

**UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA COMO ESTRATEGIA  
PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE INERCIA**

**CRISTINA RESTREPO OLAYA  
YURY ADELAIDA HIGUITA HIGUITA  
LUISA FERNANDA YANES CORREA**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES  
MEDELLÍN  
2009**

**UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA COMO ESTRATEGIA  
PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE INERCIA**

**CRISTINA RESTREPO OLAYA  
YURY ADELAIDA HIGUITA HIGUITA  
LUISA FERNANDA YANES CORREA**

**MAGISTER YIRSEN AGUILAR MOSQUERA  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS  
CIENCIAS  
MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADAS EN EDUCACIÓN  
BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN  
AMBIENTAL**

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES  
MEDELLÍN  
2009**

## ACEPTACIÓN

---

**Asesor**

**Yirsen Aguilar Mosquera**

**Medellín**

**Sustentación**

**Día** \_\_\_\_\_ **Mes** \_\_\_\_\_ **Año** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

Los más sinceros y afectuosos agradecimientos a nuestras familias por su gran apoyo durante todo nuestro proceso de formación que se ve reflejado en este trabajo, ya que manifiesta lo que de ahora en adelante pretendemos ser como maestras.

También agradecemos infinitamente a nuestro asesor el profesor Yirsen Aguilar Mosquera por su dedicación y acompañamiento en la investigación y ante todo por ser quien nos enseñó a generar horizontes para los hombres que día a día debemos enseñar a soñar.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
TABLA DE ANEXOS	
RESUMEN	
<b>1. ESTADO DEL ARTE.</b>	<b>1</b>
1.1. Textos de base.	1
1.2. Antecedentes.	2
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.</b>	<b>5</b>
<b>3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.</b>	<b>9</b>
<b>4. OBJETIVOS.</b>	<b>9</b>
<b>5. JUSTIFICACIÓN.</b>	<b>10</b>
<b>6. MARCO CONCEPTUAL.</b>	<b>16</b>
6.1. La HEC como una estrategia para la enseñanza de las ciencias.	16
6.1.1. Formalización.	25
6.1.2. Recontextualización.	27
6.2. Análisis del concepto de inercia.	29
6.2.1. En el contexto de la enseñanza.	29
6.2.2. En el contexto sociohistórico.	35
6.2.3. En la perspectiva newtoniana.	41

<b>7. METODOLOGÍA.</b>	<b>48</b>
7.1. Caracterización de la Investigación.	48
7.2. Fases de la Investigación.	50
7.2.1. Fase I	51
7.2.2. Fase II	52
7.2.3. Fase III	54
7.2.4. Fase IV	58
<b>8. SISTEMATIZACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.</b>	<b>60</b>
<b>9. ANÁLISIS DE LOS HALLAZGOS.</b>	<b>87</b>
<b>10. SECUENCIA DIDÁCTICA.</b>	<b>108</b>
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>119</b>
PROYECCIONES	121
BIBLIOGRAFIA	122
ANEXOS	126

## ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Cuestionario del taller de indagación.	126
Anexo B. Cuestionario de las preguntas del conversatorio.	128
Anexo C. Cuestionario del taller de conceptualización.	129
Anexo D. Cuestionario de las preguntas de la entrevista.	132
Anexo E. Cuestionario de la actividad experimental.	134
Anexo F. Registro de actividades.	137
Anexo G. Registro fotográfico.	155

## RESUMEN

Acorde con las demandas dirigidas a prácticas pedagógicas que contribuyan a interpretar la realidad de forma alternativa, de modo que se ofrezca una educación más humana y contextualizada y se provea al sujeto de elementos críticos y reflexivos en la construcción del conocimiento; se presenta este trabajo orientado desde una cosmovisión fenomenológica, la cual enmarca una perspectiva histórica y epistemológica que logra interpretar la ciencia de manera significativa, articular el conocimiento a nuevos contextos y generar nuevos discursos.

En este sentido se pretende replantear la forma de pensar las ciencias al analizar el contexto sociohistórico de la inercia a partir del pensamiento de Isaac Newton, así como comprender los modelos explicativos de algunos estudiantes sobre dicho concepto y de esta manera llevar a cabo su formalización y recontextualización. Por consiguiente se plantean intervenciones que indagan sobre las concepciones de los estudiantes, los cuestionan y les permiten conceptualizar hasta lograr interpretaciones más adecuadas. Con base en todo lo anterior, surge una propuesta encaminada a una mayor comprensión de la inercia y tal vez a generar profundas reflexiones en torno a los procesos de enseñanza.

**Palabras clave:** Historia, epistemología, ciencias, enseñanza, propuesta, Inercia, Isaac Newton, recontextualizar, formalizar, perspectiva, fenomenológica, interpretación.

# **UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE INERCIA**

## **1. ESTADO DEL ARTE**

Los textos seleccionados para el desarrollo de la investigación permiten el acceso a la información original de los autores que han sido escogidos como guía, al tiempo que brindan la posibilidad de conocer el pensamiento de aquellos gestores de la disciplina a la luz de la cual se realiza este trabajo.

### **1.1. TEXTOS DE BASE**

- ◆ NEWTON, Isaac. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. 1687. Traducción española de Escotado, A. Madrid: Editora Nacional, 1982. PP. 903 Este libro ofrece la posibilidad de abordar en su forma original la definición de los conceptos de mecánica como inercia, masa y fuerza que determinan las tres leyes del movimiento que son necesarias para la comprensión en el estudio de este tema.
  
- ◆ HAWKING, STEPHEN. *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la astronomía*. Barcelona, 2003.

Esta obra permite tener contacto con las obras originales de Newton y Galileo acerca del movimiento y en particular sobre la ley de inercia, de modo que se pueda hacer un análisis a partir de una fuente primaria.

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1 INVESTIGACIONES SOBRE EL TEMA**

- ◆ ZALAMEA GODOY, E. y PARIS ESPINOZA, R. ¿Es la masa la medida de la inercia? En: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 10, nº 2, 1992. p. 212

Este artículo hace un estudio de las razones que explican la persistencia de interpretaciones conceptuales inadecuadas en los estudiantes en relación con la enseñanza tradicional de la física, que perpetua muchos de ellos. Se centra particularmente en las ideas equívocas de los conceptos de inercia y masa.

- ◆ M. B. GARCÍA, G. DELL' ORO. Algunas dificultades en torno a las leyes de Newton: Una experiencia con maestros. En: OEI Revista Iberoamericana de Educación. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Este trabajo presenta una serie de actividades diseñadas bajo el marco teórico de las teorías cognitivas de Ausubel y Vigotsky que tienden a construir los conceptos más importantes asociados a las Leyes de Newton. Se explicitan las ideas previas y se parte de conceptos básicos poniendo énfasis en los procesos de intercambio social, ya que ambas teorías parten de conceptos científicos formados en la vida cotidiana y plantean la necesidad de esclarecer y organizar la información que llevará a reflexionar y cuestionar los conceptos del estudiante.

### **1.2.2. INVESTIGACIONES SOBRE LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.**

- ◆ RODRÍGUEZ, Luz Dary y AYALA María Mercedes. La Historia de las Ciencias y la Enseñanza de las Ciencias. En: Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias, nº 2, 1996. Departamento de física, Universidad Pedagógica Nacional.

Este artículo identifica las imágenes de la ciencia y las consecuencias que resultan de ella en los procesos de enseñanza - aprendizaje, así como las implicaciones que derivan de una postura particular que adopta el maestro al enseñar su disciplina.

- ◆ RODRÍGUEZ, Luz Dary y ROMERO Ángel. La construcción de la historicidad de las ciencias y la transformación de las prácticas pedagógicas. En: Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias. nº 6. 1999. Universidad pedagógica Nacional.

Este artículo plantea la importancia que tiene la historia y la epistemología de las ciencias en la formación docente, con el propósito de mejorar la enseñanza de las ciencias con posturas críticas frente a la necesidad de asumir la labor docente como práctica cultural.

### **1.3 ESTUDIOS HISTORIOGRÁFICOS Y EPISTEMOLÓGICOS DE LAS CIENCIAS.**

- ◆ ELKANA, Yehuda. La ciencia como sistema cultural: Una aproximación Antropológica. Bogota, Vol. 3. 1983. p. 65

Este artículo resalta la variedad que existe con respecto a la imagen de ciencia, lo que determina su proceder frente al proceso de la dinámica científica, siendo

preciso generar en los maestros en formación y en los profesores la necesidad de adoptar una postura que expresará en la manera de enseñar.

- ◆ MATTHEWS, M. R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. En: Revista Enseñanza de las Ciencias. 1994, Vol. 12, nº 2. p. 255

Este texto destaca que usualmente en los procesos de enseñanza de las ciencias no son abordados los componentes históricos y epistemológicos necesarios para el aprendizaje de las ciencias, enfatizando en el carácter histórico de la ciencia para demostrar cómo el desarrollo que ha sufrido la ciencia a lo largo de su historia es similar al desarrollo cognitivo de cada individuo.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años ha sido una constante el cuestionamiento sobre la forma de enseñar ciencias, ya que se considera que la enseñanza ha estado orientada bajo los preceptos del modelo tradicional que “Está centrado fundamentalmente en los contenidos que se fundamentan en fórmulas para la solución de ejercicios y problemas que resultan poco significativos, de esta manera los maestros no permiten ni propician que se de la toma de conciencia como fase fundamental del aprendizaje”.<sup>1</sup>

De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que a este modelo de enseñanza subyace una imagen de ciencia estática, de postulados y verdades irrefutables, que no favorecen un aprendizaje reflexivo que conlleve a la comprensión y la aplicación del conocimiento en diversos contextos, pues, “El mundo natural se considera que existe independiente del hombre, de modo que la realidad es entendida como aquello que está afuera del sujeto, es absoluta e independiente de las construcciones teóricas del hombre y por tanto el conocimiento científico consiste en la apropiación permanente y acumulativa de proposiciones verdaderas con respecto al mundo”.<sup>2</sup>

En el caso particular de la física se puede decir que la enseñanza está marcada además de las metodologías tradicionales, por el desconocimiento que posee el maestro de la historicidad de la disciplina que enseña y de las formas explicativas de los estudiantes, así como por la descontextualización de la ciencia; que en conjunto se convierten en obstáculos que dificultan el aprendizaje.

---

<sup>1</sup> RODRIGUEZ, Diana y GONZÁLEZ, José. La historia de la ciencia como herramienta para la construcción de significados en los cursos de física universitarios: Un ejemplo en fuerza y movimiento. En: Tecne, Episteme y Didaxis. Bogotá: Universidad pedagógica Nacional., n° 12 (2), 2002, p. 146

<sup>2</sup> AGUILAR M., Yirsén. A propósito de las cosmovisiones: realista y fenomenológica. En: El movimiento desde la perspectiva de sistemas, estados y transformaciones. Medellín: Universidad de Antioquia, 2002.

Todo esto implica, por una parte que los estudiantes para explicar los fenómenos físicos desarrollen estrategias diferentes a las consensuadas en la ciencia y que sus explicaciones no resulten adecuadas, y por otra que se generen esferas inconexas de conocimiento que no posibilitan una interacción entre lo que el estudiante sabe y lo que aprende, es decir, no logran distinguir el conocimiento científico del cotidiano y mucho menos establecer relaciones entre estos.

Esto se debe a que el aprendizaje de conceptos y teorías ha sido contemplado tradicionalmente como uno de los fines de la enseñanza de las ciencias y no se había empezado a distinguir entre los conceptos y teorías aprendidos en forma de conocimiento inerte, y aquellos aprendidos de forma que puedan ser aplicados a nuevos problemas, transferidos a contextos distintos de los utilizados en la instrucción.<sup>3</sup>

Así mismo, el maestro no se responsabiliza de su quehacer, de analizar de forma crítica y constructiva su perspectiva de la ciencia, su forma de entenderla y por tanto de enseñarla. De ahí que no cuente con fundamentos históricos y epistemológicos que le ayuden a interpretar y reflexionar sobre los fenómenos de su realidad.

Es así como con el estudio de la primera y segunda ley del movimiento de Newton, y más precisamente con el concepto de inercia, se podrán vislumbrar las dificultades que acarrea la enseñanza de la física basada en una "Cosmovisión realista del mundo, donde el maestro se constituye en un simple transmisor de verdades universales y objetivas, construidas y validadas por una comunidad científica".<sup>4</sup>

Del mismo modo, estas dos leyes del movimiento permitirán hacer un análisis sobre la manera como son interpretadas por estudiantes y maestros y en consecuencia, si son comprendidas adecuadamente.

---

<sup>3</sup> JIMENEZ, M. P. Y SANMARTÍ, N. ¿Qué Ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos en la educación secundaria. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Madrid: MEC., p. 17-93.

<sup>4</sup> AGUILAR, Op. cit., p. 33

En este sentido, hay quienes afirman como Zalamea y Paris “La existencia y persistencia de errores conceptuales en los alumnos, debido a paradigmas erróneos que se propagan de generación en generación mediante la enseñanza tradicional de la física”<sup>5</sup>. Esto hace que los estudiantes presenten serias dificultades cuando deben interpretar desde modelos físicos situaciones que están asociadas a eventos cotidianos.

En consecuencia, puede plantearse que cuando se aborda el concepto de inercia, se dejan ver concepciones metafísicas, ya que tradicionalmente se acostumbra a definir la inercia como “La tendencia de los cuerpos a oponerse a los cambios de su estado de movimiento” y se afirma que a mayor masa, mayor inercia, y se concluye que entonces la masa es la medida de la inercia o que la masa es la dificultad que presenta un cuerpo para cambiar su movimiento”.<sup>6</sup>

Todo esto lleva a pensar que la inercia es una fuerza por la cual un cuerpo se inclina hacia otro por naturaleza. Además que ésta es una propiedad de los cuerpos que se puede medir con otra propiedad, la masa, generándose así una confusión entre los conceptos de inercia, masa y fuerza.

Así mismo, plantear la masa como la medida de la inercia puede implicar que haya unos cuerpos más inertes que otros, ya que a mayor masa mayor medida de la inercia, es decir, se tendrían unos cuerpos más inertes que otros y esto no resulta lógico, pues los cuerpos son inertes o no lo son.

Ahora, bien, esto se hace evidente en la forma como los libros de texto presentan dicho concepto, al afirmar “Que todo cuerpo tiende a mantener su estado de movimiento rectilíneo con velocidad constante, o permanecerá en reposo si el cuerpo se encuentra inicialmente en este estado.”<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> ZALAMEA GODOY, E Y PARIS ESPINOZA, R, ¿Es la masa la medida de la inercia? En: Revista Enseñanza de las ciencias, Vol. 10, n° 2, 1992, p. 212

<sup>6</sup>Ibid., p. 212

<sup>7</sup> VILLEGAS, Mauricio y RAMIREZ, Ricardo. Investiguemos 10. Santa fe de Bogotá: Voluntad S.A., 2002. p. 220.

Se puede decir entonces, que además de la enseñanza tradicional de las ciencias hay otros factores como la manera de conceptualizar la física que contribuyen a que se den y permanezcan los errores conceptuales en estudiantes y también en profesores.

### **3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo plantear una propuesta alternativa de enseñanza desde una perspectiva Histórico – Epistemológica a partir de una recontextualización y formalización del concepto de inercia?

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 General**

Plantear una propuesta alternativa de enseñanza desde una perspectiva histórico - epistemológica a partir de los procesos de recontextualización y formalización con base en los modelos explicativos que utilizan algunos estudiantes a cerca del concepto de inercia.

#### **4.2 Específicos**

- ◆ Realizar un análisis histórico y epistemológico del concepto de inercia con base en la perspectiva de Isaac Newton.
- ◆ Articular significativamente el concepto de inercia en el contexto de la enseñanza por medio de nuevos discursos.
- ◆ Identificar los modelos explicativos que utilizan los estudiantes sobre el concepto de inercia.
- ◆ Destacar algunas implicaciones didácticas que se originan de la historia y la epistemología como estrategia fundamental en la enseñanza de la física.

## 5. JUSTIFICACIÓN

Es sabido que en la enseñanza de las ciencias y más específicamente en la enseñanza de la física se han presentado problemas de orden conceptual y metodológico. Por lo general, los cursos de física en la básica secundaria se limitan a repetir leyes y teorías sin brindar la posibilidad de reflexión sobre los temas que se trabajan en ellos. “La enseñanza bajo un modelo tradicional como el anterior, consiste en basar la dinámica de la clase en la transmisión verbal de contenidos sin conexión directa con la realidad y organizados de manera acumulativa y disciplinar”.<sup>8</sup>

La identificación de ciertas problemáticas en el enfoque tradicional de la enseñanza de las ciencias y la necesidad de una reflexión profunda en cuanto a las diversas formas de ver y de representar la ciencia, han llevado en la presente investigación a proponer el uso de la historia y la epistemología en la enseñanza de las ciencias para lograr una mejor comprensión de los conceptos científicos; al igual que considerar la escuela como un espacio en el cual el conocimiento se construye colectivamente, en donde el proceso de aprendizaje es una actividad social de producción y reproducción del conocimiento a través del cual el niño asimila los modos sociales de actividad y de interacción y posteriormente los fundamentos del conocimiento científico en condiciones de orientación e interacción social.

Al abordar la enseñanza del concepto de inercia desde una perspectiva histórica, epistemológica y sociocultural se pretende generar condiciones que permitan tanto a estudiantes como a profesores una mejor comprensión de dicho concepto, de modo que el estudiante sea parte activa en este proceso y se asuma como constructor de su realidad. Por tanto “Es indispensable que al abordar la

---

<sup>8</sup> PORLAN, R y MARTIN, J. El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula. 1996. p. 5

enseñanza de la física, el maestro sea consciente de la concepción de ciencia que tiene, que reflexione sobre ésta, pues es a partir de dicha concepción que va a decidir sobre el que enseñar y el cómo enseñar”.<sup>9</sup>

Lo anterior posibilita que el maestro genere contextos de construcción, validación y valoración del conocimiento, en donde no se dedique a la transmisión de éste sino que utilice los modelos y teorías establecidas en la ciencia como referentes mediante la reflexión de sus construcciones. De esta manera, al abordar la enseñanza de las ciencias y en especial de la física puede generar en el aula un aprendizaje adecuado de los conceptos científicos ya que, es el estudiante a partir de dicha reflexión quien da significado y valor a lo que construye; pues sólo es posible llegar a un verdadero nivel de conciencia de los conocimientos científicos cuando los estudiantes no los reciben ya preparados, sino cuando ellos mismos en su actividad revelan las condiciones de su origen y transformación. Por lo tanto, es necesario crear espacios en donde sea el estudiante quien construya y transforme la realidad, el que le asigne validez y significado a lo que está aprendiendo.

Al plantear la enseñanza del concepto de inercia desde una perspectiva histórico y epistemológica se está optando por generar contextos que conlleven a maestros y a estudiantes a entablar relación con la dinámica científica, con su proceso de construcción y en donde no se asuma la ciencia como algo acabado sino que, por el contrario, se reflexione en torno a esta dinámica, de modo que se posibilite el indagar por la validez del conocimiento y por la construcción del mismo, es decir, permitiendo el proceso de enculturación de la ciencia. Esto sólo se logra con nuevos estilos de enseñanza y aprendizaje que faciliten la elaboración de verdaderos conceptos científicos.

Consecuente con lo anterior, es una demanda de la educación promover una enseñanza contextualizada de la ciencia en la cual los aportes de la historia y

---

<sup>9</sup> AGUILAR, Op. cit., p. 34

epistemología puedan repercutir en el mejoramiento de la enseñanza, “Ya que puede hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando así las capacidades del pensamiento crítico; propicia una mejor comprensión de cómo se genera y validan los diferentes productos de la actividad científica”.<sup>10</sup>

Por consiguiente, es indispensable en la enseñanza de las ciencias la construcción de una imagen de ciencia que incluya aspectos en los cuales se considere la ciencia como una construcción social en donde hay elaboraciones de modelos provisionales, sujetos a revisión y que por tanto pueden ser modificados, además “Es situar la ciencia en un contexto social, en oposición a una ciencia descontextualizada”<sup>11</sup>, pues uno de los objetivos centrales del aprendizaje escolar es la asimilación que debe hacer el estudiante de los conocimientos científicos y la formación en su personalidad de una actitud científica hacia los fenómenos de la realidad natural y social que procure un pensamiento científico.

Por otra parte, en los lineamientos curriculares desde décimo hasta undécimo grado, se establece que el estudiante debe adquirir el conocimiento de los procesos físicos tales como las fuerzas y sus efectos sobre los objetos y por ende las relaciones establecidas entre masa, fuerza, aceleración, velocidad, tiempo y distancias recorridas. De ahí que deba tener conocimiento de las leyes de Newton y saber relacionarlas e interpretarlas en la resolución de problemas.

Así mismo, la enseñanza de las ciencias tiene como objetivo que el estudiante desarrolle un pensamiento científico que le permita contar con una teoría integral del mundo natural dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano

---

<sup>10</sup> MATTHEWS, M.R. Historia, Filosofía y Enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. En: Enseñanza de las ciencias, 1994, 12 (2), p. 255

<sup>11</sup> JIMÉNEZ, M. P. Y SANMARTÍ, N. Op. cit., p. 73

integral, equitativo y sostenible que le proporcione una concepción de sí mismo y de sus relaciones con la sociedad.<sup>12</sup>

De esta manera, el estudiante debe poseer conceptos claros y argumentaciones lógicas en el contexto de la teoría para dar explicación de la misma. En este caso debe contar con los conceptos necesarios para explicar la primera ley del movimiento o ley de la inercia, como son fuerza, masa, reposo, movimiento; y los argumentos deben estar sustentados en la comprensión científica y significación de los mismos y no en una simple memorización.

Sin embargo, la enseñanza de los conceptos científicos en la enseñanza tradicional se efectúa de forma abstracta y sin relación a un contexto “real”, lo que propicia que los estudiantes memoricen y reciten definiciones sin entender su significado y por tanto no le encuentren sentido ni aplicabilidad a la ciencia. Tal caso ocurre con el concepto de inercia, pues es visto como algo abstracto, que no encaja en la “realidad”, o peor aun, es percibido como un principio activo de los cuerpos que los hace tender a moverse o a quedarse en reposo. Esta forma de abordar los conceptos de la física no permite una clara comprensión de los mismos, generando interpretaciones impropias e ideas alternativas que impiden que los estudiantes los utilicen en la resolución de problemas teóricos y de la vida cotidiana.

Ahora bien, la física es un sistema teórico que se fundamenta a partir de conceptos, principios, leyes y teorías. A partir de estos elementos es que se explican los eventos relacionados con el movimiento dentro de la dinámica newtoniana como es la ley de inercia. Así mismo, al considerarse que la mecánica clásica de Newton es la que usualmente se enseña en los cursos de física y que en ésta el concepto de inercia junto con el de fuerza se constituyen en conceptos

---

<sup>12</sup> MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental.. Serie de lineamientos curriculares. Santa Fe de Bogotá, D.C., 7 de julio de 1998. p. 110

estructurantes en la organización de los fenómenos mecánicos, adquiere gran interés en el contexto de la enseñanza un proceso de formalización adecuado del concepto de inercia

La comprensión de los fenómenos relacionados con dicha ley se dificulta porque la conceptualización no es suficientemente clara, debido a que algunos libros de texto escolares presentan interpretaciones inadecuadas sobre el movimiento y por ende sobre la inercia; como por ejemplo el hecho de asignar a seres inanimados propiedades de los seres animados cuando se plantea que “Todo cuerpo tiende a mantener su estado de movimiento rectilíneo uniforme con velocidad constante, o permanecerá en reposo si el cuerpo se encuentra inicialmente en ese estado.”<sup>13</sup>

Se evidencia entonces una concepción animista de los cuerpos al igual que un uso inadecuado de los términos referentes a la materia inerte y respecto al movimiento, lo cual dificulta interpretar la ley de inercia como una propiedad de los cuerpos expresada acorde con las ideas fundamentales de la dinámica de Newton.

Por todo lo anterior, es necesario resignificar el concepto de inercia y demás conceptos implicados, pues se pretende que el estudiante identifique las razones por las cuales un cuerpo cambia sus estados de movimiento y así pueda hallar relaciones en distintas situaciones, de modo que entienda que “Los cambios se presentan cuando actúan fuerzas y que cuando estas no intervienen, el cuerpo conserva su estado de movimiento o reposo”<sup>14</sup>, es decir, que comprenda que las fuerzas son en si las causas de los cambios en los estados de movimiento.

---

<sup>13</sup> VILLEGAS R., M y RAMÍREZ S., R. Galaxia Física. Bogotá: Voluntad S.A., 1998, p. 205

<sup>14</sup> EULER, Leonhard. Cartas a una Princesa de Alemania sobre diversos temas de Física y Filosofía, 1990. p. 229

En el mismo sentido es importante resaltar que es necesario retomar para la enseñanza del concepto de inercia la perspectiva newtoniana, ya que es a partir de ésta que se inscribe la enseñanza de las leyes del movimiento en la básica secundaria. Por consiguiente, se deben analizar los escritos que hace Newton al respecto para poder vislumbrar el significado que tienen éstas para él y lo que representan para su teoría, con el fin de formalizar y recontextualizar dichas leyes y de esta forma proponer estrategias de intervención en el aula con sustentos conceptuales claros teniendo presentes las necesidades de los estudiantes.

Con base en lo anterior, es indispensable que el maestro conozca su disciplina y que cuente con elementos históricos y epistemológicos que le permitan discernir sobre lo que enseña. De igual manera le supone extraer de sí mismo, de su preparación científica y pedagógica todos los elementos que posibiliten el proceso de reconstrucción del conocimiento científico por parte del estudiante en actividad conjunta dentro del aula.

De esta manera, en el presente trabajo se opta por plantear la historia y la epistemología como una propuesta alternativa de enseñanza en donde se propicien espacios para la reflexión, el análisis y la construcción y reconstrucción de los conceptos científicos en un ambiente de participación en donde el estudiante sea parte activa y se asuma como constructor de su realidad y le asigne significado y valor a lo que aprende; al encontrar en la historia y la epistemología elementos que permiten cambiar la imagen de ciencia establecida por el modelo tradicional de enseñanza de la física, al mostrar la ciencia como una actividad social y dinámica en la que puede estar inmerso cualquier sujeto que desee explicar su mundo.

## **6. MARCO CONCEPTUAL**

### **6.1 LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS\***

Las aceleradas transformaciones que se han dado en los últimos años a nivel mundial en los campos social, cultural y ambiental; como son los desarrollos tecnológicos y científicos, la competencia entre los mercados, la globalización, las problemáticas ambientales, las nuevas formas de relación que el hombre ha establecido con el entorno, el cambio en las ideologías y la constante necesidad de tomar postura frente a distintos acontecimientos y de asumir una participación activa en las decisiones sociales, han provocado demandas educativas distintas a las tradicionales.

Al respecto puede plantearse que dichas demandas exigen en las propuestas de enseñanza partir del análisis de los contextos y de las interacciones que allí se establecen, de modo que las prácticas pedagógicas contribuyan en la interpretación de una “realidad” a enriquecer el pensamiento de los individuos y a la vez, se pueda contextualizar y humanizar la enseñanza de las ciencias, ya que el desarrollo del ser humano está íntimamente ligado a su contexto sociocultural.

Por tanto, es una necesidad apremiante desarraigar de la escuela las concepciones tradicionales de ciencia y de su enseñanza; en las que se concibe la primera “Como un cúmulo de conceptos, leyes, principios y teorías estructuradas a partir de una serie de enunciados que manifiestan de alguna manera aspectos objetivos de la naturaleza”<sup>15</sup> y a la segunda “Como una actividad de transmisión de saberes, técnicas y procedimientos científicos”<sup>16</sup>.

---

\* Este capítulo se presentó como artículo en el Primer Congreso Nacional de Maestros en Formación en Enseñanza de la Física.

Como alternativa de solución, en los últimos años se plantea una perspectiva fundada en la Historia y la Epistemología que inspira a investigadores y maestros a plantear nuevas concepciones sobre lo que puede ser la ciencia y su enseñanza, es decir, el papel protagónico alcanzado por la Historia y la Epistemología en estos contextos que ha permitido su resignificación.

No obstante, cabe recordar que en principio la enseñanza de las ciencias se impartía desligada de la historia y la epistemología y estas disciplinas no se tenían en cuenta en los currículos de ciencias y mucho menos se consideraban como parte esencial para la comprensión de los temas científicos. De ahí que hubiese una ruptura entre la historia y la epistemología de la ciencias – en adelante HEC – y las necesidades que éstas podían suplir, convergiendo en una crisis que afectaba la enseñanza, reflejada en el desinterés, descontento y rechazo por las ciencias; aspectos que llevaron a iniciar una reconciliación entre la HEC y la enseñanza. Así lo plantea Matthews:

La HEC pueden humanizar las ciencias y acercarlas más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos; pueden hacer las clases más estimulantes y reflexivas, incrementando así las capacidades del pensamiento crítico; pueden contribuir a una comprensión mayor de los contenidos científicos... Pueden mejorar la formación del profesorado contribuyendo al desarrollo de una epistemología de la ciencia más rica y más auténtica, esto es a un mejor conocimiento de la estructura de la ciencia y su lugar en el marco intelectual de las cosas.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup>RODRÍGUEZ, Luz Dary y ROMERO Ángel. La Construcción de la Historicidad de las Ciencias y la Transformación de las Prácticas Pedagógicas. En: Revista Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias. n° 6. 1999, p. 9

<sup>16</sup> AYALA, María Mercedes. La Enseñanza de la Física para la Formación de Profesores de Física. En: Revista Brasileira de Ensino de física. Vol., 14, n° 3, 1992, p. 154

<sup>17</sup> MATTHEWS, M. R. Op. cit., p. 256

A raíz de estas posturas han surgido discusiones que ponen en duda la inclusión de la HEC en la enseñanza, pues se dice que los profesores de ciencias no están preparados para el cambio y que es indispensable formarlos a ellos primero en HEC y posteriormente incluir estos temas en los currículos.

La justificación – aunque contradictoria – es que los profesores no conocen la naturaleza de la ciencia ni su contenido y no comprenden los términos de la misma, ni su carácter cambiante; así como no están informados de la relevancia de las dimensiones social, cultural, ideológica, económica, política, etc., en las que se desarrolla la ciencia. Al respecto Polanyi señala: “Es extraño pensar en un buen profesor de ciencias que no tenga un conocimiento razonablemente elaborado de los términos de su propia disciplina [...] o un conocimiento de los objetivos, frecuentemente conflictivos [...] o un conocimiento de la dimensión cultural e histórica de su propia disciplina”.<sup>18</sup>

De otro lado, se argumenta que la aplicación de la HEC en los programas de ciencias puede desmotivar a los estudiantes al dejar al descubierto las verdades de los dogmas científicos y al explicitar los procesos de construcción de las ideas científicas en sus contextos originales cuando ésta es mal orientada. Así lo manifiesta Kuhn: “La historia de la ciencia puede minar el espíritu del científico neófito... Los libros de texto comienzan por truncar el sentido del científico sobre la historia de su disciplina, proporcionando un sustitutivo de lo que en ellos se ha eliminado”<sup>19</sup>

Con el fin de superar estos juicios y por ende la forma de asumir la ciencia se ha dado paso a la expresión de nuevas corrientes que han apreciado resultados muy positivos de la influencia de la HEC en la enseñanza, ya que consideran que para comprender la ciencia es necesario estudiar su desarrollo histórico, de modo que

---

<sup>18</sup> POLANYI, Michael, dado por MATTHEWS, M.R. Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual. En: Revista Enseñanza de las Ciencias. 1994, Vol. 12, nº 2. p. 266.

<sup>19</sup> KUHN, Tomas. Estructura de las Revoluciones Científicas, dado por MATTHEWS, M.R. Op. cit., p. 261

pueda entenderse como una construcción que cobra vida en las dinámicas propias de un contexto particular; y es ésta concepción la que debe direccionar el proceso de enseñanza “Es decir, una enseñanza de las ciencias que enseñe ciencias en su contexto social, histórico, filosófico, ético y tecnológico”.<sup>20</sup> De esta manera, al conocer el devenir de la ciencia se puede orientar la enseñanza como un conjunto de acciones sistemáticas, dinámicas y en constante elaboración.

Ahora bien, es preciso indagar acerca de las causas de estas posturas visiblemente contrarias frente al uso de la HEC en la enseñanza. La respuesta reside en la manera en que el hombre vive e interacciona con su mundo y a partir del cual concibe y forja la ciencia y por tanto interpreta y significa la historia de acuerdo con sus intereses e intenciones. Es así como puede decirse que desde la HEC existen claramente definidas dos formas de configurar el mundo.

La primera de ellas es una concepción realista en la que la naturaleza y los fenómenos son ajenos al hombre, las leyes que rigen estos fenómenos son estáticas y permanecen en el tiempo y la labor del hombre es descubrir y enunciar el conocimiento objetivamente.

Desde esta perspectiva, el mundo natural se considera que existe independientemente del hombre, de modo, que la realidad es entendida como aquello que está fuera del sujeto, es absoluta e independiente de todas las construcciones teóricas del hombre... El hombre no es constructor de su realidad sino un observador pasivo, y en definitiva lo que busca es conocer la esencia del objeto.<sup>21</sup>

En consecuencia la ciencia es un conjunto de verdades absolutas, un producto de la actividad del hombre, cuya base es la observación y constatación de hechos verificables por medio de la experimentación realizada por un agente pasivo y

---

<sup>20</sup> MATTHEWS. Op. cit., p. 256

<sup>21</sup> AGUILAR, Yirsén. Op. cit., p. 23

receptor de conocimiento. De la misma forma: “El conocimiento científico es independiente de toda acción humana y por tanto sólo es posible de ser transmitido y no comprendido ni mucho menos construido”<sup>22</sup>.

En concordancia, la historia es una acumulación de hechos narrados objetivamente por el historiador, quien cuenta los hechos como realmente ocurrieron sin mediar interpretación alguna, pues su trabajo consiste en reunir la información, organizarla, contarla sin alterarla y sin ninguna intención aparente. “Esta perspectiva sitúa al historiador independiente de los hechos, de su objeto de estudio, asignándole un papel pasivo frente a la verdad histórica externa a él”<sup>23</sup>. Por consiguiente todos los acontecimientos de la historia, independientemente de sus características gozan de la misma calidad, es decir, con sólo existir ya se constituyen en hechos históricos. Esta perspectiva puede ser denominada:

Concepción de sentido común de la historia. La historia consiste en un cuerpo de hechos verificados... Existen hechos básicos que son los mismos para todos los historiadores y que constituyen, por así decirlo, la espina dorsal de la historia... La necesidad de fijar estos datos básicos no se apoyan en ninguna cualidad de los hechos mismos, sino en una decisión que formula el historiador *a priori*.<sup>24</sup>

La segunda concepción se distingue porque el hombre es quien da sentido a su mundo cuando postula por sí mismo su “realidad”. Por tanto la interpreta, la nombra, determina relaciones entre fenómenos, le atribuye problemas e intenta solucionarlos. De esta manera, el hombre establece una relación activa en la que él es un generador de modos de ver y explicar el mundo a través del conocimiento científico, es decir, es quien representa y configura el mundo de acuerdo con los fenómenos que él mismo selecciona como objetos de estudio.

---

<sup>22</sup> RODRÍGUEZ, Luz Dary y ROMERO Ángel., Op. cit., p. 9

<sup>23</sup> Ibid., p. 6

<sup>24</sup> CARR, Edward H. ¿Qué es la Historia? Barcelona: Ariel S.A, 1991, p. 49 - 76

En este sentido, la ciencia es el medio por el cual el hombre establece correspondencias con el mundo real, lo idealiza, lo representa y lo cualifica y “El sujeto es parte activa en la construcción del conocimiento, de tal modo que el objeto de estudio de la ciencia, en esta perspectiva, se constituye en un sistema de relaciones que pueden establecerse a partir de las imágenes construidas, las cuales permanentemente son reafirmadas o reformuladas por el hombre”.<sup>25</sup>

Acorde con lo anterior, se puede afirmar que la historia es un proceso reflexivo, crítico e intencional sobre los acontecimientos o los hechos interpretados y analizados en los contextos donde ocurrieron, pues las características del momento, así como del historiador son imprescindibles para declarar un hecho como histórico y por ende para construir la historia, ya que conjuntamente le conceden el carácter de hecho histórico.

La relación del hombre con el mundo circundante es la relación del historiador con su tema... La relación entre el historiador y sus datos es de igualdad, de intercambio. Como todo historiador activo sabe, si se detiene a reflexionar acerca de lo que está haciendo cuando piensa y escribe, el historiador se encuentra en trance continuo de amoldar sus hechos a su interpretación y esta a aquellos. Es imposible dar la primacía a uno u otro término.<sup>26</sup>

Así las cosas, situados en esta perspectiva – el mundo, la ciencia y la historia – son obras que emanan de la relación entre las interacciones del hombre con la “realidad”, sus imaginarios y las construcciones que surgen de estos. El mundo es una representación que el hombre establece del entorno que le rodea y que le inquieta; la ciencia es la actividad que posibilita construir explicaciones y realizar representaciones y la historia puede ser asumida como una tentativa de pasado que se construye desde el presente donde se asignan significados a partir de un proceso interpretativo.

---

<sup>25</sup> AGUILAR, Op. cit., p. 27

<sup>26</sup> CARR, Op. cit., p. 49 - 76

Ahora bien, se puede decir que a cada modo de significar la ciencia, la historia y la epistemología subyace un modo particular de asumir la enseñanza de las ciencias. Si la ciencia es percibida como un conjunto de descubrimientos, como conocimiento acabado y estático, entonces la enseñanza es una actividad lineal que se erige como la simple transmisión – recepción de este. Mientras que si la ciencia es reconocida como una construcción humana, como una búsqueda constante de significados, de razones, de imágenes de la realidad; entonces la enseñanza será un proceso dinámico, un espacio de acción donde se dará sentido y significado al conocimiento desde las dimensiones humanas. En este contexto de significación el papel del maestro se centra en la generación de imaginarios que construyen y validan explicaciones.

Es por todo esto, que desde la HEC se ha promovido otra imagen de ciencia “Que busca destacar el planteamiento y reformulación de los problemas que han posibilitado la construcción de fenómenos, la formación y desarrollo de los conceptos y su sistematización en teorías, de modo que se visualice la ciencia como un proceso y más aun como una actividad humana”.<sup>27</sup>

Sin embargo, abordar la ciencia como una actividad también implica preguntarse por dichos problemas y por su pertinencia, por las condiciones que los rodean y en la misma medida por los intereses que mueven a una comunidad científica, así como por las formas como es usado, legitimado y difundido el conocimiento en la sociedad.

Por lo tanto, analizar y vivenciar la actividad misma de la ciencia comprende un proceso sociocultural a través del cual el individuo debe apropiarse tanto de los preceptos científicos, como de las condiciones que los configuran. Así mismo, se debe enseñar una ciencia que posibilite al individuo detectar e interpretar los fenómenos y acontecimientos de la realidad, que otorgue al sujeto un papel activo en su proceso de aprendizaje, lo conduzca a generar hipótesis, diseñar métodos y

---

<sup>27</sup> AYALA, Op. cit., p. 156.

proponer explicaciones teóricas y le permita despertar un gran interés por aprender y hacer ciencia. Por consiguiente, promover un aprendizaje que surja de la interacción con otros individuos al enseñar modos de razonar, criticar, analizar, generar consensos, investigar y de practicar la ciencia; favorece una educación verdaderamente científica, ya que su objetivo es la comprensión conceptual de ésta y de los procesos que le dan vida y sentido como actividad. Es lícito proponer que para que esto suceda también es necesario darle un giro a la enseñanza de las ciencias, pues es a partir de este proceso que se pueden conseguir grandes cambios con el fin de:

Favorecer una mejor comprensión del mundo; en el cual la ciencia y la tecnología constituyen elementos esenciales del desarrollo y en el cual los productos de la actividad científica están permanentemente presentes en los diversos ámbitos de los individuos. Además de generar condiciones para que nuestra cultura participe en los procesos de producción científica.<sup>28</sup>

Del mismo modo, el maestro es el encargado de desarrollar un trabajo de enculturación que cala profundamente en el individuo; pues debe recontextualizar los conceptos científicos, articular el conocimiento de manera significativa en nuevos contextos y a la vez generar discursos acordes a las dinámicas sociales del momento. De ahí, que la ciencia y los procesos de enseñanza – aprendizaje, sean tareas eminentemente culturales que legitiman acciones en espacios particulares.

El papel del maestro es por tanto determinante: No sólo se está incidiendo en un grupo social sino que, a través de tal incidencia, se están construyendo imaginarios que terminan a la postre adquiriendo un carácter de realidad... el maestro de ciencias tiene frente a sí un enorme reto y compromiso por alcanzar y en esta tarea nada fácil sin lugar a dudas la historia de las ciencias se constituye en un valioso elemento, una historia como práctica que involucra también relaciones

---

<sup>28</sup> AYALA. Op. cit., p. 156

de poder y no como mero texto de verdades universales de la humanidad.<sup>29</sup>

Es por todo lo anterior que la HEC adquiere gran relevancia para la enseñanza y se convierte en el eje orientador y estructurante de todo el proceso. Por ello es necesario formar a los profesores en HEC para que logren un conocimiento crítico de la ciencia y en particular de la disciplina que enseñan; además de hacerse conscientes del componente sociocultural que enmarca la ciencia, ya que permite hacerla más humana en la medida en que recrea el contexto en el que se construyen las ideas científicas y posibilita percibirla como una actividad cambiante. “La HEC produce una mejor enseñanza, es decir, más coherente, estimulante, crítica, humana. Además los profesores adquieren un conocimiento crítico, significativo histórico y filosófico de su asignatura con independencia de que éste sea utilizado pedagógicamente [...]”.<sup>30</sup>

Resulta entonces primordial replantear la forma de pensar la ciencia y por tanto su historia, debido a que una aproximación histórica apropiada puede permitir en el contexto de la enseñanza mayor interés y significado tanto para maestros como para estudiantes, al considerar que una perspectiva adecuada de la historia posibilita una discusión crítica y reflexiva sobre el papel y el poder de la ciencia, relacionándola con otras actividades humanas y acercándola a la realidad con el objetivo de desarraigar las concepciones distorsionadas de lo que puede ser la ciencia.

Ahora bien, en estrecha relación con la perspectiva de HEC planteada en este trabajo se abordan dos conceptos que se articulan y dan sentido a la investigación.

---

<sup>29</sup> RODRÍGUEZ, Luz Dary y ROMERO Ángel., Op. cit., p. 5

<sup>30</sup> MATTHEWS, Op. cit, p.266

### 6.1.1 FORMALIZACIÓN

Se sabe que el conocimiento ya sea común o científico son representaciones y formalizaciones sobre alguna dimensión y por tanto ambos son parciales, recombinables y contextuales, es decir, cada uno es válido en su propio contexto y dentro de éste puede ser identificado en diversas situaciones, pues si el conocimiento es una representación, necesariamente lo debe ser entre dos cosas: “Entre el modo de mirar y el modo de ser de la realidad externa”<sup>31</sup>. Debido a que no se puede construir de la nada, siempre debe haber un primer referente sobre el cual se construye el conocimiento, el cual en este caso es la realidad externa y es a partir del modo de ver y de abstraer los planteamientos que se obtiene una determinada explicación de la “realidad”, ya que los diversos modos de mirar son adaptados continuamente a aspectos de una realidad que es a su vez organizada de acuerdo a esos modos de conocer cuando se crean procesos de formalización.

Con base en lo anterior, la formalización se puede considerar como un proceso natural del pensamiento. “A nivel elemental - afirma Guidoni- formalizar quiere decir dar una forma definida y esquematizada a alguna cosa; significa ver y operar sobre alguna cosa según las propiedades y las reglas de un entrecruce de formas que ya se conocen en cuanto tales, que se precisan y se organizan ulteriormente en el acto mismo de formalizar”<sup>32</sup>.

Según este planteamiento, damos formas a las cosas del mundo para poderlas reconocer, comprender y explicar y posteriormente modificar y proyectar. Del mismo modo, se hacen adaptaciones para dar forma a nuestras percepciones y conocimientos sobre aspectos fundamentales de nuestra realidad física.

---

<sup>31</sup> GUIDONI, Paolo y ARCA, María. Sistemas y Variables.

<sup>32</sup> ARCA, María y GUIDONI, Paolo. Enseñar Ciencias. Cómo empezar reflexiones para una educación científica de base. Barcelona.1987, p.138

Ahora bien, las representaciones que son los modos de ver; de alguna manera están relacionadas con una realidad postulada por el hombre, de ahí que Guidoni plantee que no tenemos acceso a las cosas como “son” ni a nuestra manera de pensar como “es”, pues la realidad es construida por el hombre a partir de la interpretación de los fenómenos que observa en la naturaleza, por tanto no puede acceder a ellos tal y como son, ya que sólo los interpreta.

De igual forma, las representaciones en cada contexto describen bien los hechos a los cuales se refieren en función del objeto para el que son empleadas. De ahí, que cada manera de mirar, obrar o formalizar es una proyección coherente de la realidad según criterios y estructuras definidas. Hay diferentes modos de ver el modo de ser de las cosas, pues no existe una única representación que dé cuenta de todo de manera absoluta.

Por consiguiente, se plantea que es necesario ampliar la construcción del modo de ver las cosas y por tanto el modo de formalizarlos, entendiendo por formalización el proceso de crear condiciones y establecer las variables para que algo se dé, es decir para que suceda algo. “Formalizar es un proceso del pensamiento a través del cual se da forma a los propios modos internos de reconocer y elaborar el mundo y a los aspectos externos según los cuales el acontecer del mundo puede ser reconocido”<sup>33</sup>, por ende formalizar es dar nuevas formas a un modo de ver la realidad, al crear las condiciones para que dicha realidad concuerde con los postulados de cierta disciplina que deben ser construidos, estabilizados y mantenidos en el tiempo.

---

<sup>33</sup> AYALA, Mercedes, GARZON, Marina y MALAGON, Francisco. Consideraciones Sobre la Formalización y Matematización de los Fenómenos Físicos. En: Praxis Filosófica, n° 25, julio-diciembre, 2007. p 44

### 6.1.2. RECONTEXTUALIZACIÓN

Desde esta perspectiva de enseñanza basada en la HEC se invita a asumir los procesos de enseñanza – aprendizaje con base en la recontextualización de los conceptos científicos, pues en éstos se dan relaciones complejas entre el maestro, los estudiantes y el conocimiento, que deben ser pensadas con profundidad de modo que se genere una articulación entre las ciencias, el contexto y el sujeto.

Sin embargo, aunque el conocimiento transita por diferentes contextos, es decir, que se produce en el contexto de una comunidad científica, luego es validado en el contexto de los expertos y posteriormente pasa al contexto del uso; ésta situación es desconocida por la mayoría de los maestros, tal vez debido a que se han acogido a una enseñanza aceptada como una transmisión de saberes; lo que conlleva a un entendimiento inadecuado de las disciplinas científicas. Por consiguiente “La disociación entre la actividad científica y sus productos ha llevado a asumir la ciencia como un cuerpo de hechos, conceptos, leyes, teorías y técnicas, etc., convirtiendo a los contenidos en el eje de la enseñanza”.<sup>34</sup>

Todo lo anterior supone un cambio en la visión que se posea de ciencia y por tanto de la enseñanza y es así como resulta legítimo plantear la recontextualización como aquel proceso que permite articular coherente y significativamente los contenidos científicos a los nuevos contextos y acorde a sus demandas por medio de la producción de nuevos discursos que propicien una comprensión adecuada de la ciencia. De esta manera

La recontextualización implica procesos regulados de selección, de jerarquización y de transformación de los conocimientos. Además, la red de relaciones conceptuales y

---

<sup>34</sup> AYALA. Op. cit., p. 155

prácticas en la cual se inserta el conocimiento cambia con relación al cuerpo de saberes en el contexto original de la producción (...) Implica la construcción de un nuevo discurso, con finalidades, funciones y estructura propias, que deliberadamente se aleja del discurso original, aunque lo toma como base.<sup>35</sup>

Por lo tanto, se deben transformar los objetos de conocimiento en objetos de enseñanza, de manera que tengan sentido y resulten apropiados a las dinámicas y a las características culturales de los contextos y por ende se creen ambientes de aprendizaje más productivos al establecer interacciones mediadas por la comunicación.

En consecuencia, los procesos de recontextualización exigen del maestro participar en las actividades de producción científica al ser un estudioso del conocimiento científico y vivenciar sus procesos de construcción; comprender los términos y el papel de la ciencia como actividad cultural y estar en capacidad de generar estrategias y condiciones adecuadas para la inserción de éste en el contexto de la enseñanza, de modo que revele una ciencia comunicable, aplicable y accesible a sus estudiantes. “De ahí que el maestro desempeñe un papel activo en los procesos de recontextualización para pensar la enseñanza como un proceso de enriquecimiento permanente en la interpretación y en el significado de los conocimientos”.<sup>36</sup>

---

<sup>35</sup> GRANÉS, José y CAICEDO, Luz Marina. Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de la enseñanza. Santa Fe de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

<sup>36</sup> GRANÉS, José y CAICEDO, Luz Marina. Op. cit.

## **6.2 ANÁLISIS DEL CONCEPTO DE INERCIA.**

### **6.2.1 EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA.**

Los nuevos planes de estudio, tanto en la enseñanza secundaria como universitaria, proporcionan información suficiente para efectuar una primera aproximación al análisis de los contenidos científicos incluidos en cada etapa de la enseñanza. En ocasiones la selección y organización de los temas de una asignatura como la física no se realiza con el cuidado y el rigor adecuado, por lo que se considera necesario promover la reflexión y el debate entre los profesores con respecto a la forma en que hay que dar a determinados conceptos, leyes y modelos teóricos en cada nivel educativo.

Cuando se aborda el concepto de inercia se dejan ver concepciones metafísicas que expresan un modo de significar la inercia y de ponerla en juego en los fenómenos referidos al movimiento. Sobre este particular es usual leer: “La tendencia de los cuerpos a oponerse a los cambios de su estado de movimiento [...] se afirma que a mayor masa mayor inercia, y se concluye que entonces la masa es la medida de la inercia o que la masa es la dificultad que presenta un cuerpo para cambiar su movimiento”.<sup>37</sup>

Por consiguiente, para ayudar a la comprensión de este concepto desde la perspectiva histórico-epistemológica es indispensable analizar su devenir histórico, así como su proceso de construcción y consolidación con el fin de realizar una recontextualización que permita su aprendizaje. Por tal motivo, en este trabajo se pretende realizar una reflexión de carácter epistemológico sobre la inercia y su

---

<sup>37</sup> ZALAMEA GODOY, E. y PARIS ESPINOSA, R Op. cit, p. 212

relación con el análisis de algunas concepciones presentes en los libros de texto escolares y de educación superior.

De otro lado, la física simboliza hoy más que nunca los valores del conocimiento humano; de allí que “La enseñanza de la física, entendida en un sentido amplio facilita el aprendizaje de la disciplina e igualmente, un buen conocimiento de las claves de un aprendizaje científico efectivo permitirá mejorar la enseñanza de la física, sus contenidos y sus procedimientos”<sup>38</sup>.

Así mismo, son de reconocimiento general las dificultades que confronta la enseñanza de la física en el contexto escolar y que con frecuencia se extienden a los primeros años de las carreras universitarias. Por esta razón, la dinámica de Newton es uno de los temas más indagados en la investigación de dicha área de conocimiento, pues tanto alumnos como profesores presentan dificultades cuando deben interpretar desde el modelo físico transformaciones que están asociadas a creencias cotidianas. Estos modos de interpretación ofrecen obstáculos importantes para el alumno durante la construcción de los conceptos asociados a las leyes de Newton, los cuales aumentan durante los procesos de enseñanza – aprendizaje, debido a que las representaciones que poseen son tratadas inadvertidamente no son indagadas o porque no se establecen estrategias a seguir en función de romper con dicha dificultad.

Ahora bien, el conjunto de contenidos de la dinámica se incluye en todos los niveles de la educación científica. En la enseñanza secundaria el estudio de este tema se centra en las nociones de fuerza, movimiento y las leyes de Newton, pero “Se observa una omisión de cualquier aspecto referente al problema de la validez

---

<sup>38</sup> LOPEZ RUPEREZ, F. Una nueva fuente de inspiración para la educación científica. En: Revista Enseñanza de las Ciencias. n° 13. Vol. 2. 1995, p. 251.

de los principios de la dinámica en función de los sistemas de referencia y, en consecuencia, de la noción de inercia”<sup>39</sup>.

Una primera aproximación se ha realizado con base en libros de texto empleados como instrumentos de análisis, con el fin de determinar la forma en que se introducen estos conceptos en la enseñanza. Los resultados indican que en gran número de estos libros resulta frecuente encontrar dificultades conceptuales y propuestas poco razonables sobre la introducción a esta temática como por ejemplo la definición de fuerza como “ $m \times a$ ”, sin que se explique su significado de forma cualitativa. Así mismo, se le otorga implícita o explícitamente el carácter de fuerza real presente en todo cuerpo con aceleración y no se restringe su existencia al caso en el que se trabaje con sistemas no inerciales y en libros escolares puede leerse que “Fuerza es cualquier acción o influencia capaz de modificar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo, o de producir variación en su forma es decir, de imprimirle una aceleración modificando la velocidad, la dirección o el sentido de su movimiento”<sup>40</sup>

Con respecto a la inercia diversos autores introducen en la historia de la física el término inercia, con el cual hacen referencia a “Una propiedad de la materia, que ponía a los cuerpos en reposo allí donde dejaba de actuar la fuerza que impulsaba su movimiento”<sup>41</sup>, concepción en la que se reflejaba la influencia de la antigua teoría del ímpetu, “Con la que se suponía la existencia de una fuerza motora que se imprime a todo cuerpo en movimiento y le acompaña a lo largo de su

---

<sup>39</sup> OLIVA MARTÍNEZ, José María y PONTES PEDRAJAS, Alfonso. Fuerzas de inercia y enseñanza de la Física. En: Revista española de física, Vol. 10, nº. 3, 1996, p. 38

<sup>40</sup> GONZÁLEZ VÁZQUEZ, Luís. FÍSICA 10. Medellín: Alfa 90. 1990.

<sup>41</sup> COHEN, B.; SANTOS, C. La Revolución Newtoniana y la transformación de las ideas científicas. Madrid: 1983. p. 425

trayectoria, mientras pueda vencer la resistencia del medio”<sup>42</sup>; precisiones que se han perpetuado en el contexto de la enseñanza.

Del mismo modo, en algunos textos del nivel universitario se puede leer: “Todo cuerpo continúa en su estado de reposo o de velocidad uniforme en línea recta a menos que una fuerza neta que actúe sobre él lo obligue a cambiar su estado. La tendencia de un cuerpo de mantener su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta se llama inercia”<sup>43</sup>. De lo anterior se puede decir que tales afirmaciones ejemplifican una concepción activa o animista de la inercia al considerar que los cuerpos tienden por sí mismos a permanecer en movimiento o en reposo, es decir, se le otorgan propiedades específicas de un ser vivo a los objetos, lo que se puede convertir en un obstáculo en los procesos de enseñanza de dicho concepto.

Otra definición encontrada en el rastreo de textos escolares define la inercia como “La dificultad o resistencia que opone un sistema físico a posibles cambios [...] un sistema tiene más inercia cuando resulta más difícil lograr un cambio del mismo, y es una medida de dificultad para cambiar el estado de movimiento o reposo de un cuerpo. La inercia mecánica depende de la cantidad de masa”<sup>44</sup>.

A partir de argumentos como este, Zalamea aclara que al respecto Newton asume que en el instante en que sobre un cuerpo actúa una fuerza, éste cambiará su estado de movimiento, y no se refiere a que el cuerpo reaccione para oponerse.

El análisis de las dificultades encontradas hacen referencia a una estructura cognitiva preexistente. Lo anterior indica que pese a la gran importancia que

---

<sup>42</sup> KOYRÉ, A. Estudios de historia del pensamiento científico. Traducción de E. Pérez Sedeño, E. Bustos, 1988, p. 170.

<sup>43</sup> GIANCOLI, Douglas. Física principios con aplicaciones. México: Ed. Prentice-Hall, 1997. p. 76.

<sup>44</sup> FUENTES, Rosmiro. Dinámica, el movimiento y sus causas. Grado 10. 2002

tienen los conocimientos se debe reconocer que éstos constituyen sólo uno de los componentes de la experiencia histórico-social, que en relación con la enseñanza y el carácter cultural de la labor docente “El maestro de ciencias debe concientizarse de la necesidad de involucrarse activa y autónomamente en dicho proceso, lo cual sólo es posible en la medida en que esté convencido de la importancia de generar nuevos sentidos culturales para su quehacer”<sup>45</sup>

También es claro que en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física los estudiantes tienen la posibilidad de desarrollar un intenso trabajo intelectual por medio de diversas actividades, las cuales propician la precisión de aspectos esenciales con relación a los conceptos en elaboración, lo que a su vez permite que se pongan de manifiesto las concepciones alternativas que poseen, dando la oportunidad al profesor de incidir sobre ellas, de modo que dicho proceso hacia la ciencia y la enseñanza de la ciencia se torne cada vez más favorable.

Además la importancia de que los estudiantes conozcan y comprendan adecuadamente esta parte de la Física no se escapa a ningún docente, de ahí la multitud de propuestas didácticas existentes que tratan de lograr una adecuada asimilación de los fundamentos teóricos implicados y su aplicación a casos reales. De modo que una explicación y contextualización adecuada de la temática es evidentemente una condición indispensable para evitar la persistencia de errores conceptuales. En este sentido, Rodríguez y Romero afirman que:

Dado que todo concepto o construcción abstracta involucra el conocimiento de las relaciones que se mantienen entre los hechos o clases de hechos considerados, significa que en la enseñanza de las ciencias es necesario partir de la experiencia sensible y no de construcciones conceptuales ya organizadas o de los términos a través de los cuales se enuncian.<sup>46</sup>

---

<sup>45</sup> RODRÍGUEZ, Luz Dary, ROMERO Ángel. Op. cit., p. 6

<sup>46</sup> RODRÍGUEZ, Luz Dary, ROMERO Ángel. Op. cit., p. 1

Con base en lo anterior, podemos decir que las dificultades que se manifiestan en los libros de texto y por ende en el contexto de la enseñanza, derivan fundamentalmente de que los profesores no adopten una postura crítica y se mantengan en la tendencia de reforzar esa visión intuitiva que aporta el razonamiento de sentido común, unido esto a una transmisión de conocimientos basados en una concepción netamente tradicionalista. Así, la instrucción habitual suele ignorar estas barreras epistemológicas, lo cual sin duda dificulta su tratamiento didáctico y favorece su persistencia a lo largo del tiempo subsistiendo incluso en estudiantes universitarios.

Por consiguiente más que una necesidad, es un compromiso de todo maestro estudiar la ciencia en su contexto histórico con el fin de adelantar reflexiones que lo conduzcan a recontextualizar su enseñanza.

### **6.2.2 EN EL CONTEXTO SOCIOHISTÓRICO.**

Todo fenómeno de la naturaleza exige una actividad de interpretación de la realidad por la cual el ser humano construye continuamente todo un andamiaje explicativo de acuerdo al conocimiento del que se dispone en una determinada época, es decir teniendo en cuenta el contexto en que se construyen dichas explicaciones que son reformuladas a través del tiempo.

Con base en lo anterior, la conceptualización del movimiento y en particular del enunciado de la ley de inercia, admirable por su concisión y exactitud no fue el resultado de la inspiración de un solo genio, sino que tras él hay un trasfondo histórico de varios siglos de desarrollo conceptual alrededor de la cuestión del movimiento que Newton siguió a partir de sus lecturas de Aristóteles, Descartes, Galileo y otros tantos que contribuyeron con sus planteamientos a la adecuada formulación de dicha ley.

En este sentido es necesario retomar las posturas de Galileo y Descartes puesto que lo que subyace a dichas posiciones es poder establecer una formulación consistente, coherente y sólida de la ley de inercia que permitirá comprender no sólo la realidad física, sino, también la mayor parte de los procesos que suceden al interior de la misma.

En la postura de Galileo, se plantea la imposibilidad de las ideas aristotélicas en torno al movimiento de los cuerpos, así como también de la noción misma de reposo formulado por Aristóteles.

En el contexto teórico de Aristóteles, el movimiento es un proceso de cambio y por tanto se requiere una causa o un motor para que tenga lugar el movimiento. Desde esta postura nada ocurre si no existe una causa para ello, nada se mueve si no es movido por algo. Por consiguiente, en el cosmos aristotélico no es viable la conservación del movimiento y menos aun el movimiento inercial, pues al rechazar la existencia del vacío rechaza la posibilidad de la conservación del

movimiento, condición necesaria del movimiento inercial, pues en el vacío uniforme y homogéneo un cuerpo tendría siempre la misma relación con todos los lugares, por lo cual es imposible el movimiento en el vacío y el vacío mismo. “En el vacío nadie puede decir por que una cosa una vez en movimiento se detendrá en algún punto; ni por qué se detendrá aquí en lugar de hacerlo allí. De modo que una cosa se mantendría en reposo o se movería indefinidamente hasta que algo más fuerte se lo impidiera”.<sup>47</sup>

Newton, estudió este planteamiento de Aristóteles y lo tuvo en cuenta en sus trabajos sobre la primera ley del movimiento tomándolo como un antecedente.

Retomando nuevamente a Galileo, éste plantea que el efecto real de una fuerza es el de cambiar la velocidad del cuerpo en vez de simplemente ponerlo en movimiento como se pensaba anteriormente, ello también significaba que siempre que sobre un cuerpo no actuaba ninguna fuerza, éste se mantendría moviéndose en una línea recta con la misma velocidad.

De acuerdo con la filosofía natural de Galileo el universo está sujeto a leyes físicas inmutables y que pueden ser conocidas y expresadas matemáticamente. Con base en este principio estuvo en condiciones de formular una nueva concepción del movimiento y con ella varios de los principios básicos de la física clásica como la conservación y relatividad del movimiento.

En la base del principio de conservación del movimiento se encuentra el postulado que plantea que los cuerpos no son más que porciones de materia con forma y tamaño definidos y dicha conservación implica que en ausencia de todo impedimento externo un cuerpo puesto en movimiento continuará moviéndose indefinidamente sobre un plano horizontal. Por tanto el movimiento horizontal uniforme se conserva con la condición de que no haya fuerzas actuando sobre el

---

<sup>47</sup> HOYOS P., Fabian. Sobre Hombros de Gigantes: La formación del concepto de inercia. Medellín: Hombre Nuevo editores, 2001, p. 206

cuerpo. Galileo distingue cuidadosamente la condición de velocidad uniforme que corresponde a una condición de equilibrio dinámico equivalente a la ausencia de fuerzas o causas que aceleren o retarden el movimiento. Si las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se igualan el cuerpo se mueve con velocidad constante y uniformemente.

Concibo un cuerpo arrojado sobre un plano horizontal, excluido todo obstáculo, resultara entonces que el movimiento del cuerpo sobre este plano sería uniforme y perpetuo si el plano se extendiera en el infinito (...) y, como el movimiento recto es por naturaleza infinito (por que una línea recta es infinita e indeterminada) es imposible que alguna cosa tenga por naturaleza el principio de moverse en línea recta.<sup>48</sup>

Como se puede ver, el movimiento inercial desde la perspectiva de Galileo es circular – movimiento perfecto – y no lineal, ya que todo movimiento en la naturaleza es finito en su trayectoria y el movimiento inercial no puede ser rectilíneo.

Por otra parte, Galileo propone un principio de relatividad del movimiento y en éste considera equivalentes el reposo y el movimiento uniforme y al afirmar que este último no necesita fuerzas que lo mantengan, se vuelve necesario considerar la fuerza como causa, no de la persistencia del movimiento sino de su cambio, es decir, de la aceleración.

El planteamiento de la conservación del movimiento como lo propuso Galileo tiene un sorprendente parecido con la ley de inercia propuesta por Newton llegando en algunos casos a confundirlos. El planteamiento de la conservación del movimiento a diferencia de la ley de inercia no cumple con dos condiciones básicas: “Que se conserve tanto el reposo como el movimiento, y que en éste la velocidad se conserve tanto en magnitud como en dirección, cualquiera que sea el

---

<sup>48</sup> GALILEI, Galileo. Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo. Dado por SEPÚLVEDA, Alonso. Los conceptos de la física: Evolución histórica. Medellín: Universidad de Antioquia, 2003, p. 75

estado y la dirección inicial del movimiento, sin la restricción galileana al movimiento horizontal”.<sup>49</sup>

Para la conservación del movimiento debe cumplirse una condición necesaria del movimiento inercial: La ausencia de causas de aceleración o retardo. Estas fuerzas o causas del cambio del movimiento son reducidas por Galileo a tres categorías: peso, resistencia del medio y la fuerza impresa. La ausencia de causas de aceleración o de retardo o el equilibrio resultante de ellas hace el movimiento uniforme.

Si bien es cierto que Galileo no llegó a formular el principio de inercia su excepcional comprensión de la dinámica le permitió reconocer y proponer en forma explícita la diferencia radical entre el movimiento uniforme y el movimiento acelerado y con ello reconocer la componente inercial en los movimientos reales.

En la misma época de Galileo se encuentra un pensador que también se ocupó del problema del movimiento y que igualmente formuló su propio principio de inercia. Se trata de René Descartes.

Lo que hace Descartes es una descripción estrictamente cualitativa en torno a la ley de inercia estableciéndolo como una de las leyes fundamentales de la naturaleza. Descartes llega a dicha ley a partir de una convicción teleológica, pues plantea que Dios constituye la primera causa del movimiento, ya que fue él quien creó la materia, el movimiento y el reposo, siendo éstas dos últimas propiedades que se conservan en cualquier cuerpo gracias a la acción divina.

Para Descartes el universo estaría lleno de materia, pues la física cartesiana no aceptaba la existencia del vacío y explica la naturaleza en función de sólo dos componentes: La materia y el movimiento. Para explicar el movimiento Descartes recurre a la fundamentación teológica de la física, pues según él, Dios es la primera causa del movimiento, ya que ha creado la materia con movimiento y

---

<sup>49</sup> HOYOS. Op. cit., p. 86

reposo. Sin embargo, el anhelo de la ciencia moderna por explicar la realidad a través de la matemática y la observación científica hizo que el propio Descartes no se conformara con esta explicación teológica del movimiento e impulsara la formulación de una serie de leyes de la naturaleza que harían de la física un intento científico por explicar el mundo.

La primera ley de la naturaleza propuesta por Descartes es un principio general y parte del hecho de que la materia y los cuerpos como parte de la materia son inertes, lo cual significa que todo cambio en estos últimos tiene que ser provocado. La primera ley de la naturaleza plantea que cada cosa permanece en el estado en que se encuentra si nada la cambia. Además se tiene que:

Para Descartes, la tendencia al movimiento lineal es propia de todo cuerpo, y su sustentación es tanto metafísica como lógica. La fundamentación metafísica sostiene la existencia, perfección e inmortalidad de Dios, a la cual se le agrega una argumentación geométrica: los cuerpos tienden a moverse en línea recta por que la línea recta es más simple que el círculo o cualquier otra curva, y así es más simple la conservación de una dirección lineal que determinar una trayectoria curvilínea.<sup>50</sup>

Aunque Descartes no aceptó la idea del vacío, “Propuso que un cuerpo aislado en un espacio donde no hay centro y donde ningún punto es privilegiado, debería moverse rectilínea y uniformemente”<sup>51</sup>, lo que constituye el clásico enunciado de la ley de inercia.

Por otra parte, el carácter material de un cuerpo no cambia por el hecho de estar en movimiento o en reposo, sino que puede cambiar solo su posición respecto otros cuerpos que se consideran en reposo y entonces se considerará en movimiento o alternatively mantiene la misma posición y entonces se

---

<sup>50</sup> HOYOS. Op. Cit., p.119

<sup>51</sup>SEPÚLVEDA, Alonso. Los conceptos de la física: Evolución histórica. Medellín: Universidad de Antioquia, 2003. PP. 75 Op. Cit., p. 58

considerará en reposo. La idea misma del movimiento como una relación espacial donde las condiciones o estados de un cuerpo cuando se encuentra en reposo y cuando se encuentra en movimiento son equiparables resulta del hecho que el movimiento o el reposo no tienen efecto sobre el cuerpo y que éste es indiferente al reposo o al movimiento. La única afirmación válida sobre un cuerpo en lo que se refiere a su desplazamiento en el espacio sería que está en movimiento o que está en reposo. Así afirma: “Yo concibo que el reposo es también una cualidad que debe atribuirse a la materia mientras permanece en un lugar, al igual que el movimiento es una cualidad que se le atribuye cuando cambia de lugar”.<sup>52</sup>

La equiparación del movimiento y el reposo como una condición o situación en la que puede encontrarse un cuerpo dio lugar a la utilización por Descartes del término estado para referirse de manera simultánea al reposo y al movimiento al proponer sus leyes de la naturaleza.

La idea del movimiento y el reposo como estados de los cuerpos que no son otra cosa que materia inerte fue un aporte muy valioso en la formación de concepto de inercia, la cual sólo podía hacerse en el marco de una nueva física, de una concepción nueva del espacio, de la materia y del movimiento.

Por tanto, la imagen de un cosmos finito y ordenado derivado de Galileo, así como la imagen de un universo infinito que está supeditado a la creación divina esbozado por Descartes, coinciden a pesar de sus marcadas diferencias en que ambos planteamientos buscan una formulación que permita comprender los estados de reposo y de movimiento y a la vez cimentaron las bases para la posterior formulación de la ley de inercia.

Con Newton esta ley alcanzará la madurez suficiente para permitir integrarla como elemento fundamental en la mecánica y así ocupar un lugar preeminente en la concepción física de la naturaleza.

---

<sup>52</sup> HOYOS. Op. cit., p.103

### 6.2.3 EN LA PERSPECTIVA NEWTONIANA.

Es así como la perspectiva de Newton constituye la propuesta más importante de la mecánica clásica al plantear en sus “Principia” un conjunto de definiciones referidas a masa, movimiento, espacio y tiempo, que aunque ya existían en la física no se había logrado una formulación apropiada para éstas. En su obra hace manifiestas las leyes o axiomas del movimiento, soporte sobre el que construye su entramado teórico y las cuales recogen una gran tradición de pensamiento.

Por medio de las innovaciones teóricas que Newton utiliza se consigue una formalización adecuada de los conceptos asociados al movimiento, pues se conceptualizan y se concretan de modo que cumplen con los requisitos para ser los fundamentos de toda una perspectiva de conocimiento.

Podría decirse que uno de los conceptos más importantes es el de inercia, pues éste constituye el eje central de las tres leyes del movimiento o mejor aún es la condición necesaria para que éstas se cumplan y aunque puede parecer muy simple está colmado de implicaciones teóricas y prácticas. De esta manera, al analizar las dos primeras leyes del movimiento enunciadas por Newton se encuentran elementos interesantes que ayudan a clarificar posibles confusiones que se han generado en torno a conceptos como la inercia y por ende en su enseñanza.

En el primer axioma Newton dice: “Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vea forzado a cambiar ese estado por fuerzas impresas”<sup>53</sup>. En este planteamiento se puede ver que para Newton no existe ninguna tendencia de los cuerpos a cambiar por si mismos el estado de movimiento, es decir, que la inercia no es tendencia de los cuerpos,

---

<sup>53</sup>NEWTON, Isaac. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. 1687. Traducción española de Escotado, Antonio. Madrid: Editora Nacional, 1982, p. 237

sino más bien que el cuerpo está libre de fuerzas externas que lo afectan. Así mismo, la palabra persevera debe entenderse como que el cuerpo continua o dura en el estado en que se encuentra de un modo permanente o por largo tiempo.

Así lo corrobora:

Los proyectiles perseveran en sus movimientos a no ser en cuanto son retardados por la resistencia del aire y son empujados hacia abajo por la gravedad. Una rueda, cuyas partes en cohesión continuamente se retraen de los movimientos rectilíneos, no cesa de dar vueltas sino en tanto en que el aire la frena. Los cuerpos más grandes de los cometas y de los planetas conservan por más tiempo sus movimientos, tanto de avance como de rotación, realizados en espacios menos resistentes.<sup>54</sup>

En concordancia, la permanencia en el movimiento sólo se da por la ausencia de fuerzas externas y la inercia es una propiedad o cualidad natural de todos cuerpos que al estar compuestos de materia permanecen en el mismo estado de reposo o movimiento y por ende la atención se centra no en el cuerpo como un ente animado, sino como una cantidad de materia no viva.

No obstante, se debe hacer claridad que para pensar la inercia es necesario partir de una situación ideal, es decir, cuerpos en estado de movimiento o reposo en una dimensión libre de obstáculos y de fricción que no cambian de estado por si solos; de lo contrario no es posible entenderla en el sentido que fue formulada por Newton, ya que si se examina en una circunstancia real, allí hay superficies con diferentes coeficientes de fricción y obstáculos como el aire que ocasionan resistencia y que por ende causan cambios en los estados de movimiento. En este sentido la inercia puede pensarse como una cualidad física de todos los cuerpos que los hace inactivos.

Sin embargo, se debe reconocer que en un principio e influenciado por una tradición de pensamiento que primaba hasta su época, Newton le otorgó a la

---

<sup>54</sup> NEWTON. Op. cit., p 237

inercia un carácter de fuerza y del mismo modo contempló varias definiciones sobre los conceptos de fuerza y masa. Ideas que a través de su trabajo y sus constantes reflexiones adquirieron significados más apropiados y acordes a lo expresado en sus axiomas de movimiento.

Es así como, aunado al concepto de inercia y fuertemente relacionado con éste se encuentra el concepto de masa, definida en una primera instancia como “La cantidad de materia”<sup>55</sup> y luego como “La medida de la misma, surgida de su densidad y magnitud conjuntamente (...) Es esa cantidad la que en lo sucesivo menciono bajo el nombre de masa o cuerpo, pues la masa es proporcional al peso”.<sup>56</sup>

Además para Newton, la materia está formada por partículas indivisibles, masivas, impenetrables y móviles, dotadas de inercia, pues “Sólo por propiedades semejantes observadas en los cuerpos inferimos que todos los cuerpos son móviles (...) La extensión, dureza, impenetrabilidad, movilidad e inercia del todo resultan de la extensión, dureza, impenetrabilidad, movilidad e inercia de las partes; y de ello deducimos que las partículas mínimas de los cuerpos tienen las mismas propiedades[...].”<sup>57</sup>

Por consiguiente, de dicho concepto y acudiendo a la terminología de la época, propone la idea de “Vis insita” o “Vis inertiae”, que hace alusión a la propiedad interna de los cuerpos que no es equivalente a la masa sino una propiedad de ella que le otorga inactividad, es decir, no es un poder del cuerpo para mantenerse en reposo o movimiento, sino que es la inercia de la masa o de la cantidad de materia, pues para él los términos cuerpo, masa y cantidad de materia son semejantes. Así la define:

---

<sup>55</sup> NEWTON, Isaac, dado por HOYOS P., Fabián. Sobre Hombros de Gigantes: La formación del concepto de inercia. Medellín: Hombre Nuevo editores, 2001, p. 201

<sup>56</sup> NEWTON, Isaac. Op. cit., p. 223

<sup>57</sup> Ibid., p. 658

La fuerza insita de la materia es un poder de resistencia de todos los cuerpos, en cuya virtud perseveran cuanto está en ellos por mantenerse en su estado actual, ya sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta (...) Esta fuerza es siempre proporcional a su cuerpo, y sólo difiere de la inactividad de la masa por el modo de concebirla. Debido a la inercia de la materia, un cuerpo no abandona sin dificultad su estado de reposo o movimiento. Por lo cual esa *vis insita* puede llamarse muy significativamente *vis inertiae*, fuerza de inactividad.<sup>58</sup>

De lo anterior se puede decir, que al parecer en una primera instancia para Newton la inercia era un principio activo que residía en los cuerpos, pero es importante resaltar que se debe ser cuidadoso al abordar estas ideas, pues la “*Vis insita*” y la “*Vis inertiae*” como se evidencia fueron conceptos que se fueron formalizando hasta el concepto de inercia que Newton ofreció en la manifestación de la primera ley; a la vez que se debe destacar el hecho de que Newton deja claro que la *vis inertiae* o *vis insita* es una fuerza distinta a las fuerzas exteriores, capaces de modificar el estado dinámico de un cuerpo, ya que la *vis insita* es una fuerza propia del cuerpo dada por la inercia. “No es una fuerza verdadera en el sentido estricto del término, concebida como interacción entre dos cuerpos en la que se cumple el principio de acción y reacción”.<sup>59</sup>

Así lo expresa:

La fuerza de inercia es un principio pasivo en virtud del cual los cuerpos permanecen en movimiento o en reposo, reciben un movimiento proporcional a la fuerza que lo imprime [...] Este principio por si solo no había podido producir movimiento alguno en el mundo: Es necesario en consecuencia otro principio para poner en movimiento los cuerpos que, una vez en movimiento, tienen aún necesidad de otro principio para mantenerlo.<sup>60</sup>

---

<sup>58</sup> Ibid., p. 162

<sup>59</sup> NEWTON, Op. Cit. p. 139

<sup>60</sup> NEWTON, Isaac, dado por HOYOS P., Fabián. Op. Cit. p. 200

En consecuencia se puede afirmar que si un cuerpo se encuentra en estado de reposo permanecerá para siempre en reposo a no ser que por causas externas cambie al estado de movimiento; o si un cuerpo se encuentra en estado de movimiento rectilíneo uniforme definitivamente estará en tal estado, a menos que sea perturbado por una causa externa. Por tanto, los cuerpos por sí solos no cambian su estado, pues no están dotados de capacidad alguna para hacerlo; de ahí que sean inertes o tengan la propiedad de la inercia.

Así las cosas, puede señalarse que la inercia es una cualidad física, entendida como “Cada uno de los caracteres, naturales o adquiridos, que distinguen en general a las cosas[...]<sup>61</sup> y dado que es una cualidad, no se puede medir. Además al tener éste carácter cualitativo, no puede haber cuerpos con mayor o menor inercia, ya que cualquier fuerza por más pequeña que sea debe provocar en un cuerpo, – muy grande o muy pequeño – un cambio en sus estados de movimiento. Por lo tanto, la cantidad de materia no influye en la inercia y ésta no debe ser medida en términos de la masa o cantidad de materia.

Sin embargo, es sabido que se tiende a interpretar en Newton que la inercia se mide con la masa del cuerpo, pues se asume que él concibe la masa, el cuerpo y la *vis inertiae* de la misma manera y no se reflexiona – como se había manifestado anteriormente – con profundidad acerca de si esto se origina en expresiones que son propias de su tiempo y que todos los pensadores utilizaban para referirse a ideas ya establecidas por otros y que eran válidas en sus contextos.

Newton simplemente utilizó una expresión tradicional, *vis insita* que unió a su propio concepto de *vis inertiae* para indicar su creencia en que la propiedad de la inercia de la materia precisaba alguna causa explicativa que diese cuenta de ella. Newton identificó esta fuerza pasiva como la *vis insita* o la *inertia massae* y así llegó a la formulación del principio

---

<sup>61</sup> PEV IATROS LTDA. Gran diccionario enciclopédico visual. Santa Fe de Bogotá: 2000, p. 602

de inercia al abandonar el concepto de fuerza del movimiento y desarrollar el concepto de masa, y con él, el de inercia de la masa.<sup>62</sup>

Pasando a otra noción primordial como es el concepto de fuerza, es claro que éste sufrió un cambio radical cuando fue estudiado por Newton al pasar de considerarse como el producto del contacto entre los cuerpos o el movimiento violento a ser la causa de los cambios en los estados de movimiento y producirse además del contacto por interacciones a distancia entre cuerpos.

La fuerza impresa es una acción ejercida sobre un cuerpo para cambiar su estado, bien sea de reposo o de movimiento uniforme en línea recta. Esta fuerza consiste sólo en la acción, y no permanece en el cuerpo cuando la acción concluye. Porque un cuerpo persevera en cualquier estado nuevo que alcance, en virtud de su sola inercia. Pero las fuerzas impresas tienen orígenes diversos, como la percusión, la presión o la fuerza centrípeta.<sup>63</sup>

Como se aprecia en esta definición de fuerza, el cuerpo es tratado como un objeto inerte sometido a la acción de fuerzas externas y no es la entidad activa que por sí mismo tiende a mantenerse en su estado de movimiento. Así mismo, la fuerza es una acción que no queda impresa en el cuerpo, pero que cambia su estado, de modo que es un principio causal de movimiento y de reposo; es un principio externo que genera o cambia de cualquier manera el movimiento impreso en un cuerpo.

En este sentido, la segunda ley así lo ratifica: “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se hace en la dirección de la línea recta en la que se imprime esa fuerza”<sup>64</sup>. De esta forma cuando sobre un cuerpo se

---

<sup>62</sup>HOYOS P., Op. cit., p. 164

<sup>63</sup> NEWTON, Isaac. Op. cit., p. 224

<sup>64</sup> Ibid., p. 237

aplica una fuerza ésta lo cambia de su estado al ser externa al él porque de lo contrario el cuerpo cambiaría por si mismo y “Si una fuerza cualquiera genera un movimiento, una fuerza doble generará el doble de movimiento, una triple el triple, tanto si la fuerza es impresa entera y a la vez como si lo es gradual y sucesivamente”.<sup>65</sup>

Es decir, que la primera ley es la condición del movimiento y la segunda es la justificación de la primera. De otro lado, en cuanto a la proporcionalidad entre el movimiento y la fuerza, quiere decir que son iguales los efectos en ambas magnitudes debido a que cuando se aplica una fuerza en un cuerpo el movimiento cambiará acorde a dicha fuerza.

Es así como debe reconocerse por una parte, que Newton se aseguró de dejar claro que la fuerza no se acaba porque no reside en los cuerpos y por ello es que los cuerpos continúan en movimiento hasta que otra fuerza actúa sobre ellos, y por otra el esfuerzo en su formulación del concepto de inercia como una sencilla cualidad. Sólo que a la hora de estudiarlas se debe realizar una interpretación adecuada para comprender su significado desde este pensador, además de tener presente el contexto sociocultural e histórico que influyeron en su construcción que son las bases fundamentales para entender los conceptos científicos.

---

<sup>65</sup> Ibid., p. 237

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1 CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Este trabajo se orienta acorde a los planteamientos de la investigación cualitativa, ya que se pretende estudiar la realidad en su contexto natural tal como sucede, cuando se intenta interpretar los fenómenos conforme a los significados de las personas implicadas.

La principal característica de la investigación cualitativa es el lugar central que ocupa la interpretación... Además dirige las preguntas a casos fenómenos, y busca modelos de relaciones inesperadas o previstas. Las variables dependientes se definen por criterios de experiencia más que por criterios de operatividad. Las condiciones situacionales no se conocen de antemano. Se prevé que incluso las variables independientes se desarrollen de forma inesperada.<sup>66</sup>

De esta manera los acercamientos de tipo cualitativo abordan la realidad como un objeto legítimo de conocimiento científico; el estudio de la vida cotidiana como el escenario de construcción, constitución y desarrollo de los distintos planos que configuran las dimensiones del mundo humano y ponen de relieve el carácter único y dinámico de este.

Por esta vía emerge, entonces la necesidad de ocuparse de problemas “Como La libertad, la moralidad y la significación de las acciones humanas, dentro de un proceso de construcción socio-cultural e histórico, cuya comprensión es clave para acceder a un conocimiento pertinente y válido de lo humano”.<sup>67</sup>

---

<sup>66</sup> STAKE, Robert. E. Investigación con estudio de casos. Madrid: Ediciones Morata, 1998, p. 45

<sup>67</sup> SANDOVAL, Carlos A. Investigación Cualitativa. Medellín: Universidad de Antioquia, 2007

Es así como por medio de esta metodología se lleva a cabo un proceso de reflexión crítica que permite relacionar conceptos, de modo que se asignen significados relevantes que conduzcan a construir conocimiento legitimado por consensos fundamentados en el diálogo y la cooperación estrecha entre investigador y actores sociales que a través de su interacción comunicativa logran construir perspectivas de comprensión más completas.

De esta forma los investigadores de corte cualitativo “Favorecen una visión personal de la experiencia con el fin de que, desde su propia participación, la puedan interpretar, reconocer sus contextos, indagar en los diferentes significados mientras están presentes, y transmitir un relato naturalista, basado en la experiencia”.<sup>68</sup>

Desde el punto de vista del conocimiento, lo que interesa desarrollar es aquello que en las percepciones, sentimientos y acciones de los actores sociales aparece como pertinente y significativo. Por lo tanto, los esfuerzos investigativos se orientarán a construir una realidad. Aun para los propios actores, sujetos de investigación.

A partir de la perspectiva que aquí se adopta, asumir una posición de tipo cualitativo exige un esfuerzo de comprensión, entendido como la captación del sentido de lo que el otro o los otros quieren decir a través de sus palabras, sus silencios y sus acciones a través de la interpretación y el diálogo, es decir, se pretende comprender cómo los casos comprenden el caso que se investiga.

Todo lo anterior se traduce en la necesidad de adoptar una postura metodológica de carácter dialógico en la que las creencias, los intereses, los prejuicios y los sentimientos, entre otros sean aceptados como elementos de análisis para producir conocimiento.

Por consiguiente, el método que resulta adecuado y que se articula a la intención de esta investigación es el estudio de caso, ya que es exhaustivo, permite abarcar un caso particular y describir el problema o fenómeno dentro de su

---

<sup>68</sup> Ibid., p. 46

contexto. “El estudio de casos es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes”.<sup>69</sup>

De esta manera, el estudio de caso pretende indagar características propias de una situación, de una persona o un grupo de personas en un contexto determinado, por ello requiere que se delimite el problema o fenómeno y que se especifique para analizar en profundidad y no entrar en generalizaciones. Demanda objetividad para analizar lo que ocurre e interpretar y precisar significados, de manera que se comprenda un caso único. En este sentido, “El cometido real del estudio de casos es la particularización, no la generalización. Se toma un caso particular y se llega a conocerlo bien, y no principalmente para ver en que se diferencia de los otros, sino para ver qué es, qué hace. Se destaca la unicidad”.<sup>70</sup> Es así como esta investigación pretende comprender cómo los estudiantes en su individualidad interpretan y construyen sus propios significados acerca del concepto de inercia.

## **7.2 FASES DE LA INVESTIGACIÓN.**

La investigación consta de cuatro fases bien diferenciadas en las que se ha destacado como parte esencial de la investigación, la validación; entendida como un proceso transversal que ha permeado cada una de éstas, al someter a juicio de otros investigadores y diferentes expertos con una formación rigurosa en física y en historia y epistemología de las ciencias – HEC – los diferentes componentes de cada fase a través de socializaciones permanentes y discusiones críticas y reflexivas, con el fin de obtener mejoras y reformulaciones en provecho de

---

<sup>69</sup> Ibid., p. 11

<sup>70</sup> Ibid., p. 20

interpretaciones más adecuadas que permitan la comprensión del concepto estudiado.

En tal sentido, se sometieron a consideración el planteamiento y la formulación del problema, el marco conceptual, el diseño metodológico y la sistematización y análisis de los hallazgos por medio de lecturas juiciosas de los las construcciones conceptuales y de socializaciones en otros grupos de investigación en la línea de historia y epistemología de las ciencias, con el objetivo de lograr orientación respecto a la coherencia de la investigación; consentimiento frente a la pertinencia del tema y la metodología y consenso frente a los análisis e interpretaciones.

Así mismo, en diferentes sesiones se realizaron exposiciones de avances, así como repetidos ensayos de la exposición final, de modo que en la socialización ante la facultad se dejara ver con precisión y claridad la investigación.

Además es importante resaltar que los avances escritos se sometieron a lectura y juicio de expertos en el área de física y con formación en HEC. En consecuencia todo este proceso de retroalimentación constituye la validación de la investigación.

### **7.2.1 FASE I**

Esta fase incluye el diseño de la investigación donde se construye cada uno de los componentes que guían el proceso:

- ◆ Rastreo bibliográfico.
- ◆ Estado del arte.
- ◆ Planteamiento del problema
- ◆ Formulación del problema.
- ◆ Objetivos.
- ◆ Justificación de la investigación.
- ◆ Marco conceptual.
- ◆ Metodología.

## **7.2.2 FASE II**

### **7.2.2.1 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

#### **◆ MEDIANTE PRUEBA PILOTO**

Se validaron los instrumentos mediante una prueba piloto que se aplicó a los cinco casos elegidos para la investigación. Esta constó de un cuestionario de indagación constituido por seis preguntas para conocer las ideas que tenían los casos sobre el concepto de inercia. También se sometió a juicio de otros investigadores el mismo instrumento al igual que el taller de conceptualización con el fin de analizar la estructura de las preguntas; lo que condujo a revisar la forma de preguntar y el contenido de las preguntas; así mismo se obviaron algunas y se reformularon otras.

#### **◆ POR JUICIO DE INVESTIGADORES Y EXPERTOS**

Los instrumentos también fueron revisados por otros investigadores en la línea de HEC y por expertos que revisaron la estructura y la intención del instrumento en general, así como de las preguntas, de modo que éstos respondieran al enfoque histórico epistemológico y a los objetivos de la investigación proporcionando información suficiente y pertinente para conseguir un buen análisis.

### **7.2.2.2 RECOLECCIÓN DEFINITIVA DE LA INFORMACIÓN**

El contexto donde se llevó a cabo este proceso es en La Institución Educativa El Salvador, que está ubicada en el barrio El Salvador del Municipio de Medellín, en la dirección carrera 38A # 34 – 207. Es de carácter estatal, género mixto y con dos jornadas diurnas. Pertenece a un contexto de estratos uno, dos y tres. Cuenta con los ciclos de Básica secundaria y Media técnica en las modalidades de

sistemas en lo referente a programación y mantenimiento de computadores y posee una población de 950 estudiantes y 22 profesores.

Su infraestructura física está conformada por tres plantas en las que se encuentran dos oficinas administrativas, diez aulas de clase, una sala múltiple, un auditorio y una pequeña zona de recreación.

Para este estudio de caso múltiple – instrumental, la muestra de interés está conformada por cinco casos, de los cuáles dos son mujeres y tres son hombres, que se encuentran entre los 15 y los 16 años de edad.

Los casos se seleccionaron del grupo 10° 2 del año lectivo 2009, de acuerdo al interés por la física, la disponibilidad para participar en la investigación y la diferencia en el rendimiento académico, pues dos casos son excelentes, dos son regulares y otro es deficiente.

El tiempo de duración de la investigación es de tres semestres correspondientes al 2008 – 2, 2009 – 1 y 2009 – 2.

El tiempo de las intervenciones es de aproximadamente una hora para cinco intervenciones en total.

Ahora bien, con el fin de tener un acercamiento a las ideas que tienen los casos sobre el concepto de inercia a partir de la primera y segunda ley de Newton, y así poder comprender los modelos que ellos utilizan para explicar diferentes fenómenos relacionados con dichas leyes se aplican cinco instrumentos.

- ◆ Un cuestionario de indagación conformado por seis preguntas para conocer las ideas de los casos sobre el concepto de inercia. (Anexo A).
- ◆ Un conversatorio acerca de las respuestas que no quedaron claras en el cuestionario de indagación. (Anexo B.)
- ◆ Un taller de conceptualización constituido por cinco preguntas para acercarlos a una mejor comprensión del concepto. (Anexo C).

- ◆ Una entrevista conformada por once preguntas de tipo abierto para aclarar ideas o expresiones de los casos que quedaron sin resolver en el taller de conceptualización. (Anexo D).
- ◆ Una actividad experimental que consta de una observación directa y de un experimento mental basado en la idealización, de modo que permita razonar sobre el concepto en cuestión. (Anexo E).
- ◆ El diario pedagógico como fuente de constante reflexión sobre el proceso de enseñanza.

### **7.2.3 FASE III**

#### **◆ SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La información obtenida se sistematiza en matrices de doble entrada que permiten la triangulación entre respuestas de cada instrumento y casos, entre instrumentos y casos, entre modelos y casos y entre categorías y casos. Ésta se codifica de acuerdo con las categorías establecidas en el marco conceptual como son: la inercia como una cualidad física de todos los cuerpos que los hace inactivos, la inercia como conservación de los estados de movimiento, la inercia como estado del cuerpo; además de las categorías que han surgido a lo largo de la investigación, con base en las respuestas de los casos: la inercia como un cambio de estado y la inercia como una sensación corporal.

#### **◆ ANÁLISIS DE HALLAZGOS**

El análisis de los hallazgos se realiza con base en dos estrategias. En la correspondencia de modelos que surgen de los razonamientos hechos en el marco conceptual acerca de Galileo, Descartes y Newton y en la triangulación orientada en tres ejes; de instrumentos, en los cuales se contrastarán categorías,

modelos y casos entre sí; con el marco teórico a partir de las categorías previamente establecidas y entre investigadores al realizar sesiones permanentes de socialización y revisión de las interpretaciones en un grupo de investigadores con una formación rigurosa en física y en historia y epistemología de las ciencias.

Ahora bien, en esta investigación se ha planteado la triangulación como el conjunto de estrategias que dan mayor validez a la investigación cualitativa y le dan el rigor científico que merece este tipo de investigación, ya que por sus características – al ser fenomenológica, subjetiva e interpretativa a partir de la comprensión de los significados en contextos particulares – requiere de un método exhaustivo que permita la objetividad en las complejas realidades sociales.

En este sentido, se puede decir que la triangulación es parte fundamental de los procedimientos que se llevan a cabo dentro de los procesos investigativos de corte cualitativo, pues se entiende como “La acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia corresponde al corpus de resultados. Por ellos la triangulación de la información es un acto que se realiza una vez que ha concluido el trabajo de recopilación de la información.”<sup>71</sup>

Como lo afirma Cisterna en el párrafo anterior, la triangulación toma gran importancia y es el eje central que guía el proceso investigativo durante la fase de análisis. Sin embargo, es preciso tener en cuenta que tal estrategia se lleva a cabo a través de toda la investigación, es decir, desde que empiezan a detectarse los interrogantes hasta que se establecen las conclusiones; pues constantemente se están reuniendo observaciones por medio de herramientas como el diario pedagógico, se está reflexionando sobre el fenómeno estudiado y se están

---

<sup>71</sup> CISTERNA CABRERA, Francisco. Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. En: *Theoría*, Vol. 14 (1): 61 – 71 , 2005

socializando los hallazgos con otros investigadores. Por lo tanto, es adecuado pensar que “La triangulación está orientada al control de calidad de la investigación[...] y puede efectuarse de tres modos principales, en función de lo que con ella se pretenda: Verificar, confirmar y enriquecer las conclusiones”<sup>72</sup>

Así mismo, la triangulación combina continuamente reflexiones y comparaciones, tanto de la información como de sus actores y su contexto, adquiriendo así el carácter de operación sistemática que otorga validez a la investigación cualitativa, pues “La triangulación implica un proceso de reflexión sobre los datos recolectados en donde el investigador recorre tres ángulos: a) la imagen del hombre, b) los datos y su rememoración, y c) el horizonte de la época. En el proceso de triangular, el pensamiento va y viene repetidas veces sobre cada uno de esos ángulos”.<sup>73</sup>

Por consiguiente, la triangulación se constituye como el método por excelencia en la investigación cualitativa para la certificación de los fenómenos como objetos legítimos de conocimiento científico, ya que permite una mejor comprensión de los resultados que se obtienen en los procesos de investigación y por ende de la teoría que entorno a éstos se genera al favorecer su estructuración.

De otro lado, aunque ya se ha tratado el objetivo general de la triangulación, que en si consiste en otorgar la validez científica a la investigación cualitativa, conviene decir que a dicho método subyacen otros objetivos. Entre ellos se destaca en primer lugar, la confirmación de los datos y los supuestos relevantes, de modo que se presente un cuerpo sustancial de descripción incuestionable<sup>74</sup> y en segundo lugar, la diferenciación de los significados opuestos con el fin de aclarar el caso y

---

<sup>72</sup> RUÍZ OLABUÉNAGA, J., dado por ARANEDA, Aladino. La triangulación como técnica de científicidad en investigación cualitativa pedagógica y educacional. En: Revista Rexe. 2006, Vol. 5, n° 10. p. 25

<sup>73</sup> SAN MARTÍN, dado por ARANEDA, Aladino. La triangulación como técnica de científicidad en investigación cualitativa pedagógica y educacional. En: Revista Rexe. 2006, Vol. 5, n° 10. p. 26

<sup>74</sup> STAKE, Robert. E. Op. Cit. p. 97

ofrecer así al lector una interpretación y por tanto una comprensión adecuada del caso. Esto conlleva entonces a establecer una triangulación con el lector al mostrarle con evidencias la intención que rige la investigación y más aun al persuadirlo de la certeza de ésta.

Ahora bien, existen varios tipos de triangulación de acuerdo con los propósitos de la investigación y cabe indicar que a pesar de que en la literatura se encuentran varias clasificaciones, la mayoría coinciden con la ofrecida por Stake.

Según este autor se distinguen cuatro estrategias para la triangulación. La primera de ellas es la triangulación de las fuentes de datos, que consiste en utilizar diferentes instrumentos para recoger la información con el objetivo de ver si aquello que se observa y de lo que se informa contiene el mismo significado cuando se encuentra en otras circunstancias<sup>75</sup>, pues es necesario saber cómo los casos interactúan con el fenómeno en diferentes espacios y momentos.

La segunda estrategia se refiere a la triangulación de investigadores, para lo cual se hace que otros investigadores observen la misma escena o el mismo fenómeno<sup>76</sup> de forma que se puedan analizar interpretaciones opcionales desde distintas perspectivas, que refuten o confirmen las del investigador, descartando posibles sesgos e incrementando así la fiabilidad de la investigación.

La tercera estrategia corresponde a la triangulación metodológica que se basa en implementar varios métodos para estudiar un mismo fenómeno, ya que con enfoques múltiples dentro de un único estudio es probable clarificar o anular algunas influencias externas.<sup>77</sup> Así por ejemplo, se pueden contrastar la observación participante con la investigación – acción, con el estudio de casos o

---

<sup>75</sup> *Ibíd.*, p. 98

<sup>76</sup> *Ibíd.*, p. 98

<sup>77</sup> *Ibíd.*, p. 99

con la etnografía; de manera que se logre una comprensión holística y una consistencia interna en la investigación.

En lo referente a la cuarta estrategia – la triangulación de teorías – es importante anotar que en este escrito no se tiene en cuenta debido a que se considera que no es necesario el uso de diversos cuerpos de conocimiento para la comprensión de un fenómeno y mucho menos es factible confrontar teorías en una misma investigación, ya que éstas tienen aplicación en contextos particulares y de ello depende su validez.

Es así como habiendo planteado los aspectos principales acerca de la triangulación se puede afirmar que mientras mayor sea su aplicación, mejores serán las interpretaciones y por ende la comprensión del caso; lo que permite concebirla como una de las estrategias más apropiadas en investigación cualitativa, ya que la dota del carácter científico al conferirle validez y significado a cada realidad estudiada como una entidad lícita de conocimiento durante el proceso investigativo.

#### **7.2.4 FASE IV**

##### **◆ DISEÑO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA**

En procura de consolidar esta investigación como un referente para trabajos posteriores y con el fin de seguir ampliando el conocimiento y mejorando el proceso de enseñanza del concepto de inercia, se presenta una propuesta de intervención en el aula, que se ha elaborado con miras a una enseñanza de las ciencias en su contexto histórico y sociocultural.

## ◆ **SOCIALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En esta parte se presenta el trabajo realizado, inicialmente al grupo de la línea de Investigación en Historia y Epistemología de las Ciencias de las licenciaturas en ciencias naturales y en matemáticas y física y finalmente a la Facultad de Educación de La Universidad de Antioquia.

Se considera importante exponer los resultados obtenidos a la Institución Educativa El Salvador con el fin de validar la investigación y generar reflexiones en los procesos de enseñanza de las ciencias.

## **8. SISTEMATIZACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.**

Acorde a las características de la investigación cualitativa y con el propósito de lograr un buen análisis de los cinco instrumentos utilizados en la investigación se plantea como estrategia para la sistematización matrices de doble entrada, donde se recopilan las respuestas textuales de los cinco casos estudiados. Con fines prácticos los casos son designados con una letra C mayúscula y enumerados de 1 a 5 respectivamente; del mismo modo las preguntas se designan con la letra P mayúscula y enumeradas de acuerdo al número de preguntas de cada instrumento.

Así mismo en las matrices que recogen los instrumentos y los modelos se designan éstos con las letras mayúsculas I y M respectivamente y a las categorías con las letras A, B, C, D y E.

### **8.1 TALLER DE INDAGACIÓN**

De acuerdo a tu iniciación en física y con la mayor sinceridad te invitamos a responder el siguiente cuestionario.

El 31 de diciembre Santiago y su familia decidieron ir a pasar el fin de año con sus abuelos en San Jerónimo.

Antes de salir su padre Roberto se cercioró de que el carro estuviera en buenas condiciones. Cuando salieron les pidió a Santiago y a su esposa Ana que se colocaran el cinturón de seguridad, pero Santiago pensó que por ir en la parte de atrás no era necesario.

El viaje transcurría en totalidad normalidad, hasta que de repente vieron que se acercaba hacia ellos un carro invadiendo su carril.

Rápidamente Roberto accionó el freno y el otro conductor alcanzó a desviar el carro, lo que evitó un accidente.

Con base en el relato anterior responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué crees que le ocurrió a Santiago inmediatamente después de que su padre frenó? Explica.
2. ¿Qué crees que les ocurrió a Roberto y a Ana? ¿Saldrían despedidos por el parabrisas del carro? Explica.
3. ¿Cómo podrías explicar desde la física el hecho de que todos los ocupantes del carro sintieran un fuerte tirón cuando pasaron de estar en movimiento a estar en reposo?
4. Usando las siguientes palabras construye una explicación para la situación anterior. Fuerza, velocidad, inercia, movimiento, reposo, cambio.
5. ¿Qué hubiese sucedido si el otro carro hubiese chocado a Santiago y sus padres por detrás y hubiese venido con mayor velocidad? ¿Cómo hubiesen experimentado el golpe en sus cuerpos? Describe.
6. Teniendo como referencia los análisis anteriores y con tus palabras ¿Cómo puedes explicar la inercia?

### Matriz 1. Respuestas de los casos al taller de indagación.

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>C1</b>	Pues como Santiago no tenía el cinturón obviamente se fue para adelante y tal vez se haya roto la cara o haya salido por el parabrisas.	Creo que no ya que ellos si tenían puesto el cinturón y solo pudieron haberse sacudido fuertemente	Creo que más o menos es como cuando la tierra se encuentra en reposo y al volver a su estado de movimiento o viceversa pega un fuerte	Tal vez creo que si.	Creo que en todas partes hay inercia, cuando un objeto o alguien van a una velocidad extrema y luego cambia a un estado de reposo la fuerza con la que iba hace	Como el punto de cambio de un estado en reposo a un estado en movimiento.

			impulso, no estoy segura.		que este haga una parada como en seco.	
<b>C2</b>	<p>Pudieron ocurrir dos casos: 1. Santiago debido al frenón fue a dar a la parte delantera del auto. 2. si el frenón fue muy fuerte salió expulsado por el parabrisas.</p>	<p>Considero que no salieron expulsados por la parte delantera del auto porque llevaban el cinturón de seguridad tan solo sintieron un fuerte tirón hacia delante.</p>	<p>Considero que al frenar el auto bruscamente la fuerza de atracción los atrajo fuertemente hacia delante</p>	<p>Creo que se devió a la inercia porque los pasó de un estado a otro</p>	<p>La fuerza del otro carro cambió el movimiento del otro y así quedaron en reposo.</p>	<p>Inercia: cambio de un estado a otro como por ejemplo: movimiento a detenerse, en donde un cuerpo cambia su estado drásticamente.</p>
<b>C3</b>	<p>Se fue hacia delante y reboto con la silla del conductor y creo que se sacudió un poco.</p>	<p>No saldrían despedidos porque ellos si se pusieron el cinturón de seguridad y eso pudo averles ocasionado un suave tirón.</p>	<p>Creo que fue porque todos estaban en un mismo espacio dentro del carro.</p>	<p>Hasta donde yo se la inercia es el brusco de las cosas y ellos pasaron de un movimiento muy fuerte a estar en quietud.</p>	<p>Cambiar de estado por ejemplo de quietud a movimiento.</p>	<p>Hasta donde me he dado cuenta es el cambio de las cosas es por ejemplo de estar en reposo y pasar a movimiento y viceversa.</p>
<b>C4</b>	<p>Yo creo que Santiago se pudo matar. Porque en el momento que frena el padre, el no tenía algo que lo cogiera y haci no irce para adelante</p>	<p>Yo creo que no porque no les pasó nada porque al tener el cinturón de seguridad inmediatamente que frenaron se fueron para adelante los mandón para atrás y no darcen contra el parabrisa</p>	<p>Yo creo que al frenar brutaemente la fuerza de atracción los movió fuerte hacia adelante.</p>	<p>Yo creo que fue porque no contaban con parar en ese momento y tener que parar el cuerpo que estaba en otro movimiento es muy fuerte.</p>	<p>No responde</p>	<p>Cambio de un estado a otro.</p>
<b>C5</b>	<p>Yo considero que Santiago salio disparado por el parabrisas porque al suprimir toda la velocidad que llevaba el carro la</p>	<p>Ellos sintieron mucha tencion ya sea por el vértigo al igual que por el cinturón se seguridad que Santiago no quizo</p>	<p>Por la inercia.</p>	<p>Como ellos llevaban una alta velocidad y al frenar bruscamente el cuerpo no lo va a asimilar normal sino que pueden</p>	<p>El padre apretó el freno con fuerza hasta dejar el auto en reposo por ese cambio tan brusco todos quedaron en inercia.</p>	<p>Sensación corporal por un movimiento brusco y luego quietud absoluta.</p>

	gravedad cambia y va a arrojar todo lo que no este aferrado a él por su parte delantera	usar por confiado		dar calambres o la llamada inercia.		
--	---	-------------------	--	-------------------------------------	--	--

## 8.2 CONVERSATORIO

1. ¿Cuándo hablan de impulso a qué se refieren?
2. ¿El movimiento se da a partir de fuerzas?
3. ¿Es una sensación corporal la inercia?
4. ¿Inercia es lo mismo que gravedad?
5. ¿Qué es la inercia?
6. ¿Qué se entiende por estado?
7. Supongan un cuerpo en movimiento y de repente este se detiene es decir que queda quieto, ¿Qué crees pasó ahí?
8. En caso de que esa fuerza no hubiese actuado ¿Qué hubiese pasado?
9. ¿Según eso, un cuerpo por sí solo se mueve o no se mueve?
10. ¿La fuerza que hace que el cuerpo se detenga será externa? O si no hay esta fuerza y ese cuerpo continúa moviéndose ¿Se moverá indefinidamente o cuándo cambiará de estado?
11. Si hay una superficie inclinada e infinita y no presenta obstáculos que detengan el cuerpo ¿Qué pasará con ese cuerpo? Supongan una esfera y la lanzamos por esa superficie infinita... omitan la fricción.
12. Imaginen una esfera en un plano horizontal, liso, pulido ¿Hay fuerzas en el trayecto? ¿Se podría detener la bolita por si misma?

## Matriz 2. Respuestas de los casos al conversatorio.

Pregunta Caso	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>C1</b>	NR	NR.	Por ejemplo a ellos les pasó lo del carro, cuando ellos se fueron hacia delante sufrieron susto, nervios, uno puede cambiar de tranquilo a nervioso en cualquier momento.	NR	Por ejemplo, algo está en movilidad y puede en cualquier momento parar.	NR
<b>C2</b>	NR	Si, porque entre más fuerza se aplique, mas duro el movimiento.	Si yo estoy calmado puedo ponerme nervioso y empezar a sudar, en parte si porque es cambio de estado.	No, gravedad es distinto...o si, si es lo mismo porque siempre está aplicando una fuerza hacia abajo porque no hay movimiento.	Es como el movimiento involuntario de un cuerpo quieto al movimiento.	Posición, para que halla un estado tiene que haber un cambio.
<b>C3</b>	A fuerza y movimiento, porque usted tira algo y es la fuerza y movimiento.	Si, porque si no, no se movería, se quedaría quieto.	Si porque cuando uno se tropieza con algo, no se va a quedar tranquilo y pega como un frenón y uno involuntaria mente hace algo y queda como asustado.	NR	Es un cambio de estado, o sea, que uno está quieto y en momento inesperado, involuntario por el cuerpo hace un movimiento pero vuelve a su estado normal, nunca queda en ese movimiento, siempre vuelve a su estado.	Cambiar de líquido a gaseoso.

<b>C4</b>	NR	Si hay fuerza, hay movimiento y si no hay fuerza, no hay movimiento.	Si.	NR	Movimiento inesperado de un cuerpo.	La forma como estamos.
<b>C5</b>	NR	NR	Yo opino que si porque es un cambio de estado, así sea involuntario, la sentimos aunque inconcientemente.	La gravedad mas bien como dice David, es la fuerza que atrae los cuerpos y ...pues supongo que la inercia aquí que es lo que estamos tratando del vehículo es mas bien como un movimiento brusco pero es un movimiento sin pensar, involuntario.	So el movimiento de un cuerpo, digámoslo en algún sentido, estando como muerto, llegar un momento en el que se mueve, es como ese cambio de estar quieto al movimiento.	NR
<b>Pregunta</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>
<b>Caso</b>						
<b>C1</b>	Una fuerza en contra de él.	Seguirían en movimiento porque si por ejemplo se da contra una pared, se para.	Una piedra se queda quieta	Hasta que se de con algo, pero si es una loma, gana velocidad	Se movería siempre, seguiría rodando si no tiene obstáculos	Va perdiendo la velocidad, pero si debe haber algo que la impulse.
<b>C2</b>	NR	Hubieran seguido	Una roca no se mueve, un árbol se mueve. El cuerpo así uno no lo quiera mover, de todas formas hay como un movimiento involuntarios que un no lo piensa hacer pero de todas formas los	Estamos hablando de un cuerpo inerte... y si la loma es infinita sigue rodando.	La bolita e moverá infinita,	Tiene que haber algo, yo creo que si, esa fuerza debe ser inicial. Sólo necesita la inicial. O al menos que se haya creado al rodar y la fuerza sería un movimiento provocado por algo. O

			hace.			esa fuerza estaría en el centro de la bolita Y como es ella misma la que rueda, entonces si se puede detener sola por que si está dentro de ella misma lo que la hace girar, puede parar sola.
<b>C3</b>	Una fuerza y otra fuerza chocan, entonces se quedan los dos quietos.	Habrían seguido normal en movimiento.	No porque eso necesita algo que lo mueva	Depende, pues si es por ejemplo una rueda, sigue rodando, ya al final iría más despacio... porque se le acaba el impulso y se queda quieta.	Se le puede perder el equilibrio y se puede caer si es una rueda... la bolita seguirá moviéndose por que no hay obstáculos no nada y para parar necesita algo que lo detuviera.	Pierde la velocidad, rodaría no con tanta velocidad como lo haría en la pendiente pero si rueda. Debe haber algo que la impulse para que ruede, una fuerza inicial solamente y ya no habría mas.
<b>C4</b>	Se quedan los dos quietos.	Moviéndose normal.	No se mueve	El cuerpo para porque va perdiendo la fuerza	Pero si la loma es infinita se desgasta	Rueda y rueda. La única fuerza sería la inicial para impulsar la bolita por que la calle es lisa y no necesita más.
<b>C5</b>	NR	En movimiento, por ejemplo va caminando por la calle y usted ve algo como que lo asusta y	Igual, es que hay como unos movimientos involuntarios que no los piensa hacer pero los hace.	NR	NR	NR

		usted queda quieto.	e				
--	--	---------------------------	---	--	--	--	--

### 8.3 TALLER DE CONCEPTUALIZACIÓN

Son muchos los teóricos que han conceptualizado sobre la inercia y a partir de sus construcciones se ha podido definir como la cualidad de todos los cuerpos que los hace inertes y por la cual permanecen en el mismo estado, bien sea reposo o movimiento.

Con base en la definición anterior y en los fragmentos de los diálogos de Galileo que se presentan a continuación responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué crees que le pasará a la esfera según el siguiente relato? Explica tu respuesta.

**Salviati:** *Di, si tuvieses una superficie de una sustancia tan dura como el acero y tan lisa y pulimentada como un espejo y que no fuese tan horizontal sino algo inclinada y colocases sobre ella una bola de bronce perfectamente esférica, ¿Qué piensas que pasaría cuando la soltases?,*

**Simplicio:** *¿Si la superficie estuviera inclinada?*

**Salviati:** Sí, ya te lo he dicho.

2. Lee atentamente la pregunta que plantea Salviati y explica tu respuesta.

**Salviati:** *Y ¿Qué longitud y con que velocidad se movería la esfera? Pero ten en cuenta que he puesto el ejemplo de una esfera perfectamente redonda, y un plano exquisitamente pulimentado, de tal forma que haya que descartar todos los impedimentos accidentales y externos. También habría que quitar los impedimentos organizados por la resistencia del aire o de cualquier otro obstáculo casual, en caso de que lo hubiera.*

3. El siguiente es el caso en el que se tiene un plano totalmente horizontal cuya superficie es completamente lisa y pulimentada. Responde y explica la pregunta de Salviati.

**Salviati:** Ahora dime ¿Qué le sucedería a este mismo cuerpo sobre una superficie que no tuviese inclinación ni hacia arriba ni hacia abajo?

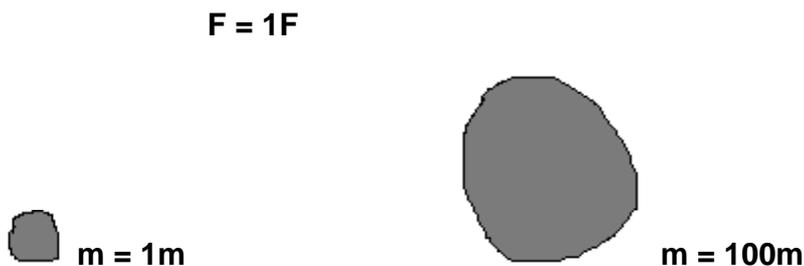
4. De acuerdo al relato de Newton contesta las siguientes preguntas.

*“Los proyectiles perseveran en sus movimientos mientras no sean retardados por la resistencia del aire o empujados hacia abajo por la fuerza de gravedad”.*

- a) ¿Una bala disparada desde un cañón podrá permanecer en estado de movimiento eternamente? ¿Por qué?
- b) Cuando la bala es disparada por el cañón ¿Qué es lo que la hace pasar al estado de movimiento?
- c) Esto que la hace mover ¿Puede permanecer en la bala? Explica
- d) ¿Cómo puede cambiar el estado de movimiento de dicha bala?

5. Con base en la segunda ley del movimiento de Newton e imaginando la siguiente situación responde:

Se tienen dos rocas en estado de reposo, la primera de ellas de masa  $1m$  y la segunda de masa  $100m$ .



Si en un momento dado una mosca choca primero con una y luego con la otra y en el choque les aplica a ambas una fuerza  $F = 1F$ .

- a) ¿Crees que la fuerza tendrá el mismo efecto en ambas rocas? ¿Por qué?

- b) Suponiendo que las rocas están en estado de movimiento y si la fuerza aplicada a ambas rocas por la mosca es de  $2F$  ¿Cómo es el cambio en el movimiento? Explica.



- c) ¿En qué dirección crees que se dará el movimiento cuando la mosca aplica la fuerza de  $2F$ ?
- d) Si la mosca chocara en dirección contraria a la dirección del movimiento de las rocas ¿Cómo es el movimiento en ese momento? Explica.

**Matriz 3. Respuestas de los casos al taller de conceptualización.**

Pregunta Caso	P1	P2	P3	P4	
				A	B
C1	Pues si la superficie es infinita la bola al soltarla saldría con un impulso ya que la superficie es inclinada y rodaría infinitamente hasta encontrar un obstáculo que la hiciese parar.	La longitud sería infinita ya que como dice en el texto anterior la superficie es total/ pulimentada inclinada y sin obstáculos y su velocidad sería continua/ la misma.	Depende la fuerza con que tiren la bola se determina el momento en que esta queda en reposo debido a la pérdida de fuerza.	No creo por la fricción del que tal vez permanezca bastante tiempo en movimiento pero en el aire no puede quedarse ya que la fuerza de gravedad no permitiría esto.	Pues la verdad no estoy segura pero creo que por la fuerza de impulso lo único que puede hacer es girar e ir contra la fricción del aire
	Yo pienso que si yo suelto la bola de bronce sobre la superficie dura como el acero y lisa la bola de bronce	La esfera se movería con una longitud en línea horizontal y con una velocidad constante ya que no hay nada	Se movería infinitamente, si al principio fue impulsada con una gran fuerza ya que en plano no hay nada que	Por supuesto que si, si pensamos en las condiciones ideales ya que no tendría la fuerza de la	Lo que la hace pasar al estado de movimiento es la fuerza que hace al cañón explotar

<b>C2</b>	rodaría sin detenerse sobre dicha superficie a menos que se encuentre un obstáculo o alguna fuerza que la detuviese.	que la detenga, también se puede decir una velocidad de 20 km/h y una longitud de 30 o 40 m.	la detenga como obstáculos o condiciones climáticas. mantendría un movimiento constante	gravedad ni la resistencia del aire, entonces podría permanecer en dicho estado de movimiento.	
<b>C3</b>	Rodaría si alguna fuerza la empujase y tendría 100pre la misma velocidad constante y sería una velocidad rápida.	Si la recta es infinita seguiría rodando hasta lo último la velocidad 100pre sería la misma	La esfera se impulsaría por una fuerza y rodaría con la misma velocidad 100pre pero sería una velocidad lenta	No porque la bala llega a un punto en que la fuerza se acaba porque no es la misma fuerza del impulso con el que salió	La fuerza del cañon
<b>C4</b>	Si el plano es inclinado creo que la bola hay mismo rodaría, igual si el plano se quedara quieto la bola se movería de un lugar para otro por que la bola es pesada.	Pues si no tuviera ningún impedimento ni de aire o algo así llegaría muy lejos y con una velocidad mucho mayor	Si el cuerpo es muy pesado se movería para los lados hasta un cierto tiempo, pero si es liviano se quedaría quieto.	Si no tiene algo que la detenga si, por que sale con mucha fuerza y mucha velocidad.	La fuerza
<b>C5</b>	La bola de bronce rodaría hasta que quizá tropiece con algo u ese algo la detenga por algún motivo	Tendría una alta velocidad ya que no hay nada que la detenga y también se puede descartar el desgaste de dicha esfera	Considero que si la esfera es algo pesada al soltarla en la superficie ideal horizontal se quedaría en un mismo punto de inicio (quiere decir que en donde la solto)	¡no! porque yo creo que así no haya u exista gravedad, dicha bala debe ir cayendo lentamente poco a poco.	Un empujon o una presión que haga que dicho cañon expulse la bala (la presión)
<b>Pregunta</b>	<b>P4</b>		<b>P5</b>		
<b>Caso</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>C1</b>	No puede ya que al dispararla se impulsa con una fuerza mayor la cual a medida que va moviéndose la bala y se va agotando por la fricción y la gravedad claro que evitando	Solo otra fuerza podría pararla ya sea material o la misma fricción del aire y la fuerza de gravedad. Que hace que esta sea llevada hacia abajo	Dado el caso de que la roca de 1 m es mas liviana que la de 100 m es obio que la mas liviana tendra un movimiento mas ligero y veloz. No creo que la de 100 m pueda moverla pero si	No creo ya que esta es mas pesada y con mayor longitud y masa entonces talvez la fuerza de la masa no supere el peso de esta roca claro que imaginando todo es posible.	Tal vez pero es mas posible que la de 1 m lo haga ya que su peso masa y fuerza es menor a la de 100 m mejor dicho una mosca tomandolo concienbte/ en la vida real

	estos obstáculos tal vez si sea posible.		si aunque choque primero no podra alcanzar la de 1 m.		jamás movería una roca de 100 m ya que su fuerza es inferior y más bien la mosca quedará en esa piedra
<b>C2</b>	Yo pienso que si por que si permanece en la bala siempre tendría la fuerza que la mantendría estable y en movimiento	Pues si esta fuerza se perdiera de la bala al ser disparada llegaría hasta un punto y se detendría y cambiaría su estado de movimiento a estar completamente quieta.	Pues si choca con la de 100 m. primero la movería, pero si con la fuerza que choco allí se devuelve y choca con la de 1 m, la roca de 1 m se movería mucho más que la roca de 100 m	Si la movería, por que se le aplica una fuerza y a todo lo que se aplica alguna fuerza se mueve así esta sea pequeña.	Pues, podrían cambiar de estado, por que la fuerza que la pequeña mosca les causó fue pequeña pero se movieron un poco
<b>C3</b>	Si pero llegara un momento que la fuerza se acabe y pierda el impulso de salida	Cuando se le acaba la fuerza a la bala o el impulso	Que depende de la superficie de la roca se moverá la roca	Creo que si si la superficie tiene unos picos en su base, muy suave/ se podría mover	Si por la fuerza o el impulso de la mosca y la superficie de las rocas.
<b>C4</b>	No porque la bala sale al estado de movimiento por su fuerza y la fuerza sale es del cañon.	Que no saliera con fuerza	Si la mosca pega primero en la chiquita pegará más duro en esa porque pierde velocidad y ya en la grande no pegaría tan duro	Depende de con la fuerza y velocidad que llegue la mosca.	Pasaría a otro estado si algo muy grande las hiciera mover.
<b>C5</b>	¡no! Porque la presión ya fue ejercida	Que tropiece o se choque con algo	A la primera puede que la mueva pero a la segunda roca no la mueve	¡no! Por que es una masa 99 % más grande y pesada que la de la mosca	¡no! Por su tamaño y peso. Mosca (0.5 m ), roca (1 m), roca (100 m ).

## 8.4 ENTREVISTA

De acuerdo a las respuestas dadas en el taller de conceptualización responde con sinceridad y explicando ampliamente las siguientes preguntas.

1. ¿Será que podemos decir que el impulso y la fuerza se refieren a lo mismo?  
¿Por qué?

2. ¿La masa de la bola de bronce influye en el movimiento de la bola?
3. ¿Cuándo la bola de bronce rueda, qué crees que la pueda detener?  
¿Cómo llamarías a esto?
4. ¿Crees que la bola de bronce puede rodar infinitamente o por siempre?  
¿Por qué?
5. ¿Será que la fuerza que se le aplica a la esfera o a la bala del cañón para ponerlas en estado de movimiento queda en la esfera o después de cierto tiempo se acaba?
6. ¿Cuándo crees que la esfera avanza más, cuando se lanza en una superficie inclinada o cuando se lanza en una superficie horizontal?
7. ¿Será que podemos pensar que fuerza es lo mismo que presión? ¿Por qué?
8. ¿Será que los obstáculos que se pueda encontrar la bala que sale del cañón en su recorrido pueden aplicarle fuerza a ésta? ¿Por qué?
9. ¿En la situación en que la mosca choca con las rocas, será que cuando choca con una y luego con la otra, a la mosca se le acaba la fuerza? ¿O choca con la misma fuerza?
10. ¿Crees que el tipo de superficie o de material que constituye las rocas influye para que ésta se mueva? ¿Por qué?
11. ¿Será posible que la mosca mueva las dos rocas con la misma fuerza sabiendo que una es más grande que la otra? ¿Por qué?

#### Matriz 4. Respuestas de los casos a la entrevista.

Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5
Caso					
C1	Depende de lo que haga porque el impulso está en la fuerza y al impulsar algo coge velocidad.	Si, porque entre mas grande sea el peso va a rotar el movimiento mas lento en la grande que el de la pequeña	Una fuerza mayor a la fuerza de gravedad o si hay obstáculos en la superficie.	Si no hay obstáculos. Depende de la fuerza que se aplique	Se va acabando la fuerza porque la bala no permanece en el aire con la misma fuerza del cañón.

<b>C2</b>	Si, porque la fuerza es como un impulso que se aplica.	Si, por la superficie dura y lisa ayuda al desplazamiento, que si fuera de otro material no tan liso, entonces si son dos una grande y una pequeña se mueven igual.	Puede ser un obstáculo o una superficie muy plana o con alguna inclinación hacia arriba.	Si no hay nada que la detenga podría rodar por mucho rato. y no se perdería la fuerza porque la superficie la seguiría deslizando	Esa fuerza se acaba, es externa, puede rodar un rato pero se acaba.
<b>C3</b>	Pues cuando hay un impulso se necesita fuerza, se complementan uno con el otro	No, porque depende del plano en el que esté	En condiciones ideales nada; en reales, obstáculos como desviación o un hueco	En un plano ideal si, si es real no porque siempre va a haber un obstáculo	Se acaba después de cierto tiempo porque la fuerza es como un impulso que se aplica una vez, entonces la bola no va a seguir con la misma fuerza. La fuerza no está metida en la bola
<b>C4</b>	Si porque todas dos son de movimiento, por eso mueven algo	No, lo que influye es el estado en el que están, en un estado de tierra será mas lento que en otro y la más pequeña se mueve más rápido.	No la detiene nada porque es liso y sin obstáculos.	Si, si está en condiciones ideales; en condiciones reales hay estados que la detienen.	Después de cierto tiempo se acaba, por que la fuerza sale del cañón, no la tiene la bolita adentro.
<b>C5</b>	En si pueden ser como iguales pero a la vez no porque ambos causan movimiento pero no inician igual. La fuerza hay que aplicarla pero el impulso se coge cuando rueda.	Al tener más masa va a rodar mas en un plano inclinado que en uno horizontal, en el que puede que se detenga mas rápido gracias al peso que tiene.	En ideales rodaría hasta que se acabe la fuerza o el impulso; en condiciones reales, algún obstáculo	No, si no hay obstáculos puede que se le acabe la fuerza o la fricción del aire puede ayudar a que pierda la velocidad y se detenga más rápidamente; en condiciones ideales no creo que se detenga	Después de cierto tiempo se acaba porque la fuerza o impulso sale del cañón y la bala pierde su fuerza poco a poco, cae o se detiene
<b>Pregunta</b>					
<b>Casos</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
<b>C1</b>	La inclinada porque va hacia abajo, es infinita y tal vez rueda	Casi no tendría que ver. La fuerza es empujar algo,	Antes le quitan fuerza, porque si la bala encuentra una fuerza mayor	Choca con la misma fuerza pero a las bolas no les hace el	Si porque dependiendo de la masa es el movimiento, la pequeña una

	con mas velocidad	hacerlo que se mueva. Presión es suprimirlo.	no la puede superar hace que se detenga	mismo efecto ya que una es mas grande que la otra	fuerza menor, la grande una fuerza mayor.
<b>C2</b>	Avanzará más en la inclinada por la posición de la superficie. En la horizontal no mucho pero si avanza	Si, porque al aplicar una presión hay que hacer una fuerza	Si, porque el viento o las condiciones como el viento le aplican una fuerza	Si se le acabaría un poquito la fuerza, porque al chocar con una se le puede disminuir por el impacto	Claro, si es rocosa o como pedazo de concreto porque no tiene forma definida.
<b>C3</b>	Inclinada, porque coge más velocidad si está en plano sigue derecho, pero inclinada sigue rodando infinitamente si es ideal.	No, porque fuerza es impulsar algo, y presión es poner un objeto contra otro pero no es fuerza.	Si va de frente no porque la detiene, pero si le da detrás si le puede dar más impulso	Se le acaba, porque al chocarse con una no tiene la misma fuerza para levantarse y chocarse con la otra	No, porque siempre va a haber una fuerza para hacerlas mover.
<b>C4</b>	Inclinada, porque va de para abajo y coge mas velocidad	No, porque la fuerza es lo que hace mover y presión no se decir, no es lo mismo	No, le quitan	Choca con la misma fuerza, rebota porque va a la misma velocidad	No, no se responder. No influye, roca es roca.
<b>C5</b>	En la inclinada, porque va a adquirir mas velocidad y si se acaba la inclinación va a seguir con fuerza o velocidad	La presión va a ayudar a que la bala salga con más potencia, y la fuerza es como, dependiendo, en parte son iguales porque al hacer fuerza y presión hay que aplicar una fuerza y son diferentes al hacer la fuerza para lanzar un objeto que sale pero no con la misma velocidad.	No, le reduce la fuerza. El aire le va a ir robando velocidad y quitándole poco a poco la fuerza. Pierde el movimiento	No, va a aplicar más fuerza al chocarse en la pequeña. Pero en la grande es más difícil porque esta pesa 99 % mas de lo que pesa la mosca.	Si, porque entre más masa más difícil que la mueva. Si, porque son mas duras, mas pesadas, entonces el material influye.
<b>Pregunta</b> <b>Caso</b>	<b>P11</b>				
<b>C1</b>	No, es posible porque la masa de la roca más grande tiene un peso mas avanzado que la fuerza que le puede aplicar la mosca, entonces a la pequeña la afecta mientras que a la grande no tanto.				
<b>C2</b>	No, por el tamaño porque cuando choca con una pierde impulso para la otra. En condiciones ideales la roca puede ser de forma mas definida y puede moverse más fácil.				

<b>C3</b>	Depende de la superficie, si es roca lisa se mueve mas fácil, si es rocosa no. Con la chiquita depende la superficie.
<b>C4</b>	No, porque la mosca no mueve a ninguna por mucha fuerza que lleve y necesitaría demasiada fuerza para moverla.
<b>C5</b>	No, por el peso.

## 8.5 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Introducción.

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por dar explicaciones al movimiento de los cuerpos y ha aprendido que existen medios para poner en movimiento a los cuerpos y que una vez adquirido éste, es interesante conocer las características que lo definen y lo mantienen.

En esta experiencia te invitamos a que respondas cuidadosamente desde tu iniciación en física y a partir del siguiente enunciado: La inercia puede ser entendida como una cualidad propia de los cuerpos materiales la cual permite dar cuenta de que estos son inertes. En este sentido se puede decir que no pueden existir unos cuerpos más inertes que otros y por consiguiente la inercia no puede ser medida.

Atendiendo a este planteamiento reflexiona sobre las cuestiones que se te plantean a continuación.

**Materiales:** Esferas de diferentes tamaños, papel de lija, arena, tabla de madera, papel arrugado y lámina de metal.

1. Coloca varias esferas de diferente tamaño sobre una mesa:

a. ¿En qué estado se encuentran?

- b. ¿Cómo crees que pueden cambiar de estado?
- c. ¿Qué harías para cambiarlas de estado?
- d. ¿Se mueven por si solas?
- e. ¿Habrá alguna más inerte que otra? Explica tu respuesta.

2. Coloca las esferas sobre las diferentes superficies y aplica fuerzas en cada una de ellas.

- a. ¿En qué estado se encuentran?
- b. ¿Por qué crees que cambiaron de estado? Explica tu respuesta.
- c. ¿Crees que se mueven todas con la misma velocidad? ¿A qué crees que se deba esto?
- d. ¿Sobre cual superficie duran más en movimiento? ¿Por qué?
- e. ¿Sobre cual superficie duran menos en movimiento? ¿Por qué?

3. Imagina la siguiente situación:

Se tiene una superficie totalmente plana, lisa, infinita y sin obstáculos sobre la cual se coloca una esfera totalmente lisa de masa  $m$ ; se le imprime una fuerza  $F$  a la esfera y ésta cambia del estado de reposo al estado de movimiento y se desplaza en línea recta. Piensa en lo siguiente:

- a. ¿Podría la esfera detenerse por si misma? ¿Por qué?
- b. ¿Bajo qué condiciones podría la esfera cambiar de estado? Explica.
- c. ¿Podría la esfera describir una curva cualquiera en un momento dado? ¿Por qué?

4. Si se sabe que por muy pequeña que sea la fuerza que se le aplique a un cuerpo, bien sea un cuerpo con mucha masa o con poca masa; ésta fuerza cambia el estado de movimiento del cuerpo. Imagina lo siguiente:

Se tienen dos esferas, una esfera A con una masa igual a 1m ( $m = 1m$ ) y una esfera B con una masa igual a 200m ( $m = 200m$ ) sobre una superficie totalmente lisa, plana, infinita y sin obstáculos. Inicialmente se encuentran en reposo y luego se les aplica a ambas esferas una fuerza F.

- ¿Qué crees que le pasará a cada una de las esferas?
- ¿Crees que la fuerza moverá a ambas esferas?
- ¿Cuál de las dos esferas crees que permanecerá mayor tiempo en movimiento? ¿Por qué?
- ¿Será posible que ambas esferas mantengan un movimiento infinito? Explica.
- ¿Cuándo crees que cambiarán de estado? Explica.
- ¿Cómo crees que incide la masa de ambas esferas en el movimiento que se genera inicialmente en ellas? Explica tu respuesta.
- ¿Cómo cambian tus respuestas para las preguntas c, d y f si el plano no fuera totalmente liso?

#### Matriz 5. Respuestas de los casos a la actividad experimental.

Pregunta	P1				
	A	B	C	D	E
<b>C1</b>	Las esferas se encuentran en un estado inerte, es decir sin movimiento	Me parecen que pueden cambiar de estado aplicando un movimiento (fuerza)	Les aplicaría fuerza para así poder crear algo de movimiento	No remueven por si solas porque son cuerpos inertes	No lo creo porque aunque las tres no son del mismo material son esferas que necesitan una fuerza para poder ser movidas
<b>C2</b>	En reposo	Aplicando una fuerza	impulsarlas	No	No por que la inercia no puede ser medida
<b>C3</b>	En reposo	Aplicandole una fuerza	Aplicarle una fuerza al elemento	La unica forma seria que estuvieran en una superficie inclinada	La de mayor tamaño porque es mas obalada que las otras
	Cuando las movi se mueven un ratico y después	Moviendolas en un lugar diferente puede ser	Las moveria de un lugar a otro	No tienen que tener una fuerza inicial para	Si porque son de diferentes tamaños y

<b>C4</b>	se quedan quietas	inclinado o liso		moversen	pesos
<b>C5</b>	Se encuentran en un estado de quietud reposo	Pues aplicando sobre ellas una fuerza mayor	Tal vez empujarlas con la mano	Es obio que no ya que su masa-peso no lo deja hacer, ademas aqui dentro no hay fuerza de gravedad	No ambas son igual de inertes lo unico que tienen de diferentes es la cantidad de fuerza que hay que ponerles para cambiar su estado ya que las hojas podrian moverse simple/ con soplarlas mientras que las esferas no
<b>Pregunta</b>	<b>P2</b>				
<b>Caso</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>C1</b>	En un estado de movimiento aunque no hay constante	Cambiaron de estado porque se les aplico una fuerza, aunque el movimiento no fue constante debido a la superficie	Lo que pude notar es que no todas se mueven con la misma velocidad debido a las diferentes superficies	Duran mas en movimiento en el aluminio porque la superficie es mas lisa y mucho menos áspera.	Pude notar que duraban menos en movimiento en dos superficies, en la arena y en papel, por que la arena es muy rugosa, o sea con mucha montañita al igual que el papel.
<b>C2</b>	En la madera ruedan hasta que algun objeto las detenga, en la lamina de metal al aplicarles la fuerza ruedan un poco y se detienen, en la arena por no ser lisa se detiene rapidamente , en el papel arrugado se detienen inmediatamente llegan a una superficie onda "hueco"	Por que no todas las superficies son iguales	No a que unas superficies eran lisas, en cambio las otras se encontraban en muy mal estado	En la superficie de madera aunque yo considero que era por la posición de la mesa de madera	En la arena porque es muy difícil encontrarles un lugar sin grumos o huecos.
	En movimiento	Al presentarse una fuerza sobre el elemento este	No porque en determinadas superficies al	Sobre la lámina de metal porque es una superficie plana y	Sobre la arena, porq' presenta mas

<b>C3</b>		cambia su estado de reposo a movimiento	presentarse mayor fricción disminuye la velocidad	lisa	fricción lo cual disminuye su velocidad
<b>C4</b>	En la base de arena se mantuvieron, la de madera se mueven un poco pero después se queda quieta.	Yo creo que cambian de estado por el peso que tiene cada bola.	No porque unas en la arena se paran mas ligero la grande es la ultima que para por el peso. No se mueven de la misma velocidad no todas tienen la misma fuerza. En la madera, en la base de papel se mueve mas la grande por su peso y su fuerza en la base de metal la grande se mueve mas ligero por su tamaño y por la fuerza.	En la de metal porque es bastante lisa	En la arena por la fricción.
<b>C5</b>	Por un momento cambian su estado pero vuelven al reposo	Por la fuerza que se les aplico a cada una de ellas	Yo creo que se debe al peso y a la masa que este posee y a la fuerza que se aplico a cada una de estas	En el metal porque esta era una superficie total/ plana y lisa mientras que en el papel arrugado	Sobre la de la tierra ya que esta no es una superficie total/ lisa y plana como la de metal y la madera etc
<b>Pregunta</b>	<b>P3</b>				
<b>Caso</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>		
<b>C1</b>	Yo pienso que si por que aunque no existan obstáculos o alguna otra cosa que la detenga, dicha fuerza se puede acabar	La esfera podría cambiar de estado, si hubiera viento, o algún obstáculo en la superficie, o la superficie fuera muy aspera.	No lo creo porque si la superficie es perfecta por así decirlo, que lo produciría, nada podría producirlo, a menos que se produzca algo inesperado como una ráfaga de viento o algo parecido		
<b>C2</b>	¡no! Por que si nos imaginamos la esfera lisa y un plano liso no tendría ningún impedimento y rodara y rodara...	Según las condiciones dadas yo considero que se detendría si se le acaba la fuerza con la que fue lanzada	Yo considero que para coger una curva tiene que existir la presencia de un tope aunque es algo ilógico ya que hablamos de que era en condiciones ideales y la bola iba siempre en línea recta		
<b>C3</b>	Considero que no porque esta sobre una superficie plana y lisa y no tendrá obstáculos que la detengan	Al presentarse una fuerza lo suficiente/ grave como para moverla o detenerla	No porque esta en una superficie total plana y lisa lo cual no le presentará obstáculos para cambiar su trayectoria		
<b>C4</b>	No porque no tiene nada que la detenga en esa base	Si no estuviera en movimiento	No porque esta en condición ideal o sea, no tiene nada que la pare etc.		

<b>C5</b>	No, porque la superficie es total/ plana, lisa e infinita y depende a la fuerza que uno le ponga seguira rodando a menos que una fuerza externa mayor lo pare.	Creo que la esfera podria cambiar de estado si estuviera en una superficie con fuerzas de gravedad o alguna fuerza mayor la detuviera	No estoy seguro pero creo que no ya que como pusimos fuerza sobre ella en una superficie total/ plana e infinita la esfera seguira rodando en una misma direccion ya que no hay obstaculos				
<b>Pregunta</b>	<b>P4</b>						
<b>Caso</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>C1</b>	Se moverian igualmente sin parar sobre esta superficie perfecta	Si creo que las mueva ya sea grande o pequeña la fuerza las moveria porque toda fuerza que se le aplica a un cuerpo le produce movimiento	Yo creo que las dos porque si la esfera es pequeña es pequeña la fuerza le duraría mas por ligera, pero a la mas pesada sería mas lenta pero su peso le ayudaria a conservar la fuerza lo cual la mantendría también en movimiento.	Si, en condiciones ideales por que las dos tendrian la fuerza pero hay un detalle, si se tiran las dos a rodar una rodaria mas ligero que la otra	Cuando encuentren un obstáculo, o dicha fuerza empiece a agotarse o la superficie se torne con curvas aunque sea lisa, tal vez así podran detenerse y cambiar de estado.	Pues la masa de ambas esferas, incide en el hecho que una por ser mas pesada ira mas despacio, y la otra por ser mas liviana ira mucho mas rapido.	Pues si el plano no fuera totalmente liso si no que con un poco de obstáculos en este caso lo que iria mas rapido, seria la mas pesada por su peso y la mas liviana muy lento debida a que no posee mucho peso
<b>C2</b>	Se les dara movimiento a una corta u larga distancia según la fuerza aplicada	Si aunque no las movera a ambas por igual por su peso y dimencion	La de 1 m por ser mas liviana se movera hasta con el roce del viento	No porque su propio peso las hara detener o ir disminuyendo su peso lentamente	Cuando se detengan	La mas pequeña tomara mas velocidad inicial, en cambio la otra se demorara mas en obtener una velocidad alta	Creo que l peso de la mas grande la hara detenerse en cualquier bache y la pequeña en cambi rebotara y su velocidad disminuira poco a poco
	Se moveran a una velocidad constante y	Si porque al estar en condiciones ideales la mas minima	Las dos permaneceran el mismo tiempo debido a que estan	Si porque se estan moviendo en una superficie	Cambiarían de estado si se presentase una fuerza	En ningun momento incide en condiciones ideales la	La de menor tamaño tiene una velocidad

<b>C3</b>	en una misma trayectoria	fuerza mueve el ele/ sin importar su fuerza o tamaño	en una superficie perfecta y esto no alterara su movimiento	completa/ plana lisa e infinita	que las detenga o las obstruya pero en este caso no es posible	masa el volumen son simpl/ referencias para el elemento	mas rapida pero un recorrido mas corto. Todo lo contrario sucederia con la otra.
<b>C4</b>	Yo creo que las dos se moverian igual por que en esa superficie no influye el peso si tienen la misma fuerza	Si porque la fuerza produce movimiento	Creo que ambas llegaran igual por la fuerza de ambas	Si porque estan en posición infinita lo que quiere decir que no paran	Si se chocan con otro cuerpo	No incide en nada el peso es relativo y el tamaño tambien	La de mayor tamaño tiene un recorrido lento pero dura mas y la de menor tamaño va a mas velocidad y con un recorrido que dura menos
<b>C5</b>	Pues cada una cambiara su estado de reposo a movimiento	Si porque la esfera se movera dependiendo a la cantidad de fuerza que en ellas se ponga aunque la de 1 m rodara mas ligero que la de 200 m	Creo que la que permanecera mayor tiempo en movimiento es la de 1 m ya que esta es mucho mas liviana.	Tal vez porque la superficie donde se encuentran no posee ninguna clase de obstáculo entonces no habra ninguna fuerza que las detenga	Pues cuando aparesca una fuerza mayor que se aplique a ellas y hagan suceder su cambio de estado	Entre menos sea su masa mas facil y ligero tendra facilidad de rodar mientras que mas grande y peso tengan sera mayor su peso lo que evitara su facilidad para rodar	Pues no rodaria infinita/ seria lo mismo de la f según el peso aunque tardaria mas rodando la de 1m

### Matriz 6. Correspondencia entre casos y modelos

Esta matriz recoge la correspondencia entre los casos y los modelos a través de todos los instrumentos, con el fin de observar el cambio en sus concepciones antes y después de las intervenciones de clase.

INSTRUMENTOS								
	Taller de indagación				Conversatorio			
Modelo Caso	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
C1				Como el punto de cambio de un estado en movimiento a un estado en reposo.				Algo está en movilidad y puede en cualquier momento parar.
C2				Cambio de un estado a otro como por ejemplo: movimiento a detenerse.			Es como el movimiento involuntario de un cuerpo quieto al movimiento.	
C3				Estar en reposo y pasar a movimiento y viceversa.				Es un cambio de estado,
C4				Cambio de un estado a otro.				Movimiento inesperado de un cuerpo.
C5				Sensación corporal por un movimiento brusco y luego quietud absoluta.				Es como ese cambio de estar quieto al movimiento.

INSTRUMENTOS								
	Taller de conceptualización				Entrevista			
Modelo Caso	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
C1		...rodaría infinitamente hasta encontrar un obstáculo que la hiciese parar.				Si no hay obstáculos no la detiene nada y depende de la fuerza que se aplique		
C2		Se movería infinitamente, si al principio fue impulsada con una gran fuerza ya que en plano no hay nada que la detenga				Si no hay nada que la detenga podría rodar por mucho rato. y no se perdería la fuerza porque la superficie la seguiría deslizando		
C3		Si la recta es infinita seguiría rodando hasta lo ultimo y la velocidad siempre sería la misma.				En un plano ideal si se moverá infinitamente, si es real no porque siempre va a haber un obstáculo		

<b>C4</b>				si no tuviera ningún impedimento ni de aire o algo así llegaría muy lejos y con una velocidad mucho mayor		Si, si está en condiciones ideales rodará infinitamente, en condiciones reales hay estados que la detienen.		
<b>C5</b>		Rodaría hasta que quizá tropiece con algo u ese algo la detenga por algún motivo.				En condiciones ideales no creo que se detenga.		

<b>INSTRUMENTO</b>				
	<b>Actividad experimental</b>			
<b>Modelo</b>				
<b>Caso</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
<b>C1</b>	No se mueven por si solas porque son cuerpos inertes.  Me parecen que pueden cambiar de estado aplicando un movimiento (fuerza)			
<b>C2</b>	No hay cuerpos más inertes que otros porque la inercia no puede ser medida.  Cambian de estado aplicando una fuerza.			
<b>C3</b>	Al presentarse una fuerza sobre el elemento este cambia su estado de reposo a movimiento.  Se moverán a una velocidad constante y en una misma trayectoria.			
<b>C4</b>	Cambiarán de estado si se chocan con otro cuerpo.  No puede describir una curva porque esta en condición ideal osea, no tiene nada que la pare.			
<b>C5</b>	No, porque la superficie es total/ plana, lisa e infinita y depende a la fuerza que uno le ponga seguirá rodando a menos que una fuerza externa mayor lo pare.  Cambiarán de estado cuando aparezca una fuerza mayor que se aplique a ellas y haga suceder su cambio de estado.			

### Matriz 7. Seguimiento de cada caso por cada instrumento.

Esta matriz recoge las respuestas de los casos referidas exclusivamente a la concepción del concepto de inercia, de manera que se pueda determinar el cambio sus ideas a través de toda la investigación para posteriormente sacar los asertos y conclusiones sobre los hallazgos.

Caso 1				
Instrumentos				
1	2	3	4	5
Como el punto de cambio de un estado en movimiento a un estado en reposo.	Por ejemplo, algo está en movilidad y puede en cualquier momento parar.	La esfera rodaría infinitamente hasta encontrar un obstáculo que la hiciese parar.	Si no hay obstáculos la esfera puede rodar infinitamente.	- No se mueven por si solas porque son cuerpos inertes. - Pueden cambiar de estado aplicando un movimiento (fuerza).
<p><b>Aserto:</b> Este caso en los instrumentos 1 y 2 manifiesta su idea de inercia como un cambio de estado, concepción que se relaciona con el modelo explicativo 4 que no tiene correspondencia con los históricos; posteriormente después de las intervenciones en los instrumentos 3, 4 y 5 sus representaciones se corresponden con el modelo explicativo 1 concerniente a Newton al plantearla como cualidad física.</p>				
Caso 2				
Instrumentos				
1	2	3	4	5
Cambio de un estado a otro como por ejemplo: movimiento a reposo.	Es como el movimiento de un cuerpo que está quieto al movimiento.	La bola de bronce rodaría sin detenerse sobre dicha superficie a menos que se encuentre un obstáculo o alguna fuerza que la detuviese.	Si no hay nada que la detenga podría rodar por mucho rato... Esa fuerza se acaba.	- Porque si nos imaginamos la esfera lisa y un plano liso no tendría ningún impedimento y rodará y rodará infinitamente.  - La inercia no puede ser medida.
<p><b>Aserto:</b> En los instrumentos 1 y 2 este caso expresa la inercia como el cambio en si de estado, pero a partir del instrumento 3 empieza a cambiar su concepción hasta concebir la inercia como una propiedad de todos los cuerpos que los hace inertes y de esta manera a corresponderse con el modelo newtoniano y esto se nota claramente en el instrumento 5.</p>				

<b>Caso 3</b>				
<b>Instrumentos</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Es por ejemplo de estar en reposo y pasar a movimiento y viceversa.	Es un cambio de estado.	Si la recta es infinita seguiría rodando y la velocidad siempre sería la misma.	La esfera sigue rodando infinitamente si el plano es ideal.	Al presentarse una fuerza sobre el elemento éste cambia su estado de reposo a movimiento.
<b>Aserto:</b> Este caso hasta el instrumento 2 concibe la inercia como cambio de estado, pero después del instrumento 3 empieza a conceptualizar la inercia como una propiedad que impide que los cuerpos hagan algo por si solos al expresar que se necesita de una fuerza externa para cambiar los estados de movimiento y por tanto se corresponde con el modelo newtoniano. Así mismo es notable que distingue entre condiciones reales e ideales.				
<b>Caso 4</b>				
<b>Instrumentos</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Cambio de un estado a otro.	Movimiento inesperado de un cuerpo.	Pues si la esfera no tuviera ningún impedimento ni de aire o algo así llegaría muy lejos...	Si la esfera está en condiciones ideales se moverá infinitamente; en condiciones reales hay obstáculos que la detienen.	La esfera se detiene si se choca con otro cuerpo.
<b>Aserto:</b> Este caso conceptualizó en el instrumento 1 la inercia como cambio de estado, luego en el instrumento 2 se evidenció un cambio al pensar la inercia como un movimiento inesperado del cuerpo y posteriormente en los instrumentos 3, 4 y 5 nuevamente cambió su concepción al plantearla de acuerdo al pensamiento newtoniano como cualidad física. Además se nota que este caso logró distinguir entre condiciones ideales y reales.				
<b>Caso 5</b>				
<b>Instrumentos</b>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Sensación corporal por un movimiento brusco y luego quietud absoluta.	Es como ese cambio de estar quieto al movimiento.	La bola de bronce rodaría hasta que quizá tropiece con algo y ese algo la detenga.	Puede que se le acabe la fuerza o la fricción del aire puede ayudar a que pierda la velocidad y se detenga más rápidamente; en condiciones ideales no creo que se detenga.	No ambas son igual de inertes, lo único que tienen de diferentes es la cantidad de fuerza que hay que aplicarles para cambiar su estado.
<b>Aserto:</b> Este caso en los instrumentos 1 y 2 asocia la inercia con una sensación				

corporal que se siente cuando se cambian los estados de movimiento, luego en el instrumento 3 la concibe como cualidad física del cuerpo, pero en el instrumento 4 no es clara su idea, pues piensa que la fuerza aplicada queda en el cuerpo y ésta se acaba, pero también expresa que el cuerpo se detiene si choca con algo externo a la vez que manifiesta que en condiciones ideales no se detiene. Finalmente en el instrumento 5 se corresponde con el modelo newtoniano al expresar claramente que la inercia es una cualidad física que impide que los cuerpos cambien de estado por si solos.

## **9. ANÁLISIS DE LOS HALLAZGOS**

El análisis de la información se realiza primero describiendo los hallazgos en cada instrumento, de manera que se puedan notar las particularidades de los casos en cada uno de estos y luego de acuerdo a la correspondencia entre categorías, modelos, casos e instrumentos; todo esto con el fin de triangular entre instrumentos, casos, categorías y modelos.

Posteriormente se hace un análisis concluyente con base en la matriz que deja ver el seguimiento de cada caso por cada instrumento con el fin de extraer los asertos.

De acuerdo a lo planteado, se realiza el análisis con base en las siguientes categorías y modelos los cuales se corresponden entre si, es decir que a cada categoría le corresponde un modelo.

### **CATEGORÍAS**

- ◆ Las categorías establecidas en el marco conceptual son tres: la inercia como una cualidad física de todos los cuerpos que los hace inertes o no vivos y que por ello éstos por si solos no pueden cambiar su estado de movimiento; la inercia como conservación de los estados de movimiento y la inercia como estado del cuerpo.
- ◆ Las categorías que han surgido a través de la investigación son dos: la inercia como una sensación corporal y la inercia como un cambio de estado.

### Matriz 8. Descripción de las categorías.

Categoría	Descripción
A	Inercia como cualidad física de todos los cuerpos que los hace inertes.
B	Inercia como conservación de los estados de movimiento.
C	Inercia como estado del cuerpo.
D	Inercia como cambio de estado.
E	Inercia como sensación corporal.

### MODELOS

- ◆ Modelo newtoniano (**M1**): La inercia es una propiedad o cualidad natural de todos cuerpos que al estar compuestos de materia permanecen en el mismo estado de reposo o movimiento y tal permanencia en el movimiento sólo se da por la ausencia de fuerzas externas.
- ◆ Modelo galileano (**M2**): En ausencia de todo impedimento externo un cuerpo puesto en movimiento continuará moviéndose indefinidamente sobre un plano horizontal.
- ◆ Modelo cartesiano (**M3**): La tendencia al movimiento lineal es propia de todo cuerpo.
- ◆ Modelo que no tiene correspondencia (**M4**): La inercia no se relaciona con ningún concepto físico o con ninguno de los teóricos tratados en la investigación.

## Matriz 9. Correspondencia de categorías y modelos

Modelo	Descripción	Categoría	Descripción
<b>M1</b>	Newtoniano	<b>A</b> (Prevista)	Inercia como cualidad física de los cuerpos.
<b>M2</b>	Galileano	<b>B</b> (Prevista)	Inercia como conservación de los estados de movimiento.
<b>M3</b>	Cartesiano	<b>C</b> (Prevista)	Inercia como estado del cuerpo.
<b>M4</b>	No tiene correspondencia	<b>D</b> (No prevista)	Inercia como cambio de estado.
		<b>E</b> (No prevista)	Inercia como sensación corporal.

### 9.1 CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN

Este primer instrumento permite comprender las ideas que tienen los casos sobre el concepto de inercia a partir de varias preguntas que pretenden obtener información sobre el mismo concepto para contrastarlas entre si.

Se puede decir entonces que dos casos – C2 y C3 – conciben la inercia como un cambio de estado, de reposo a movimiento o viceversa, así lo expresa C3 “El cambio de las cosas es por ejemplo de estar en reposo y pasar a movimiento”; a la vez identifican el estado como una circunstancia de los cuerpos, mientras que C4 plantea que “Es el cambio de un estado a otro”, pero no especifica el tipo de estado, de lo que podría inferirse que no tienen claridad frente a dicho concepto; además de que es notable que piensan la inercia como el cambio en si del estado. Al respecto se puede decir que estos tres casos no identifican, en primer lugar la inercia como una propiedad física de todos los cuerpos como lo explica el modelo

newtoniano del marco conceptual y en segundo lugar los estados de reposo o movimiento como circunstancias en las que se encuentran los cuerpos.

De otro lado, podría señalarse que a C4 le hace falta claridad cuando dice que el cambio de estado se debe “A la fuerza de atracción”, lo que muestra que este caso tal vez cree que la inercia tiene relación con el concepto de fuerza, pero no la distingue como cualidad física de los cuerpos.

Ahora, C1 expresa la inercia en términos de impulso y fuerza presentando así una confusión entre éstos dos términos, además de que define la inercia como un punto de cambio entre el movimiento y el reposo y aunque al parecer tiene claro éstos dos como situaciones de los cuerpos no identifica el concepto de inercia como cualidad de los cuerpos al expresar “Que en todas partes hay inercia, cuando un objeto o alguien van a una velocidad extrema y luego cambia a un estado de reposo la fuerza con la que iba hace que este haga una parada como en seco”.

En lo que se refiere a C5 se observa que explica la inercia como una sensación corporal, pues plantea que ésta se siente en el cuerpo cuando se experimentan cambios bruscos del estado de movimiento al estado de reposo; incluso hace alusión a la inercia como un “calambre” y la define como: “Sensación corporal por un movimiento brusco y luego quietud absoluta”. Así mismo, este caso no tiene claridad entre los conceptos de gravedad e inercia al plantear que cuando se pasa del estado de movimiento a reposo esto ocurre por la gravedad. Por consiguiente, este caso concibe la inercia no como una cualidad de los cuerpos que los hace inertes, sino como un efecto que pueden sentir los seres vivos como producto de los cambios del estado de movimiento.

Es evidente que este primer instrumento revela que ninguno de los cinco casos comprende la inercia como una cualidad física de todos los cuerpos que los hace inertes o no vivos, es decir, que no se acercan al modelo newtoniano contemplado en el marco conceptual; incluso no la conciben como una de las propiedades de la

materia, pues al parecer no la identifican; además de que en algunas situaciones la refieren con conceptos no relacionados con la física como el de sensación corporal. Del mismo modo, se observa que prevalece el concepto de estado o cambio de estado, pero sin un entendimiento adecuado de éste.

## **9.2 CONVERSATORIO**

Este instrumento tiene como objetivo comprender algunas ideas detectadas en el taller de indagación que requerían ser aclaradas para poder implementar el taller de conceptualización.

Se aprecia que dos casos – C3 Y C4 – consideran que el impulso es una fuerza y por tanto genera movimiento, así lo manifiestan: “Si hay fuerza, hay movimiento”, dejando ver que los conceptos, fuerza e impulso, tienen igual significado para ellos. Todos los casos consideran que el movimiento se genera a partir de una fuerza, de ahí que el movimiento no se puede efectuar si no hay una fuerza que sea aplicada sobre los cuerpos, es decir, los casos piensan la fuerza como la condición para el movimiento y no como la causa en los cambios de estado de movimiento de los cuerpos. De otro lado, C2 dice que la fuerza es directamente proporcional al movimiento, pues plantea que “Entre más fuerza se aplique, más dura el movimiento”.

Ahora bien, ninguno de los casos expresa la posibilidad de que un cuerpo se mueva sin la presencia de fuerzas de contacto actuando sobre él; por lo tanto, si no hay fuerza sobre el cuerpo éste permanece en reposo. Al respecto se puede decir que estas ideas sobre los conceptos de movimiento y fuerza, genera dificultades para una comprensión adecuada de la ley de inercia formulada por Newton, pues en ésta es necesario considerar la fuerza como la que genera los cambios en los estados de movimiento de los cuerpos y no como la que genera el movimiento en sí.

De otro lado, se nota la prevalencia del concepto de inercia como una sensación corporal, al relacionarla con situaciones de orden emocional dados por cambios inesperados y bruscos en los estados de movimiento de los cuerpos; así lo deja ver C1 al expresar que: “Uno puede cambiar de tranquilo a nervioso en cualquier momento”. Sin embargo, es preciso aclarar que este tipo de aportes no son relevantes para esta investigación.

También se evidencia la inercia como un cambio inesperado e involuntario que experimenta un cuerpo cuando está en reposo y pasa a movimiento, de lo que se puede inferir que los casos perciben la inercia como el cambio de los estados de movimiento de los cuerpos y esto no depende de ellos; por ejemplo C3 cree que este cambio de estado no es infinito: “Uno está quieto y en un momento inesperado, involuntario por el cuerpo hace un movimiento pero vuelve a su estado normal, nunca queda en ese movimiento, siempre vuelve a su estado”, es decir, que el cuerpo cuando cambia su estado de reposo a movimiento, en algún momento éste volverá nuevamente al estado de reposo.

En este sentido, cuando se les cuestiona acerca de lo que entienden por cambio de estado algunos casos como C3 lo relacionan con los cambios de estado de la materia, mientras que otros como C1 y C4, lo refieren con la posición y con la forma de los cuerpos; de lo cual se infiere que asocian esta situación con cambios físicos y químicos de los cuerpos.

Por su parte C2 considera que la inercia es lo mismo que gravedad, ya que en ambas se hace necesaria la presencia de fuerzas para que se dé el fenómeno; así lo expresa: “Gravedad es lo mismo porque siempre está aplicando una fuerza hacia abajo”. Por tanto, este caso al parecer asocia la inercia a la fuerza.

En consecuencia, se puede decir que las ideas de los casos aún no se relacionan con las concepciones newtonianas tratadas en el marco conceptual, es decir, no conciben la inercia como cualidad física de todos los cuerpos que los hace no

vivos y que por ende los imposibilita para cambiar de estado por si mismos; además es imprecisa la concepción de cambio de estado al relacionarla con la inercia y con el movimiento, pues no piensan el movimiento y el reposo como circunstancias o estados de los cuerpos, sino como el cambio en si del estado, así lo expone C2: “Para que halla un estado tiene que haber un cambio”.

De otro lado, algunos casos plantean que para que un movimiento cese es necesaria la presencia de una fuerza externa que lo detenga; ya que asumen que si sobre un cuerpo en movimiento no actúa ninguna fuerza externa a él, este persevera en su estado de movimiento; tal es el juicio de C1, C3 y C4: “Cuando una fuerza y otra fuerza chocan, entonces se quedan los dos (cuerpos) quietos”. Sin embargo C2 y C5 manifiestan que el movimiento es propio del cuerpo, de modo que por sí mismo se puede mover o detener: “Al final iría más despacio (la esfera) porque se le acaba el impulso y se queda quieta”. Por consiguiente, se podría pensar que interpretan que la fuerza pertenece al cuerpo y no habría necesidad de una fuerza externa al cuerpo que lo moviera o detuviera, pues él por si mismo podría hacerlo. No obstante, estos dos casos -C2 y C5- consideran que un cuerpo que es puesto en movimiento y que no presenta obstáculos en su trayectoria, se seguirá moviendo eternamente.

Por otra parte en C2, C3 y C4, es notable que consideran que la fuerza que se le aplica a los cuerpos se mantiene durante el movimiento de los mismos y cuando se acaban el cuerpo queda quieto: “El cuerpo para porque va perdiendo la fuerza”. De esta manera, se puede decir que no es necesaria la presencia de una fuerza externa al cuerpo para que se detenga, sino que va a depender de la cantidad de fuerza que se le imprima al cuerpo.

De lo anterior se puede deducir que todavía hace falta claridad sobre la inercia, los estados de movimiento y las causas que hacen que cambien dichos estados, ya que, en ocasiones los casos recurren a fuerzas externas y en otras a fuerzas existentes en el cuerpo para explicar determinados fenómenos. Por consiguiente,

se infiere que no hay correspondencia con los planteamientos newtonianos. Al respecto se puede decir que las ideas expresadas en el cuestionario de indagación se mantuvieron y la mayoría de los casos fueron coherentes con sus respuestas en dicho cuestionario.

### **9.3 TALLER DE CONCEPTUALIZACIÓN**

Por medio de este instrumento se pueden apreciar las ideas que poseen los casos después de la intervención correspondiente al tema de inercia.

Se aprecia entonces que los casos conciben la inercia como una propiedad presente en los cuerpos al describir el movimiento constante e infinito de un cuerpo sobre una superficie ideal, en la cual no hay obstáculos de ninguna clase, pero C4 establece relación entre el movimiento del cuerpo y la masa del mismo, aunque él lo expresa en términos de peso debido a que asume que estos dos conceptos son semejantes; al plantear que “Si el plano se quedara quieto la bola se movería de un lugar para otro porque la bola es pesada” , es decir considera que el movimiento depende de la masa del cuerpo.

Tres casos, C1, C2 y C3 consideran que el movimiento del cuerpo depende directamente de una fuerza aplicada, asumida por C2 y C3 como impulso, la cual genera el movimiento de los cuerpos “La esfera se impulsaría por una fuerza y rodaría”; mientras que C4 y C5 consideran que el movimiento del cuerpo está influenciado por su masa, de lo que se puede deducir que al parecer estos últimos relacionan la inercia con la masa de los cuerpos.

Se evidencia también que C2 concibe la inercia a partir de las condiciones ideales como una cualidad de los cuerpos que les permite conservar su estado de movimiento al manifestar que: “Se movería infinitamente (la esfera) si al principio

fue impulsada con una gran fuerza ya que en plano no hay nada que la detenga como obstáculos o condiciones climáticas. Mantendría un movimiento constante”; mientras que en C1 se observa que establece relación entre el movimiento de los cuerpos y la fuerza de gravedad cuando expresa que: “Sólo otra fuerza podría pararla ya sea material o la misma fricción del aire y la fuerza de gravedad que hace que ésta sea llevada hacia abajo... pero en el aire no puede quedarse ya que la fuerza de gravedad no permitiría esto”.

Ahora, para todos los casos la fuerza es la que le da el movimiento al cuerpo y ésta se acaba en un momento determinado lo que lo hará volver a su estado de reposo: “La bala llega a un punto en que la fuerza se acaba porque no es la misma fuerza del impulso con el que salió... Si pero llegará un momento que la fuerza se acabe y pierda el impulso de salida”.

Así mismo, los casos C2 y C3 consideran que la fuerza está en el propio cuerpo y cuando ésta se acaba el cuerpo se detiene: “Pues si esta fuerza se perdiera de la bala al ser disparada llegaría hasta un punto y se detendría y cambiaría su estado de movimiento a estar completamente quieta... se detendrá cuando se le acaba la fuerza a la bala o el impulso”, dejando ver una falta de claridad acerca del concepto de fuerza. Sin embargo todos los casos plantean que para cambiar el estado de reposo a movimiento de un cuerpo es necesario aplicar una fuerza, pero conciben ésta como la generadora de éste movimiento y no como la causa en los cambios de dicho estado expresando de este modo concepciones no relacionadas con los planteamientos newtonianos. Ahora bien, los casos C1 y C5 son conscientes de que para que un movimiento cese es necesaria la presencia de fuerzas externas que cambien dicho estado acercándose a la concepción newtoniana sobre inercia: “La bola de bronce rodaría hasta que quizá tropiece con algo u ese algo la detenga por algún motivo... rodaría infinitamente hasta encontrar un obstáculo que la hiciese parar”.

Algunos casos como C2 y C3 consideran que por muy pequeña que sea una fuerza aplicada a un cuerpo ésta cambia el estado de movimiento del mismo; entonces se puede decir que conciben la fuerza como la causante de los cambios de estado de movimiento de los cuerpos coincidiendo con las ideas newtonianas al decir que: “Si la movería (roca) porque se le aplica una fuerza y a todo a lo que se aplica alguna fuerza se mueve así ésta sea pequeña”. Por su parte, los casos C1, C4 y C5 relacionan el movimiento de los cuerpos con la masa; pues si a un cuerpo grande se le aplica una fuerza pequeña, no tendrá ningún efecto sobre éste, como por ejemplo lo plantea C1: “La más liviana (roca de 1m) tendrá un movimiento más ligero y veloz. No creo que la de 100 m pueda moverla... A la primera puede que la mueva pero a la segunda roca no la mueve”. En consecuencia, para estos casos el movimiento de los cuerpos está influenciado tanto por su masa como por la fuerza que se le aplique.

Por consiguiente, se puede decir que algunos de los casos todavía no establecen diferencias entre condiciones ideales y reales y esto impide un adecuado razonamiento sobre la inercia.

#### **9.4 ENTREVISTA**

A través de esta entrevista se pretende profundizar los conceptos que no quedaron claros después de la aplicación del taller de conceptualización.

Se puede apreciar que los casos C2, C3, C4 y C5 piensan la fuerza y el impulso como conceptos semejantes, aunque C5 trata de diferenciar entre ambas ideas al expresar que “Ambos causan movimiento pero no inician igual. La fuerza hay que aplicarla pero el impulso se coge cuando rueda”, de este modo asumen la fuerza como aquella que se aplica por contacto con el cuerpo y el impulso como algo que se va adquiriendo a medida que el cuerpo rueda; mientras que para C1 hay

relación entre los conceptos al manifestar que “Depende de lo que haga porque el impulso está en la fuerza y al impulsar algo coge velocidad”.

De la misma manera, se evidencia también que los casos coinciden en que la fuerza aplicada a un cuerpo es externa al mismo, expresada en afirmaciones como la de C2: “Esa fuerza se acaba, es externa, puede rodar un rato pero se acaba”, pero C3 y C5 asocian el concepto de fuerza con el concepto de impulso, más reconocen que la fuerza no está dentro del objeto: “Se acaba después de cierto tiempo porque la fuerza es como un impulso que se aplica una vez...La fuerza no está metida en la bola”; de lo que se puede decir que los casos no tienen claridad frente a ambos conceptos.

De otro lado, es notable que los casos relacionan la cantidad de masa con el movimiento de los cuerpos, pues – C1, C2 y C5 – asocian dicha propiedad con el movimiento al expresar ideas como: “Al tener más masa va a rodar más en un plano inclinado que en uno horizontal, en el que puede que se detenga más rápido gracias al peso que tiene”, o como lo plantea C5 al enunciar que: “Entre más masa más difícil que la mueva...”, incluso como lo afirma C1: “Dependiendo de la masa es el movimiento, la pequeña una fuerza menor, la grande una fuerza mayor”. De lo que podría inferirse que para tales casos la masa mide la inercia, aunque debe aclararse que en general para los casos la masa y el peso significan lo mismo. Ahora, C2, C3 y C4, creen que el movimiento está influenciado por condiciones externas como el plano en el que se encuentre el cuerpo como se manifiesta en la siguiente afirmación: “Si, por la superficie dura y lisa ayuda al desplazamiento, que si fuera de otro material no tan liso...” lo que indica que para los casos el movimiento de los cuerpos está determinado por las condiciones que son las que generan fuerzas externas.

En lo que se refiere a la condición necesaria para que cese el movimiento de los cuerpos, C1 plantea que lo que hará detener la esfera es “Una fuerza mayor a la fuerza de gravedad o si hay obstáculos en la superficie”, y C5 dice que: “En

(condiciones) ideales rodaría hasta que se acabe la fuerza o el impulso; en condiciones reales, algún obstáculo”, evidenciándose que los casos interpretan la situación de dos formas; primero que para que haya un cambio en el estado de movimiento, es necesaria que al cuerpo se le acabe la fuerza, dando a entender con ello que la fuerza aplicada queda en el cuerpo, y segundo que se necesita de la presencia de una fuerza externa que haga pasar el cuerpo al estado de reposo; de modo no existe claridad en el concepto de fuerza, es decir si ésta es externa a los cuerpos o interna. Así mismo, se aprecia que existe una asociación del concepto de fuerza al de gravedad, ya que al parecer para C1 significan lo mismo.

Del mismo modo, se puede apreciar que los casos C2, C3 y C4 diferencian entre condiciones ideales y reales, describiendo por ejemplo que: “En condiciones ideales nada; en (condiciones) reales, obstáculos como desviación o un hueco”. Por lo cual se puede decir que a nivel general los casos coinciden que en condiciones reales, circunstancias como el tipo de superficie o los obstáculos que se puedan presentar al poner en movimiento un cuerpo son decisivos para cambiar su estado; más aún, todos los casos plantean que el movimiento del cuerpo podrá permanecer imperturbable en condiciones ideales al menos que un objeto u obstáculo se presente para impedirlo y lo expresan en afirmaciones como: “En un plano ideal si, si es real no porque siempre va a haber un obstáculo”. Por consiguiente se puede inferir que los casos asumen que los cuerpos cambiarán su estado de movimiento debido a la presencia de fuerzas externas y que reconocen y establecen diferencias entre las condiciones reales e ideales planteadas por Galileo e implementadas en los instrumentos anteriores.

De lo anterior se puede concluir que los casos piensan que el movimiento se produce a partir de una fuerza, que éste no se puede generar si no existe una fuerza que se aplique sobre los cuerpos, es decir, asumen la fuerza como una condición para el movimiento, pero les cuesta identificarla como la causa de los cambios de los estados de movimiento de los cuerpos.

Así mismo, establecen diferencias entre las condiciones reales e ideales, pues reconocen que condiciones como la fricción, la superficie o el aire pueden influir en el movimiento del cuerpo. De la misma manera, se puede decir que para los casos, en condiciones ideales, los cuerpos continúan en estado de movimiento eternamente, mientras que en condiciones reales es necesaria la presencia de una fuerza externa al cuerpo para que se detenga. Así las cosas, pareciera que identifican el concepto de inercia tanto en condiciones ideales como reales, aunque es necesario trabajar más sobre los conceptos de masa y fuerza, de modo que logren una mayor comprensión.

## **9.5 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL**

Por medio de esta actividad se pretende afianzar en los casos el concepto de inercia a partir del modelo newtoniano, así como propiciar que hallen la diferencia con el concepto de fuerza y entre los estados de movimiento y reposo, de modo que se pueda reconocer el cambio en sus concepciones a través de toda la investigación.

Se aprecia que cuatro de los cinco casos – C1, C2, C3 y C5 – identifican claramente el estado de reposo, mientras que C4 no lo hace al igual que con el concepto de fuerza, pues no expresa que ésta es la responsable del cambio de estado, sino el peso de los cuerpos, aunque se debe aclarar que los casos asumen el peso como masa y no como una fuerza; al tiempo que los demás atribuyen el cambio de estado a una fuerza que se debe aplicar para que éste ocurra. Es notable que tres de ellos – C1, C2 y C5 – utilizan la palabra inerte o inercia para describir las situaciones planteadas, es decir, que al parecer reconocen la inercia como una propiedad de todos los cuerpos y esto lo corrobora la respuesta de C5 al numeral e de la pregunta 1: “No ambas (las esferas) son igual de inertes lo único que tienen de diferentes es la cantidad de fuerza que hay que ponerles para cambiar su estado”. Se puede decir entonces, que

posiblemente este caso ha logrado a través de las intervenciones distinguir entre los conceptos de fuerza e inercia; concibiendo la primera como algo externo a los cuerpos y la segunda como una cualidad física de todos ellos. Por consiguiente y de acuerdo con las reflexiones adelantadas en el marco conceptual éste caso tiene una correspondencia con el modelo newtoniano, el cual plantea que la permanencia en el movimiento sólo se da por la ausencia de fuerzas externas y la inercia es una propiedad o cualidad natural de todos cuerpos que al estar compuestos de materia permanecen en el mismo estado de reposo o movimiento.

Sin embargo, se debe decir que aunque C5 expresa comprensión sobre el concepto de inercia tiende a asociar el concepto de fuerza con los de gravedad y masa.

En lo referente al estado de movimiento, tres casos lo diferencian – C1, C3, C4 y C5 – mientras que para C4 no es claro, pues no utiliza la palabra para nombrarlo, sino que recurre a descripciones imprecisas como la siguiente: “Cuando las moví se mueven un ratico y después se quedan quietas”; además de que este caso es insistente en señalar que el cambio de estado se debe al peso, aunque se debe precisar que con ello se refiere a la masa. De otro lado, todos los casos manifiestan que en condiciones reales el tipo de superficie y los obstáculos que las esferas encuentran cuando se colocan en estado de movimiento son determinantes para cambiar su estado.

Ahora bien, cuando se les plantean las condiciones ideales en las que la esfera deberá permanecer en estado de movimiento infinitamente hasta cuando halle un obstáculo, C1 y C2 no manifiestan claridad al expresar que la fuerza aplicada a la esfera queda en ésta, ya que “Se detendría si se le acaba la fuerza con la que fue lanzada” y luego al decir que “La esfera podría cambiar de estado, si hubiera viento, o algún obstáculo en la superficie”, con lo que dejan ver que la fuerza aplicada no permanece en el cuerpo y por tanto es externa a él. En consecuencia

se puede decir que estos casos creen que el cuerpo se mueve por si mismo y por tanto puede cambiar su estado.

En cuanto a los otros tres casos – C3, C4 y C5 – consideran la fuerza como algo externo a los cuerpos y como causa de los cambios en el estado de movimiento, así lo expresa por ejemplo C5 “Seguirá rodando (la esfera) a menos que una fuerza externa mayor la pare”. Sin embargo, se nota la prevalencia de este caso en asociar el concepto de fuerza con la fuerza de gravedad al exponer que: “además aquí dentro no hay fuerza de gravedad”.

Así mismo, en la parte donde se tienen las dos esferas de diferente masa – también en condiciones ideales – a las cuales la fuerza aplicada debe cambiarlas de reposo a movimiento, es notable que C1, C3, C4 y C5 están de acuerdo en que por pequeña que sea la fuerza, ésta moverá a ambas esferas; aunque es notorio que para C1 la fuerza que se aplica se acaba, mientras que para C3 y C4 las esferas permanecerán en movimiento hasta que una fuerza externa cambie el estado, así lo ratifica C3: “Al estar en condiciones ideales la más mínima fuerza mueve el elemento sin importar su fuerza o tamaño”, mientras que C5 piensa que la que “Permanecerá mayor tiempo en movimiento es la de 1 m ya que esta es mucho mas liviana”. En consecuencia, se puede decir que éste caso continua asociando la fuerza con la masa, pero a la vez identifica que la fuerza es externa y que ésta cambia el estado de movimiento “Cuando aparece una fuerza mayor que se aplica a ellas y hace cambiar de estado”.

En lo que concierne a C2, este caso considera que la fuerza no mueve las esferas de igual forma debido a su masa y a la vez es ésta la que las hace detener y por ello no persisten en este estado infinitamente, así lo afirma: “No las moverá a ambas por igual por su peso y dimensión... porque su propio peso las hará detener”. De esto se puede inferir que este caso piensa que lo que cambia el estado de movimiento no es la fuerza sino la masa, aunque se debe precisar que para el caso masa y peso es lo mismo.

De todo lo anterior se puede afirmar que la mayoría de los casos lograron cambiar sus concepciones de fuerza e inercia a través de las intervenciones de clase reconociendo que la fuerza es la causa de los cambios de los estados de movimiento y que la inercia es una cualidad de los cuerpos que los hace ser inertes y que por ello no hacen nada por si mismos, es decir, no cambian por si solos su estado. Aunque se debe precisar que es necesario trabajar más en el concepto de fuerza con el fin de que puedan comprender que ésta se debe a causas externas y que por tanto está fuera de los cuerpos.

También es importante resaltar que casi todos los casos logran distinguir entre condiciones reales e ideales; técnica que fue tomada de la experimentación mental usada por Galileo para la comprensión de ciertos fenómenos físicos y que permitieron el éxito de esta actividad.

De la misma manera, se debe destacar que los fundamentos epistemológicos del cuestionario – los diálogos de Galileo – facilitaron el avance en la comprensión de los conceptos tratados.

## **9.6 DIARIO PEDAGÓGICO**

Tomando como referencia el diario pedagógico como fuente de constante reflexión sobre los procesos de enseñanza – aprendizaje se evidenció que las herramientas provistas por el enfoque histórico – epistemológico de las ciencias permitieron una mejor comprensión del concepto de inercia, tanto en los casos como en las maestras investigadoras; pues a partir del análisis de varios históricos como Galileo, Descartes y Newton se logró formalizar dicho concepto, además de generar estrategias apropiadas para su enseñanza que a la larga favorecieron su aprendizaje.

De este modo, cuando se aplicaron los primeros instrumentos correspondientes al taller de indagación y al conversatorio fue notable que ninguno de los casos

concebía la inercia como una cualidad física de todos los cuerpos que los hace inertes; sino que tenían sus propios modelos explicativos, al concebirla como cambio de estado o como sensación corporal, y por lo tanto no se acercaban al modelo newtoniano contemplado en el marco conceptual.

Posteriormente, después de las demás actividades que se utilizaron para la enseñanza de dicho concepto como fueron el taller de conceptualización, la entrevista y la actividad experimental; que dieron pie a socializaciones, debates y controversias, los casos cambiaron sus concepciones sobre inercia entendiéndola posteriormente como conservación de los estados de movimiento y finalmente como cualidad física de todos los cuerpos. Por consiguiente se puede decir que el tipo de estrategias empleadas en la investigación al estar sentadas sobre una perspectiva histórica - epistemológica y fenomenológica favorecieron el aprendizaje del concepto en cuestión, pues fueron los casos a partir de las intervenciones y la participación en las diversas actividades los que fueron conceptualizando sobre inercia correspondiendo así sus elaboraciones con el modelo newtoniano.

De otro lado, resulta muy satisfactorio resaltar la evaluación del proceso realizada en la última sesión de aplicación de instrumentos, ya que los casos manifestaron que la experiencia les pareció agradable, dinámica y que por sus características de participación pudieron expresar sus ideas sin temor a que fueran equivocadas, cuestionadas o juzgadas. Además que la interacción con los demás casos y con las maestras investigadoras al debatir y exponer sus puntos de vista, les permitió comprender la inercia a partir de Newton. En este sentido, les pareció muy interesante el conversatorio, debido a que tuvieron la oportunidad de comunicarse con los compañeros y discutir los planteamientos que surgían en torno a una determinada situación. También les llamó la atención la actividad experimental, pues en ella pudieron apreciar el movimiento de las esferas en diversas superficies y sacar sus propias conclusiones con base en sus explicaciones y en las que se dieron sobre dicho concepto en el aula de clase.

Así mismo, los casos expresaron que antes no habían tenido la oportunidad de ver y pensar la física como un saber que pueden reflexionar y del cual pueden aprender como en otras disciplinas; pues muchos pensaban que ésta es sólo para personas con grandes capacidades intelectuales. Al respecto se trató de dejarles claro que la ciencia es una construcción humana y por tanto, de carácter social y de la que ellos como estudiantes pueden hacer parte al cuestionarla e interpretarla.

Se reitera entonces, que a través de la historia y la epistemología de las ciencias se pretende desarrollar actividades que permitan promulgar en la comunidad educativa el análisis crítico de los contenidos científicos; así como la recontextualización, la formalización y el acercamiento a los procesos de construcción del conocimiento; además de propiciar espacios que posibiliten una aproximación a la dinámica científica con una mirada más crítica, en el que la ciencia humaniza y cobra significado para el educando como en esta investigación, donde en el aula de clase la construcción de la ciencia y en este caso de la física, se convirtió en una experiencia colectiva de participación y debate que condujeron a la búsqueda y reconstrucción de nuevas interpretaciones a cerca del concepto de inercia.

## **9.7. CORRESPONDENCIA ENTRE CASOS Y MODELOS**

En esta matriz se recogen las respuestas más relevantes de los casos a los diferentes instrumentos propuestos y que reflejan de manera directa una correspondencia con alguno de los modelos establecidos en el marco conceptual, además de que permite analizar el cambio en sus concepciones respecto a dichos modelos a través de toda la investigación.

Se observa que en los dos primeros instrumentos correspondientes al taller de indagación y al conversatorio las explicaciones de los casos se corresponden con

el modelo cuatro (M4), es decir con los modelos que establecen los propios casos para dar explicación al concepto de inercia. Con base en lo anterior se aprecia que los casos C1, C3 y C4 conciben la inercia en ambos instrumentos como cambio de estado (M4) ejemplo de ello son las explicaciones de de C3 quien comenta que inercia es “Estar en reposo y pasar a movimiento y viceversa”; Por su parte C5 en el taller de indagación la comprende como “Sensación corporal por un movimiento brusco y luego quietud absoluta” (M4) y posteriormente la concibe como cambio de estado (M4) en el conversatorio al expresar que “Es como ese cambio de estar quieto al movimiento”; de lo que se puede decir que no tiene aun un modelo concreto con el cual pueda dar explicación al concepto en cuestión. Lo mismo sucede con C2, pues en el taller de indagación concibe la inercia como cambio de estado, aunque se nota que en el conversatorio sus explicaciones tienden a identificarse con el modelo cartesiano (M3) al expresar que los cuerpos tienden al movimiento: “Es como el movimiento involuntario de un cuerpo quieto al movimiento”. Como se dijo anteriormente estos modelos son propios de los casos y por consiguiente no está relacionado con ninguno de los teóricos tratados en el marco conceptual.

Ahora bien, en el taller de conceptualización que fue aplicado después de la intervención a cerca del tema en cuestión, se evidencia que hubo cambios en las concepciones sobre inercia que presentaban los casos, pues se pasó de concebirla como cambio de estado (M4) a ser pensada como conservación del estado de movimiento (M2). Es así, como las explicaciones de los casos – C1, C2, C3 y C5 – se corresponden con el modelo galileano (M2), ejemplo de ello son las explicaciones de C3: “Si la recta es infinita seguiría rodando (la esfera) hasta lo último y la velocidad siempre sería la misma; de dicha respuesta se infiere que la inercia se concibe como la conservación del movimiento en ausencia de fuerzas. Por su parte, C4 continúa con su propio modelo explicativo pues plantea que “Si no tuviera ningún impedimento ni de aire o algo así llegaría muy lejos (la esfera) y con una velocidad mucho mayor”. De lo que se puede decir que piensa

que un cuerpo puede seguir moviéndose por largo tiempo, pero al parecer cree que a medida que transcurre éste, aumenta la velocidad.

En cuanto a la entrevista, es claro que los casos continúan utilizando las explicaciones galileanas sobre inercia (M2); incluso las explicaciones de C4 que antes se correspondían con el modelo que no tiene correspondencia (M4) ahora se corresponden con el modelo dos (M2) pues de su respuesta se puede inferir que el movimiento se conserva en los cuerpos en ausencia de fuerzas externas, al expresar que “Si está en condiciones ideales rodará infinitamente, en condiciones reales hay estados que la detienen”.

En lo referente a la actividad experimental es notable que las explicaciones de todos los casos tienen correspondencia con el modelo newtoniano sobre inercia (M1) el cual plantea que la inercia es una propiedad o cualidad natural de todos los cuerpos que al estar compuestos de materia permanecen en el mismo estado de reposo o movimiento por la ausencia de fuerzas externas; así lo ratifica C1 al expresar que: “No se mueven por sí solas porque son cuerpos inertes”. Además es evidente que reconocen el movimiento y el reposo como estados de los cuerpos.

Se nota por tanto, que a lo largo de la investigación hubo cambios en las concepciones sobre inercia que presentaban los casos, pues se pasó de ser concebida como cambio de estado (M4), sensación corporal (M4a), conservación del estado de movimiento (M2) y como tendencia al movimiento (M3) a ser pensada como cualidad física de los cuerpos al exponer que éstos no cambian de estado por sí mismos, sino en presencia de fuerzas externas lo cual se corresponde con el modelo uno (M1) y por tanto con el marco conceptual en lo referente al planteamiento de Newton sobre inercia.

Así las cosas, se puede decir que a través de las intervenciones se logró una mejor comprensión del concepto de inercia, aunque es preciso señalar que se deben trabajar más los conceptos de fuerza y masa, los cuales son inherentes a dicho concepto, pues en ocasiones no se logra una adecuada comprensión de los mismos y entenderlos en su dimensión física ayuda a una adecuada conceptualización del concepto en cuestión.

### **9.8 SEGUIMIENTO DE CADA CASO POR CADA INSTRUMENTO.**

En general se evidencia que antes de la intervención de clase cuando se aplicaron los instrumentos concernientes al taller de indagación y al conversatorio los cinco casos elegidos para la investigación presentan un modelo explicativo que no se corresponde con ninguno de los históricos tratados en la investigación al pensar la inercia como un cambio de estado o como sensación corporal, noción expresada por el caso 5 y no relacionada con conceptos físicos. Posteriormente se deja ver a partir del taller de conceptualización, que es cuando se empieza a intervenir que todos los casos empiezan a cambiar sus ideas respecto al concepto, aunque en algunas situaciones planteadas les falta claridad en lo referente a conceptos relacionados como masa, peso y fuerza y en cuanto a las situaciones reales e ideales. Finalmente en la entrevista y la actividad experimental es notable que todos los casos se corresponden con el modelo explicativo newtoniano, pues manifiestan mayor claridad y comprensión del concepto al plantearlo como cualidad física de los cuerpos. Además de que a partir del instrumento tres es notable la comprensión de la experimentación mental en todos los casos al distinguir entre situaciones reales e ideales.

## 10. SECUENCIA DIDÁCTICA.

Generalmente cuando se aborda una clase de física siempre surgen dos preguntas clave: ¿Qué enseñar? Y ¿Cómo enseñar?

Para responder a ellas es necesario tener claros mecanismos para secuenciar, organizar y planificar el aprendizaje, pues en muchas ocasiones se tiende a pensar que los contenidos están dados y que por si mismos al ser expuestos en una clase tradicional, se garantiza que estos serán comprendidos por los estudiantes de forma adecuada.

Así mismo, estas ideas son reforzadas con la creencia de que la ciencia tiene una estructura lógica de sus contenidos y que por ello son de fácil apropiación.

Sin embargo, es necesario tomar postura frente a estas ideas, ya que cada vez son más frecuentes las concepciones que consideran la ciencia como un sistema cambiante, que depende de un contexto particular y que se debe enseñar de modo que permita la comprensión y el establecimiento de relaciones con los fenómenos cotidianos, “Pues se requiere una visión de ciencia que permita enfrentar diferentes problemas desde una visión amplia, ya que estos no tienen soluciones únicas sino que dependen del contexto, y ofrece opciones de reflexión y acciones abiertas que pueden cambiar en el tiempo”.<sup>78</sup>

Ahora bien, lo más importante a la hora de planificar una clase, una unidad didáctica o un periodo es tener presente que la estrategia a implementar posibilite un proceso progresivo de comprensión de los contenidos en relación con la realidad, que conlleve a percibir de forma diferente el mundo y a entender como funciona. De ahí que la planificación de un proceso de enseñanza exija entender como profesores que el aprendizaje es algo más complejo que simplemente

---

<sup>78</sup> GÓMEZ, Alma, SANMARTI, Neus y PUJOL Rosa. Aprendiendo sobre los seres vivos en su ambiente. Una propuesta realizada en la escuela primaria. Aula, Innovación Educativa. n° 125, Octubre de 2003. p. 54

realizar actividades repetitivas, dirigidas a incrementar la información sobre ciencia de manera irreflexiva y mecánica. Para responder a dichas exigencias ha surgido un dispositivo que encierra una intencionalidad didáctica clara: la secuencia didáctica.

La secuencia didáctica está enfocada a pensar en actividades que tienen en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, la evolución cognitiva de estos, la reestructuración orientada a un mayor nivel de abstracción y la aplicación de los aprendizajes a otros contextos. Para precisar un poco sobre cada momento de esta secuencia conviene caracterizar cada uno de ellos:

- ◆ Actividades de exploración

Estas son actividades que sitúan a los estudiantes en el tema objeto de estudio, donde se identifica el problema planteado, se formulan diferentes puntos de vista y se analizan situaciones sencillas, concretas e interesantes para los estudiantes. Además se debe evidenciar la coincidencia entre los objetivos del profesor y los identificados por los estudiantes. Es claro que en este momento el papel del profesor es fundamental para resaltar cuestiones significativas, hacer comparaciones y cuestionar respuestas, con el fin de generar insatisfacción con lo que los estudiantes ya saben y así se dispongan a un nuevo conocimiento.

- ◆ Actividades de introducción de conceptos.

Estas actividades están orientadas a favorecer nuevos puntos de vista relacionados con el tema que se está estudiando, así como formas de resolver el problema que guía el tema y a establecer relaciones entre los conocimientos previos y los nuevos que se presentan. Todo esto se puede lograr a través de diferentes estrategias metodológicas acorde al tema a enseñar y al conocimiento previo de los estudiantes, que debe ser detectado en la etapa anterior.

Esta fase debe conducir a reconocer diferencias y similitudes entre sus puntos de vista y los de la ciencia, de modo que se pueda aumentar la complejidad de las representaciones. Así mismo, es necesario tener presente el uso de situaciones concretas y un lenguaje más elaborado que ayude al estudiante a formalizar su conocimiento.

- ◆ Actividades de estructuración del conocimiento.

Este tipo de actividades debe hacer que el estudiante interiorice los contenidos a través operaciones que permitan la síntesis, utilizando esquemas, mapas conceptuales, resúmenes o esquemas personales que representen el conocimiento y lo estructuren mediante modelos que le ayuden a aprender.

Cabe aclarar, que todos los estudiantes presentan condiciones y niveles distintos de aprendizaje, de ahí que el profesor debe ser muy conciente de ello para poder impulsar a que cada uno establezca los modelos que le permitan una mejor comprensión.

- ◆ Actividades de aplicación.

En el proceso desarrollado en la secuencia didáctica es esencial que el aprendizaje sea significativo y que los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos o modelos a diversos contextos, así como también, que puedan comparar o socializar con otros, con el fin de enriquecer y afianzar sus modelos. Esta etapa es fundamental en los procesos de enseñanza – aprendizaje, ya que si la secuencia didáctica se limita a repetir conceptos o procedimientos, sin extenderlos a situaciones de la realidad, entonces no hay un verdadero aprendizaje.

Acorde a estos planteamientos, se puede decir, que la secuencia didáctica debe procurar conocimientos útiles, que permitan nuevas formas de explicar los

fenómenos, que logre establecer diferencias y semejanzas con el conocimiento existente en la estructura cognitiva del estudiante y que desarrolle modelos que representen el mundo. De la misma manera, se debe resaltar que todo este proceso está mediado por el profesor y los demás estudiantes, que en conjunto construyen por medio de su constante interacción, el conocimiento. Por lo tanto, “Los profesores deben tener una visión dinámica de la práctica docente, considerando en todo momento los acontecimientos. Por otra parte la complejidad de los problemas educativos, así como el cambio acelerado del mundo exige más que nunca construir en la escuela una visión dinámica de la realidad”.<sup>79</sup>

Así las cosas, la secuencia didáctica debe pensarse y orientarse a la diversidad de pensamientos, de capacidades y de intereses, así como a la interacción, de forma que el conocimiento se convierta en una experiencia colectiva y de cooperación.

En este sentido y considerando que es indispensable integrar los aportes realizados a la teoría y la práctica de la enseñanza de la física y dada la necesidad de imprimir una orientación cultural a la educación científica; de igual forma considerar durante el proceso de enseñanza las características específicas de la actividad humana y las características fundamentales de la actividad investigadora, se presenta con base en los resultados de la investigación una secuencia didáctica que incluye diversas actividades que los estudiantes puedan desarrollar para una mayor comprensión y conceptualización del concepto de inercia.

---

<sup>79</sup> GÓMEZ, Alma, SANMARTI, Neus y PUJOL Rosa. Op. Cit. p.5

## 10.1 DESCRIPCION

- Nombre: Pensemos en la inercia.
- Tema: Leyes del movimiento.
- Área: Física
- Nivel: Media
- Grado: Décimo
- Sesiones: 6 clases con una duración de 2 horas cada una.

## 10.2 OBJETIVOS

Al terminar esta propuesta didáctica el estudiante debe:

- ◆ Haber comprendido los fundamentos conceptuales sobre la inercia de modo que obtenga un conocimiento básico.
- ◆ Haber desarrollado la capacidad de aplicar el concepto de inercia a situaciones relacionadas con contextos reales e ideales.
- ◆ Haber desarrollado la capacidad de formular explicaciones científicas con base en el planteamiento de diferentes situaciones.
- ◆ Realizar análisis de los fenómenos sobre los cuales se aprecie el concepto de inercia.
- ◆ Plantear situaciones problema o experimentales donde se evidencie la comprensión del concepto.

### 10.3 JUSTIFICACIÓN

Al abordar la enseñanza de las ciencias y en especial de la física desde una perspectiva histórica y epistemológica se está optando por generar un aprendizaje crítico y reflexivo de los conceptos científicos, ya que es el estudiante a partir de dicha reflexión quien construye y transforma la realidad y es el que le asigna validez y significado a lo que está aprendiendo. Además se pretende generar contextos que conlleve a maestros y estudiantes a entablar relación con la dinámica científica a través de su proceso de construcción y validación, pues desde esta perspectiva la ciencia es una actividad social y dinámica en la que puede estar inmerso cualquier sujeto que desee explicar su mundo.

Por consiguiente, la presente secuencia didáctica está enmarcada en un enfoque histórico-epistemológico en el que el conocimiento es una construcción social de saberes sustentados en explicaciones hechas por una comunidad científica, las cuales deben ser reflexionadas por el sujeto que las aprende.

De este modo, los estudiantes de décimo grado deben adquirir y analizar los conocimientos de los procesos físicos, tales como las fuerzas y sus efectos sobre los objetos y entablar relaciones entre masa, fuerza, aceleración, velocidad, tiempo y distancias recorridas. De ahí que deba tener conocimiento de las leyes del movimiento y saber relacionarlas e interpretarlas en la resolución de problemas y por tanto comprender el significado de ciertos fenómenos físicos como el movimiento, el reposo y los cambios de velocidad.

De esta manera, se opta por que el estudiante posea conceptos claros y argumentaciones lógicas en el contexto de la teoría para dar explicación de la misma. En este caso debe contar con los conceptos necesarios para explicar la primera ley del movimiento o ley de inercia, y los argumentos deben estar sustentados en la comprensión científica y significación de los mismos y no en una simple memorización.

En este sentido, la secuencia didáctica se enfoca en aspectos que resultan cercanos y atractivos para los estudiantes, a partir de los cuales se plantean problemas, preguntas y desafíos que los ponen en situación de buscar respuestas, de argumentar y elaborar posibles explicaciones, de manera que se conecten las actividades que se realizan en el aula con el mundo exterior con el fin de propiciar aprendizaje dotado de sentido.

A sí mismo, la secuencia didáctica está enfocada en actividades que tienen en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, la evolución cognitiva de los mismos, la reestructuración orientada a un mayor nivel de abstracción y la aplicación de los aprendizajes a nuevos contextos.

Atendiendo a esto, el aprendizaje de la Física – particularmente del concepto de inercia – requiere de un proceder didáctico que no debe ser el formal reproductivo o memorístico. Por lo tanto, es necesario que se le dé importancia al proceso que ha de seguirse para la formación y desarrollo del pensamiento teórico sobre cuya base se construyen los conceptos científicos y en donde la perspectiva histórica-epistemológica aporta grandes elementos para un aprendizaje adecuado.

#### **10.4 MARCO CONCEPTUAL**

Esta secuencia didáctica está concebida con base en el marco que se construyó en la investigación a partir de los análisis históricos y epistemológicos de la teoría newtoniana sobre inercia, pues se considera que éstos son el escenario adecuado para su implementación, ya que permitieron la formalización y recontextualización del concepto a través de las intervenciones con los casos.

## 10.5 SECUENCIA DE ACTIVIDADES

### a. Actividades de exploración.

Con el propósito de averiguar a cerca de las concepciones de los estudiantes sobre el concepto de inercia y otros relacionados como fuerza y masa e indagar por sus modelos explicativos para ciertas situaciones se plantean dos actividades.

- ◆ La aplicación del cuestionario de indagación que se utilizó en la investigación como primer instrumento. (Anexo A).
- ◆ La implementación del cuestionario del conversatorio utilizado en la investigación para precisar conceptos o ideas que no quedaron claros en el anterior a través del debate y la socialización.

### b. Actividades de introducción de conceptos.

Para empezar a conceptualizar sobre inercia se plantean cuatro actividades.

- ◆ Una intervención en el aula con una lectura corta a partir del análisis del contexto sociohistórico que enmarcó el concepto realizado en el marco conceptual de la investigación (Numeral 6.2.2), tratando específicamente a Galileo, de modo que se le explique a los estudiantes que la inercia ha surgido como construcción de varias personas y que ellos van a participar de dicho proceso.
- ◆ El desarrollo del taller de conceptualización basado en los diálogos de Galileo que se usó en la investigación. (Anexo C).
- ◆ La aplicación del cuestionario correspondiente a la entrevista que se empleó en la investigación y que tenía como objetivo aclarar ideas que así lo requerían a cerca del taller anterior. (Anexo D).

- ◆ La socialización de los talleres de conceptualización, de modo que el profesor pueda aclarar dudas y precisar el concepto.

**c. Actividades de estructuración y síntesis.**

Con el fin de lograr que los estudiantes interioricen el concepto se proponen tres actividades.

- ◆ El desarrollo de la actividad experimental fundamentada en la experimentación mental y la idealización de Galileo y en las ideas de Newton, que fue aplicada en la investigación. (Anexo E).
- ◆ La construcción de un mapa conceptual. De esta manera se les pide a los estudiantes que definan los siguientes términos de acuerdo con lo que han aprendido hasta el momento y estableciendo relaciones entre las mismas con el fin de conocer sus nuevas ideas con respecto a las leyes del movimiento construyan un mapa conceptual. Los términos son: Inercia, Masa, Fuerza, Velocidad, Galileo, Newton, Estados, Movimiento, Reposo, Cambio, Propiedad, Cualidad, Condiciones, Reales, Ideales, Idealización, Inertes, Cuerpos, Superficie, Inclinada, Horizontal, Leyes.
- ◆ La elaboración de un escrito tipo ensayo donde los estudiantes dejen ver su postura y el cambio de sus ideas frente al concepto desde que se inició la secuencia.

**d. Actividades de aplicación.**

Con el fin de que los estudiantes apliquen sus nuevos modelos explicativos a diferentes situaciones se proponen tres actividades.

- ◆ Visitar la página Web <http://lortizdeo.iespana.es/cagra.htm> y acceder a las aplicaciones dando clic en el siguiente orden:
  - En lecciones de 4º ESO da clic en dinámica.
  - Primera ley de Newton.
  - Iniciar movimiento.
  - Lee atentamente las explicaciones y realiza variaciones.
  - Da clic en siguiente y realiza la actividad que se propone hasta hacerla correctamente.
  - Al lado izquierdo selecciona segunda ley de Newton.
  - Realiza las dos actividades que se proponen haciendo las variaciones correspondientes.
  
- ◆ De acuerdo a lo que comprendiste por medio de estas aplicaciones virtuales realiza un informe en el que describas lo que ocurrió en cada una de las actividades, explicando claramente el fenómeno y el efecto de las variaciones y realizando representaciones gráficas de las mismas.
  
- ◆ Con base en lo aprendido se le pide a los estudiantes que diseñen y planteen por grupos una actividad experimental que permita apreciar la inercia, tanto en situaciones reales como ideales.

## **10.6 CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Con el propósito de evaluar el proceso se proponen algunos criterios que pretenden hacer un seguimiento más detallado a los estudiantes.

FASES	CRITERIOS	LOGRO		
		Si	No	Parcial
<b>Fase inicial</b>	El estudiante tiene conocimiento sobre el tema			
	El estudiante razona sobre el tema.			
	El estudiante muestra interés por el tema.			
<b>Durante el proceso</b>	El estudiante logra detectar diferencias conceptuales frente al tema.			
	El estudiante acepta las ideas del nuevo modelo explicativo.			
	El estudiante se propone nuevas estrategias para comprender los conceptos que le dan dificultad.			
	El estudiante participa activamente en el proceso interactuando con los demás estudiantes y con el profesor.			
	El estudiante parte del conocimiento que va aprendiendo para enfrentar las actividades que se van presentando.			
	<b>Fase final</b>	El estudiante ha comprendido los fundamentos conceptuales de la inercia.		
	El estudiante ha comprendido la relación de la masa y la fuerza con la inercia.			
	El estudiante ha desarrollado la capacidad de formular explicaciones científicas con base en el análisis del concepto de inercia.			
	El estudiante ha desarrollado la capacidad de aplicar las leyes del movimiento y el concepto de inercia a situaciones cotidianas.			
	El estudiante ha desarrollado la capacidad para confrontar sus ideas previas con las nuevas explicaciones			
	El estudiante ha logrado comprender que hay mejores explicaciones para los fenómenos que las concebidas inicialmente.			

## 11. CONCLUSIONES

El análisis histórico epistemológico de las ciencias se constituye en una estrategia fundamental en la enseñanza de la física al favorecer procesos de formalización donde se determinan las variables y se crean las condiciones para interpretar un hecho o fenómeno y de este modo alcanzar la matematización y conceptualización de una representación; así como procesos de recontextualización que permiten articular de manera significativa el conocimiento en los nuevos contextos a través de discursos elaborados por medio de la crítica y la reflexión sobre los textos históricos.

Así mismo, esta perspectiva se erige como una tentativa para explicar los fenómenos científicos al considerar que es el hombre quien postula y da sentido a la “realidad” de acuerdo con sus intereses que emergen tanto, del deseo de saber como de las necesidades sociales cuando establece en ella los eventos y las formas de investigar. En concordancia la historia y la ciencia se configuran como obras mediadas puramente por intenciones que emanan de la relación entre las interacciones del hombre con su mundo.

Se debe resaltar además que esta perspectiva encierra grandes ventajas, ya que permite construir conocimiento científico en un ambiente de participación e interacción entre estudiantes y maestros, al tener en cuenta las ideas de sentido común de los estudiantes, que en si componen un conglomerado de modelos explicativos que también se les considera válidos, pues el enfoque sociocultural concibe éste como conocimiento que requiere ser resignificado, de modo que conduzca a interpretaciones más adecuadas a partir de modelos científicos más elaborados con una base racional. Es así, como se pudo demostrar que explicitar los modelos explicativos de los estudiantes son un buen punto de partida para la enseñanza de la física, pues con su reconocimiento se pueden implementar

estrategias que los acerquen más a los modelos científicos y por consiguiente a sus conceptualizaciones que no son mas que otra forma de concebir la realidad.

De la misma manera, se debe resaltar que la perspectiva de HEC enmarcada en la cosmovisión fenomenológica de las ciencias y que guió los destinos de esta investigación se convirtió en una filosofía de vida para las maestras investigadoras, al orientar su quehacer en el aula acorde con una imagen de ciencia como actividad humana asentada en las necesidades e intereses del sujeto; con una definición de historia como el conjunto de interpretaciones intencionales acerca de representaciones originadas por el hombre para explicar el mundo. Con un modelo de enseñanza concebido como proceso dinámico en la que el sujeto es parte activa en la construcción del conocimiento y en el que se deben enseñar modos de razonar, analizar y practicar la ciencia como una actividad humana; y con una caracterización de maestro como sujeto de saber cultural, que debe contextualizar y resignificar la ciencia y adecuarla a las características de los contextos.

Ahora bien, en lo referente al tema de inercia motivo de esta investigación, se puede decir que a partir del análisis de los planteamientos de Isaac Newton se lograron mejores interpretaciones tanto en los casos como en las maestras, al llegar a la conceptualización de ésta como cualidad física de todos los cuerpos que los hace inertes o no vivos y que les impide por si solos cambiar los estados de movimiento. Eso se consiguió con una nueva representación cargada de sentido sobre el concepto que se instituye como condición y a la vez justificación de todo el entramado conceptual de la mecánica clásica, al entender su proceso de construcción en un transfondo sociohistórico que determinó su formalización en los pensamientos newtonianos. De ahí que se pueda afirmar que estos hallazgos se convierten en argumentos sólidos y suficientes para continuar enseñando a Newton en los planes de física de décimo grado.

## **PROYECCIONES**

Se plantea la posibilidad de retomar esta investigación como referente para otros trabajos y continuar así el análisis histórico y epistemológico sobre los distintos conceptos de la física; de modo que se alcancen procesos de formalización, tanto desde la matematización, como desde la conceptualización con el fin de recontextualizar, es decir, de articular significativamente por medio de nuevos discursos los conceptos abordados en los nuevos contextos y en este sentido seguir generando reflexiones en torno al proceso de enseñanza.

## BIBLIOGRAFÍA

- ◆ AGUILAR M., Yirsén. A propósito de las cosmovisiones: realista y fenomenológica. En: El movimiento desde la perspectiva de sistemas, estados y transformaciones. Medellín: Universidad de Antioquia, 2002.
- ◆ ARCA, María y GUIDONI, Paolo. Enseñar Ciencias. Como empezar reflexiones para una educación científica de base. Barcelona.1987, p.138
- ◆ AYALA, María Mercedes. La Enseñanza de la Física para la Formación de Profesores de Física. En: Revista Brasileira de Ensino de física. Vol., 14, nº 3, 1992, p. 154
- ◆ AYALA, Mercedes, GARZON, Marina y MALAGÓN, Francisco. Consideraciones Sobre la Formalización y Matematización de los Fenómenos Físicos. En: Praxis Filosófica, nº 25, julio-diciembre, 2007, p 44
- ◆ CARR, Edward H. ¿Qué es la Historia? Editorial Ariel S.A., Barcelona, 1991, p. 49-76.
- ◆ CISTERNA CABRERA, Francisco. Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. En: Theoría, Vol. 14 (1): 61 – 71 , 2005
- ◆ COHEN, Bernard; SANTOS, CS. La Revolución Newtoniana y la transformación de las ideas científicas. Madrid. 1983, p.425
- ◆ EULER, Leonhard. Cartas a una princesa de Alemania sobre diversos temas de física y filosofía, 1990. p. 229-230.
- ◆ FUENTES, Rosmiro. Dinámica, el movimiento y sus causas. Grado 10. 2002

- ◆ GALILEI, Galileo. Diálogos sobre los dos máximos sistemas del mundo. Dado por SEPÚLVEDA, Alonso. Los conceptos de la física: Evolución histórica. Medellín: Universidad de Antioquia, 2003, p. 75
- ◆ GIANCOLI, Douglas. Física principios con aplicaciones. México: Prentice-Hall, 1997, p. 76.
- ◆ GRANÉS, José y CAICEDO, Luz Marina. Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de la enseñanza. Santa Fe de Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- ◆ GÓMEZ, Alma, SANMARTI, Neus y PUJOL Rosa. Aprendiendo sobre los seres vivos en su ambiente. Una propuesta realizada en la escuela primaria. Aula, Innovación Educativa. N° 125, Octubre de 2003. p. 54 – 58
- ◆ GONZÁLEZ VÁZQUEZ, Luís. Física 10. Medellín: Alfa 90. 1990.
- ◆ GUIDONI, Paolo y ARCA, María. Sistemas y Variables.
- ◆ HOYOS P., Fabián. Sobre Hombros de Gigantes: La formación del concepto de inercia. Medellín: Hombre Nuevo editores, 2001, p. 206
- ◆ JIMENEZ, M. P. Y SANMARTÍ, N. ¿Qué Ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos en la educación secundaria. Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas. Madrid: MEC. p. 17- 93.
- ◆ KOYRÉ, A. Estudios de historia del pensamiento científico. Traducción de E. Pérez Sedeño, E. Bustos, 1988, p. 170.
- ◆ LOPEZ RUPEREZ, F. Una nueva fuente de inspiración para la educación científica. En: Revista Enseñanza de las Ciencias. n° 13. Vol. 2. 1995, p. 251.
- ◆ MATTHEWS, M.R. Historia, Filosofía y Enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. En: Enseñanza de las ciencias, 1994, 12 (2), p. 255
- ◆ MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Serie de lineamientos curriculares. Santa Fe de Bogotá, D.C., 1998, p. 110

- ◆ NEWTON, Isaac. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. 1687. Traducción española de Escohotado, Antonio. Madrid: Editora Nacional, 1982, p. 903
- ◆ OLIVA MARTÍNEZ, José María y PONTES PEDRAJAS, Alfonso. Fuerzas de inercia y enseñanza de la Física. En: *Revista española de física*, Vol. 10, nº. 3, 1996, p. 38 revisar
- ◆ PEV IATROS LTDA. *Gran diccionario enciclopédico visual*. Santa Fe de Bogotá: 2000, p. 1302
- ◆ POLANYI, Michael, dado por MATTHEWS, M.R. *Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual*. En: *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 1994, Vol. 12, nº 2. p. 266.
- ◆ PORLAN, R y MARTIN, J. *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. 1996, p. 5
- ◆ RODRIGUEZ, Diana y GONZÁLEZ, José. *La historia de la ciencia como herramienta para la construcción de significados en los cursos de física universitarios: Un ejemplo en fuerza y movimiento*. En: *Tecne, Episteme y Didaxis*. Bogotá: Universidad pedagógica Nacional, 2002. Nº 12 (2), p. 146
- ◆ RODRÍGUEZ, Luz Dary y ROMERO Ángel. *La Construcción de la Historicidad de las Ciencias y la Transformación de las Prácticas Pedagógicas*. En: *Revista Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y enseñanza de las ciencias*. nº 6. 1999, p. 9
- ◆ RUÍZ OLABUÉNAGA, J., dado por ARANEDA, Aladino. *La triangulación como técnica de cientificidad en investigación cualitativa pedagógica y educacional*. En: *Revista Rexe*. 2006, Vol. 5, nº 10. p. 25
- ◆ SAN MARTÍN, dado por ARANEDA, Aladino. *La triangulación como técnica de cientificidad en investigación cualitativa pedagógica y educacional*. En: *Revista Rexe*. 2006, Vol. 5, nº 10. p. 26
- ◆ SANDOVAL, Carlos A. *Investigación Cualitativa*. Medellín: Universidad de Antioquia, 2007.

- ◆ SEPÚLVEDA, Alonso. Los Conceptos de la Física: Evolución Histórica. Universidad de Antioquia. Medellín, 2003, p 75.
- ◆ STAKE, Robert. E. Investigación con estudio de casos. Madrid: Morata, 1998, p. 45
- ◆ VILLEGAS, Mauricio y RAMIREZ, Ricardo. Investiguemos 10. Santa fe de Bogotá: Voluntad S.A., 2002. p. 220.
- ◆ VILLEGAS R., M y RAMÍREZ S., R. Galaxia Física. Bogotá: Voluntad S.A., 1998, p. 205
- ◆ ZALAMEA GODOY, E Y PARIS ESPINOZA, R, ¿Es la masa la medida de la inercia? En: Revista enseñanza de las ciencias, 1992, 12 (2), p. 212

## ANEXOS

### A. CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS  
CIENCIAS  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL SALVADOR.**

De acuerdo a tu iniciación en física y con la mayor sinceridad te invitamos a responder el siguiente cuestionario.

El 31 de diciembre Santiago y su familia decidieron ir a pasar el fin de año con sus abuelos en San Jerónimo.

Antes de salir su padre Roberto se cercioró de que el carro estuviera en buenas condiciones. Cuando salieron les pidió a Santiago y a su esposa Ana que se colocaran el cinturón de seguridad, pero Santiago pensó que por ir en la parte de atrás no era necesario.

El viaje transcurría en totalidad normalidad, hasta que de repente vieron que se acercaba hacia ellos un carro invadiendo su carril. Rápidamente Roberto accionó el freno y el otro conductor alcanzó a desviar el carro, lo que evitó un accidente.

Con base en el relato anterior responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué crees que le ocurrió a Santiago, inmediatamente después de que su padre frenó? Explica.
2. ¿Qué crees que les ocurrió a Roberto y a Ana? ¿Saldrían despedidos por el parabrisas del carro? Explica.
3. ¿Cómo podrías explicar desde la física, el hecho de que todos los ocupantes del carro sintieran un fuerte tirón cuando pasaron de estar en movimiento a estar en reposo?
4. Usando las siguientes palabras construye una explicación para la situación anterior. Fuerza, velocidad, inercia, movimiento, reposo, cambio.
5. ¿Qué hubiese sucedido si el otro carro hubiese chocado a Santiago y sus padres por detrás y hubiese venido con mayor velocidad? ¿Cómo hubiesen experimentado el golpe en sus cuerpos? Describe.
6. Teniendo como referencia los análisis anteriores y con tus palabras ¿Cómo puedes explicar la inercia?

## B. CONVERSATORIO



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS  
CIENCIAS  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL SALVADOR.**

### Preguntas

1. ¿Cuándo hablan de impulso a qué se refieren?
2. ¿El movimiento se da a partir de fuerzas?
3. ¿Es una sensación corporal la inercia?
4. ¿Inercia es lo mismo que gravedad?
5. ¿Qué es la inercia?
6. ¿Qué se entiende por estado?
7. Supongan un cuerpo en movimiento y de repente este se detiene, queda quieto, ¿Qué crees pasó ahí?
8. En caso de que esa fuerza no hubiese actuado ¿Qué crees hubiese pasado?
9. ¿Según eso, un cuerpo por sí solo se mueve o no se mueve?
10. ¿La fuerza que hace que el cuerpo se detenga será externa? O si no hay esta fuerza y ese cuerpo continúa moviéndose ¿Se moverá indefinidamente o cuándo cambiará de estado?
11. Si hay una superficie inclinada, infinita y no presenta obstáculos que detengan el cuerpo, ¿Qué crees que pasará con ese cuerpo? Supongan una esfera que se lanza por esa superficie infinita... omitan la fricción.
12. Imaginen la esfera en un plano horizontal, liso, pulido ¿Hay fuerzas en el trayecto?, ¿se podría detener la bolita por si misma?

## C. TALLER DE CONCEPTUALIZACIÓN



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS  
CIENCIAS

INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL SALVADOR

Son muchos los teóricos que han conceptualizado sobre la inercia y a partir de sus construcciones se ha podido definir como la cualidad de todos los cuerpos que los hace inertes y por la cual permanecen en el mismo estado, bien sea reposo o movimiento.

Con base en la definición anterior y en los fragmentos de los diálogos de Galileo que se presentan a continuación responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué crees que le pasará a la esfera según el siguiente relato? Explica tu respuesta.

**Salviati:** *Di, si tuvieses una superficie de una sustancia tan dura como el acero y tan lisa y pulimentada como un espejo y que no fuese tan horizontal sino algo inclinada y colocases sobre ella una bola de bronce perfectamente esférica, ¿Qué piensas que pasaría cuando la soltases?,*

**Simplicio:** *¿Si la superficie estuviera inclinada?*

**Salviati:** Sí, ya te lo he dicho.

2. Lee atentamente la pregunta que plantea Salviati y explica tu respuesta.

**Salviati:** *Y ¿Qué longitud y con que velocidad se movería la esfera? Pero ten en cuenta que he puesto el ejemplo de una esfera perfectamente redonda, y un plano exquisitamente pulimentado, de tal forma que haya que descartar todos los impedimentos accidentales y externos. También habría que quitar los*

*impedimentos organizados por la resistencia del aire o de cualquier otro obstáculo casual, en caso de que lo hubiera.*

3. El siguiente es el caso en el que se tiene un plano totalmente horizontal cuya superficie es completamente lisa y pulimentada. Responde y explica la pregunta de Salviati.

**Salviati:** *Ahora dime ¿Qué le sucedería a este mismo cuerpo sobre una superficie que no tuviese inclinación ni hacia arriba ni hacia abajo?*

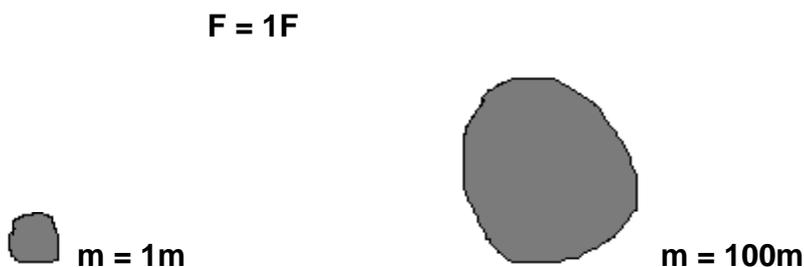
4. De acuerdo al relato de Newton contesta las siguientes preguntas.

*“Los proyectiles perseveran en sus movimientos mientras no sean retardados por la resistencia del aire o empujados hacia abajo por la fuerza de gravedad”.*

- a) ¿Una bala disparada desde un cañón podrá permanecer en estado de movimiento eternamente? ¿Por qué?
- b) Cuando la bala es disparada por el cañón ¿Qué es lo que la hace pasar al estado de movimiento?
- c) Esto que la hace mover ¿Puede permanecer en la bala? Explica
- d) ¿Cómo puede cambiar el estado de movimiento de dicha bala?

5. Con base en la segunda ley del movimiento de Newton e imaginando la siguiente situación responde:

Se tienen dos rocas en estado de reposo, la primera de ellas de masa 1m y la segunda de masa 100m.



Si en un momento dado una mosca choca primero con una y luego con la otra y en el choque les aplica a ambas una fuerza  $F = 1F$ .

- a) ¿Crees que la fuerza tendrá el mismo efecto en ambas rocas? ¿Por qué?
- b) Suponiendo que las rocas están en estado de movimiento y si la fuerza aplicada a ambas rocas por la mosca es de  $2F$  ¿Cómo es el cambio en el movimiento? Explica.



- c) ¿En qué dirección crees que se dará el movimiento cuando la mosca aplica la fuerza de  $2F$ ?
- d) Si la mosca chocara en dirección contraria a la dirección del movimiento de las rocas ¿Cómo es el movimiento en ese momento? Explica.

## D. ENTREVISTA



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN**  
**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS**  
**CIENCIAS**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL SALVADOR**

De acuerdo a las respuestas dadas en el taller de conceptualización responde con sinceridad y explicando ampliamente las siguientes preguntas.

1. ¿Será que podemos decir que el impulso y la fuerza se refieren a lo mismo? ¿Por qué?
2. ¿La masa de la bola de bronce influye en el movimiento de la bola?
3. ¿Cuándo la bola de bronce rueda, qué crees que la pueda detener? ¿Cómo llamarías a esto?
4. ¿Crees que la bola de bronce puede rodar infinitamente o por siempre? ¿Por qué?
5. ¿Será que la fuerza que se le aplica a la esfera o a la bala del cañón para ponerlas en estado de movimiento queda en la esfera o después de cierto tiempo se acaba?
6. ¿Cuándo crees que la esfera avanza más, cuando se lanza en una superficie inclinada o cuando se lanza en una superficie horizontal?
7. ¿Será que podemos pensar que fuerza es lo mismo que presión? ¿Por qué?

8. ¿Será que los obstáculos que se pueda encontrar la bala que sale del cañón en su recorrido pueden aplicarle fuerza a ésta? ¿Por qué?
9. ¿En la situación en que la mosca choca con las rocas, será que cuando choca con una y luego con la otra, a la mosca se le acaba la fuerza? ¿O choca con la misma fuerza?
10. ¿Crees que el tipo de superficie o de material que constituye las rocas influye para que ésta se mueva? ¿Por qué?
11. ¿Será posible que la mosca mueva las dos rocas con la misma fuerza, sabiendo que una es más grande que la otra? ¿Por qué?

## E. ACTIVIDAD EXPERIMENTAL



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS  
CIENCIAS  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA EL SALVADOR.**

### **Introducción:**

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por dar explicaciones al movimiento de los cuerpos y ha aprendido que existen medios para ponerlos en movimiento y que una vez adquirido éste, es interesante conocer las características que lo definen y lo mantienen.

En esta experiencia te invitamos a que respondas cuidadosamente desde tu iniciación en física y a partir del siguiente enunciado: La inercia puede ser entendida como una cualidad propia de los cuerpos materiales la cual permite dar cuenta de que estos son inertes. En este sentido se puede decir que no pueden existir unos cuerpos más inertes que otros y por consiguiente la inercia no puede ser medida.

Atendiendo a este planteamiento reflexiona sobre las cuestiones que se te plantean a continuación.

**Materiales:** Esferas de diferentes tamaños, papel de lija, arena, tabla de madera, papel arrugado y lámina de metal.

1. Coloca varias esferas de diferente tamaño sobre una mesa:

a) ¿En qué estado se encuentran?

- b)** ¿Cómo crees que pueden cambiar de estado?
- c)** ¿Qué harías para cambiarlas de estado?
- d)** ¿Se mueven por si solas?
- e)** ¿Habrá alguna más inerte que otra? Explica tu respuesta.

**2.** Coloca las esferas sobre las diferentes superficies y aplique fuerzas en cada una de ellas.

- a)** ¿En qué estado se encuentran?
- b)** ¿Por qué crees que cambiaron de estado? Explica tu respuesta.
- c)** ¿Crees que se mueven todas con la misma velocidad? ¿A qué crees que se deba esto?
- d)** ¿Sobre cual superficie duran más en movimiento? ¿Por qué?
- e)** ¿Sobre cual superficie duran menos en movimiento? ¿Por qué?

**3.** Imagina la siguiente situación:

Se tiene una superficie totalmente plana, lisa, infinita y sin obstáculos sobre la cual se coloca una esfera totalmente lisa de masa  $m$ ; se le imprime una fuerza  $F$  a la esfera y ésta cambia del estado de reposo al estado de movimiento y se desplaza en línea recta. Piensa en lo siguiente:

- a)** ¿Podría la esfera detenerse por si misma? ¿Por qué?
- b)** ¿Bajo qué condiciones podría la esfera cambiar de estado? Explica.
- c)** ¿Podría la esfera describir una curva cualquiera en un momento dado?  
¿Por qué?

**4.** Si se sabe que por muy pequeña que sea la fuerza que se le aplique a un cuerpo, bien sea un cuerpo con mucha masa o con poca masa; ésta fuerza cambia el estado de movimiento del cuerpo. Imagina lo siguiente:

Se tienen dos esferas, una esfera A con una masa igual a  $1m$  ( $m = 1m$ ) y una esfera B con una masa igual a  $200m$  ( $m = 200m$ ), sobre una superficie totalmente

lisa, plana, infinita y sin obstáculos. Inicialmente se encuentran en reposo y luego se les aplica a ambas esferas una fuerza  $F$ .

- a) ¿Qué crees que le pasará a cada una de las esferas?
- b) ¿Crees que la fuerza moverá a ambas esferas?
- c) ¿Cuál de las dos esferas crees que permanecerá mayor tiempo en movimiento? ¿Por qué?
- d) ¿Será posible que ambas esferas mantengan un movimiento infinito? Explica.
- e) ¿Cuándo crees que cambiarán de estado? Explica.
- f) ¿Cómo crees que incide la masa de ambas esferas en el movimiento que se genera inicialmente en ellas? Explica tu respuesta.
- g) ¿Cómo cambia tu respuesta para la pregunta f si el plano no fuera totalmente liso?

## F. REGISTRO DE ACTIVIDADES

David Alejandro Ortiz

### TALLER DE CONCEPTUALIZACIÓN

Son muchos los teóricos que han conceptualizado sobre la inercia y a partir de sus construcciones se ha podido definir como la cualidad de todos los cuerpos que los hace inertes y por la cual permanecen en el mismo estado, bien sea reposo o movimiento en línea recta. Con base en la definición anterior y en las inquietudes de Galileo acerca de la inercia expresadas en los fragmentos de los diálogos que se presentan a continuación lee con atención y responde las preguntas 1, 2 y 3.

1. ¿Qué crees que le pasará a la bola de bronce según el siguiente relato? Explica tu respuesta.

**Salviati:** Di, si tuvieses una superficie de una sustancia tan dura como el acero y tan lisa y pulimentada como un espejo y que no fuese tan horizontal sino algo inclinada y colocases sobre ella una bola de bronce perfectamente esférica, ¿Qué piensas que pasaría cuando la soltases?

Yo pienso que si yo suelto la bola de bronce sobre la superficie dura como el acero y lisa la bola de bronce rodaría sin detenerse sobre dicha superficie a menos que se encuentre un obstáculo o alguna fuerza que la detuviera

2. Lee atentamente la pregunta que plantea Salviati y explica tu respuesta.

**Salviati:** Y ¿Qué longitud y con qué velocidad se movería la esfera? Pero ten en cuenta que he puesto el ejemplo de una esfera perfectamente redonda, y un plano exquisitamente pulimentado, de tal forma que haya que descartar todos los impedimentos accidentales y externos. También habría que quitar los impedimentos organizados por la resistencia del aire o de cualquier otro obstáculo casual, en caso de que lo hubiera.

La esfera se movería con una longitud en línea horizontal y con una velocidad constante ya que no hay nada que la detenga, también se puede decir una velocidad de 20 km/h y una longitud de 30 - 40 m.

3. El siguiente es el caso en el que se tiene un plano totalmente horizontal cuya superficie es completamente lisa y pulimentada. Responde y explica la pregunta de Salviati.

**Salviati:** Ahora dime ¿Qué le sucedería a este mismo cuerpo sobre una superficie que no tuviese inclinación ni hacia arriba ni hacia abajo?

Se Movería infinitamente, si al principio fue impulsada con una gran fuerza ya que en el plano no hay nada que la detenga como obstáculos o condiciones climáticas (Mantendría un movimiento constante)

Las preguntas 4 y 5 están enmarcadas en el pensamiento de Isaac Newton.

4. Lee con mucha atención el relato de Newton que encuentras a continuación y contesta las siguientes preguntas.

"Los proyectiles perseveran en sus movimientos mientras no sean retardados por la resistencia del aire o empujados hacia abajo por la fuerza de gravedad".

a) ¿Una bala disparada desde un cañón podrá permanecer en estado de movimiento eternamente? ¿Por qué?

Por supuesto que sí, si peribamos en condiciones ideales ya que no tendríamos la fuerza de la gravedad ni la resistencia del aire, entonces podría permanecer en dicho estado del movimiento.

b) Cuando la bala es disparada por el cañón ¿Qué es lo que la hace pasar al estado de movimiento?

Lo que la hace pasar al estado de movimiento es la fuerza que hace el cañón al explotar.

c) Esto que la hace mover ¿Puede permanecer en la bala? Explica

Yo pienso que sí por que si permanece en la bala la siempre tendría la fuerza que la mantendría estable y en movimiento.

d) ¿Cómo puede cambiar el estado de movimiento de dicha bala?

Pues si esta fuerza se perdiera de la bala al ser disparada llegaría hasta un punto y se detendría.

Cambiará su estado de Movimiento a estar Completamente quieta

**5. Imagina la siguiente situación y responde:**

Se tienen dos rocas en estado de reposo, la primera de ellas de masa 1m y la segunda de masa 100m.

$$F = 1F$$



Si en un momento dado una mosca choca primero con una y luego con la otra y en el choque les aplica a ambas la misma fuerza.

a) ¿Qué crees que le ocurra a cada una de las rocas? ¿Por qué?

pues si choca con la de 100m primero la movería, pero sí con la fuerza que choca allí se devuelve y choca con la de 1m, la roca de 1m se movería mucho más que la roca de 100m.

b) ¿Será que el choque moverá a la roca de 100m? ¿Por qué?

si la movería, por que se le aplica una fuerza y a todo a lo que se aplica alguna fuerza se mueve así esta sea pequeña.

c) ¿Crees que es posible que cada roca cambie de estado? ¿Por qué?

pues, podrían cambiar de estado, por que la fuerza que la pequeña mosca les caubo fue pequeña pero se movieron un poco.

## TALLER DE CONCEPTUALIZACIÓN

Son muchos los teóricos que han conceptualizado sobre la inercia y a partir de sus construcciones se ha podido definir como la cualidad de todos los cuerpos que los hace inertes y por la cual permanecen en el mismo estado, bien sea reposo o movimiento en línea recta. Con base en la definición anterior y en las inquietudes de Galileo acerca de la inercia expresadas en los fragmentos de los diálogos que se presentan a continuación lee con atención y responde las preguntas 1, 2 y 3.

1. ¿Qué crees que le pasará a la bola de bronce según el siguiente relato? Explica tu respuesta.

**Salviati:** Di, si tuvieses una superficie de una sustancia tan dura como el acero y tan lisa y pulimentada como un espejo y que no fuese tan horizontal sino algo inclinada y colocases sobre ella una bola de bronce perfectamente esférica, ¿Qué piensas que pasaría cuando la soltases?

La bola de bronce rodaría hasta que quizá tropiece con algo u ese algo la detenga por algún motivo.

2. Lee atentamente la pregunta que plantea Salviati y explica tu respuesta.

**Salviati:** Y ¿Qué longitud y con que velocidad se movería la esfera? Pero ten en cuenta que he puesto el ejemplo de una esfera perfectamente redonda, y un plano exquisitamente pulimentado, de tal forma que haya que descartar todos los impedimentos accidentales y externos. También habría que quitar los impedimentos organizados por la resistencia del aire o de cualquier otro obstáculo casual, en caso de que lo hubiera.

Tendría una alta velocidad ya que no hay nada que la detenga, y también se puede descartar el desgaste de dicha esfera.

3. El siguiente es el caso en el que se tiene un plano totalmente horizontal cuya superficie es completamente lisa y pulimentada. Responde y explica la pregunta de Salviati.

**Salviati:** Ahora dime ¿Qué le sucedería a este mismo cuerpo sobre una superficie que no tuviese inclinación ni hacia arriba ni hacia abajo?

Considero que si la esfera es algo pesada al soltarla en la superficie ideal (horizontal) se quedaria en un mismo punto de inicio (Quiere decir que en donde la solto)

Las preguntas 4 y 5 están enmarcadas en el pensamiento de Isaac Newton.

4. Lee con mucha atención el relato de Newton que encuentras a continuación y contesta las siguientes preguntas.

"Los proyectiles perseveran en sus movimientos mientras no sean retardados por la resistencia del aire o empujados hacia abajo por la fuerza de gravedad".

a) ¿Una bala disparada desde un cañón podrá permanecer en estado de movimiento eternamente? ¿Por qué?

¡NO! Porque yo considero que así no haya o exista gravedad, dicha bala debe ir cayendo lentamente poco a poco

b) Cuándo la bala es disparada por el cañón ¿Qué es lo que la hace pasar al estado de movimiento?

un empujon o una presion que haga que dicho cañon expulse la bala (la presion)

c) Esto que la hace mover ¿Puede permanecer en la bala? Explica

¡NO! porque la presion ya fue ejercida

d) ¿Cómo puede cambiar el estado de movimiento de dicha bala?

Que tropiese o se choque con algo

**5. Imagina la siguiente situación y responde:**

Se tienen dos rocas en estado de reposo, la primera de ellas de masa 1m y la segunda de masa 100m.

$$F = 1F$$



Si en un momento dado una mosca choca primero con una y luego con la otra y en el choque les aplica a ambas la misma fuerza.

a) ¿Qué crees que le ocurra a cada una de las rocas? ¿Por qué?

a la primera puede que la mueva pero a la segunda roca no la mueve

b) ¿Será que el choque moverá a la roca de 100m? ¿Por qué?

¡NO! porque es una masa 99% mas grande y pesada que la de la mosca

c) ¿Crees que es posible que cada roca cambie de estado? ¿Por qué?

¡NO! Por su tamaño y peso

Mosca (0.5 m), Roca (1m), Roca (100 m)

defendera barra 6 10-2

## TALLER DE CONCEPTUALIZACIÓN

Son muchos los teóricos que han conceptualizado sobre la inercia y a partir de sus construcciones se ha podido definir como la cualidad de todos los cuerpos que los hace inertes y por la cual permanecen en el mismo estado, bien sea reposo o movimiento en línea recta. Con base en la definición anterior y en las inquietudes de Galileo acerca de la inercia expresadas en los fragmentos de los diálogos que se presentan a continuación lee con atención y responde las preguntas 1, 2 y 3.

**1. ¿Qué crees que le pasará a la bola de bronce según el siguiente relato? Explica tu respuesta.**

**Salviati:** Di, si tuvieses una superficie de una sustancia tan dura como el acero y tan lisa y pulimentada como un espejo y que no fuese tan horizontal sino algo inclinada y colocases sobre ella una bola de bronce perfectamente esférica, ¿Qué piensas que pasaría cuando la soltases?

Rodaría si alguna fuerza le empujase y tendería a moverse a la misma ~~velocidad~~ velocidad constante y sería una velocidad rápida.

**2. Lee atentamente la pregunta que plantea Salviati y explica tu respuesta.**

**Salviati:** Y ¿Qué longitud y con qué velocidad se movería la esfera? Pero ten en cuenta que he puesto el ejemplo de una esfera perfectamente redonda, y un plano exquisitamente pulimentado, de tal forma que haya que descartar todos los impedimentos accidentales y externos. También habría que quitar los impedimentos organizados por la resistencia del aire o de cualquier otro obstáculo casual, en caso de que lo hubiera.

si la recta es infinita seguiría rodando hasta el último y la velocidad lo que sería la misma.

**3. El siguiente es el caso en el que se tiene un plano totalmente horizontal cuya superficie es completamente lisa y pulimentada. Responde y explica la pregunta de Salviati.**

**Salviati:** Ahora dime ¿Qué le sucedería a este mismo cuerpo sobre una superficie que no tuviese inclinación ni hacia arriba ni hacia abajo?

La esfera se impulsaría por una fuerza y  
robaría con la misma velocidad 100PR  
pero sería una velocidad lenta

Las preguntas 4 y 5 están enmarcadas en el pensamiento de Isaac Newton.

4. Lee con mucha atención el relato de Newton que encuentras a continuación y contesta las siguientes preguntas.

"Los proyectiles perseveran en sus movimientos mientras no sean retardados por la resistencia del aire o empujados hacia abajo por la fuerza de gravedad".

a) ¿Una bala disparada desde un cañón podrá permanecer en estado de movimiento eternamente? ¿Por qué?

No porque la bala llega a un punto  
en que la fuerza se acaba porque  
no es la misma fuerza del impulso con  
el que salió

b) Cuando la bala es disparada por el cañón ¿Qué es lo que la hace pasar al estado de movimiento?

La fuerza del cañón

c) Esto que la hace mover ¿Puede permanecer en la bala? Explica

Si pero llegara un momento que la  
fuerza se acaba y pierda el impulso de  
salida

d) ¿Cómo puede cambiar el estado de movimiento de dicha bala?

Cuando se le acaba la fuerza.

a la bala o el impulso

5. Imagina la siguiente situación y responde:

Se tienen dos rocas en estado de reposo, la primera de ellas de masa 1m y la segunda de masa 100m.

$$F = 1F$$



Si en un momento dado una mosca choca primero con una y luego con la otra y en el choque les aplica a ambas la misma fuerza.

a) ¿Qué crees que le ocurra a cada una de las rocas? ¿Por qué?

que depende de la superficie de la roca se moverá la roca

b) ¿Será que el choque moverá a la roca de 100m? ¿Por qué?

creo que si si la superficie tiene unos picos en su base, muy suaves se podría mover

c) ¿Crees que es posible que cada roca cambie de estado? ¿Por qué?

si por la fuerza o el impulso de la mosca y la superficie de las rocas

David Alejandro Ortiz - 10-2

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Introducción:

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por dar explicaciones al movimiento de los cuerpos y ha aprendido que existen medios para poner en movimiento a los cuerpos y que una vez adquirido éste, es interesante conocer las características que lo definen y lo mantienen. En esta experiencia te invitamos a que respondas cuidadosamente desde tu iniciación en física y a partir del siguiente enunciado: La inercia puede ser entendida como una cualidad propia de los cuerpos materiales la cual permite dar cuenta de que estos son inertes. En este sentido se puede decir que no pueden existir unos cuerpos más inertes que otros y por consiguiente la inercia no puede ser medida. Atendiendo a este planteamiento reflexiona sobre las cuestiones que se te plantean a continuación.

**Materiales:** esferas de diferentes tamaños, papel de lija, arena, tabla de madera, papel arrugado y lámina de metal.

1. Coloca varias esferas de diferente tamaño sobre una mesa:

- ¿En qué estado se encuentran? las esferas se encuentran en un estado inerte, es decir sin movimiento.
- ¿Cómo crees que pueden cambiar de estado? Me parece que pueden cambiar de estado aplicando un movimiento (fuerza)
- ¿Qué harías para cambiarlas de estado? les aplicaría fuerza para así poder crear algo de movimiento.
- ¿Se mueven por sí solas? no se mueven por sí solas por que son cuerpos inertes.
- ¿Habrá alguna más inerte que otra? Explica tu respuesta. no lo creo por que aunque las tres no son del mismo material son esferas que necesitan una fuerza para poder ser movidas.

2. Coloca las esferas sobre las diferentes superficies y aplica fuerzas en cada una de ellas.

- ¿En qué estado se encuentran? In un estado de movimiento aunque no muy constante
- ¿Por qué crees que cambiaron de estado? Explica tu respuesta. Cambiaron de estado por que se les aplico una fuerza, aunque el movimiento no fue constante debido a la superficie
- ¿Crees que se mueven todas con la misma velocidad? ¿A qué crees que se deba esto? lo que pude notar es que no todas se mueven con la misma velocidad debido a las diferentes superficies

- d. ¿Sobre cual superficie duran más en movimiento? ¿Por qué? Duran Más en  
Movimiento en el aluminio por que la Superficie es  
Más lisa y Mucho Menos aspera.
- e. ¿Sobre cual superficie duran menos en movimiento? ¿Por qué? Puede notarse que  
duraban Menos en Movimiento en 2 Superficies en la de  
arena y el papel por que la arena es Muy rugosa o sea con Mucha  
Montaña, al igual que el papel.

3. Imagina la siguiente situación:

Se tiene una superficie totalmente plana, lisa, infinita y sin obstáculos sobre la cual se coloca una esfera totalmente lisa de masa  $m$ ; se le imprime una fuerza  $F$  a la esfera y ésta cambia del estado de reposo al estado de movimiento y se desplaza en línea recta. Piensa en lo siguiente:

- a. ¿Podría la esfera detenerse por si misma? ¿Por qué? Yo pienso que sí  
por que aunque no existan obstáculos o alguna otra  
Cosa que la detenga, dicha fuerza se puede acabar.
- b. ¿Bajo qué condiciones podría la esfera cambiar de estado? Explica. La esfera  
podría Cambiar de estado, si hubiera viento, o  
algun obstáculo en la Superficie, o la Superficie fuera  
Muy aspera.
- c. ¿Podría la esfera describir una curva cualquiera en un momento dado? ¿Por qué?  
no lo creo por que si la Superficie es perfecta  
por ahí decido, que lo produciría, nada podría  
producirlo, a menos que se produzca algo inesperado  
como una ráfaga de viento o algo parecido.

4. Si se sabe que por muy pequeña que sea la fuerza que se le aplique a un cuerpo, bien sea un cuerpo con mucha masa o con poca masa; ésta fuerza cambia el estado de movimiento del cuerpo. Imagina lo siguiente:

Se tienen dos esferas, una esfera A con una masa igual a  $1m$  ( $m = 1m$ ) y una esfera B con una masa igual a  $200m$  ( $m = 200m$ ), sobre una superficie totalmente lisa, plana, infinita y sin obstáculos. Inicialmente se encuentran en reposo y luego se les aplica a ambas esferas una fuerza  $F$ .

- a. ¿Qué crees que le pasará a cada una de las esferas? Se Moverían  
igualmente, sin pasar sobre esta Superficie  
perfecta
- b. ¿Crees que la fuerza moverá a ambas esferas? ¿Por qué? si creo que las  
Moverá ya sea grande o pequeña la fuerza las  
Moverá por que toda fuerza que se le aplica  
a un cuerpo le produce Movimiento.

- c. ¿Cuál de las dos esferas crees que permanecerá mayor tiempo en movimiento? ¿Por qué? Yo creo que las dos por que si la esfera es pequeña la fuerza le duraria más por ligera, pero a la más pesada, sería más lenta pero su peso le ayudaría a conservar la fuerza lo cual la mantendría también en movimiento.
- d. ¿Será posible que ambas esferas mantengan un movimiento infinito? Explica. Sí, en condiciones ideales por que las dos tendrían la fuerza, pero hay un detalle si se tiran las dos a rodar una rodaria más ligera que la otra.
- e. ¿Cuándo crees que cambiarán de estado? Explica. Cuando encuentren un obstáculo, o dicha fuerza empiece a agotarse, o la superficie se torne con curvas aunque sea lisa, tal vez ahí podran detenerse y cambiar de estado.
- f. ¿Cómo crees que incide la masa de ambas esferas en el movimiento que se genera inicialmente en ellas? Explica tu respuesta. Pues la masa de ambas esferas incide en el hecho que una por ser más pesada ira más despacio y la otra por ser más liviana ira mucho más rápido.
- g. ¿Cómo cambia tu respuesta para la pregunta f si el plano no fuera totalmente liso? Pues si el plano no fuera totalmente liso si no que con un par de obstáculos en este caso la que ira más rápido sería la más pesada por su peso y la más liviana muy lento debida a que no posee mucho peso.

Cristian Arias 10º2

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

#### Introducción:

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por dar explicaciones al movimiento de los cuerpos y ha aprendido que existen medios para poner en movimiento a los cuerpos y que una vez adquirido éste, es interesante conocer las características que lo definen y lo mantienen. En esta experiencia te invitamos a que respondas cuidadosamente desde tu iniciación en física y a partir del siguiente enunciado: La inercia puede ser entendida como una cualidad propia de los cuerpos materiales la cual permite dar cuenta de que estos son inertes. En este sentido se puede decir que no pueden existir unos cuerpos más inertes que otros y por consiguiente la inercia no puede ser medida. Atendiendo a este planteamiento reflexiona sobre las cuestiones que se te plantean a continuación.

**Materiales:** esferas de diferentes tamaños, papel de lija, arena, tabla de madera, papel arrugado y lámina de metal.

1. Coloca varias esferas de diferente tamaño sobre una mesa:

- ¿En qué estado se encuentran? En reposo
- ¿Cómo crees que pueden cambiar de estado? aplicando una fuerza
- ¿Qué harías para cambiarlas de estado? impulsarlas
- ¿Se mueven por si solas? NO
- ¿Habrá alguna más inerte que otra? Explica tu respuesta. ¡NO! Porque la inercia no puede ser medida

2. Coloca las esferas sobre las diferentes superficies y aplica fuerzas en cada una de ellas.

- ¿En qué estado se encuentran? \_\_\_\_\_
- ¿Por qué crees que cambiaron de estado? Explica tu respuesta. Porque no todas las superficies son iguales
- ¿Crees que se mueven todas con la misma velocidad? ¿A qué crees que se deba esto? ¡NO! a que unas superficies eran lisas, en cambio las otras se encontraban en muy mal estado

- d. ¿Sobre cual superficie duran más en movimiento? ¿Por qué? en la superficie de madera aunque yo considero que era por la posición de la mesa de madera
- e. ¿Sobre cual superficie duran menos en movimiento? ¿Por qué? en la arena porque es muy difícil encontrarles un lugar sin grumos o huecos.

3. Imagina la siguiente situación:

Se tiene una superficie totalmente plana, lisa, infinita y sin obstáculos sobre la cual se coloca una esfera totalmente lisa de masa  $m$ ; se le imprime una fuerza  $F$  a la esfera y ésta cambia del estado de reposo al estado de movimiento y se desplaza en línea recta. Piensa en lo siguiente:

- a. ¿Podría la esfera detenerse por si misma? ¿Por qué? ¡NO! Porque si nos imaginamos la esfera lisa y un plano liso no tendrá ningún impedimento y rodará y rodará...
- b. ¿Bajo qué condiciones podría la esfera cambiar de estado? Explica. según las condiciones dadas yo considero que se detendría si se le acaba la fuerza con la que fue lanzada
- c. ¿Podría la esfera describir una curva cualquiera en un momento dado? ¿Por qué? yo considero que para caer la curva tiene que existir la presencia de un fope aunque es algo ilógico ya que hablamos de que era en condiciones ideales y la bolita siempre en línea recta
4. Si se sabe que por muy pequeña que sea la fuerza que se le aplique a un cuerpo, bien sea un cuerpo con mucha masa o con poca masa; ésta fuerza cambia el estado de movimiento del cuerpo. Imagina lo siguiente:  
Se tienen dos esferas, una esfera A con una masa igual a  $1\text{m}$  ( $m = 1\text{m}$ ) y una esfera B con una masa igual a  $200\text{m}$  ( $m = 200\text{m}$ ), sobre una superficie totalmente lisa, plana, infinita y sin obstáculos. Inicialmente se encuentran en reposo y luego se les aplica a ambas esferas una fuerza  $F$ .

- a. ¿Qué crees que le pasará a cada una de las esferas? se les dará movimiento a una corta u larga distancia según la fuerza aplicada
- b. ¿Crees que la fuerza moverá a ambas esferas? ¿Por qué? ¡Si! aunque no las moverá a ambas por igual por su peso y dimensión

c. ¿Cuál de las dos esferas crees que permanecerá mayor tiempo en movimiento? ¿Por qué? la de 1m por ser mas liviana se movera hasta con el roce del viento

d. ¿Será posible que ambas esferas mantengan un movimiento infinito? Explica.

no porque su propio peso las hara detener o ir disminuyendo su peso lenta mente

e. ¿Cuándo crees que cambiarán de estado? Explica. cuando se detengan aplica la fuerza

f. ¿Cómo crees que incide la masa de ambas esferas en el movimiento que se genera inicialmente en ellas? Explica tu respuesta.

la mas pequeña tomara mas velocidad inicial, en cambio la otra se demorara mas en obtener una velocidad alta.

g. ¿Cómo cambia tu respuesta para la pregunta f si el plano no fuera totalmente liso?

Creo que el peso de la mas grande la hara detenerse en cualquier bache y la pequeña en cambio rebotara y su velocidad disminuira poco a poco.

Alexis Gaviria M. 4022

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Introducción:

Desde la antigüedad el hombre se ha preocupado por dar explicaciones al movimiento de los cuerpos y ha aprendido que existen medios para poner en movimiento a los cuerpos y que una vez adquirido éste, es interesante conocer las características que lo definen y lo mantienen.

En esta experiencia te invitamos a que respondas cuidadosamente desde tu iniciación en física y a partir del siguiente enunciado: La inercia puede ser entendida como una cualidad propia de los cuerpos materiales la cual permite dar cuenta de que estos son inertes. En este sentido se puede decir que no pueden existir unos cuerpos más inertes que otros y por consiguiente la inercia no puede ser medida. Atendiendo a este planteamiento reflexiona sobre las cuestiones que se te plantean a continuación.

**Materiales:** esferas de diferentes tamaños, papel de lija, arena, tabla de madera, papel arrugado y lámina de metal.

1. Coloca varias esferas de diferente tamaño sobre una mesa:

- ¿En qué estado se encuentran? en reposo
- ¿Cómo crees que pueden cambiar de estado? aplicándole una fuerza
- ¿Qué harías para cambiarlas de estado? aplicarle una fuerza al elemento
- ¿Se mueven por si solas? la única forma sería q' estuvieran en una superficie in
- ¿Habrá alguna más inerte que otra? Explica tu respuesta. la de mayor tamaño porq' es mas abalada q' las otras.

2. Coloca las esferas sobre las diferentes superficies y aplica fuerzas en cada una de ellas.

- ¿En qué estado se encuentran? en movimiento
- ¿Por qué crees que cambiaron de estado? Explica tu respuesta. al presentarse una fuerza sobre el elemento este cambia su estado de reposo
- ¿Crees que se mueven todas con la misma velocidad? ¿A qué crees que se deba esto? No porq' en determinadas superficies al presentarse mayor fricción disminuye la velocidad.

- d. ¿Sobre cual superficie duran más en movimiento? ¿Por qué? Sobre la lamina de metal por q' es una superficie plana y lisa.
- e. ¿Sobre cual superficie duran menos en movimiento? ¿Por qué? Sobre la arena por q' presenta mas fricción lo cual disminuye su velocidad.

3. Imagina la siguiente situación:

Se tiene una superficie totalmente plana, lisa, infinita y sin obstáculos sobre la cual se coloca una esfera totalmente lisa de masa  $m$ ; se le imprime una fuerza  $F$  a la esfera y ésta cambia del estado de reposo al estado de movimiento y se desplaza en línea recta. Piensa en lo siguiente:

- a. ¿Podría la esfera detenerse por si misma? ¿Por qué? considero q' no por q' esta sobre una superficie plana y lisa y no tendra obstaculos q' la detengan.
- b. ¿Bajo qué condiciones podría la esfera cambiar de estado? Explica. Al presentarse una fuerza lo suficiente/grave como para moverla o detenerla.
- c. ¿Podría la esfera describir una curva cualquiera en un momento dado? ¿Por qué? No por q' esta en una superficie total plana y lisa la cual no le presentaria obstaculos para cambiar su trayectoria.

4. Si se sabe que por muy pequeña que sea la fuerza que se le aplique a un cuerpo, bien sea un cuerpo con mucha masa o con poca masa; ésta fuerza cambia el estado de movimiento del cuerpo. Imagina lo siguiente:

Se tienen dos esferas, una esfera A con una masa igual a  $1m$  ( $m = 1m$ ) y una esfera B con una masa igual a  $200m$  ( $m = 200m$ ), sobre una superficie totalmente lisa, plana, infinita y sin obstáculos. Inicialmente se encuentran en reposo y luego se les aplica a ambas esferas una fuerza  $F$ .

- a. ¿Qué crees que le pasará a cada una de las esferas? Se moveran a una velocidad constante y en una misma trayectoria.
- b. ¿Crees que la fuerza moverá a ambas esferas? ¿Por qué? Si por q' al estar en condiciones ideales la mas minima fuerza m. debe el ele/ sin importar su fuerza o tamaño.

c. ¿Cuál de las dos esferas crees que permanecerá mayor tiempo en movimiento? ¿Por qué?

Las dos permanecerán el mismo tiempo debido a que están en una superficie perfecta y esto no alterará su movimiento.

d. ¿Será posible que ambas esferas mantengan un movimiento infinito? Explica.

Si por  $q$  se están moviendo en una superficie completa/plana, lisa e infinita.

e. ¿Cuándo crees que cambiarán de estado? Explica.

Cambiarían de estado si se presentara algún factor que las detenga o las destruya, pero en este caso no es posible.

f. ¿Cómo crees que incide la masa de ambas esferas en el movimiento que se genera inicialmente en ellas? Explica tu respuesta.

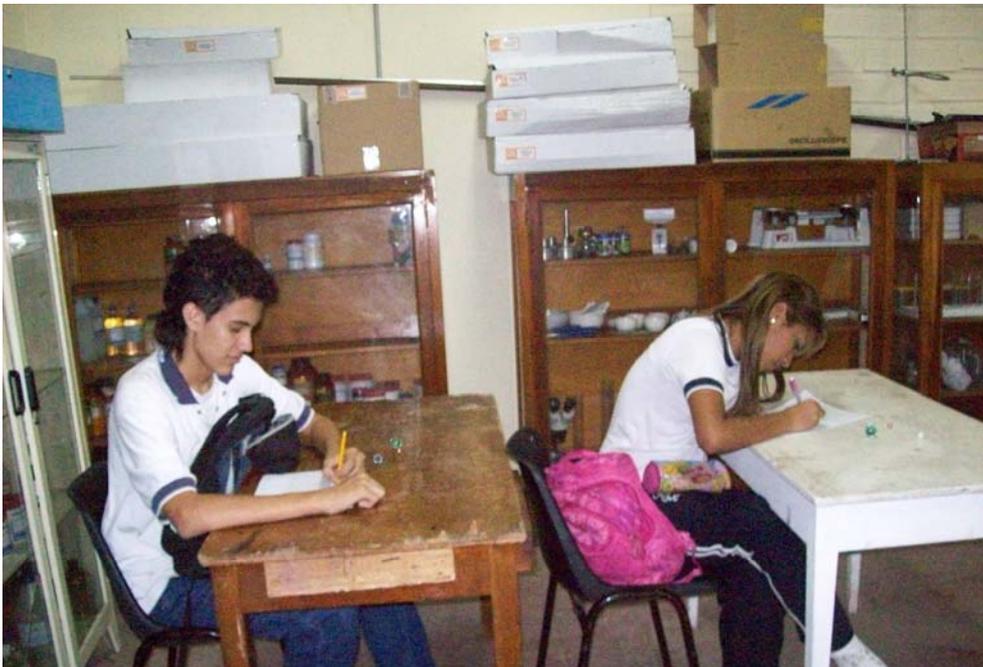
En ningún momento. Incide en condiciones ideales, la masa y el volumen son simples referencias para el elemento.

g. ¿Cómo cambia tu respuesta para la pregunta f si el plano no fuera totalmente liso?

La de menor tamaño tiene una velocidad más rápida pero un recorrido más corto. Todo lo contrario sucedería con la otra.

## G. REGISTRO FOTOGRAFICO

### ➤ Actividad experimental





➤ Entrevista



