Preliminar</b>
<b>Teoremas en acción</b>	Con la intención de identificar cuáles eran las acepciones a las que acudían los estudiantes sobre algunos conceptos tratados, el estudiante deja ver en su respuesta una relación entre cantidad de movimiento e impulso al definir este último como <i>“Es la fuerza que se le da a una masa o algo que queremos lanzar a algún lugar”</i> (ver anexo 12)	El estudiante realiza una descripción oral, que deja ver cómo puede interpretar y describir la relación entre la cantidad de movimiento y el impulso (ver anexo 9), lo que conlleva a un teorema-en-acción, expresando tímidamente con sus palabras que <i>“el impulso se relaciona con la velocidad y la masa, ¿no?”</i>	En un paralelo de las dos evidencias tomadas, se identifica cómo la expresión oral y respuestas registradas en la bitácora del docente dan cuenta de un teorema-en-acción más evidente. Tanto de manera escrita como oral, se puede inferir una relación entre la cantidad de movimiento y el impulso, llamado en muchos libros de texto como teorema de impulso mecánico.
<b>Conceptos en acción</b>	Al realizar preguntas de conceptos implicados en la cantidad de movimiento y	En la realización de las actividades, el estudiante hace referencia a la	Deja ver como esos conceptos-en-acción empiezan a dar cuenta de



	<p>choques, el estudiante registra respuestas como:</p> <p><i>“el impacto entre dos cosas o materiales ejerciendo lo que podría ser velocidad y masa” (Ver Anexo 12),</i> también da cuenta de que existen dos tipos de choque <i>“uno que es perfecto y otro que es imperfecto”</i> (ver anexo 13)</p>	<p>deformación de los carros cuando estos chocan de frente, mientras que las esferas no se deforman (ver anexo 10).</p>	<p>términos físicos que se relacionan entre sí; muestra cómo esos conceptos en acción señalados en la fase 1, dadas unas orientaciones, pueden darse a conocer; además, muestra cómo de manera oral y escrita puede dar cuenta de ellos, definiendo el impacto de dos objetos como un choque.</p> <p>Es interesante el hecho de que el estudiante hiciera referencia a choque perfecto e imperfecto, pues nunca se les habló de choque elástico e inelástico durante las actividades realizadas. Él por su experiencia con los montajes y partiendo de su intuición, determina que pueden darse los choques de dos maneras diferentes, lo que da evidencia de esa construcción de concepto-en-acción.</p>
--	---	---	---

Tabla 9  
Análisis preliminar fase 2, caso2.

Caso 2			
<p><b>Criterios de Análisis</b></p>	<p><b>Evidencia Bitácora de E2</b></p>	<p><b>Evidencia Bitácora del Docente</b></p>	<p><b>Análisis Preliminar</b></p>

Categorías			
<b>Teoremas en acción</b>	<p>Para dar respuesta de si hay evidencia en algún momento en la implementación, del trabajo de campo, con respecto a la conservación de la cantidad de movimiento, el estudiante acude a responder que en la pista de chocones se ve reflejada la cantidad de movimiento y lo argumenta de la siguiente manera “<i>ya que va entre impactos; si son de igual masa se ve muy poco si son de diferente se ve mucho más</i>” (ver anexo 14).</p>	<p>Al dar inicio a la pista de chocones y poner en ella dos esferas o canicas del mismo tamaño, el estudiante responde que una de ellas le pasa energía a la otra, para que la otra se desplace, lo cual se podría ver como una descripción de la conservación de la cantidad de movimiento a través de un choque (ver anexo 10)</p>	<p>Es claro que el estudiante cuenta con una mayor capacidad de expresión oral y un teorema-en-acción claro que apunta a la conservación de la cantidad de movimiento, incluso antes de realizar la actividad teórico práctica, como también se ve en la fase 1. También es clara la dificultad para concretar ese teorema-en-acción con la idea de conservación.</p>
<b>Conceptos en acción</b>	<p>Se logra evidenciar en la respuesta para definir impulso, un concepto en acción, cuando lo define como “<i>La cantidad de fuerza que se le da a un elemento teniendo en cuenta la masa</i>” (ver anexo 15): De igual manera, define el choque como “<i>el impacto que hay entre dos masas ya sean de la misma masa o diferentes</i>” (ver anexo 15)</p>	<p>Se evidencia cómo el estudiante establece una conclusión particular a lo que ocurre en cada montaje y, luego, se retracta de la misma, para que ella concuerde con sus respuestas en la fase 1 de la implementación. (ver anexo 11)</p>	<p>Si bien durante la realización de la actividad teórico-práctica los aportes de E2 se destacan con respecto a los de otros compañeros por su gran facilidad de transmitir las ideas de lo que sucede en el fenómeno, también es claro que genera conceptos-en-acción que en un inicio no le fueron fáciles, por la negación constante de lo que estaba viendo. En sus escritos, se observan más claros sus conceptos-en-acción en relación a los orales; se</p>

			estima que tiene arraigadas algunas ideas de la teoría de la caída de los cuerpos que sesgan su conceptos-en-acción sobre impulso, cantidad de movimiento y choques, algo que no se percibe en lo consignado por él en su bitácora.
--	--	--	---

*Tabla 10*  
*Análisis preliminar fase 2, caso 3.*

<b>Caso 3</b>			
<b>Criterios de Análisis</b> <b>Categorías</b>	<b>Evidencia Bitácora de E3</b>	<b>Evidencia Bitácora del Docente</b>	<b>Análisis Preliminar</b>
<b>Teoremas en acción</b>	Se evidencian Teoremas-en-acción cuando el estudiante hace referencia a los conceptos que se le proponen, con menor dificultad que en la fase 1, por ejemplo, al definir impulso lo hace de la siguiente manera <i>“Es la fuerza que se le da a un objeto y esa fuerza le da impulso para trasladarse de un punto A un punto B”</i> (ver Anexo 16).	Durante las intervenciones para la actividad teórico-práctica, se percibió al estudiante atento a las situaciones y explicaciones de sus compañeros y a las instrucciones que se le hicieron, de igual manera, no contaba con mucha expresión oral que diera cuenta de sus procesos, los pocos aportes que hacía los realizó de manera precisa (ver anexo 9).	Es claro en esta fase de la implementación, cómo las respuestas dadas por el estudiante dejan evidenciar un teorema-en-acción de manera más fácil que en la fase diagnóstica, reflejando en su consigna una relación entre cantidad de movimiento e impulso. Aunque en otras respuestas aún se refleja una dificultad para dar claridad a esas ideas, es evidente la información que quiere transmitir en

			algunas de ellas.
<b>Conceptos en acción</b>	<p>Como respuesta con respecto al montaje 2, y a la pregunta de qué se entiende por choque, el estudiante responde:</p> <p><i>"Bueno, de primer lugar voy a hablar sobre choque de dos masas iguales ... Qué pasaría si se dan de frente las dos masas de igual impulso y velocidad se detenerían en el mismo lugar y se pierde el impulso, pero si se chocan dos masas de diferente peso. el peso mayor se arrastra, se lleva a la masa menor". (ver anexo 16)</i></p>	<p>En la actividad práctica se realiza una pregunta para poner en contexto el choque de un cuerpo de mayor masa con uno de menor masa, poniendo el ejemplo de una mula que choca con una moto (ver anexo 10)</p>	<p>Se puede observar una relación entre su respuesta y las dadas por los estudiantes de E1 y E2 (ver anexo 10) realizadas en la actividad teórico práctica de manera oral; esto permite ver cómo con la ayuda y realización de la actividad teórico-práctica, logra manifestar de manera más clara sus conceptos-en-acción, de manera escrita en comparación con la fase 1 de implementación.</p>

### 4.2.3 Fase 3: Socialización.

En la socialización, al igual que en la actividad teórico-práctica, se pretendió rescatar invariantes operatorios tanto orales como escritos, y ver que tan explícitos se han vuelto estos en relación con los conceptos y teoremas científicos de cantidad de movimiento, por medio de la construcción de situaciones tanto escritas como tangibles, en las que den cuenta de ejemplos que permitan dar pie a un concepto o teorema científico.

Las siguientes tablas permiten categorizar los casos, al tener en cuenta lo consignado en sus bitácoras y los montajes realizados por ellos mismos con los elementos de la caja misteriosa (*figura 7*), los cuales se pueden observar en las siguientes ilustraciones que reflejan su creatividad para la explicitación de sus invariantes en operatorios.



Figura 7: Caja misteriosa



Figura 8: Montaje realizado por el Caso 1



Figura 9: Montaje realizado por el Caso2



Figura 10 Montaje realizado por el caso 3

Tabla 11  
*Análisis preliminar fase 3, caso 1.*

Caso 1			
<b>Criterios de Análisis</b>	<b>Evidencia Bitácora de E1</b>	<b>Evidencia Bitácora del Docente</b>	<b>Análisis Preliminar</b>
<b>Categorías</b>			

<p><b>Teoremas en acción</b></p>	<p>Se identifica el uso de la palabra cantidad de movimiento. En la fase de socialización, este estudiante plantea una situación similar a una de las situaciones planteadas en la fase teórico- práctica (<i>Figura 8</i>) y que tiene que ver con 3 esferas de distintos materiales. El estudiante afirma " <i>yo digo que, con el cambio de suelo, los materiales tendrán más cantidad de movimiento sin generar mucha fuerza como lo es en el icopor</i>" (ver anexo 18). Se vincula el teorema científico de impulso mecánico que relaciona el impulso con el cambio en la cantidad de movimiento, pues se parte de la interpretación que se le da a lo enunciado por el estudiante.</p>	<p>Es particular que este alumno haga uso del término cantidad de movimiento, pues se entiende desde lo que plantea que en una superficie como el vidrio las esferas poseen mayor cantidad de movimiento. (ver Anexo 17)</p>	<p>El uso del término cantidad de movimiento y la propuesta de lanzar tres esferas de diversos materiales, evidenciando con ello un mayor desplazamiento con respecto a una pista jabonosa (caso 1 plantea un cambio de superficie), dejan ver cómo la idea de impulso se construye en torno a la masa que posea el objeto, para la cual se imprime ese impulso tal que pueda desplazarse, dando cuenta del impulso mecánico.</p>
<p><b>Conceptos en acción</b></p>	<p>Para la descripción de uno de los montajes, el estudiante propone en su bitácora que " <i>todos los materiales que utilizamos en la anterior actividad, poniéndolos por ejemplo desde una colina y lanzarlos para mirar qué material llegará de primero, cuál de segundo,</i></p>	<p>Se destaca el vínculo de la acepción de velocidad y fuerza en la situación 1 planteada por él.</p>	<p>Se destaca el montaje propuesto, particularmente por el vínculo de las palabras fuerza y tiempo en cuanto al hecho de que los cuerpos bajen por la colina. Se identifica que el estudiante tiene en cuenta estos dos conceptos en la caída de</p>

	<p><i>el último y el que no llegue. También medir su velocidad y fuerza para que lleguen en el mismo tiempo" queriendo ver en este montaje el impulso de todos los objetos usados. (ver anexo 19).</i></p>		<p>los cuerpos. De esta manera, se identifica un concepto-en-acción relacionado con el concepto de impulso.</p> <p>Cuando habla de la velocidad con la que pueden caer los distintos cuerpos, también se evidencia un concepto-en-acción en relación con la cantidad de movimiento.</p>
--	--	--	---

Tabla 12  
Análisis preliminar fase 3, caso 2.

Caso 2			
Criterios de Análisis Categorías	Evidencia Bitácora de E2	Evidencia Bitácora del Docente	Análisis Preliminar
<p><b>Teoremas-en-acción</b></p>	<p>En la situación 1 propuesta por el alumno, hay un posible teorema-en-acción.</p> <p>La situación física planteada es:</p> <p><i>"Quién llega primero?"</i></p> <p><i>Se trataría de saber cuál de las esferas llegará primero a la parte de abajo, teniendo en cuenta, la masa y el impulso que se le da a las</i></p>	<p>Relaciona el impulso y la masa con la situación 1 que plantea. Él está hablando de una situación que parte de la pregunta ¿Quién llega primero? aludiendo a 3 esferas que rodarán por una escalera. Interesante que este alumno pueda cambiar de idea, pues antes de esta fase, se identificó un conocimiento arraigado de que los objetos caen al mismo tiempo (ver Anexo</p>	<p>El Estudiante 2 plantea una situación que permite identificar un cambio en su forma de concebir la caída de cuerpos por una escalera. Cuando se trabajó la situación práctica de la caída de varios resortes, él afirmaba "eso tiene que tener la forma de que lleguen iguales". La situación 1 que plantea este estudiante,</p>

	<p><i>diferentes esferas.</i></p> <p><i>¿Cuál de las esferas llegaría primero?". (ver anexo 20).</i></p>	17 y Anexo 7).	<p>muestra que hay un avance, pues considera el impulso y la masa en la caída de los cuerpos. La pregunta misma hace entender un cambio de razonamiento. El posible teorema-en-acción tiene que ver con el teorema físico del impulso y su relación con el cambio en la cantidad de movimiento.</p>
<p><b>Conceptos en acción</b></p>	<p>Construye en su situación 2, una idea que vincula la deformación del resorte con el impulso. (<i>Figura 9</i>)</p> <p><i>"Controlador de impulsos.</i></p> <p><i>Con una regla y un resorte, se creará un controlador de impulsos, el cual nos ayudará a saber qué cantidad de impulso necesitas para alguna situación, es decir, un impulso milimétricamente perfecto". (ver anexo 21).</i></p>	<p>Con la situación 2 que plantea, este estudiante vincula la palabra impulso con una medida "milimétrica" (palabra usada por el estudiante), dando a entender que el impulso aplicado al resorte genera una deformación en él, que permite una lectura del impulso producido en el resorte mismo (ver Anexo 17).</p>	<p>La lectura del impulso, que propone este estudiante, permite considerar la asociación de una deformación con el impulso. Se entiende desde lo que afirma que la lectura del impulso se da en una medida "milimétrica" (palabra usada por el estudiante), es decir, que hay una relación entre qué tanto se deforma el resorte y el impulso generado en este. El concepto-en-acción tiene que ver con el concepto de impulso que está construyendo el estudiante.</p>



Tabla 13  
Análisis preliminar fase 3, caso2.

<b>Caso 3</b>			
<b>Criterios de Análisis</b> <b>Categorías</b>	<b>Evidencia Bitácora de E3</b>	<b>Evidencia Bitácora del Docente</b>	<b>Análisis Preliminar</b>
<b>Teoremas en acción</b>	Se evidencia en la situación 1 propuesta por el caso 3 (ver Anexo 22) el choque de una esfera que está a una altura determinada contra 3 esferas de igual masa. En este caso, el estudiante da a entender que el choque producido hace que las 3 esferas se mueven igual o que una se mueva más que las otras.	Esto da a entender que el choque producido tiene dos posibilidades en cuanto al comportamiento de las esferas. Interesante cómo este estudiante vincula el choque con el movimiento no definido a priori de las 3 esferas (ver Anexo 17)	Se percibe para el caso 3 el uso del choque como medio para sustentar su situación 1 y 2. Se destaca la forma interpretativa que acuña su situación 1 en particular, pues señala que pueden ocurrir dos cosas: que las esferas que están sobre la mesa se muevan, ya sea una más que las otras o todas por igual, teniendo en cuenta las distancias recorridas. Esto implica para su situación 1 la idea de movimiento ligado al choque. Fue importante identificar que la idea de choque-movimiento se vincula con un posible teorema-en-acción como lo es la conservación de la cantidad de movimiento.
<b>Conceptos en</b>	En la situación planteada por el estudiante con los	Las ideas planteadas por el estudiante son	El estudiante pretende dejar sobre una

<b>acción</b>	materiales usados de la caja misteriosa ( <i>Figura 10</i> ), se logra evidenciar un concepto-en-acción cuando hace referencia a que “ <i>Al chocar tres materias circulares de diferente masa y peso contra una base pegajosa...</i> ” (ver Anexo 2).	plasmadas de manera confusa, y algo difíciles de interpretar, pero cuando se logra entender lo que allí dice es algo interesante (ver Anexo 17).	superficie 3 esferas adheridas a esta; cuando el estudiante las lanza, observa que la más liviana si queda adherida, pero la más pesada continua su recorrido vertical, rompiendo la superficie por ser muy débil. Se destaca como concepto-en-acción la idea de choque, que se empieza a desarrollar en la interacción de las esferas con la superficie.
---------------	--	--	---

### 4.3 Análisis general de los datos cualitativos

Al tener en cuenta los análisis preliminares de los tres casos en cada una de las tres fases de la implementación recopiladas en las tablas anteriores, para las que se tuvo en cuenta algunos criterios de análisis frente a las categorías, es pertinente realizar un paralelo en los casos para identificar cómo es el contraste de esa información antes ya agrupada, con el fin de definir una relación entre los casos y describir cuál sería el estado en que se encuentran sus procesos de construcción conceptual, para así dejar evidencias concretas para la elaboración de las conclusiones de este análisis de los datos.

Para ello, en la siguiente tabla se registró una síntesis de los análisis preliminares que permitieron hacer esa comparación de los casos:

Tabla 14  
Análisis general.

Unidades de análisis Categorías	E1	E2	E3
<b>Intuición</b>	Este estudiante manifiesta mayor uso de su intuición durante toda la implementación, sus respuestas en la prueba diagnóstica son muestra de cómo parte de la intuición para el desarrollo de su proceso de conceptualización.	Si bien sus respuestas para la fase 1 denotaron un interés por responder con mucha claridad, tienen menor acercamiento intuitivo a las situaciones planteadas en comparación con E1.	Por su falta de coherencia en la redacción de las respuestas, resulta difícil generar un juicio del uso de su intuición para el desarrollo de la fase 1. Algo que fue mucho más fácil de realizar con E1 y E2
<b>Teoremas en acción</b>	Se identifica en el estudiante un teorema-en-acción relacionado con el impulso mecánico, teniendo un desarrollo más amplio que fue expresado con mayor claridad en cada una de las fases. Este teorema-en-acción puede ser desarrollado con el tiempo como un teorema científico, con el acompañamiento de un maestro y su acercamiento al mundo real, para llegar finalmente al teorema del impulso mecánico. Aquí, se espera que el estudiante pueda expresar y demostrar por qué	Desde la fase 1 es evidente que el estudiante hace una relación entre el choque y la cantidad de movimiento, lo que se puede hacer corresponder con la ley de conservación de la cantidad de movimiento, un teorema-en-acción que hace relación en su fase 1 y 2, con mayor claridad en la segunda fase, tanto de manera oral como escrita.  De igual manera acude a relacionar el impulso con la cantidad movimiento en la fase 3, dejando ver otro teorema-en-acción que corresponde al	Este estudiante, durante la implementación refleja en sus respuestas un teorema-en-acción que se puede relacionar con la conservación de la cantidad de movimiento. Es destacable su evolución en cuanto a las respuestas dadas en la fase 2 con respecto a la fase 1, pues la experiencia en la actividad teórico-práctica, la ayuda de sus compañeros en dicha fase y el apoyo de los docentes-investigadores, fueron pieza clave para que se pudieran identificar aspectos importantes ligados a

	<p>existe esta relación entre la cantidad de movimiento y el impulso, tanto conceptualmente como de forma matemática y experimental.</p>	<p>teorema de impulso mecánico.</p> <p>En comparación con E1 y E3 se identifica mejor aproximación a los temas abordados durante la implementación.</p>	<p>invariantes operatorios, en este caso relacionados con la conservación del momento lineal.</p>
<p><b>Conceptos en acción</b></p>	<p>Si bien se encuentran durante todo el proceso definiciones del estudiante con respecto a los diferentes conceptos a tratar, se destaca tanto de manera escrita como oral el concepto de impulso en comparación con E2 y E3. Se identifican conceptos en-acción que se han ido desarrollando de manera explícita para dar cuenta de un concepto científico, como por ejemplo la relación entre impulso y cantidad de movimiento, sin embargo, él no logra hacer explícito qué es cantidad de movimiento cuando se le pregunta por este directamente.</p>	<p>Se ve un desarrollo a la par de los conceptos de choque y de impulso, al identificar en sus respuestas los conceptos-en-acción que pueden hacer referencia al impulso y las colisiones (en el caso de los conceptos-en acción formulados en la fase 1 y 2). En el caso del impulso como concepto-en-acción, el estudiante E2 (en relación con E1) está más lejos de desarrollar un concepto científico, en contraste, con respecto a los conceptos-en- acción que son dirigidos al concepto de choque, en los que E1 tiene menor claridad conceptual.</p>	<p>Para este estudiante dar a conocer sus conceptos-en-acción, es un poco más difícil, si bien están en un proceso de construcción sus dificultades para transmitir y expresar lo que sucede, deja entrever que su desarrollo conceptual está un poco más rezagado que el de sus compañeros durante las tres fases de la implementación. No obstante, se pueden ver con mayor claridad algunas ideas que se pueden entender como conceptos-en-acción durante las diferentes fases.</p>

## Capítulo V: Conclusiones

### 5.1 Consecución de los objetivos: general y específicos

Después de analizar los resultados obtenidos durante las diferentes fases y esclarecidos en la sistematización e interpretación de los datos, se deja ver que, si bien no todos los estudiantes parten de su intuición para responder a las situaciones planteadas en la fase diagnóstica, sí acuden a sus presaberes que están relacionados con los demás procesos de la implementación, de igual modo, se rescata que aquellas respuestas intuitivas identificadas en la fase 1, fueron un punto de partida para realizar una mejor identificación de las unidades de análisis (casos) y así poder realizar un mejor análisis de los datos.

El desarrollo de actividades teórico-prácticas, ayudó al desarrollo de los invariantes operatorios, como se deja evidenciado en las respuestas de los estudiantes y en los análisis preliminares realizados por los autores, lo que permite ver cómo un acompañamiento del docente posibilita que un concepto-en-acción y un teorema-en-acción se vaya tornando en un concepto y teorema científico (Moreira, 2009), fin que se logra parcialmente durante la implementación, tal como es evidenciado en la tabla 9. Es apenas normal que esto haya sucedido, pues la fase de implementación tuvo 3 intervenciones y de acuerdo a Vergnaud (1983a), el proceso de conceptualización puede durar mucho tiempo.

El dominio de un campo conceptual no ocurre en algunos meses, ni tampoco en algunos años. Al contrario, nuevos problemas y nuevas propiedades deben ser estudiadas a lo largo de varios años si quisiéramos que los alumnos progresivamente los dominen. (p.401).

Por supuesto, el continuar con el acercamiento a situaciones relacionadas a la cantidad de movimiento, puede ser una acción a emprender para facilitar y/o apoyar el proceso de construcción conceptual de la cantidad de movimiento a futuro.

Pero el desarrollo de los invariantes operatorios, deja ver cómo sí fue pertinente el tener una actividad práctica que hiciera un acercamiento tangible de las situaciones planteadas en la fase diagnóstica. Otra evidencia es que, en su fase final, los estudiantes pudieron partir de sus conocimientos para desarrollar situaciones que tuvieran relación con la cantidad de movimiento.

De igual manera se logró un seguimiento de las actividades planteadas, lo cual se evidencia en las bitácoras de los alumnos, en las reflexiones de los docentes-investigadores y en los aportes teóricos que permean este trabajo de grado. Es de rescatar, que el proceso de seguimiento se vincula con el análisis, pues en este se reflejan las evidencias del proceso individual de cada estudiante y el cómo ellos van plasmando sus ideas con respecto al campo conceptual de la cantidad de movimiento.

Es importante destacar que cada estudiante es un caso en particular y el análisis de cada uno de ellos permite una reflexión que lleva al maestro de física a pensarse en asuntos pedagógicos y disciplinarios, que faciliten la aprehensión y apropiación de los conocimientos a partir de ideas intuitivas y de los presaberes, como una forma de recurrir a lo sensitivo y al mundo real para darle sentido a las explicaciones sobre los fenómenos físicos.

En la última tabla mostrada anteriormente, se logra hacer una recopilación de los procesos de conceptualización de los estudiantes, teniendo en cuenta el proceso que se tuvo

para el análisis de datos, permitiendo realizar una comparación entre los tres casos, observando de qué manera se relacionan las tres fases en cada uno de ellos y, por último, describiendo la conceptualización parcial de los estudiantes en torno a la cantidad de movimiento (que desde la teoría de los campos conceptuales no es proceso culminado). Este logro, permitió analizar en detalle el desarrollo conceptual durante todas las fases de la ruta metodológica desde los invariantes operatorios evidenciados durante la implementación, lo que dio cuenta de un proceso de conceptualización en construcción, que puede ser refinado con el tiempo.

## **5.2 Aportes del trabajo a los investigadores.**

La realización de este trabajo permitió comprender que la conceptualización es un proceso diverso, en el que cada alumno, desde su entramado de experiencias y conocimientos puede acercarse al fenómeno de estudio con mayor o menor profundidad. También permitió comprender algunos de los planteamientos de la teoría de Vergnaud, y en parte, la relación de esta teoría con la enseñanza de las ciencias; además, de algunos planteamientos de Mach (1948) con sus ideas alrededor de la intuición.

Uno de los elementos más importantes que deja este trabajo de grado, es el haber identificado cómo la intuición de los alumnos puede ser usada para dar cuenta de situaciones físicas (usadas en mayor o menor grado), eso sí, reconociendo que el maestro debe acompañar el proceso de aprendizaje para evitar que el estudiante se desvíe del proceso de conceptualización, el cual, finalmente, es el centro de atención de este trabajo.

### 5.2.1 Nuevas perspectivas encontradas

Como nueva perspectiva en cuanto a los marcos teóricos abordados, para la construcción conceptual de una temática en física, se podría plantear la pregunta: ¿Qué tipo de formación y de enseñanza en física permite el uso y el fortalecimiento de la intuición, para la construcción conceptual en otros tópicos de la física? Esta pregunta surge con la intención de resignificar la intuición en el aula de ciencias, reconociendo que puede ser un buen punto de partida para el estudio y desarrollo de conceptos, en este caso para el aprendizaje de la física.

De igual manera, al hacer lectura de las respuestas de los estudiantes plasmadas en sus bitácoras, resultó interesante ver cómo acuden a teoremas-en-acción para dar respuesta a un concepto, entendiendo que un teorema en acción no es todavía un teorema formal y científico, lo que llevó a la pregunta de si un teorema-en-acción puede a su vez contener conceptos-en-acción implícitamente, como sucede en los teoremas científicos, algo que podría convertirse en una futura línea de investigación a partir del presente estudio.

### 5.3 Futuras líneas de investigación

Como propuesta para una futura línea investigativa en lo que respecta a los referentes teóricos abordados y teniendo en cuenta el desarrollo de este trabajo, se plantea estudiar la relación de los teoremas-en-acción y los conceptos-en-acción, es decir, lograr evidenciar un vínculo entre ellos que permita mejoras en el proceso de conceptualización de los estudiantes.



El estudio de un posible nexo entre teoremas y conceptos-en-acto en el ámbito de las ciencias, podría potenciar la construcción del conocimiento, en cuanto a las estrategias de enseñanza que pueden ser usadas, al tener en cuenta ese entramado de experiencias y de interpretaciones del mundo físico que el estudiante posee, y que pueden ser usadas como insumo para su desarrollo conceptual, con el fin de observar y analizar cómo esta relación conlleva a la formación de esquemas. Lo anterior, tomando como punto de partida los procesos intuitivos de los estudiantes, y no solo desde la mecánica clásica sino abarcando diversos tópicos de ciencias como la física moderna, la mecánica de los fluidos, entre otros campos conceptuales.

### Referencias bibliográficas

- Arcà, M., Guidoni, P., Mazzoli, P., & Vitale, J. C. G. (1990). *Enseñar ciencia: cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Paidós.
- Argos Cobo, P. (2017). Experiencias históricas en física. Interés pedagógico.
- Benavides, O. J (Ed). (2001) *Física I Santillana*, Bogotá: Editorial Santillana.
- Caballero, C. (2005). La investigación en enseñanza desde la perspectiva de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud. Resultados de investigación en Física. *Revista Educacion Pedagógica*, 43, 43-60.
- Caballero, C. (2009). Investigaciones y enseñanza de la física desde la perspectiva de los campos conceptuales. *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias* (pp.55-91). Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional.
- Covaleda, R., Moreira, M. A., & Caballero Sahelices, M. C. (2005). Los significados de los conceptos de sistema y equilibrio en el aprendizaje de la mecánica. Estudio exploratorio con estudiantes universitarios. *Revista eletrônica de enseñanza de las ciências. Vigo, España. Vol. 4, n. 1 (2005), p. 1-27*.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C., & Martínez-Torregrosa, J. (1991). La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. *Barcelona: Horsori*, 232.
- De Bogotá, C. D. C. (1993). Ley 115 de 1994.

- Escudero, C., Moreira, M. A., & Caballero Sahelices, M. C. (2003). Teoremas-en-acción y conceptos-en-acción en clases de física introductoria en secundaria. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Ourense. Vol. 2, no. 3 (2003), p. 201-226.*
- Fischbein, H. (1987). *Intuition in science and mathematics: An educational approach [La intuición en ciencias y matemáticas: un enfoque educativo]* (Vol. 5). Springer Science & Business Media.
- Grings, E. T. D. O., Caballero, C., & Moreira, M. A. (2006). Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(4), 463-471.
- Hernández, M. (2012). *Una Propuesta pedagógica mejorada para la enseñanza de la física “revisión de una propuesta ya estructurada y planteamiento de estrategias para generar el cambio conceptual en los estudiantes del concepto de fuerza y cantidad de Movimiento.* Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Hernández, M. L. Una propuesta pedagógica mejorada para la enseñanza de la física “Revisión de una propuesta ya estructurada y planteamiento de estrategias para generar el cambio conceptual en los estudiantes del concepto de fuerza y cantidad de movimiento”. *Departamento de Física.*
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación.* McGraw-Hill. México DF.
- Hewitt, P. (2007) *Física Conceptual.* Décima edición, PEARSON EDUCACIÓN-México.
- Luján, I.(2016). *El desarrollo cognitivo: las fases de Piaget.* Recuperado de: <https://www.uv.es/uvweb/master-investigacion-didactiques>

[especificos.es/blog/desarrollo-cognitivo-fases-piaget-1285958572212/GasetaRecerca.html?id=1285960943583](https://especificos.es/blog/desarrollo-cognitivo-fases-piaget-1285958572212/GasetaRecerca.html?id=1285960943583)

Llancaqueo, A., Caballero, M., & Moreira, M. A. (2003). El aprendizaje del concepto de campo en física: una investigación exploratoria a luz de la teoría de Vergnaud. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(4), 399-417.

Mach, E. (1948). *Conocimiento y error*. Traducción de Cortés Pla.

Ministerio de Educación Nacional, (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Recuperado de: [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)

Montes, N., Flores, F. y Cruz, M. (2017). El Aprendizaje de la física con un enfoque multi representacional: Un caso sobre colisiones. *Congreso nacional de investigación educativa- COMIE*. Llevado a cabo en el congreso XIV San Luis Potosí. México.

Moreira, M. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Traducción de Isabel Iglesias. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 7(1)

Moreira, M. A. (2008). Aprendizaje significativo: la asimilación ausubeliana desde una visión cognitiva contemporánea. *Aprendizaje significativo*, 1000-1024.

Moreira, M. A., Caballero, C., & Vergnaud, G. (2009). *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias*. Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional.

- Moreira, M. A. (2009) La teoría de los campos conceptuales. *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias* (pp.25-54). Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional.
- Pérez García, 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* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-sede Bogotá DC).
- Qués, F., & Qués, H. (2015). Física por intuición. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(2), 505-509.
- Serway, R. A., Vuille, C., & Faughn, J. S. (2013). *Fundamentos de física*. Cengage Learning.
- Soto, A. S. (2016). *Los conceptos de la física: Evolución histórica (4)*. Universidad de Antioquia.
- Stake, R. E. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- Vergnaud, G. (1983a). Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives. *Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique*. La Londe les Maures, Francia, 26 de junio a 13 de julio.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels' [La teoría de los campos conceptuales] *Recherches en Didactique des Mathématiques* 10 (2, 3)
- Vergnaud, G. (1993). Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) *Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro*. p. 1-26
- Vergnaud, G. (2009) A modo de prefacio. *La teoría de los campos conceptuales y la enseñanza/aprendizaje de las ciencias* (pp.13-24). Universidad de Burgos, Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional.

Villani, A., Y Lopes de Almeida Pacca, J. (1990). Conceptos espontáneos sobre colisiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 238-243.

Zapata, A. (2003). *De la intuición al pensamiento abstracto*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.

## Anexos

### Anexo 1

#### *Consentimiento Informado.*

Por medio de este documento se espera pedir a los presentes, el aval para la implementación del trabajo de grado a cargo de los estudiantes ***Rubén Andrés Ríos Aguilar Y Laura Isabel León Díaz***, estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, con la única intención de recolectar información para este trabajo de grado, cuyo nombre es ***La conceptualización de la cantidad de movimiento a partir de la intuición, bajo el análisis de invariantes operatorios en el marco de la teoría de los campos conceptuales*** y sus fines son netamente académicos como requisito para el título de licenciados.

Por esta razón esperamos la mayor colaboración de parte de los docentes a cargo del área de ciencias, tutores y alumnos seleccionados para el estudio de casos que se realizará como metodología del trabajo propuesto.

Si está de acuerdo en que su hijo o estudiante a cargo participe de la implementación de este trabajo, diligencie la siguiente forma:

Yo \_\_\_\_\_ como acudiente del **estudiante** \_\_\_\_\_ seleccionado para la investigación, doy mi consentimiento para su participación en el proceso de recolección de datos, necesarios para el análisis y culminación del trabajo de grado mencionado, autorizando el siguiente tipo de evidencia: trabajo escrito, audios, fotografías y videos, en los tres encuentros que se van a realizar con los estudiantes durante la

implementación, teniendo en cuenta que se guardará absoluta reserva de cualquier información personal suministrada.

---

**Firma del acudiente**



Anexo 2

# *Bitácora Del Docente-Investigador*

## *Cantidad De Movimiento 2020*





---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Montaje 2. Pista de chocones**

Se espera realizar una pista para esferas.

Materiales: bolsa de basura grande

Agua

Jabón

Las esferas.

Situaciones:

- Choque de dos esferas de tamaños diferentes.
- Choque de dos esferas de igual tamaño.

**Preguntas orientadoras:** (estas preguntas se realizarán de forma oral a los estudiantes, de las cuales esperamos obtener evidencias de manera oral y escrita sobre cómo ellos están observando el comportamiento del montaje, con el fin de desarrollar una discusión que les permita dar respuesta de las actividades planteadas en su bitácora)

- ¿Cómo se relaciona el comportamiento de los carros reales con las esferas cuando estas chocan?
- ¿Cómo describirías los choques que se dan en las diferentes situaciones?

- ¿Qué pasa cuando una esfera choca a otra esfera?

- \_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_

Respuestas orales de las estudiantes registradas por el maestro:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### Montaje 3. Resortes juguetones

#### Actividad 1

Materiales: Resortes de colores (juguetes)

Escalera de madera

1 cuerpo esférico

Un resorte se suelta desde escalas convencionales.

- Resortes de distintos diámetros en caída individual por escalas
- Resortes de distintos diámetros en caída conjunta por escalas

#### Actividad 2

Un resorte se ata a un cuerpo y el resorte se comprime al máximo para luego liberarlo.

- Resorte unido a una masa en forma horizontal
  - Dejar el resorte estático y lanzar a este un cuerpo esférico, observar qué sucede cuando están en contacto.

**Preguntas orientadoras para la actividad:** (estas preguntas se realizarán de forma oral a los estudiantes, de las cuales esperamos obtener evidencias de manera oral y escrita sobre

cómo ellos están observando el comportamiento del montaje, con el fin de desarrollar una discusión que les permita dar respuesta a las actividades planteadas en su bitácora).

- ¿Crees que los resortes caen al mismo tiempo?
- ¿En qué influye el tamaño del resorte?, ¿En qué influye la inclinación de la escalera?
- ¿Cómo cambia el cuerpo adherido al resorte, el movimiento natural del resorte?
- ¿Qué sucede al colisionar el cuerpo esférico con el resorte cuando se encuentra en posición horizontal?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Respuestas orales de las estudiantes registradas por el maestro:

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### Fase 3. Socialización Teórico-Practica

#### **Antes de la Implementación**

¿Qué expectativas hay sobre la última fase la implementación?

¿Cuáles son los propósitos de esta última fase?

**Después de la implementación**

¿Qué aspectos conceptuales destacas de las respuestas de los estudiantes?

¿Cómo clasificarías el desempeño oral y escrito de los estudiantes?

¿Se evidencia alguna diferencia en la forma de responder de los estudiantes durante la implementación?

# *Bitácora Del Estudiante*



## Fase 1. Prueba Diagnóstica Cantidad de Movimiento

**Nombre del estudiante:**

\_\_\_\_\_

**Grado:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

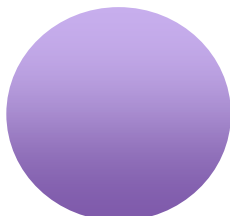
El siguiente cuestionario cuenta con 5 preguntas abiertas, con las cuales se espera conocer tus ideas, conocimientos o apreciaciones sobre la situación planteada, en torno a la cantidad de movimiento.

- 1) Hay 2 balones de diferentes materiales, tamaños y masa. Una persona los arroja al mismo tiempo por una colina, los balones llegan a un valle en diferentes tiempos. Luego la persona vuelve a lanzar los balones al mismo tiempo por dicha colina, pero esta vez logra hacer que lleguen en el mismo tiempo.

¿Por qué crees que esto sucede? Justifica tu respuesta. Si crees que un dibujo o diagrama ayuda a sustentar tu respuesta. Puedes hacerlo en el espacio indicado.



Balón 1



Balón 2

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Espacio para dibujo

- 2) Un objeto unido a un resorte es halado de forma que el resorte queda totalmente estirado. Ten en cuenta la situación planteada para contestar las siguientes preguntas:
- a) ¿Qué pasará al soltar el objeto?

- b) ¿Qué pasará si se cambia el tamaño del objeto?
- c) ¿Qué crees que ocurriría si el resorte no se estirara totalmente y se soltara desde otro punto?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**3)** Un niño juega en las escaleras de su casa con 3 resortes de colores que le regalaron en su cumpleaños; estos resortes tienen diferente longitud (largo, mediano y corto); el niño curioso toma un cronómetro y se pregunta cuál de los tres resortes se tarda más en bajar las escaleras de su casa.

¿Cuál de los 3 resortes crees que se demorará más tiempo bajando por las escaleras?  
Justifica tu respuesta.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**4)** En un juego de canicas hay dos de color blanco y una roja. Uno de los jóvenes golpea una canica blanca contra la roja, la blanca queda completamente quieta mientras que la roja sigue moviéndose hasta entrar en contacto con la otra canica blanca.

¿Crees que esta situación es posible?  
¿Por qué crees que pueda o no ocurrir?

---

---

---

---

---

---

---

---

5) Un jugador de baloncesto quiere tomar su balón del suelo sin necesidad de agarrarlo con sus manos.

¿Cómo crees que puede hacer el jugador para tomar su balón y para continuar jugando con este?

---

---

---

---

---

---

---

---



## Fase 2. Actividad teórico-práctica

**Nombre** \_\_\_\_\_ **del** \_\_\_\_\_ **estudiante:**

**Grado:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Las siguientes actividades pretenden dar un acercamiento teórico-práctico a algunos conceptos relacionados con la cantidad de movimiento, mediante la interacción con objetos cotidianos y lúdicos que permitan recrear las situaciones planteadas en la actividad diagnóstica.

### **Montaje 1. Pista de jabón**

De acuerdo a las situaciones planteadas en la pista jabonosa, responder el siguiente ítem. Tener en cuenta las observaciones personales de los fenómenos, que se evidenciaron al interactuar con la pista, además, acudir a los conocimientos en física para dar respuesta al interrogante.

- ¿Qué es para ti el concepto de impulso?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Montaje 2. Pista de chocones**

Después de interactuar con la pista de chocones y de compartir tus observaciones con tus compañeros, responder los siguientes ítems, buscando ser descriptivo en tus respuestas.

- ¿Qué entiendes por choque, desde las actividades realizadas y desde lo que conoces sobre el tema?

---

---

---

---

---

---

- 
- 
- 
- ¿Crees que existen varios tipos de choques? Justifica tu respuesta.
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

### **Montaje 3. Resortes juguetones**

Cuando interactuamos con resortes de colores recordamos las experiencias que tuvimos en la infancia con estos divertidos juguetes; ahora, retomando esas experiencias vividas y todas las actividades realizadas en este proceso, responde las siguientes preguntas. No tengas miedo de expresar tus ideas!!!

- ¿Cómo describes el movimiento de los diferentes resortes?
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

- ¿Cómo podrías definir la cantidad de movimiento?
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
-

- 
- 
- ¿En cuáles de los montajes o situaciones crees tú que hay mayor cantidad de movimiento?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

- 
- ¿Evidencias alguna situación en la que se conserve la cantidad de movimiento?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Observaciones y aportes personales**


### Fase 3. Socialización teórico-práctica

**Nombre del estudiante:** \_\_\_\_\_

**Grado:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Esta actividad busca la realización de una construcción propia, que dé cuenta de tus conocimientos en torno a la cantidad de movimiento, partiendo de las actividades antes realizadas.

Crea una situación que permita evidenciar los conceptos tratados y aprendidos en la actividad 2, puedes usar un dibujo o ilustración que te sirva para ejemplificar, además, es importante que definas cómo se relacionan esos conceptos físicos en tu situación propuesta, es decir, explica tu montaje desde lo que aprendiste.



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---







### Anexo 4

1) Hay 2 balones de diferentes materiales, tamaños y masa. Una persona los arroja al mismo tiempo por una colina, los balones llegan a un valle en diferentes tiempos. Luego la persona vuelve a lanzar los balones al mismo tiempo por dicha colina, pero esta vez logra hacer que lleguen en el mismo tiempo.

¿Por qué crees que esto sucede? Justifica tu respuesta. Si crees que un dibujo o diagrama ayuda a sustentar tu respuesta puedes hacerlo en el espacio indicado.



Balón 1



Balón 2

Creo que tuvo que haber un mayor peso en el balón que tenía menos para que pudieran llegar al mismo tiempo la segunda vez que los arroja

Espacio para dibujo

2) Un objeto unido a un resorte es halado de forma que el resorte queda totalmente estirado. Ten en cuenta la situación planteada para contestar las siguientes preguntas:

- ¿Qué pasará al soltar el objeto?
- ¿Qué pasaría si se cambia el tamaño del objeto?
- ¿Qué crees que ocurriría si el resorte no se estirara totalmente y se soltara desde otro punto?

a.) Cuando se suelta el resorte tendrá un gran impulso o fuerza para regresar a su estado natural ya que se está estirado más de lo normal.



Anexo 5

- ¿Cómo fue el resultado de las respuestas individuales?  
Al tener una lectura de las respuestas individuales, se dan las siguientes categorías

Caso 1	Caso 2	Caso 3
El estudiante hace uso de su intuición para responder a las situaciones	En la mayoría de sus respuestas hace uso de su intuición	Este caso en particular cuenta con dificultad para responder acorde a lo que se le pregunta, lo cual dificulta ver si sus respuestas son intuitivas.

- Balance general de las respuestas
  - ¿Se identifican respuestas intuitivas bajo el marco teórico propuesto?

Entendiendo la intuición como una forma de evocar las experiencias pasadas, de acudir a lo sensitivo para dar respuesta a las situaciones planteadas si se encontraron algunas respuestas intuitivas.



### Anexo 6

- 3) Un niño juega en las escaleras de su casa con 3 resortes de colores que le regalaron en su cumpleaños, estos resortes tienen diferente longitud (largo, mediano y corto); el niño curioso toma un cronómetro y se pregunta cuál de los tres resortes se tarda más en bajar las escaleras de su casa.

¿Cuál de los 3 resortes crees que se demorará más tiempo bajando por las escaleras? Justifica tu respuesta.

Independiente de la longitud, están estirados lo mismo entonces, llegarán al mismo tiempo

- 4) En un juego de canicas hay dos de color blanco y una roja. Uno de los jóvenes golpea una canica blanca contra la roja, la blanca queda completamente quieta mientras que la roja sigue moviéndose hasta entrar en contacto con la otra canica blanca.

¿Crees que esta situación es posible?

¿Por qué crees que pueda o no ocurrir?

Si  
Por la velocidad que lleva la canica blanca, en el impacto con la roja se frena, quedando en un punto y haciendo que la otra rebote



### Anexo 7

1) Hay 2 balones de diferentes materiales, tamaños y masa. Una persona los arroja al mismo tiempo por una colina, los balones llegan a un valle en diferentes tiempos. Luego la persona vuelve a lanzar los balones al mismo tiempo por dicha colina, pero esta vez logra hacer que lleguen en el mismo tiempo.

¿Por qué crees que esto sucede? Justifica tu respuesta. Si crees que un dibujo o diagrama ayuda a sustentar tu respuesta puedes hacerlo en el espacio indicado.



Porque sin importar la masa y el volumen el balón fue lanzado al mismo tiempo y se supone que recorren la misma a la misma velocidad.





Anexo 8

Si se cambia el tamaño más grande tendría menos distancia el objeto, y si se le asigna a un objeto más pequeño le daría más distancia al atragarla por el objeto impulsado  
Si el resorte no tendría tanta densidad para estar se disminuiría la distancia.

- 3) Un niño juega en las escaleras de su casa con 3 resortes de colores que le regalaron en su cumpleaños, estos resortes tienen diferente longitud (largo, mediano y corto); el niño curioso toma un cronómetro y se pregunta cuál de los tres resortes se tarda más en bajar las escaleras de su casa.

¿Cuál de los 3 resortes crees que se demorará más tiempo bajando por las escaleras? Justifica tu respuesta.

ps yo creo que todos los resortes bajarían al mismo tiempo. Por si los resortes sean de mismo tamaño, peso, densidad, etc.

- 4) En un juego de canicas hay dos de color blanco y una roja. Uno de los jóvenes golpea una canica blanca contra la roja, la blanca queda completamente quieta mientras que la roja sigue moviéndose hasta entrar en contacto con la otra canica blanca.

¿Crees que esta situación es posible?

¿Por qué crees que pueda o no ocurrir?

si es posible porque al golpear a la bola con una fuerza prolongada, y le pega en la mitad la bola quedará quieta por que al golpear la otra bola pierde la fuerza que fue arrojada.



Anexo 9

Respuestas orales de las estudiantes registradas por el maestro:

Caso 1	Caso 2	Caso 3
Se encuentran respuestas dadas para el primer H. "Para llegar al otro lado se necesita aplicar una fuerza a las caderas" "El impulso se relaciona con la velocidad y la masa, no $P$ " "Si el cuerpo más masivo puede adquirir mayor velocidad"	En este caso se evidencian dos tipos de respuestas como: "El tiempo de llegada es la misma para las fuerzas son diferentes" que "saber cuanto es el impulso o cuanto mayor no es posible se necesita medir mejor."	Solo responde cuando le preguntan dice que hay que aplicar una fuerza para que haya impulso
Montaje 2. Pista de chocones	Se contradice mucho con lo que dice y piensa.	





Anexo 10

- 1. ¿Cómo se relaciona el comportamiento de los carros reales con las esferas cuando estas chocan?
- 2. ¿Cómo describirías los choques que se dan en las diferentes situaciones?
- 3. ¿Qué pasa cuando una esfera choca a otra esfera?

• 4. ¿Qué pasa si en vez de ser esferas es un camión y la pequeña una moto?

Respuestas orales de las estudiantes registradas por el maestro:

- 1) R que los carros se dañan las coteas no
- 2) R Las coteas de igual tamaño se mueven rebatan, las de diferente tamaño se van para lados diferente
- 3) R Caso 2 "La cotea le trastiene la fuerza a la otra y por eso se mueven.
- 4) R "la Mula desplaza a la moto" La lleva junto con ella" caso 2
- Caso 1 La mula no se frena por la moto



### Anexo 11

- ¿Crees que los resortes caen al mismo tiempo?
- ¿En qué influye el tamaño del resorte?, ¿En qué influye la inclinación de la escalera?
- ¿Cómo cambia el cuerpo adherido al resorte, el movimiento natural del resorte?
- ¿Qué sucede al colisionar el cuerpo esférico con el resorte cuando se encuentra en posición horizontal?
- ¿Qué se aplica para que baje el resorte?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Respuestas orales de las estudiantes registradas por el maestro:

Las estudiantes al ver caer los resortes y dicen que no caen iguales el caso 1 dice que se les aplica un impulso de acuerdo a la Guía 1 o fope 1 se consigna por el caso 2 que todos los resortes caen igual, por eso al ver que caen desigual, incluso que unos no caen responde "eso tiene que tener la forma de que llegue igual"

### Anexo 12

• ¿Qué es para ti el concepto de impulso?

Es la fuerza que se le da a una masa o algo que queremos lanzar algún lugar.

**Montaje 2. Pista de choques**

Después de interactuar con la pista de choques y de compartir tus observaciones con tus compañeros, responder los siguientes ítems, buscando ser descriptivo en tus respuestas.

- ¿Qué entiendes por choque, desde las actividades realizadas y desde lo que conoces sobre el tema?

Es el impacto entre dos cosas o materiales, ejerciendo lo que produce ser velocidad y masa.





### Anexo 13

- ¿Crees que existen varios tipos de choques? Justifica tu respuesta.

Creo que sí porque podríamos tener un choque perfecto y uno imperfecto.

### Anexo 14

- ¿Evidencias alguna situación en la que se conserve la cantidad de movimiento?

Pista de choques; ya que va entre impactos; si son de diferentes masas se evidencia, muy poco peso si es diferente, se ve mucha más.

### Anexo 15

- ¿Qué es para ti el concepto de impulso?

Impulso es la cantidad de fuerza que se le da a un elemento, teniendo en cuenta la masa y el volumen.

#### Montaje 2. Pista de choques

Después de interactuar con la pista de choques y de compartir tus observaciones con tus compañeros, responder los siguientes ítems, buscando ser descriptivo en tus respuestas.

- ¿Qué entiendes por choque, desde las actividades realizadas y desde lo que conoces sobre el tema?

Es el impacto que hay entre dos masas, ya sean de misma masa o de diferente.



Anexo 16

**Montaje 1. Pista de jabón**

De acuerdo a las situaciones planteadas en la pista jabonosa responder el siguiente ítem. Tener en cuenta las observaciones personales de los fenómenos, que se evidenciaron al interactuar con la pista, además acudir a tus conocimientos en física para dar respuesta al interrogante.

- ¿Qué es para ti el concepto de impulso?

Impulso es la fuerza que le da a un objeto y esa fuerza le da al objeto impulso para que se desplace desde un punto A hasta un punto B.

**Montaje 2. Pista de chocones**

Después de interactuar con la pista de chocones y de compartir tus observaciones con tus compañeros, responder los siguientes ítems, buscando ser descriptivo en tus respuestas.

- ¿Qué entiendes por choque, desde las actividades realizadas y desde lo que conoces sobre el tema?

bueno de primer lugar voy a hablar sobre choque de dos masas iguales que pasaría si se dan de frente las dos masas de igual impulso y velocidad se detienen en el mismo lugar y se pierde el impulso, pero si se chocan las masas de diferentes peso el peso mayor se movió, se lleva a la masa menor.



Anexo 17

¿Qué aspectos conceptuales destacan de las respuestas los estudiantes?

Caso 1: el uso de las palabras cantidad de Movimiento  
Caso 2 hace relación entre masa y el impulso y realiza preguntas ¿Que llegaria Primero?  
Busca Medir el impulso que tiene una bola señalando un dispositivo para este.

Caso 3.  
El planta choque de 3 esferas con conservación y sin conservación ó elastico e inelastico faltando un poco de claridad.  
Es interesante de igual manera.

Anexo 18

**La caja misteriosa** ;?

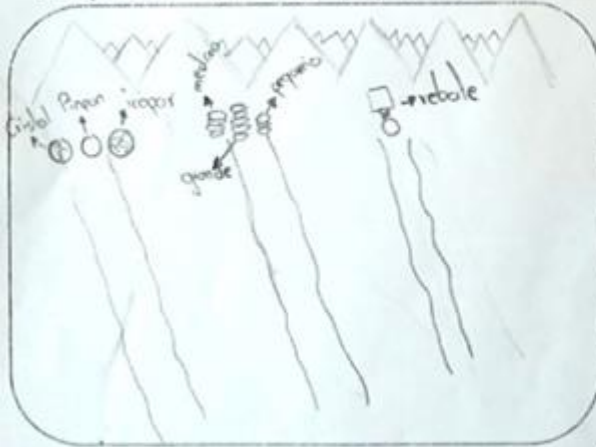
Dentro de la caja misteriosa se encuentran algunos elementos con los que puedes crear una situación, que de cuenta de algunos conceptos relacionados con la cantidad de movimiento. Usa tu ingenio y creatividad para desarrollar esta situación sencilla, además es necesario que la describas en tu bitácora. ¡Ánimo, puedes hacerlo!

mi Situación Se habla de 3 tipos de materiales como la Seta icopor, plastico, cristal, pero Cambie el Suelo ya no es jaban Sino Vidrio y los tire, ya digo que con el Cambio de Suelo los materiales tendran mas Cantidad de Movimiento Sin generar mucha fuerza Como lo es en el icopor.



### Anexo 19

Crea una situación que permita evidenciar los conceptos tratados y aprendidos en la actividad dos, puedes usar un dibujo o ilustración que te sirva para ejemplificar, además es importante que definas cómo se relacionan esos conceptos físicos en tu situación propuesta, es decir, explica tu montaje desde lo que aprendiste.

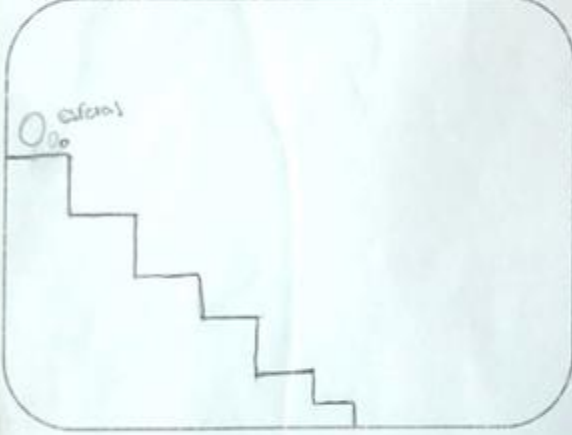


Mi montaje se trata de todos los materiales que utilizamos en la Anterior Actividad, poniéndolos por ejemplo desde una Colina y lanzarlos para mirar que material llegara de primero Cual de Segundo el ultimo y el que no llega. tambien medir su Velocidad y fuerza para que lleguen en el mismo tiempo.



### Anexo 20

Crea una situación que permita evidenciar los conceptos tratados y aprendidos en la actividad dos, puedes usar un dibujo o ilustración que te sirva para ejemplificar, además es importante que definas cómo se relacionan esos conceptos físicos en tu situación propuesta, es decir, explica tu montaje desde lo que aprendiste.



¿Quién llega primero?!

Se trata de saber cual de las esferas llegara primero a la parte de abajo, teniendo en cuenta, la masa y el impulso que se le da a las diferentes esferas.

¿Cual de las esferas llegara primero?

### Anexo 21

### La caja misteriosa ??

Dentro de la caja misteriosa se encuentran algunos elementos con los que puedes crear una situación, que de cuenta de algunos conceptos relacionados con la cantidad de movimiento. Usa tu ingenio y creatividad para desarrollar esta situación sencilla, además es necesario que la describas en tu bitácora. ¡Ánimo, puedes hacerlo!

Controlador de impulsos

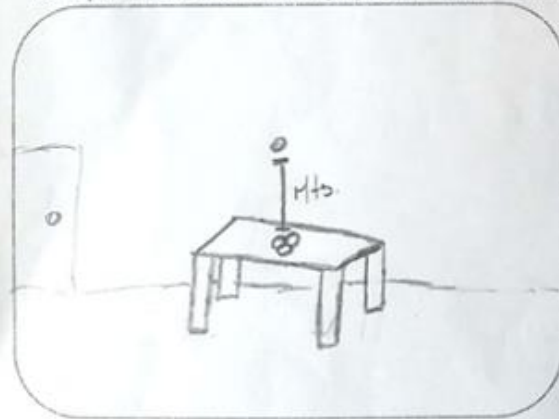
Con una regla y un resorte, se usaron un controlador de impulsos, el cual nos ayudara a saber que cantidad de impulso necesitamos para alguna situación, es decir un impulso milimétricamente perfecto.





Anexo 22

Crea una situación que permita evidenciar los conceptos tratados y aprendidos en la actividad dos, puedes usar un dibujo o ilustración que te sirva para ejemplificar, además es importante que definas cómo se relacionan esos conceptos físicos en tu situación propuesta, es decir, explica tu montaje desde lo que aprendiste.



Si cuatro bolas de una misma masa y peso y longitud una es lanzada desde una altura prolongada y las otras tres en la mesa o piso juntos al tirar la bola de estoba en una altura, las tres bolas y-e están en la mesa o suelo recorren la misma distancia o una recorren más distancia que las otras.



Anexo 23

La caja misteriosa ;?;

Dentro de la caja misteriosa se encuentran algunos elementos con los que puedes crear una situación, que de cuenta de algunos conceptos relacionados con la cantidad de movimiento. Usa tu ingenio y creatividad para desarrollar esta situación sencilla, además es necesario que la describas en tu bitácora. Animo, puedes hacerlo!!

Al chocar 3 Materias circulares de diferente masa y peso contra una base pegajosa, pero la base que sea de una parte pequeña del espacio en el que se va a hacer aplicación de las 3 bolas pero al mismo tiempo para que las 3 queden pegadas a la superficie.

Al tirar las bolas algunas no se pegaban porque no tenía la base pegajosa que pueda que las tres bolas de diferentes masa peguen, las tres bolas se lanzan al mismo tiempo y altura.

Al lanzar las tres bolas no quedaron las tres unidas a la base pegajosa, entonces lo requerido para esta situación puede ser que la base sea más pegajosa y más firme.