

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

**La literatura científica como mediación didáctica en la búsqueda de sentido de las
leyes del movimiento**

Trabajo presentado para optar al título de Licenciado(a) en Matemáticas y Física

**PAOLA ANDREA GÓMEZ ÚSUGA
MARIA ALEJANDRA CORREA CARVAJAL
JHONATAN PARRA NARANJO**

Asesor:

CLARA CECILIA RIVERA ESCOBAR

Magíster en didáctica de la matemática

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y FÍSICA
MEDELLÍN**

2016

Agradecimientos

Deseamos que estas líneas sirvan para expresar el más profundo y sincero agradecimiento a nuestras familias, amigos y maestros por la comprensión, la paciencia y la motivación recibida.

Especial gratitud y reconocimiento al Semillero de Investigación MATHEMA, liderado por los profesores Jhony Alexander Villa Ochoa y Alejandra Marín Ríos, con quienes encontramos una deuda por todo el tiempo y la dedicación al perfeccionamiento de nuestro trabajo.

Queremos dar gracias al profesor Rubén Darío Henao Ciro, por su colaboración y entrega incondicional, por todo su conocimiento, experiencia, y su capacidad para guiar las ideas, sus aportes fueron invaluable y fundamentales para la realización de este trabajo.

Hacemos extensiva nuestra gratitud a la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín, por brindarnos los espacios educativos, en medio de los cuales surgieron aprendizajes significativos y valiosos para nuestra formación como futuros docentes.

Un agradecimiento muy especial merece la Universidad de Antioquia, por darnos la oportunidad formarnos como maestros y compañeros.

A todos ellos, muchas gracias.

Resumen

Las problemáticas respecto a las actitudes de los estudiantes y maestros frente al aprendizaje han sido iniciativa para diferentes investigaciones, particularmente para este estudio en el contexto de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín, donde se reconoce que tanto estudiantes como maestro tienen una visión pasiva de la manera en la que se debería aprender y enseñar, produciendo los modelos conductistas donde el maestro ejerce el poder a través del conocimiento y el estudiante como ente pasivo acumula saberes, a sabiendas que estos estudiantes se están formando para ser maestros.

En vista de esto y con el propósito de implementar una estrategia didáctica para que los estudiantes le otorguen sentido a las Leyes del Movimiento, se desarrolla un estudio para indagar las impresiones, representaciones, argumentos, explicaciones e interpretaciones que los estudiantes manifiestan y realizan a partir de la Literatura Científica, durante un trabajo de práctica inicial. Para su desarrollo se empleó la Investigación Acción Educativa, desde el paradigma cualitativo, debido a que permitió estudiar a los estudiantes desde su contexto y valores institucionales, interpretando la información recolectada y acudiendo a un proceso de triangulación entre documentos e investigadores, ya que sus aportes hicieron parte del estudio, pues son ellos quienes se ven abocados a deconstruir su práctica a través de la mediación de la Literatura Científica, posibilitando la transformación a través de la construcción de saber pedagógico. Se llevaron a cabo tres fases: deconstrucción, reconstrucción y evaluación, por lo que se recurrió instrumentos de recolección de datos tales como: la observación, los diarios de procesos y el plan de clase.

Los principales hallazgos permiten evidenciar el papel fundamental que adquiere la Literatura Científica en el aprendizaje de la física, puesto que dota a los estudiantes de signos que les permitieron entender las situaciones de la realidad desde otras miradas, ya que ellos fueron reconociendo el valor del modelo en la explicación de los fenómenos de la realidad,



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

otorgando a cada ley de interpretantes, es decir; de significados, reconfigurando la

noción de contextualización no sólo como la utilización de objetos y situaciones de la

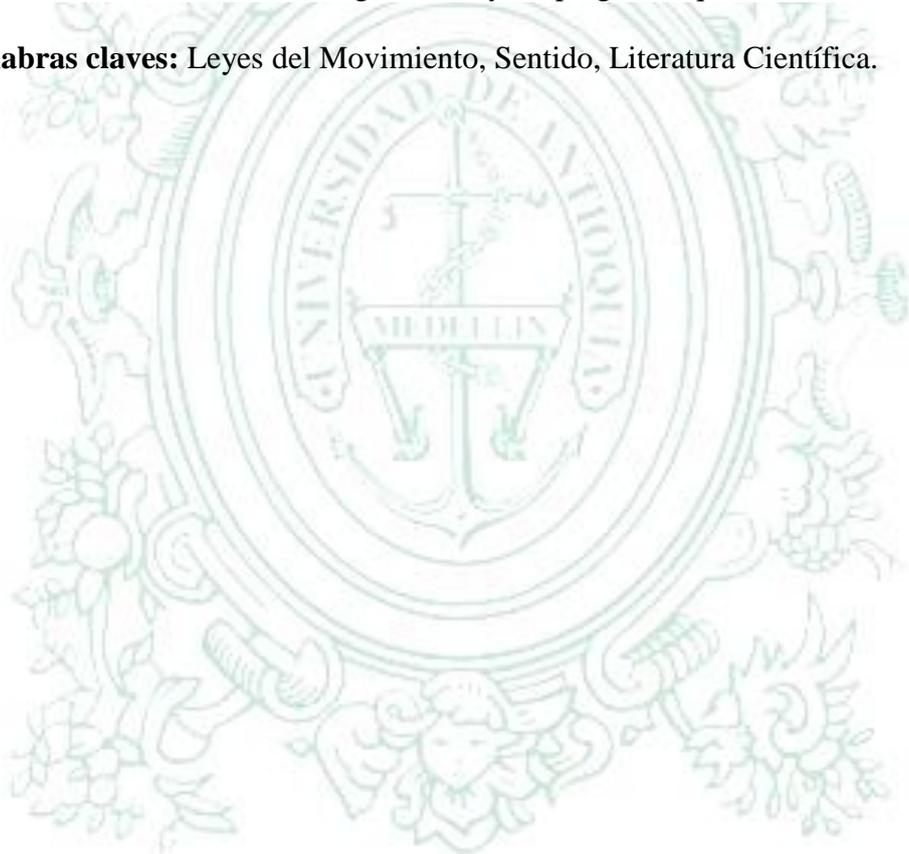
realidad. Por otro lado, la lectura dinamiza y potencia el proceso de experimentación, pues el

estudiante al tener nociones sobre las leyes articula la teoría y la práctica, esto se manifiesta

en las predicciones que realiza, en la conciencia de que adquiere de las variables y cómo estas

afectan en el sistema, además de los argumentos y las preguntas que desarrolla.

Palabras claves: Leyes del Movimiento, Sentido, Literatura Científica.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Tabla de contenido

Introducción	10
1. Lectura de Contexto.....	12
1.1 La Escuela Normal Superior de Medellín	12
2. Diseño Teórico	21
2.1 Planteamiento del Problema.....	21
2.2 Objetivos de Investigación.....	25
2.2.1 Objetivo General.....	25
2.2.2 Objetivos Específicos.....	25
3. Marco Referencial	26
3.1 Marco Legal	26
3.2 Marco Teórico.....	31
3.2.1 Componente Disciplinar.....	31
3.2.1.1 Leyes del Movimiento: Una aproximación desde la cantidad de movimiento....	31
3.2.2 Componente Didáctico.....	39
3.2.2.1 La Literatura Científica.....	39
3.2.2.2 El Sentido desde una mirada triádica del signo peirceano.....	44
3.2.3 Componente Metodológico.....	58
3.2.3.1 Caracterización de la investigación.....	58
3.2.3.2 Investigación Acción Educativa	59
3.2.3.3 Fases de la investigación.....	62
4. Diseño Metodológico	67
4.1 Primera Fase: Deconstrucción.....	67
4.1.1 Prueba diagnóstica (Anexo).....	70
4.2 Segunda Fase: Reconstrucción.....	72
4.2.1 Plan de clase.....	72
4.2.1.1 Actividad diagnóstica (Anexo 2).....	73
4.2.1.2 Actividades de Fortalecimiento.....	75
4.2.2 Diarios de Procesos (Anexo 11).....	84
4.3 Tercera Fase: Evaluación	86
4.3.1 Prueba de verificación.....	86
4.3.2 Categorías	88

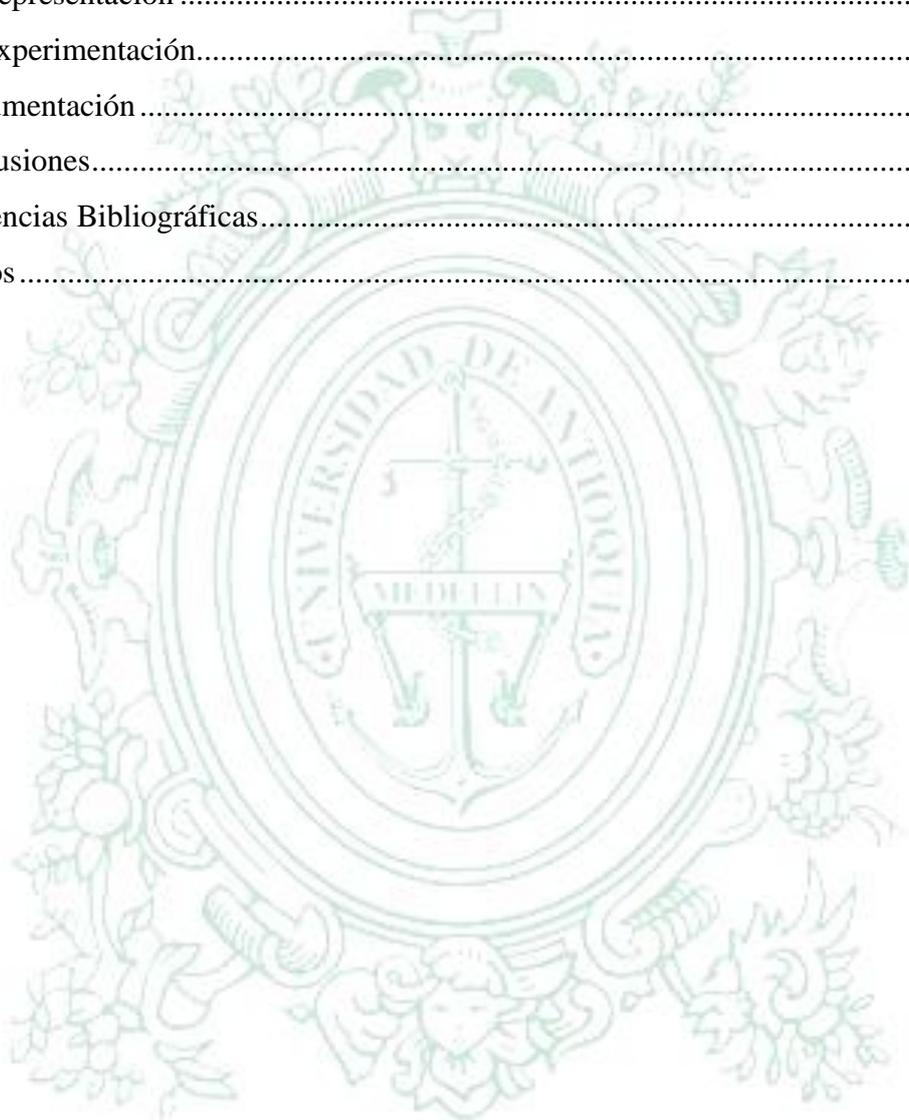


UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

5. Resultados y Análisis	91
5.1 Afectación	91
5.2 Representación	97
5.3 Experimentación.....	103
5.4 Argumentación.....	106
6. Conclusiones.....	114
7. Referencias Bibliográficas.....	117
8. Anexos.....	127



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Lista Tablas

Tabla 1: Prueba Diagnóstica	70
Tabla 2: Fragmento de Hewitt (2007).....	71
Tabla 3: Algunas preguntas de la actividad diagnóstica	74
Tabla 4: Actividad de experimentación, el caso del globo	77
Tabla 5: Experiencia de los autos	79
Tabla 6: Actividad de los videos.....	81
Tabla 7: Fragmento físico Momentos de Guerra	82
Tabla 8: Preguntas fragmento literario.....	83
Tabla 9: Preguntas sobre el fragmento literario	84
Tabla 10: Preguntas a partir del fragmento literario	84
Tabla 11: Categorías	90
Tabla 12: Apreciación de algunos estudiantes respecto al fragmento literario.....	94
Tabla 13: Diagrama de fuerzas realizados por los estudiantes	99
Tabla 14: Mapas conceptuales realizados por los estudiantes	101
Tabla 15: Respuesta de algunos estudiantes, Prueba de verificación	102
Tabla 16: Actividad de Experimentación.....	106

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



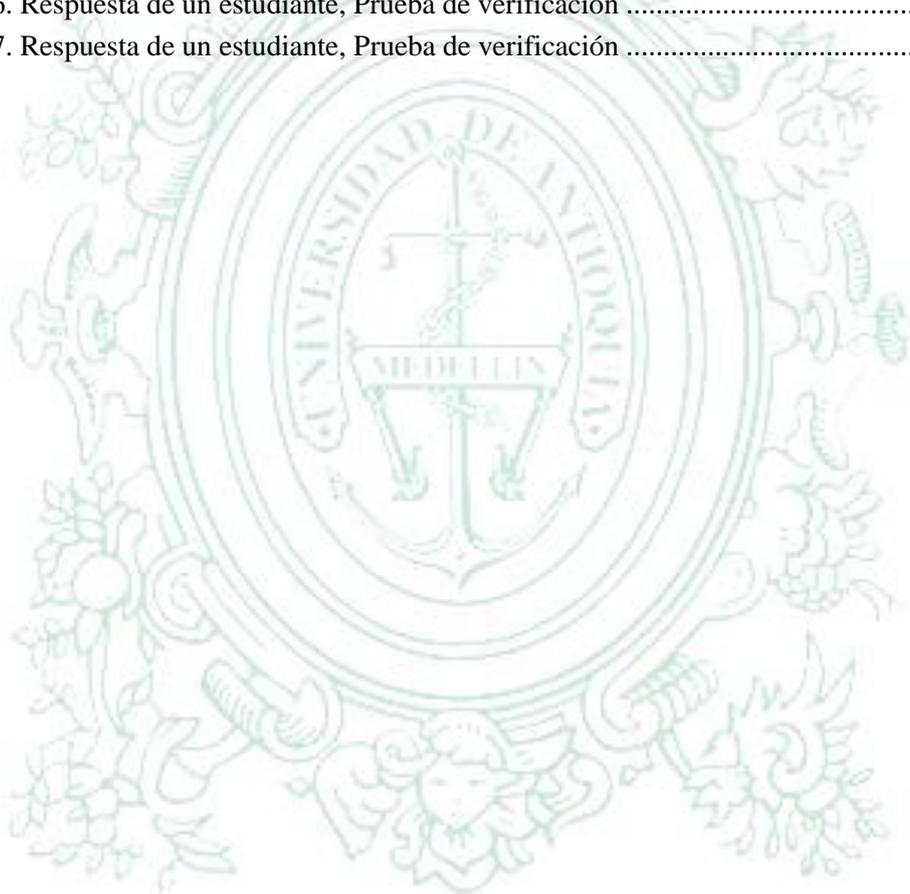
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Lista de figuras

Ilustración 1: Actividad de diagnóstico	74
Ilustración 2: Experiencia con el globo.....	76
Ilustración 3: Experiencia de colisión entre autos.....	78
Ilustración 4. Explicación de un estudiante a sus compañeros acerca de los sistemas de referencia....	96
Ilustración 5. Respuesta de un estudiante, Actividad de Experimentación.....	104
Ilustración 6. Respuesta de un estudiante, Prueba de verificación	111
Ilustración 7. Respuesta de un estudiante, Prueba de verificación	112



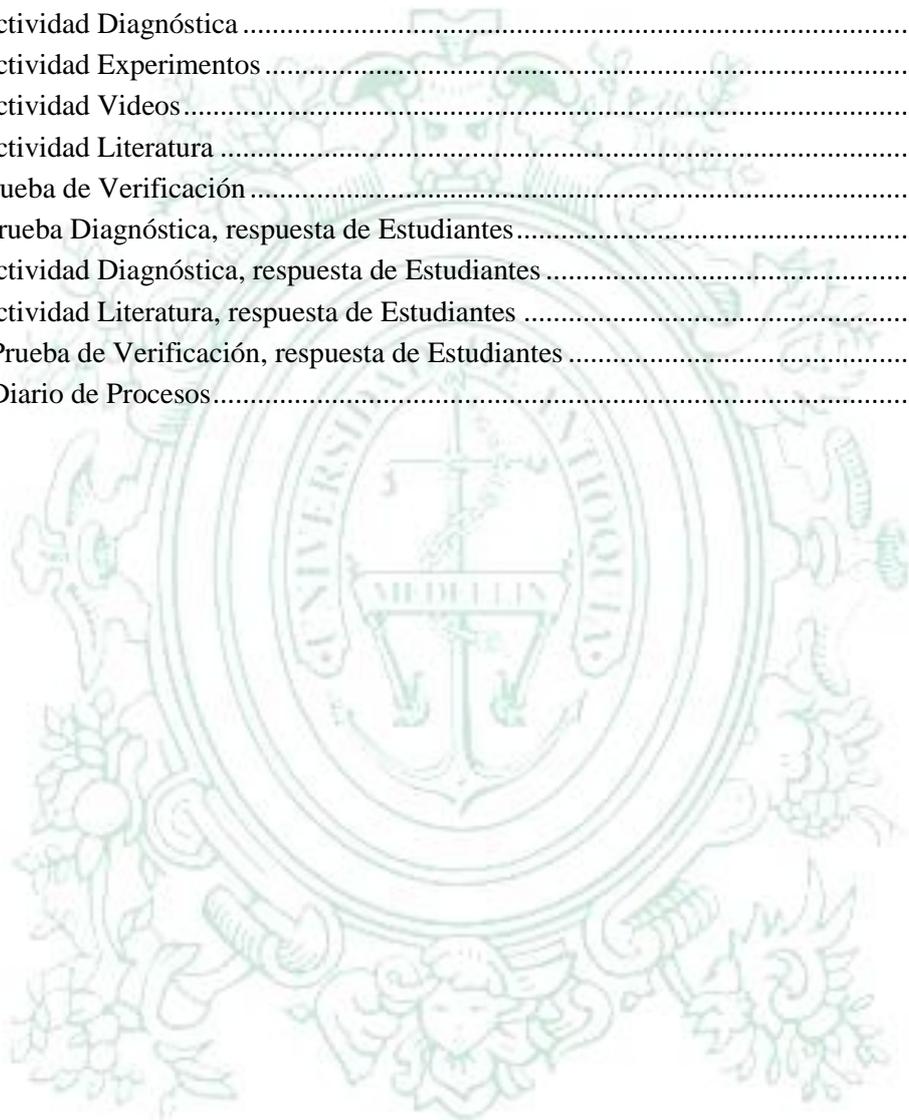
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Lista de Anexos

Anexo 1. Prueba Diagnóstica.....	127
Anexo 2. Actividad Diagnóstica.....	129
Anexo 3. Actividad Experimentos.....	131
Anexo 4. Actividad Videos.....	136
Anexo 5. Actividad Literatura.....	136
Anexo 6. Prueba de Verificación.....	141
Anexo 7. Prueba Diagnóstica, respuesta de Estudiantes.....	146
Anexo 8. Actividad Diagnóstica, respuesta de Estudiantes.....	150
Anexo 9. Actividad Literatura, respuesta de Estudiantes.....	154
Anexo 10. Prueba de Verificación, respuesta de Estudiantes.....	160
Anexo 11. Diario de Procesos.....	169



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

Introducción

Este estudio se desarrolla en el contexto de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín con 34 estudiantes de grado undécimo a través de una investigación cualitativa. En esta se espera analizar el sentido que los estudiantes le otorgan a las leyes del movimiento a partir de la literatura científica, sentido entendido desde la tríada peirceana del signo, en la cual interviene un objeto, un representamen y un interpretante, este último que está en crecimiento a través de las experiencias y es evidente en los procesos de afectación, representación, experimentación y argumentación.

Primeramente, se hizo un estudio del contexto a través de la observación de la clase de física y aplicando algunas encuestas a los estudiantes sobre sus percepciones de la física y la lectura y al formador respecto a su formación y experiencia profesional además por su vínculo con la lectura y los medios que frecuentemente utiliza en el aula. Adicionalmente se hace la lectura del Proyecto Institucional Educativo (PEI) y del plan de área, analizando la correspondencia entre los planteamientos y los datos obtenidos en la observación. Con estos indicios se aplica una prueba diagnóstica la cual encamina el problema de esta investigación, la carencia de motivación y de hábitos de los futuros maestros normalistas frente al conocimiento, reflejado en la poca profundidad en sus ideas sobre las Leyes del Movimiento.

Para esto, se opta por un diseño de Investigación Acción Educativa desde los planteamientos de Restrepo (2003, 2004) donde los maestros principiantes se ven abocados a deconstruir su práctica a través de la mediación de la Literatura Científica, posibilitando la transformación a través de la construcción de saber pedagógico. Esto se lleva a cabo a través de 3 fases: la deconstrucción, reconstrucción y la evaluación.

En la primera fase, se identificó el problema, se hizo la búsqueda de los antecedentes, la construcción de los objetivos y la consolidación del marco teórico. Para la segunda fase se construyen los planes de clase, transversalizados por la literatura científica al tiempo que se



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

van registrando los sucesos en el diario de procesos. Y finalmente en la fase de

evaluación se aplica una prueba final, se hace el análisis de los resultados acudiendo a una

triangulación de documentos y de investigadores.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

1. Lectura de Contexto

Asumir la tarea de investigar en educación, implica para el maestro investigador un profundo análisis y conocimiento de la realidad del aula, lo que comprende tanto las miradas y prácticas del maestro, los modos de ser y actuar de los estudiantes, los planteamientos epistemológicos y filosóficos que los circunscribe, así como la construcción histórica y cultural que ha experimentado la institución, dado que para conocer el estado de las cosas no basta con la información presente, hace falta mirar atrás, así lo afirma el MEN Colombia (2004) cuando dice: “se puede afirmar que no es posible conocer un río, solamente desde hoy, es decir, desde su estado actual; (pues este es el resultado de su historia y guarda información de todos sus procesos y evoluciones)” (p. 53).

1.1 La Escuela Normal Superior de Medellín

En sus comienzos, alrededor de los 40s y 60s, el barrio Villa Hermosa se caracterizó por ser una zona formada por asentamientos subnormales, la cual se fue poblando debido a la migración intraurbana provocada por el proceso de industrialización. Cuenta Naranjo (1992) que este sector es habitado por grupos obreros y por una pequeña burguesía industrial. Luego, en las décadas de los 70s y 80s se logra concluir medianamente el proceso de consolidación urbana, pero aun así sigue creciendo la ocupación ilegal del espacio con nuevos asentamientos e invasiones en zonas consideradas no urbanizables debido a su inestabilidad, esto a causa de campesinos desplazados por la guerra. Esta particularidad ha implicado que las generaciones de pobladores sean de carácter diverso, propiciando “la aparición de una trama cultural heterogénea, esto es, formada por una enorme diversidad de estilos de vivir, de estructuras del sentir, de modos de narrar” (Martin-Barbero, 2000, p. 74), multiplicidad de prácticas, tradiciones, visiones y creencias.

Para la década de los 90s, surge a partir del proceso de violencia que experimentaba el país, el fenómeno miliciano articulado a grupos guerrilleros y al paramilitarismo, lo que

genera la creación de bandas y el apogeo del narcotráfico (Quiceno, Muñoz &

Montoya, 2008), conflicto que ha generado secuelas en la sociedad colombiana, específicamente en los habitantes de las comunas, en generaciones de jóvenes y niños que han crecido en medio de estas dinámicas de la guerra. Sin mencionar que el desempleo, la pobreza, las condiciones de vivienda, la drogadicción y la falta de oportunidades son fenómenos que han afectado desde entonces a la población.

Alrededor de estas problemáticas, para 1824, se funda la actual Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín con el establecimiento de la ley 20 del 26 de junio de este año de la Nueva Granada, sin embargo, su apertura solo es posible en febrero de 1851, para este momento se nombró Escuela Normal de Institutores y tenía su sede en los terrenos del convento Franciscano donde en la actualidad funciona el paraninfo de la Universidad de Antioquia en el centro de la ciudad. Pocos años después modifican su nombre por Escuela Normal de Varones. Entre los años 1860 y 1864 debe ser cerrada debido a que no estaba cumpliendo con los objetivos, y en el país era prioridad la guerra civil. Luego, a finales de 1866 se reabre bajo la dirección del señor Graciano Acevedo, pero constantemente sufre cierres.

Para el año 1870, con la salida de algunos colombianos al extranjero se estudian algunos discursos de la formación, principalmente los de Francia, Estados Unidos, Bélgica, Polonia y Prusia. Esta información es enviada al director de Instrucción Pública Martín Lleras, para que se reformen los propósitos de formación en busca de una nueva concepción del ser humano, destacando la “capacidad de asombro del niño, para garantizar el ingreso [y el] sostenimiento en la educación superior, [además] la incentivación a los particulares para que empezaran a trabajar por su propia cuenta” (ENSM, 2015a, p. 1). De manera que el gobierno inicia un plan en convenio con el estado Alemán, contratando un grupo de maestros de ese país. Para la institución es nombrado Amadeo Weiss, con el fin de asumir el modelo



de las escuelas normales de Prusia, “propuesta de metodología activa, desde la observación, la experimentación y las actividades prácticas de agricultura y talleres, enfatizando en la aplicación de conceptos y no tanto en la memorización” (ídem).

Incluso en el PEI (ENSM, 2015b) se menciona como la institución se constituyó en un espacio para el encuentro de las diferentes concepciones didácticas: la tradición pedagógica alemana, francófona y anglosajona, estando como evidencias la riqueza pedagógica y de los discursos de formación de las investigaciones que fueron desarrolladas en su momento, y que actualmente están alojadas en el archivo pedagógico, gracias a la influencia de la Escuela Nueva.

Actualmente la Escuela Normal Superior de Medellín, es una institución oficial de carácter especial, que ofrece educación formal en los niveles de preescolar, educación básica y media académica con profundización en el campo de la educación y la formación pedagógica mediante el programa de formación complementaria en la modalidad presencial, todo esto en jornada única. Está alojada en un edificio de arquitectura altamente colonial e imponente, rodeado por grandes zonas verdes.

La misión de la Institución Educativa se materializa en la formación de “maestros y maestras, con alta competencia académica, pedagógica e investigativa desde el nivel preescolar hasta el programa de formación complementaria, [asumiendo] la estrategia de núcleos disciplinares que integran la pedagogía y la didáctica con el saber específico” (ENSM, 2015c, p. 6), mediante un modelo pedagógico desarrollista con enfoque constructivista direccionado a un modelo social, debido a que desde los planteamientos de este modelo, el maestro en formación se desarrolla y se forma de manera integral, desde sus dimensiones socio afectivas, cognitivas y motrices, además que se apropia de su cultura, transformando su entorno.



En este modelo, el formador de maestros debe propiciar las condiciones

favorables para incidir en la actividad mental y productiva del maestro en formación, teniendo en cuenta sus relaciones y vínculos con el contexto que lo rodea, evidentes en sus conceptos previos los cuales muchas veces deben ser dirigidos y transformados a partir de las exploraciones y experiencias con la cultura, lo que reafirma el deber del formador de brindar acompañamiento y mediación a través de la confrontación, los interrogantes, la reflexión y la discusión. Simultáneamente, el estudiante y para este caso, el maestro en formación asume un papel activo en el aprendizaje al explorar, leer, construir, asimilar y apropiarse de los conocimientos, direccionando sus interrogantes, motivaciones, investigaciones y sus propios procesos en relación a sus intereses y experiencias. Lo cierto es que para la institución la designación debe ser la de reconstruir, ya que el estudiante cuando ingresa a la vida escolar ya tiene una visión de la realidad como resultado de un proceso social, por lo que ya ha consolidado una buena parte del aprendizaje, es por esto que se habla de reconstruir el conocimiento, pero ahora desde el plano personal al acercarse en forma progresiva y comprensiva a lo que significan y representan los contenidos curriculares como saberes culturales. Esta postura frente al conocimiento, como experiencia individual y en contacto directo con los objetos, necesariamente implica hábitos de autonomía lo que indiscutiblemente se afianza como una fortaleza cuando asuma sus tareas de maestro (Anónimo, 2015). Sin embargo, para John Dewey, la experiencia y la construcción del conocimiento no pueden ser vistos como procesos individuales, más bien como una experiencia compartida entre el formador y el maestro en formación, cuando se promueven situaciones problemáticas que surgen de su contexto social (ENSM, 2015b).

Además de asumir un modelo pedagógico para alcanzar su misión, la institución se plantea de manera específica algunos propósitos que le permitan alcanzar la formación de maestros íntegros. El formador debe utilizar diferentes métodos de trabajo de manera que



contribuya a la apropiación del saber pedagógico, que le permite al estudiante

reflexionar y actuar sobre su propio aprendizaje, y desde sus conocimientos tanto disciplinares, pedagógicos y culturales pueda seleccionar y transformar sus enfoques, contenidos y estrategias cuando asuma su tarea docente. También, ambos deben recuperar el liderazgo intelectual y social del maestro a través de la investigación pedagógica, estos son algunos de los propósitos que la institución se planea.

Al margen de esto el PEI (ENSM, 2015c) traza algunos valores que entendidos como principio apuntan al cumplimiento de la misión, estos son: participación, concertación, autonomía, responsabilidad, solidaridad, respeto, espíritu investigativo y proyección social. Por resaltar algunos: la responsabilidad es entendida como “la actitud que se asume frente a los compromisos personales, laborales, [académicos] y sociales” (ibídem, p. 4). Por otro lado, el espíritu investigativo invita a los estudiantes a la búsqueda permanente, sincera y veraz del conocimiento, para así comprender la realidad, “la identificación de las fuerzas sociales, el análisis crítico de las necesidades y de las relaciones que se entrecruzan en las prácticas humanas para generar opciones de cambio” (ibídem, p. 5).

También, los ideales de formación tanto del maestro en formación como del formador se corresponden con las aspiraciones la institución manifestadas en el PEI (ENSM, 2015c). Por un lado, se espera que el maestro en formación esté habilitado para acercarse a la vida cotidiana de la escuela, para aprender de sus experiencias, diálogos y vivencias, que sea reflexivo y actualizado frente a los acelerados cambios sociales en la ciencia, la tecnología y la producción social. Por otro lado, el formador debe tener un énfasis tanto en el saber pedagógico como en el disciplinar, asumiéndose como organizador de la interacción entre los estudiantes y el objeto de conocimiento, permitiéndole al estudiante acceso con el conocimiento de manera directa, estimulando cambios sustanciales en los comunes roles que

cada uno asume, es decir; que pueda entenderse ya como un maestro en formación desde sus responsabilidades con el conocimiento, con la pedagogía y con la cultura.

De acuerdo a lo anterior se recoge en buena medida las principales apreciaciones registradas en el PEI, sin embargo existen en el interior de las instituciones otros órganos para la regulación de los procesos, de manera particular los planes de área, los cuales están organizados para la formación inicial y complementaria, a partir de unos principios articuladores, a saber: la educabilidad, la enseñabilidad, la pedagogía y el contexto, desde los cuales se oriente la mirada al maestro, su vocación, “su identidad como sujeto de deseo, de saber, como hombre público” (ENSM, 2015d, p. 10). Por ejemplo, para los grados cero de nivel preescolar y básica primaria se produce un abordaje desde proyectos de aula, para secundaria la construcción y el análisis de unidades didácticas y para el nivel de formación complementaria a partir de líneas de acción que de manera progresiva y secuencial reconozcan los principios antes mencionados.

Como es de esperarse, desde el plan de área de Ciencias Naturales se corresponden los ideales manifestados en el PEI, pero haciendo énfasis en la disciplina, al respecto menciona que:

El conflicto para el estudiante de la Normal de los grados Décimo y Undécimo se direcciona en dos vías, por un lado, el aprendizaje y la reflexión de los modelos representativos de las ciencias naturales que circulan en la ciencia escolar. Pero por otro lado se le presenta el conflicto de aprender a problematizar y proyectar su Enseñabilidad, de alguna forma este ejercicio contribuye a que los estudiantes tomen decisiones sobre su futura formación inicial de Maestros. (ENSM, 2015g, p. 5)

Es decir, que el maestro en formación debe tener una profunda y clara fundamentación en el saber disciplinar, pero al mismo tiempo debe proponer la problematización respecto al cómo enseñar, y estos dos asuntos deberían empezar a

desarrollarse y garantizarse desde la formación, con la implementación de las prácticas

que propone el modelo antes mencionado: que el formador de maestros tenga en cuenta a quien está formando y desde allí condicione y dirija sus intervenciones e instrumentos, y que a su vez el estudiante asuma su rol de maestro en formación y no de estudiante pasivo.

Otro instrumento abastecedor en la lectura de las dinámicas del aula fue la observación, sistematizado en el diario de procesos. De este proceso se logra caracterizar la manera en que el maestro de física dirigía sus clases en un salón de 34 estudiantes de grado undécimo y las posturas que tomaban los estudiantes en el acto educativo, examinando la correspondencia entre los modelos, principios e ideales a los que la institución aspira y los que realmente se están logrando alcanzar.

El maestro de física ha ejercido su profesión durante 30 años tanto en Física como en Matemática. Es un normalista egresado de esta institución educativa por lo que manifiesta un afecto especial, expreso en el sentido de pertenencia y compromiso hacia el plantel, también es licenciado en Matemáticas y Física graduado de la Universidad de Antioquia. De acuerdo a los objetivos que propone, la manera de entender el currículo y los comportamientos que se observan en el profesor y su clase, se puede intuir que la idea de ciencia que este ha consolidado está relacionada con los principios del paradigma positivista, aunque él no lo declare. Constantemente el maestro expone que la institución muchas veces no ofrece las mejores condiciones para trabajar, pues el tiempo que se dedicaba a física (3 horas semanales) no es suficiente para abordar la totalidad de las temáticas, de esto le preocupa los estudiantes que ingresarán a estudiar a la universidad, sin contar con el tiempo que se utiliza en actos cívicos, asimismo que el laboratorio no tiene suficiente dotación. Por otro lado, la dinámica de la clase generalmente se compone de tres momentos: explicación, ejercicios y evaluación. Para la explicación, el profesor recurre a ejemplos, analogías y situaciones de la realidad, desarrolla un par de ejercicios y luego invita a los estudiantes a practicar un taller,

finaliza con un examen que siempre es escrito. Los estudiantes manifiestan mayor participación y agrado a los ejemplos que el profesor suele proponer, además que muchas veces con objetos que hallan en el aula explica el fenómeno que se esté estudiando, sin embargo, pocas veces se recurre a la discusión ni pide a los estudiantes que ellos mismo argumenten como los modelos pueden explicar el fenómeno. Estas posturas típicas frente a la enseñanza ponen de relieve una idea de ciencia como conocimiento permanente y acumulado de proposiciones verdaderas, en el que los resultados de la física no se cuestionan pues son inalterables, así desde los planteamientos de Aguilar (s.f., p. 12): “el maestro se constituye en un transmisor de conocimientos y de verdades construidas y validadas por la comunidad científica en donde la actividad científica es independiente de los contextos y de los individuos”, sin importar su condición de maestros en formación y conservando los patrones en el que el maestro que es quien tiene el saber explica y el estudiante almacena.

Por su parte el grupo de estudiantes, se identifica por ser receptivos, pues ante las tareas atienden a lo propuesto por el maestro, pero no se arriesgan a hacer iniciativas. En cuanto a la participación, la mayor parte de las preguntas surgen para aclarar dudas pocas veces para profundizar, aunque es común, sobre todo en los hombres, espontáneamente interrogar sobre las aplicaciones o comentar sobre algún programa de televisión que ha visto al respecto, por lo general no hay mucho interés por la física, muchos manifestaban que era como otra matemática. La clase se hace en un salón cerrado, procurando que cada estudiante esté en su puesto sobre todo para la explicación y asumiendo la evaluación (con 5 ejercicios) como la medida del aprendizaje y algunas veces, como chantaje para controlar la disciplina.

Estos párrafos son la evidencia que ni desde las prácticas de los maestros en formación ni desde los formadores de maestros las actitudes de autonomía, apropiación y transformación que ampliamente se exponen en el PEI y el plan de clase se alcanzan, así aunque estén claramente sustentadas en los documentos rectores, para lograrlas además de



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

conocerlas, es necesario cuestionar algunos discursos, creencias y prácticas que se han

instauran tanto en los maestros como en los formadores y que se convierten en un obstáculo en la cotidianidad del aula, pues el maestro sigue asumiendo un rol de sabio y los estudiantes desde su pasividad no ven la necesidad de aprender por y para ellos mismos.

Cabe señalar, que el formador de maestros venía desarrollando un contenido específico, las Leyes del Movimiento, lo que motiva a los investigadores a desarrollar este tema pero desde otros planteamiento disciplinares y pedagógicos; es decir, desde la cantidad de movimiento y a partir de la Literatura Científica, debido a que aunque muchos de los estudiantes resolvían los ejercicios no habían construido sus propias comprensiones sobre el tema, pues cuando se les hacía preguntas que ameritaban algún tipo de argumento o descripción, sus respuestas se limitaban a calificativos, tales como: causa y efecto, inercia, acción y reacción, los cuales no tenían mucho significado y sentido para los estudiantes, debido a que no se habían apropiado de la temática y su posición frente a la física era pasiva.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

2. Diseño Teórico

2.1 Planteamiento del Problema

La Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín lleva centenares de años formando maestros para las instituciones de la región y del país, con un amplio conocimiento en pedagogía, cultura y saber; con esta consigna como base, ha contribuido a la formación de estudiantes reflexivos, críticos y líderes, capaces de pensar sus necesidades, planear estrategias para detectar fortalezas y debilidades y ejecutar proyectos que aporten en lo académico, lo pedagógico y lo social. Por estas razones, algunas de las metas de la institución en términos de calidad, están centradas en la renovación permanente de las prácticas educativas que emergen en la escuela, ya que los procesos de enseñanza deben estar en constante mejoramiento a partir de las actividades de reflexión e investigación.

Lo dicho hasta aquí, supone un compromiso institucional desde cada una de sus instancias, de tal forma que cada núcleo o área, y más aún, cada maestro se haga responsable de la transformación de sus prácticas distributivas en prácticas investigativas pensadas desde el aprendizaje. De manera puntual, el maestro de ciencias debe cuestionar constantemente sus comportamientos, su conocimiento, su dominio de la disciplina, su quehacer pedagógico, la influencia y el aporte a la formación para la vida de sus estudiantes desde su área, debido que como lo manifiesta el MEN (Colombia, 1998) “el mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales se ve efectivamente favorecido con el compromiso real del docente, como miembro importante de la comunidad educativa” (p. 41).

La enseñanza de las ciencias está estrechamente relacionada con la actividad humana al construirse en el seno de una cultura y un momento histórico particular, y su divulgación se da en diversos espacios, entre ellos las instituciones educativas, por lo anterior pretende conseguir una alfabetización científica y una educación para todos. Así, la formación en



ciencias debe proveer a todos los niños y jóvenes, los conocimientos y las herramientas suficientes para comprender las dinámicas de su entorno, desenvolverse en él y aportar en la transformación; es decir, proveer una formación científica básica, que le permita asumirse como un ciudadano crítico y ético, y no solamente como un futuro científico (Colombia, 1996). Por lo cual en la escuela se intenta dar una nueva visión de mundo desde los conocimientos que los estudiantes construyen durante su trayecto por la vida escolar y de los fenómenos físicos más frecuentes que marcan su vida diaria, para así cambiar sus concepciones e intentar construir ciencia (Rivas & Telleria, 2010).

Según Pérez & Solbes (2006) “desde finales de los ochenta, se constata un bajo interés de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias [...] y un abandono de su estudio” (p. 269), en parte, debido a que la mayoría de las veces la tarea de la enseñanza se cumple en la medida en que se desarrollen todas las temáticas y no, en relación a los aprendizajes de los estudiantes, siendo evidente la falta de comprensión e interpretación sobre los conceptos (Pérez, 2012). Además, los métodos de enseñanza para desarrollar el pensamiento científico se fundamentan en la exposición de ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas (Campanario & Moya, 1999).

En relación con las anteriores dificultades, algunos autores han manifestado cuestiones alrededor de la enseñanza de las Leyes del Movimiento, ya que a pesar de que reconocen su valor en la explicación de situaciones que se presentan en la vida diaria relacionadas con el movimiento de cuerpos, tales como: viajar en autobús, lanzar objetos, competir en atletismo, saltar, entre otras (Pérez, 2012), también exponen las dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizajes de estas leyes. Al respecto, Pérez (2012) se refiere a la carencia de sentido y a las escasas comprensiones que los estudiantes construyen al abordar solamente las fórmulas, y al aprender de forma mecánica y literal las Leyes del Movimiento; además, se manifiestan algunas limitaciones para relacionar las leyes con

diversas aplicaciones y situaciones cotidianas, lo que evidencia la falta de

interpretación y la confusión sobre algunos conceptos como: la aceleración, la masa, la fuerza, el peso, la velocidad, la fricción y la inercia, entre otros; así mismo, problemas para reconocer las interacciones entre los cuerpos y su representación en diagrama (Ferreira & Rodríguez, 2011).

Cabe señalar que en la lectura de contexto realizada en la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín se evidenció, a través de una prueba diagnóstica, que las dificultades señaladas por la literatura se pueden reconocer en las imágenes, interpretaciones o ideas que poseen los estudiantes acerca de este modelo las cuales son pobres, puesto que cuando se abordan estos conceptos físicos, los estudiantes sólo quedan con una idea que se reduce al manejo de las ecuaciones y su uso para resolver algunos ejercicios o problemas de manera mecánica, pero desconociendo el significado de las Leyes del Movimiento, los fenómenos que explica y sus aplicaciones. Específicamente, los estudiantes consideran que hay tres Leyes del Movimiento que se le atribuyen a Isaac Newton, pero ignoran las implicaciones de la inercia, la importancia de la fricción y la relación entre la fuerza y la aceleración, además de otras relaciones lógicas y estéticas que implica hablar del movimiento. El reconocimiento de estas dificultades, junto con el hecho de que las interpretaciones, las ideas y las comprensiones de los estudiantes se convierten en un factor fundamental en la enseñanza de la física, permitiría suponer entonces, que los procesos de formación en física deberían sufrir algunas transformaciones en sus metodologías y problemas a resolver.

Por otro lado, se reportan experiencias en otras áreas, sobretodo en la matemática, en la cual se han implementado el análisis y la comprensión de textos literarios para crear puentes de acceso entre la matemática y la realidad, acortando la brecha entre las ciencias y las letras, ya que la literatura (cuentos, poesía y novelas) al unir lo cognitivo con lo afectivo



motiva a los estudiantes en el aprendizaje de la matemática (Marín, 1999, 2007).

Además, Gómez (s.f) manifiesta que el uso de la lectura dinamiza la relación entre el estudiante y el maestro, creando un ambiente de crítica constructiva, ampliando las perspectivas del estudiante respecto a la materia que se está estudiando y facilitando la comprensión global. En este sentido, se quiere mirar cómo se pueden resignificar estas relaciones, pero más específicamente, entre la literatura y la física y que aportes e implicaciones se manifiestan en la enseñanza de la física. En la revisión de la literatura se encuentra muy pocos intentos por relacionar las Leyes del Movimiento con la literatura, y en el país son casi nulas, lo que sugiere que puede ser oportuno y a la vez novedoso este tipo de abordajes.

Es por ello que se pretende abordar las Leyes del Movimiento desde la Literatura Científica, dado que esta estrategia metodológica permite dar una explicación del mundo que articula los discursos de las ciencias con la literatura y es de carácter cultural e integrador en la sociedad.

No se pueden ignorar otras alternativas que ya han mostrado su efectividad en la enseñanza de las ciencias como los laboratorios, las simulaciones, entre otras, de ahí que en el desarrollo de este trabajo se utilizarán algunos de ellos, pero sin olvidar que el foco de esta investigación es la Literatura Científica; entendida esta última no como libros de texto, aunque no los descarta, sino como un corpus de literatura (relatos, poesía y novela) que ha sido pensada para promover y propiciar el aprendizaje de la ciencia, la física en este caso, por otras vías relacionadas con la visión estética y la comprensión de fenómenos desde la interrelación entre la literatura, la cotidianidad y la física.

Consecuente con lo anterior, se propone responder a la pregunta ¿Qué sentido

le otorgan los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín a las Leyes del Movimiento a partir de la Literatura Científica?

2.2 Objetivos de Investigación

2.2.1 Objetivo General.

Implementar una estrategia didáctica para que los estudiantes de grado undécimo de la Escuela Normal Superior de Medellín le otorguen sentido a las Leyes del Movimiento a partir de la Literatura Científica.

2.2.2 Objetivos Específicos.

Reconfigurar el concepto de Literatura Científica en el diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la física.

Aplicar una estrategia didáctica que esté transversalizada por textos literarios para abordar las Leyes del Movimiento.

Evaluar la puesta en escena de la estrategia didáctica en la Normal Superior de Medellín siguiendo el enfoque de la Investigación Acción Educativa.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

3. Marco Referencial

3.1 Marco Legal

Las políticas educativas en función del ideal ciudadano colombiano, se han establecido en la Constitución Política de 1991 y la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994), allí se encuentra la reglamentación y la normatividad según los niveles educativos y las poblaciones demandantes de este servicio. La legislación y la política administrativa colombiana establecen el derecho fundamental de las personas a acceder a la educación, teniendo en cuenta que es un servicio público y una función social, donde los responsables son el Estado, la sociedad y la familia.

La organización y estructura del servicio educativo

comprende el conjunto de normas jurídicas, los programas curriculares, la educación por niveles y grados, la educación no formal, la educación informal, los establecimientos educativos, las instituciones sociales (estatales o privadas) con funciones educativas, culturales y recreativas, los recursos humanos tecnológicos, metodológicos, materiales, administrativos y financieros, articulados en procesos de estructuras para alcanzar los objetivos de la educación. (Ley 115, 1994, art. 2)

La Institución Educativa donde se realizó la intervención se enmarca en la Educación Formal, ya que se imparte en un establecimiento aprobado según pautas curriculares progresivas establecidas, secuencia regular de niveles lectivos y encaminados a grados y títulos, teniendo en cuenta que dicha educación es regulada principalmente por el Ministerio de Educación Nacional. Esta institución está organizada en los niveles preescolar, básica, media y formación complementaria, los cuales son etapas del proceso de formación, con objetivos definidos por la Ley y se asumen socialmente como indicadores del grado de escolaridad alcanzado por un ciudadano de acuerdo al desarrollo de los estudiantes y la edad.

Cabe resaltar, que como la Institución Educativa es una Escuela Normal se rige

bajo el Decreto 3112 de 1997 del Ministerio de Educación Nacional, donde se propone la reestructuración de las escuelas normales en Colombia lo cual implica dos años de formación postsecundaria. En 2001 se ha completado el proceso de acreditación de las 138 Escuelas Normales Superiores que están autorizadas en el país para formar a los docentes de preescolar y primaria, acreditación como una de las estrategias adoptadas en el país para mejorar la calidad de la educación que se ofrece en dichas Instituciones.

La intervención se desarrolló en el grado undécimo el cual hace parte de la Educación Media, es de resaltar que este grado constituye la finalización, el fortalecimiento y avance en el logro de los niveles anteriores. La Educación Media tiene el carácter de académica o técnica y, a su término, se obtiene el título de bachiller que habilita al educando para ingresar a la educación superior y al trabajo. En el caso de la Institución Educativa Escuela Normal Superior es una educación media con profundización en el campo de la educación y la formación pedagógica.

Los objetivos específicos de la Educación Media Académica están establecidos en la Ley General de Educación y constituidos en el Artículo 30, de allí en el literal b se muestra que debe profundizarse en conocimiento de las ciencias naturales. Dado que esta investigación estudia aspectos relacionados con la enseñanza de la física se toma como referente al Ministerio de Educación Nacional (MEN), específicamente los lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental (1998), los estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales (2004) y algunos aportes de los lineamientos curriculares de matemáticas (1998).

Cabe señalar que el MEN en los lineamientos curriculares de ciencias naturales

y educación ambiental, menciona que es necesario concebir la ciencia como construcción humana y así:

(...) aceptar la necesidad de concebir de una forma diferente la enseñanza de las ciencias: no se trata de transmitir verdades inmutables, sino de darle al estudiante la posibilidad de ver que su perspectiva del mundo no es el mundo, sino una perspectiva de él. Y una entre las muchas posibles. Enseñar ciencias debe ser darle al estudiante la oportunidad de establecer un diálogo racional entre su propia perspectiva y las demás con el fin de entender de mejor manera el mundo en que vive. (Colombia, 1998, p. 8)

Es por ello que en la explicación de la estructura curricular propuesta en los lineamientos, en específico el cuarto nivel, se hace hincapié en “el carácter holístico de las teorías y se pide al estudiante que sea capaz de entenderlas de esta forma” (ibídem, p. 72), es decir; se espera que el estudiante comprenda en la teoría las relaciones lógicas entre las diferentes leyes e hipótesis que la conforman y que tenga las habilidades para realizar deducciones que posibiliten encontrar aplicaciones prácticas.

Además, en este grado se encuentra que, respecto a los procesos de pensamiento y acción “los temas que en estos cursos se exponen deben ser tratados desde las grandes teorías y fundamentarse en las leyes más generales” (Colombia, 2004, p. 83), así mismo las temáticas vistas en cursos anteriores pueden ser retomada e integradas a las nuevas. Se debe agregar que respecto al conocimiento científico básico, en particular el conocimiento de procesos físicos, se establece que en cuestión de las fuerzas y sus efectos sobre los objetos se constituyen las “relaciones cuantitativas entre masa, fuerza, aceleración, velocidad, tiempo y distancias recorridas (leyes de Newton), interpretadas desde el principio de la conservación de la energía y sus diversas formas de transformación” (ídem).



Ahora bien, es justo retomar los procesos generales que se presentan en los lineamientos curriculares de matemáticas debido a que están relacionados con los procedimientos, métodos y maneras de actuar de la física escolar. La resolución y el planteamiento de problemas supone una de las actividades que permea en su totalidad el currículo de la física pues dota de contexto los conceptos que van a ser aprendidos, genera confianza en el uso de la física, “va desarrollando una mente inquisitiva y perseverante, van aumentando su capacidad de comunicarse matemáticamente y su capacidad para utilizar procesos de pensamiento de más alto nivel” (Colombia, 1998, p. 75). Otro proceso es el razonamiento el cual da cuenta del cómo y el porqué de los procesos que se desarrollan, es el caso de la formulación de hipótesis, conjeturas y predicciones, justificar con el uso de contraejemplos, propiedades y relaciones, en síntesis, “utilizar argumentos propios para exponer ideas, comprendiendo que la física más que una memorización de reglas y algoritmos, son lógicas y potencian la capacidad de pensar” (ibídem, p. 77), de comprender los modelos que sirven de explicación para entender el mundo. El proceso de comunicación suele ser desplazado a otras disciplinas, como español y sociales, ignorando que más que las personas aprendan muchas fórmulas, lo primordial está en que sean capaces de: expresar sus ideas al hablar y al escribir a través de la argumentación, demostración, construcción de hipótesis, formulación de preguntas y descripción de formas. Resaltando que eso que dicen, escriben y leen sea comprendido, interpretado y evaluado.

El estudio se enfoca en las Leyes del Movimiento, también conocidas como Leyes de Newton, temática relevante en los últimos años de escolaridad y que a su vez presenta dificultades en su enseñanza, según Driver (1986, citado por Colombia, 1998) “la comprensión de la teoría de la evolución, parece tener tantos obstáculos como la comprensión de las leyes del movimiento de Newton” (p. 45), esta premisa lleva a indagar sobre las diversas tendencias en la enseñanza de las ciencias, originándose



la necesidad de un cambio en la estructura y organización del currículo de ciencias naturales que responda a los cambios y condiciones del país [...]. Esto exige elaborar una nueva propuesta que integre diversos aspectos a intervenir en los procesos de enseñanza y aprendizaje. (p. 21)

esto justifica el estudio de las leyes del Movimiento a partir de la Literatura Científica.

Esto teniendo en cuenta a su vez los estándares y siguiendo la normativa, se busca que el estudiante alcance las siguientes habilidades: observar y formular preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas, formular hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, registrar observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas, establecer diferencias entre modelos, teorías, leyes e hipótesis, proponer y sustentar respuestas a preguntas y compararlas con las de otros y con las de teorías científicas, establecer relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos en reposo o en movimiento y modelar matemáticamente el movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos (Colombia, 2004).

Otro aspecto legal que es necesario integrar a esta propuesta es la práctica pedagógica profesional, la cual está regida por el acuerdo 148 de abril del 2004, que establece el reglamento interno y de funcionamiento de la práctica pedagógica en los programas de pregrado de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. En el artículo 2 se instauran los principios de la práctica pedagógica donde esta es caracterizada como un espacio de “formación personal, académica, docente e investigativa de todos los actores involucrados en estos procesos” (p. 3), allí se genera ambientes para la producción de saber pedagógico a partir de la sistematización y reflexión crítica de las *experiencias docentes, didácticas e investigativas*.

En el capítulo IV se define el concepto y denominación, allí en su artículo 8 se constituye la investigación como componente fundamental en la práctica pedagógica, considerada como “el proceso que busca resignificar la experiencia sobre la práctica pedagógica para construir intencionalmente saber pedagógico y didáctico, diseñar y sistematizar experiencias innovadoras en educación, aplicar teorías y generar nuevos campos para la diversidad metodológica y didáctica” (p. 4), teniendo en cuenta que desde la investigación acción educativa, el docente debe adquirir el rol de investigador de su quehacer, en busca de reflexionar y transformar la práctica pedagógica.

Además, en el capítulo VI se especifica la normativa de los maestros en formación de práctica pedagógica, en particular el artículo 42 precisa los derechos. El literal b, brinda la posibilidad de fortalecer la formación pedagógica y el saber específico que asegura el pleno desarrollo de la profesión, en esta dirección en el literal l, se propicia en el proceso de formación sugerir estrategias y acciones de mejoramiento. Cabe señalar que, así como se encuentran los derechos también se deben asumir deberes estos están regulados por el Artículo 43, por resaltar el literal a, el cual pretende que el maestro en formación se desempeñe con eficiencia las tareas académicas, administrativas, pedagógicas y culturales que son encomendadas en los diferentes ámbitos que recoge la práctica pedagógica.

3.2 Marco Teórico

3.2.1 Componente Disciplinar.

3.2.1.1 Leyes del Movimiento: Una aproximación desde la cantidad de movimiento.

El transcurrir de los tiempos le ha mostrado al hombre que la ciencia es un proceso continuo de construcción social, ya que los marcos ideológicos que estructuran el conocimiento en cada época sufren transformaciones (Quintanilla, 2006) al ser retomados



tiempo después por otros autores para ser repensado o replanteado, como menciona

Lord Rutherford (s.f., citado por Holton, 1976):

No está en la naturaleza de las cosas el que un hombre cualquiera pueda hacer un repentino descubrimiento; la ciencia va paso a paso y todos los hombres dependen del trabajo de sus predecesores... Los científicos no dependen de las ideas de un hombre único, sino de la sabiduría combinada de millares de ellos. (pp. 163 -164)

En este sentido, al referirse a la mecánica clásica usualmente se remite de inmediato a Newton sin tener en cuenta los aportes de otros personajes de la historia, como Aristóteles, Arquímedes, Filopón, Buridan, Oresme, Stevin, Copérnico, Brahe, Kepler y Galileo los cuales prepararon el conocimiento para la comprensión y explicación de los fenómenos observados en la naturaleza a través de Isaac Newton, al respecto Sebastía (2013) afirma que “lo que habitualmente se presenta como mecánica clásica es más bien una adaptación de los enunciados originales de Newton con algunas aportaciones de Lagrange, Euler, Mach y Kirchhoff” (p. 200), por lo cual, en esta investigación no se hará referencia a las Leyes de Newton sino a las Leyes de Movimiento.

En el contexto educativo, la enseñanza de las Leyes del Movimiento, implican una serie de razonamientos teórico-práctico y a su vez histórico-epistemológico, recurriendo a la experiencia de ideas, la imaginación combinada con la experimentación, la observación cuidadosa y la argumentación, sin embargo, actualmente se confunde estos planteamientos con un plan de desarrollo operacional basado en ecuaciones o fórmulas como son mayormente conocidas y sin carga interpretativa. En diversas situaciones, los profesores conciben la ciencia como un “conjunto de acontecimientos desconectados que refuerzan esta idea ahistórica; es decir, transmitimos una ciencia reducida a los formalismos categóricos propios de la mirada neopositivista, 'neutral y determinista” (Quintanilla, 2006, p.15) esto es



evidente en la forma como desarrollan sus clases, las actividades que proponen, los objetivos que se plantean y los resultados que esperan y obtienen.

Los párrafos anteriores justifican la necesidad de que los maestros, después de asumir un modelo disciplinar, establezcan orientaciones y adaptaciones a partir de rutas didácticas y pedagógicas hacia la construcción del conocimiento, las cuales se fundamentan, en cómo el maestro piensa que se estructura ese conocimiento, y al mismo tiempo basado en su experiencia, en la de otros investigadores y en el desarrollo de este conocimiento a través de la historia. Es por ello que, en este estudio, la vía para entender las Leyes del Movimiento será desde la cantidad de movimiento.

Antes de enfocarse en esta vía, es relevante presentar los planteamientos de algunos autores que han contribuido a la construcción de las Leyes del Movimiento y cómo estas ideas se han perpetuado en el transcurso del tiempo y aún siguen siendo transmitidas en las aulas de clase.

La primera ley del movimiento o principio de inercia, parte desde un enunciado trabajado anteriormente por grandes pensadores como Aristóteles y Galileo Galilei, entre muchos otros; se basa en la descripción del movimiento, generando así diversas y complementarias posturas como la de Newton (1687) quien menciona “todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme a lo largo de una línea recta, a menos que una fuerza impresa lo obligue a cambiar su estado” (p. 13); Euler (1736 citado en Sebastián, 2013) señala que “el estado en reposo o de movimiento rectilíneo uniforme de un cuerpo es el estado de referencia” (p. 202) y Laplace (1799 citado en Sebastián, 2013) quien afirma que:

un cuerpo en movimiento seguirá moviéndose en línea recta y a velocidad constante ya que no posee en sí mismo ninguna capacidad interna para desviarse hacia la derecha o hacia la



izquierda, ni para aumentar o disminuir su velocidad, por lo tanto, se mantendrá con movimiento rectilíneo y uniforme. (p. 203)

De lo que se deduce que todo cuerpo en ausencia de fuerzas puede considerarse en movimiento rectilíneo uniforme o en reposo.

En lo anterior se muestra como es el movimiento en ausencia de fuerzas, ahora cuando hay un cambio en la fuerza esto ocasiona que haya modificaciones en el movimiento, esto lo declara la segunda ley del movimiento o principio de proporcionalidad entre fuerza y aceleración, concepción que es enunciada por Newton (1687) de la siguiente manera: “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se realiza en la dirección en la que actúa la fuerza impresa” (p. 13). Sin embargo, el término fuerza ha suscitado a través de la historia diversas discusiones, lo cual ha implicado modificaciones al tratar de comprender el enunciado de esta ley, en este sentido autores como Newton, Carnot, Mach y Kirchoff han planteado su definición de fuerza (Sebastiá, 2013), la cual ha girado respecto a la concepción de interacción.

Dicha interacción abre las puertas a la tercera ley del movimiento o principio de acción y reacción puesto que desde que fue enunciada ha sufrido pocas modificaciones y aún es concebida tal cual la definió Newton (1687): “Para cada acción existe siempre una reacción, y las acciones mutuas entre dos cuerpos son siempre iguales y en dirección contraria” (p. 13).

Aunque estas concepciones actualmente son utilizadas como un modelo para explicar y describir fenómenos naturales, para los investigadores presentar las leyes de esta manera da una idea al estudiante de que los modelos científicos son inamovibles y además abordarla solamente como un enunciado limita al estudiante en la profundización respecto las características y la causa del movimiento.

Por lo cual, y con base en Alonso & Finn (1986), Carvalho (1989), Vargas (2011), Mosquera (2012), Pérez (2012) y Bellucco & Carvalho (2014), los investigadores reconocen que trabajar las Leyes del Movimiento desde la cantidad de movimiento permite concebirlas a partir de la variación de los movimientos. Ya según Carvalho (1989)

la conservación de la cantidad del movimiento fue el germen de la Física Clásica y desarrollo un papel básico en la formulación de las leyes de Newton. Con ella se establece una red de relaciones lógicas entre masa, velocidad, tiempo, fuerza de impulso y aceleración. (p. 9, traducción propia)

por ende, autores como Descartes, Galileo y Buridan se habían referido a la materia relacionándola con la cantidad de movimiento, sin embargo, para Descartes la materia era entendida como el volumen más no como la masa y en el caso de Galileo consideraba la cantidad de movimiento como la relación entre el peso y la velocidad, más tarde, Newton recopila estas ideas y demuestra que el movimiento de un cuerpo debe caracterizarse por algo más que su rapidez, precisando que la masa influye en la cantidad de movimiento, de allí define esta como el producto de la masa y la velocidad (Vargas, 2011; Mosquera, 2012 y Pérez, 2012). Esta se simboliza por la letra griega (ρ), representa una cantidad vectorial y tiene la misma dirección de la velocidad.

Concebir las Leyes del Movimiento a partir de la cantidad de movimiento posibilita encontrar las regularidades en los movimientos que observamos, desde el análisis de la variación de la masa y/o la velocidad debido a que estas permiten caracterizar el movimiento, y ya comprendidas dichas características y particularidades, entender que estas se generalizan en las Leyes del Movimiento, posibilitando al estudiante a construir su propia definición de lo que es el movimiento y su causa. Adicionalmente que los estudiantes entiendan las relaciones entre partículas desde una mirada de interacción, debido a que toda partícula está sujeta a interacciones con el resto del mundo y que para describir el sistema de movimiento es



necesario tener en cuenta el cambio de posición de la partícula en el tiempo y el sistema de referencia del observador (Alonso & Finn, 1986).

Cabe señalar que, siempre existe interacción entre partículas, sin embargo, hay algunas partículas que se pueden considerar libres, debido a que se encuentran separadas a gran distancia y sus interacciones son despreciables, o porque las interacciones con las otras partículas se cancelan, dando una interacción total nula (ídem), a partir de lo anterior se considera una partícula libre que se mueve en línea recta con cantidad de movimiento nula o de valor constante. y donde se debe indicar con respecto a quién o a qué se mueve la partícula libre, razón por la cual imaginamos un observador el cual puede ser asumido como partícula libre o sistema suponiendo con esto que tal observador no interactúa con el resto del universo por lo cual se denomina observador inercial y el sistema de referencia en el cual se ubica es conocido como sistema inercial de referencia, lo cual habilita para resaltar que este no rota ya que si lo hace implicaría cambios de velocidad a causa de los cambios en la dirección, además es de considerar que diferentes observadores inerciales pueden estar en movimiento, unos con otros a velocidad constante.

Es oportuno citar ahora a Aguilar, Restrepo & Mejía (2002) quienes se refieren al estado de movimiento como la “condición en la cual se encuentra un sistema” (p. 47); es decir, que a un sistema es posible describirlo a través de algunas variables, en este caso se hace referencia a su velocidad, ya que en general un “sistema siempre se encuentra en una condición de movimiento, si se tiene en cuenta que al sistema, en cada instante, se le puede asignar un grado de velocidad y que en una situación particular la velocidad puede aumentar o disminuir” (p. 47).

No obstante, no se trata de analizar la velocidad en un instante, porque si bien lo que se quiere es profundizar en cómo cambia el estado de movimiento y cuál es la causa de dicho



cambio de estado, esto implica entonces considerar los cambios de la velocidad como el argumento para señalar que algunas partículas están en interacción, por ejemplo, cuando no se evidencian cambios en los grados de la velocidad se precisa una permanencia en el estado de movimiento; es decir, la velocidad es constante, siendo un argumento para manifestar la ausencia de interacción entre partículas; por otro lado, cuando se evidencian cambios en la variable de estado, es decir, en la velocidad, esto da cuenta de una interacción, siendo así la velocidad para el movimiento, la variable que hace indudable la interacción entre partículas (Aguilar, Restrepo & Mejía, 2002). Bajo estas circunstancias y sabiendo que un sistema no cambia por sí mismo de estado de movimiento “se puede decir que son las transformaciones o cambios los que dan cuenta de la interacción” (ibídem, p. 49). Es importante aclarar que, en esta investigación, y sobre todo en el proceso de intervención, no se hizo mucho énfasis en los sistemas o no por lo menos de forma explícita.

Lo que aquí se denomina como interacción es lo que comúnmente se designa como fuerza, por eso tiene sentido que muchos libros de texto para abordar la segunda Ley, se planteen el siguiente interrogante: ¿Cómo son los cambios de estado de un cuerpo cuando actúa una fuerza sobre él? De manera que conviene explorar la idea de fuerza que se asume para esta investigación. Para Aguilar, Restrepo & Mejía (2002) se pueden distinguir tres ideas sobre fuerza: como algo independiente de los cuerpos; aquello que posee un cuerpo y que lo aplica a otro cuerpo o como lo que emerge de una interacción, lo cierto es que para los autores la tercera noción, es la más acertada: como la interacción que se da entre dos o más masas y que permite modificar el estado de movimiento.

Para especificar un poco lo antes dicho, supóngase una esfera sobre una superficie en un primer instante con velocidad cero, después de un rato la esfera está a una velocidad tal que va aumentando a intervalos iguales, para este caso se sabe por la ley de inercia que la esfera no se movió por sí misma, así que se supone que algo tuvo que haber pasado, además



que ahora se mueve con una característica particular. Es evidente que el cambio de estado de la esfera fue debido a una interacción entre esta, necesariamente con otra masa y es un caso de aceleración. Lo mismo sucede cuando se tiene una esfera que comienza a disminuir la velocidad, una interacción con el piso está afectando la condición de estado de movimiento que experimentaba la esfera, este es el caso de desaceleración. Finalmente, si la esfera se mantiene en movimiento a velocidad constante, se puede decir que está en interacción con otras masas, sin embargo, dichos vectores al ser sumados dan como resultado cero.

Por todo lo antes expuesto, se considera un abordaje de carácter intuitivo en el que se comprenda la fuerza como la causa del cambio del movimiento y la proporcionalidad entre la fuerza externa y la variación del movimiento, pues esta ley ha sido interpretada comúnmente como el producto entre la masa y la aceleración, y más allá de que esta sea su forma más simple de expresar tal ecuación, se ha olvidado focalizar el estudio de lo que se puede comprender por aceleración, las relaciones entre lo que es la primer y segunda derivada de un vector en determinado punto del espacio, es decir, se dejan por sobre entendido estas relaciones y no se lleva a una reflexión respecto a la equivalencia que “existe” entre la fuerza y el producto entre la masa y la aceleración.

Una interacción produce un intercambio en la cantidad de movimiento; es decir, “cuando dos partículas interactúan, la fuerza sobre una partícula es igual y opuesta a la fuerza sobre la otra” (Alonso & Finn, 1986, p. 164), de manera que, la cantidad de movimiento ganado por una de las partículas interactuantes es igual a la cantidad del movimiento pérdida por la otra partícula. En esencia, comprender la relación entre los cuerpos y establecer una concepción de fuerza, permitirá un acercamiento a la ley de acción y reacción.

En consecuencia, las leyes de movimiento no pueden ser simplemente

transferidas a los estudiantes sin pasar por un proceso de transformación y adaptación a partir de ciertas herramientas y procesos metodológicos.

3.2.2 Componente Didáctico.

3.2.2.1 La Literatura Científica.

La lectura de textos literarios y científicos puede ser una alternativa útil en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, como lo sugiere sus aportes en la matemática (Marín, 2009), al promover la lectura de manera consciente, desarrollar competencias en el análisis de textos, lectura crítica, de motivación, entre otras. Sin embargo, por lo general el fomento hacia la lectura se le impone a los maestros de castellano, olvidando que la comunicación, la comprensión de textos y el lenguaje son factores que transversalizan todas las disciplinas, por mencionar un caso, las investigaciones, noticias e instrucciones científicas se realizan de manera escrita, por lo que se hacen relevantes algunos conocimientos mínimos para interpretar dicha información, este es apenas uno de los argumentos que sustentan la necesidad de una alfabetización científica básica y el desarrollo de capacidades a través de la lectura. De manera que se ha optado por un marco teórico de la literatura, en el cual se profundizan las relaciones que se entretajan entre ciencia y literatura y algunas de sus implicaciones para la enseñanza de la física, el concepto de divulgación científica y otros que de allí se han derivado como la ciencia ficción, ficción científica y neo fantástico.

La ciencia y la literatura presentan diferencias arraigadas a la tradición, donde frecuentemente se caracteriza a la ciencia como “mecánica, industrial, urbana y despreocupada por el espíritu humano” (García & González, 2007, p. 42), además de concebirse como el arte de lo soluble. Por otro lado, la literatura se caracteriza como “espiritual, imaginativa, intuitiva y emotiva, pero incapaz de generar conocimiento y



bienestar” (idem), así mismo esta se ocupa de la indagación por lo posible, en palabras

de Barthes (1973, citado por Reyes, 2011), “mientras para la literatura el lenguaje es su mundo, la ciencia ve en él un simple instrumento para describir la realidad” (p. 16).

Justamente por estos presupuestos, se han instaurado prejuicios respecto a la carencia de relación entre literatura y ciencia, entendiéndose estas por separado y se percibe la ciencia como un campo limitado, mientras que la literatura presenta infinidad de posibilidades para expresar e imaginar.

En este sentido, el concepto de experiencia estética propuesto por Jauss, se introduce en un panorama de debate en busca de un acuerdo sobre la especificidad de lo estético, ya que había una fuerte lucha entre dos miradas extremas, la oposición entre el arte y el conocimiento, discusión que en buena medida reiteraba la separación entre literatura y ciencia. Al respecto, Jauss (2002) se sitúa de manera intermedia proponiendo que la experiencia estética tiene el “valor tanto de especificar la naturaleza de lo estético como de establecer su función en ese saber práctico acumulativo” (Innerarity, 2002, p. 14), así que al hablar del arte como estético, este “significa que los seres humanos aprenden algo acerca de sí mismos y del mundo, además de estremecerse o gozar, que del encuentro logrado con el arte nadie vuelve sin ninguna ganancia” (idem).

Para García & González (2007) la relación entre la ciencia y la literatura se puede expresar a partir de cinco aspectos. El primero es considerar que tanto la literatura como la ciencia hacen parte de la cultura, tendiendo en común la ficción, la imaginación y la intuición, los cuales son facetas de la misma realidad; el segundo se fundamenta en que ambas son fuentes de producción de conocimiento, en este sentido, Kundera (2000, citado por García & González, 2007) propone que “la literatura y la ciencia moderna son contemporáneas, [debido a que] la edad moderna se inicia con Descartes y la ciencia, pero también con Cervantes y la novela” (p. 41); el tercero es concebir que tanto la literatura como

la ciencia se sostienen mutuamente en el mismo nivel, ya que la literatura indaga en

este mundo y la ciencia aumenta su campo de acción a través de lo creado por la literatura; el cuarto hace énfasis en la naturaleza de ambas disciplinas considerando que estas son creativas y hacen uso de la metáfora como forma de originar tanto argumentos como teorías; y por último, tanto la ciencia como la literatura necesitan de la exploración imaginativa y por medio de metáforas ampliar sus lenguajes.

Así, aunque en ocasiones el lenguaje de la ciencia sea diferente al de la literatura, se ha afianzado un concepto que los relaciona. Este es el caso de la divulgación científica la cual se consolida como un discurso articulado, pues esta, al recodificar el lenguaje científico, se constituye en una intersección entre la narrativa y el discurso de la ciencia, con el fin de “presentar la información que se origina en la ciencia en un lenguaje no especializado y que su contenido pueda ser accesible al público en general” (Deustácio, 2001 citado en Leite 2008, p. 39), sin olvidar que divulgar, como menciona Sánchez (1995) es una labor que no acepta una única “definición y que, cambia según el lugar y la época. Para unos divulgar sigue siendo traducir; para otros enseñar de manera amena, o informar de manera accesible; se dice (...) que es tratar de reintegrar la ciencia a la cultura” (p. 9).

Un término que se deriva de la divulgación científica es la literatura científica, la cual se constituye desde 1665 con la publicación de las *Philosophical Transactions of the Royal Society* y del *Journal des Savants de la Academie de Sciences*, como un núcleo acumulado de revistas, reseñas, resúmenes, sistemas de búsqueda y recuperación, siendo su foco las revistas de investigación, diseñada para la consolidación, el crecimiento y desarrollo de la ciencia, funcionando como un registro confiable para la investigación y la divulgación (Waldegg, 1997). Sin embargo, con los argumentos ya antes mencionados, concebir la literatura científica solamente como cúmulo de revistas, reseñas, resúmenes y sistemas de búsqueda, no recoge en su totalidad los esfuerzos y las creaciones de quienes se dedican a estudiar la



ciencia desde diferentes enfoques. Por eso para esta investigación, la literatura

científica será entendida no solamente como libros de textos, aunque no los descarta, sino también como un corpus de literatura (relatos, cuentos, poesías, novelas, representaciones iconográficas y sonoras) que ha sido pensada para promover y propiciar el aprendizaje de la ciencia, la física en este caso, por otras vías relacionada con la visión estética y la comprensión de fenómenos desde la interrelación entre la literatura, la cotidianidad y la física. Cabe señalar que, aunque muchas de las narrativas, relatos y novelas no son pensadas desde sus autores con un propósito científico o tecnológico, muchas de ellas reflejan en sus tramas e historias la idea de la ciencia (Reyes, 2011) además que desde la interpretación el lector puede reconstruir, inferir y escudriñar en estos textos algunas relaciones entre lo que plantea el autor y la ciencia. Reyes (2011) presenta algunos ejemplos de narrativas literarias como: Un descenso al Malström de Edgar Allan Poe (1841), La Metamorfosis de Kafka (1915), el Aleph de Borges (1949) y Pedro Páramo de Juan Rulfo (1955).

Aunque las investigaciones dedicadas al estudio de estas relaciones sobre la literatura científica no son tan abundantes, comparadas con otras líneas de investigación que ya se han consolidado en el campo de la didáctica de las ciencias, se pueden reconocer algunos aportes y dificultades que se dan al implementar lecturas de textos literarios y científicos en las aulas de clases. Para Da Silva & De Almeida (1999) algunas ventajas en la introducción de nuevos recursos de enseñanza, como los textos literarios, puede provocar la motivación en los estudiantes, al cambiar el monótono rol que comúnmente el estudiante asume dentro del aula de clase. Otro asunto que se resalta, es la capacidad de esta estrategia para promover la comunicación ya que como se mencionaba anteriormente, la aparición de medios de divulgación ha permitido que los asuntos científicos se expandan y no sean solamente importantes para los científicos, se convierte en una herramienta útil para difundir las ideas de forma significativa para los jóvenes, puesto que la literatura al “ser íntima y subjetiva



establece una relación de comunicación privilegiada con los lectores” (García &

González, 2007, p. 42), relación que puede perdurar para el resto de la vida y que indudablemente permea el proceso de escritura (Palacios, 2007). Ahora bien, aunque para Reyes (2011) tanto la ciencia como la literatura generan conocimiento, pareciera que el autor reconoce en la literatura una oportunidad para humanizar y sensibilizar a los estudiantes, los cuales están inmersos en un mundo donde la tecnología y la ciencia han conseguido un sentido contrario por el abuso que se hace de ellas, y necesitan percibir el valor de la ciencia en relación a los cambios que el hombre ha experimentado durante su transcurso en la tierra y en ese sentido, actuar como seres críticos (ídem).

Otro aspecto que merece ser resaltado está relacionado con el desarrollo de las habilidades, el modo de orientar el pensamiento y las actitudes que desarrollan los estudiantes, mediante el uso de textos literarios para estudiar conceptos científicos. En este sentido, para García & González (2007) la literatura contribuye al desarrollo del pensamiento científico de diferentes maneras. Por una parte, la literatura permite transmitir la idea de que no existen verdades absolutas en la ciencia, provocando en los estudiantes la capacidad de dudar, de cuestionar, de realizar más preguntas que respuestas, a desarrollar un sano escepticismo del pensamiento científico, que a la larga, esta apuesta por la incertidumbre que proponen las narrativas, permite a los estudiantes aventurarse a producir sus propias explicaciones y a “colocar los límites del conocimiento en las fronteras de la imaginación” (Leblond, 2005 citado por García & González, 2007, p. 43), les posibilita la construcción de sus propios argumentos, conjeturas e hipótesis, las cuales “[no parten] desde el pensamiento deductivo e inductivo propio de las ciencias formales y naturales, sino [también] desde el pensamiento abductivo, seguir huellas, pistas, indicios y sospechar para conjeturar y resolver enigmas” (García & González, 2007, p. 43). Entonces, al lograr despertar estas actitudes, se



está más cerca de que los estudiantes puedan mejorar su comprensión de las ideas científicas, que puedan construir los conceptos a partir de ideas interrelacionadas con la literatura.

3.2.2.2 El Sentido desde una mirada triádica del signo peirceano.

La semiótica está relacionada con los signos, los sistemas sígnicos, procesos comunicativos, funcionamientos lingüísticos, entre otros, esta persiste como la ciencia de los signos “que circulan y producen sentido” (Zecchetto, 2002, p. 13) por lo que “no se contenta con describir sino que quiere explicar, y no pretende ser objetiva sino que afirma el propio derecho a avanzar hipótesis sobre la realidad investigativa y constituir sus propias investigaciones en vista de ellas” (Casetti, 1980, p. 207); además, transversaliza y explora diferentes medios como lo son: el cine, el comportamiento, la música, la televisión, por mencionar algunas, siendo de interés para este estudio, la Literatura Científica.

Conviene apuntar, que se menciona la semiótica porque los fundamentos para entender el sentido parten de la relación triádica peirceana del signo, constituida por: representamen, objeto e interpretante.

Para esta tríada, cualquier objeto, fenómeno o acontecimiento, independiente de si este es perceptible o imaginable, alude a un signo, formando en general “una clase que incluye imágenes, síntomas, palabras, frases, libros, bibliotecas, señales, órdenes, y mandatos, [sueños, fantasías,] microscopios, apoderados legales, conciertos musicales y sus interpretaciones” (Peirce, MS634:18-19, 1909). Esta concepción se corresponde con la idea peirceana en la cual todo es un signo, incluyendo la naturaleza semiótica del hombre y su manera de pensar, pues como resalta Peirce (CP: 5.265; W2: 213, 1868 citado en Gorré, 1992, p. 6) “no tenemos ninguna facultad de pensar sin signos”. Sin embargo, más allá de las cosas u objetos que puedan ser un signo o representamen, todas estas son algo que para alguien representa algún aspecto o carácter de un objeto, “una categoría mental, es decir, una



idea mediante la cual evocamos un objeto, con la finalidad de aprehender el mundo o

de comunicarnos” (Peirce citado en Zecchetto, 1999, p. 61), es decir, que existe el signo en la medida en que se relaciona con un objeto.

Por su parte, el objeto “es aquello acerca de lo cual el signo presupone un conocimiento para que sea posible prever alguna información adicional sobre el mismo” (Peirce, 1974, p. 24), es decir; que los objetos tienen aspectos, características o cualidades que son representadas por el representamen y que serán susceptibles a interpretación. Así, “primero existe o se imagina un objeto, luego se crea el signo que lo represente” (Gorlée, 1992, p. 18). Esta afirmación insinúa una diferenciación entre el signo y el objeto, los cuales no coinciden ni concuerdan entre sí, más bien el primero se halla estimulado e influenciado por el segundo (Gorlée, 1992).

El valor del signo y el objeto solamente se manifiesta cuando estos entran en relación con el interpretante, pues no basta con que el objeto sea representado a través de un signo, este debe ser interpretado como tal, al respecto Peirce (citando en Gorlée, 1992) manifiesta que una inscripción solo será signo en la medida en que represente algo para alguien y este produzca interpretaciones, nuevos signos, ya que si esta nunca es “interpretada [no pasará] de ser unos garabatos fantásticos” (p. 21) los cuales no comunican su significado ni serán aptos para hacerlo. De tal manera, el interpretante “es lo que produce el representamen en la mente de la persona” (Zecchetto, 1999, p. 58), es quien porta de significado al signo en el interior de unos modelos culturalmente ya establecidos, es decir; que cuando un signo es interpretado, este produce un interpretante, un nuevo signo, este signo es diferente al primero, pues ya no es solamente una representación ahora es también una interpretación, generándose en este punto una nueva relación trídica, por eso se dice que el proceso no se extingue, antes bien, es infinito y en espiral. De aquí que “conocer un signo equivale a ampliar nuestro conocimiento, [pues] cada nuevo interpretante provee información más completa sobre el

objeto subyacente” (Gorlée, 1992, p. 21), información que está relacionada con los argumentos, explicaciones, leyes, las teorías, las críticas, las razones, entre otras. Con todo esto,

un signo o representamen, es algo que, para alguien, representa o se refiere a algo en algún respecto o carácter, [una creación] en la mente de esa persona [de] un signo equivalente, o (...) más desarrollado. El signo creado es lo que yo llamo el interpretante del primer signo, [es el pensamiento que se deriva]. El signo viene en lugar de algo, su objeto. Viene en lugar de ese objeto, no en todos los aspectos, sino sólo con referencia a una especie de idea, que a veces he llamado el fundamento del representamen. (Peirce, CP: 2.228, 1897 citado en Gorlée, 1992, p. 16)

Bajo estos planteamientos, la *representación* será entendida como un proceso mental que permite materializar por medio de signos la relación establecida con un objeto de conocimiento, es decir, que este proceso está ceñido bajo la relación representamen – objeto ya antes desarrollada. Pues para hablar de representación se alude a la descripción, al dibujo, a la verbalización, entre otras. Por otro lado, el *sentido*, aunque incluye la representación está centrado principalmente en el interpretante, ya que no basta con relacionarle un signo a un objeto, para que se manifieste el sentido es necesario que a partir de ese signo se generen, promuevan y desliguen más pensamiento, es decir, definiciones, argumentos, leyes, teorías y explicaciones. Desde luego, “un signo puede ser estudiado y reestudiado muchas veces y desde múltiples perspectivas, produciendo cada vez nuevas interpretaciones” (Gorlée, 1992, p. 22) y al mismo tiempo transformando sentidos ya existentes; debido a que es una construcción colectiva donde las mentes se tocan y se afectan en la medida que cada sujeto se ve enriquecido a partir de sus experiencias, sus conocimientos previos y sus relaciones con los demás. Por esto el sentido se constituye en la conjugación de algunos procesos, de los



cuales aquí ahondaremos solo en algunos, es el caso de la representación, la argumentación, la experimentación y la afectación.

Para este caso, una ilustración de la tríada está así: las Leyes del Movimiento son el objeto, el representamen o signo son las representaciones que crean los estudiantes para aludir a dicho objeto y por medio del interpretante cada estudiante le da significado a su representación y va reconstruyendo el concepto a partir de las experiencias y actividades desarrolladas que le permiten consolidar y establecer argumentos, explicaciones, ejemplos, hipótesis, reglas, analogías para justificar sus representaciones, desde luego entonces, estudiar un concepto desde diferentes perspectivas, amplía las representación y va ofrece variedad de interpretaciones. Sin embargo, aquí no se agota esta tríada, pues cualquier aspecto de la práctica, de los conceptos, de los medios de enseñanza, entre otras, en alguna parte del proceso puede tomar el rol de objeto y seguir circulando en hacia la interpretación.

Antes de particularizar en cada proceso, se ahondará un poco más en otra relación triádica propuesta en el modelo peirceano: la primeridad, segundidad y la terceridad. La primera relación corresponde, tal vez, a la tríada fundamental del pensamiento peirceano: la primeridad, segundidad y la terceridad, sugerida por la característica captada por sujeto, en relación a un objeto.

Antes de particularizar en cada proceso, se ahondará un poco más en otras relaciones triádicas propuestas en el modelo peirceano tales como: la primeridad, segundidad y la terceridad; y el índice, el icono y el símbolo. La primera relación corresponde, tal vez, a la tríada fundamental del pensamiento peirceano: la primeridad, segundidad y la terceridad, sugerida por la característica captada por sujeto a ser interpretada, en relación a un objeto y que se corresponde con lo que puede ser, lo real y la ley (Gorlée, 1992).

La primeridad se relaciona con lo momentáneo, lo externo, la cualidad, con el aspecto, lo que es espontáneo y no analizado, es eso que pasa y capta la atención del sujeto al



romper con la continuidad, es la primera emoción o sentimiento que recibimos sobre

las cosas. Para Gorlée (1987 citado en Gorlée, 1992) esta se experimenta

al sentir un dolor agudo, un choque eléctrico, el estremecimiento de un placer físico, la sensación total de lo rojo o de lo negro, el sonido estridente del silbido de un tren, un olor penetrante o cualquier otra impresión fuerte y llamativa que se impone a la mente, forzándola a reconcentrarse en el fenómeno –pero reconcentrarse instintivamente, sin reflexionar. (p. 5)

De manera que la primeridad es la entrada al pensamiento sin serlo aún, es el llamado de atención en la regularidad del sujeto sobre algo que pasa.

Por otro lado, la segundidad no se queda en el llamado de atención, sino que centran en eso que pasa, que es real y concreto, en el hecho que sucede, “lo real es lo que exige insistentemente que se lo reconozca como algo distinto de una creación de la fantasía” (Peirce, CP: 1.325 citado en Gorlée, 1992, p. 5). Desde luego, en la cotidianidad los sujetos se valen de la segundidad cuando “hacemos un esfuerzo, tomamos una decisión, descubrimos algo, nos orientamos en el espacio o en el tiempo, o cuando algo nos coge de sorpresa” (Peirce, CP: 5.52-5.58 citado en Gorlée, 1992, p. 5).

Por último, la terceridad despliega una ley general, la cual gobierna el sentimiento y la acción, a la primeridad y a la segundidad, ya que la ley instaure explicaciones racionales, así toda actividad intelectual se constituye en un tercero, por eso el sentido va en busca de la terceridad, de la explicación, el argumento, la justificación, la crítica, entre otras., es decir, que esta alude a fenómenos que involucran el objeto, el representamen y el interpretante.

Según Peirce (CP: 1.381 citado en Gorlée, 1992)

se trata de una clase de conciencia que no puede ser inmediata, porque abarca un cierto tiempo, no sólo porque continúa a través de cada instante de ese tiempo, sino porque no puede ser contraída en un único instante. Difiere de la conciencia inmediata del mismo modo que una melodía difiere de una nota prolongada. Tampoco puede la conciencia de los dos aspectos



de un instante, de un suceso súbito, en su realidad individual, abarcar la conciencia de un proceso. Ésta es la conciencia que liga nuestra vida. (p. 5)

De manera que la variedad de representaciones y experiencias que el sujeto vive y la forma en que las va viviendo y en la cual es conducido con la ayuda del maestro, le permiten ir creando o ajustando la ley, la terceridad, le permite ir enriqueciendo ese representamen, una espiral más amplia de signos, de interpretante. Sin embargo, el sentido no está solo en los medios, ni en el texto “ni sólo en la mente del lector, sino en la mezcla continua, recurrente, de las contribuciones de ambos” (Rosenblatt, 1996 citado por Blanco, 2005, p. 32). El sentido no está puesto como un producto terminado, sino que se activa con las distintas relaciones del perceptor no solo con el texto sino con el ambiente, con su estado emocional, con la cultura; el sentido está en el interpretante que un hace un intérprete después de una semiosis reflexiva. El sentido transporta a proposiciones como: modos de búsqueda, interpretar el mundo de otra manera, movimiento, seguir en crecimiento, explicar el mundo, entender la naturaleza, aportar a la ciencia, entre otras.

Representación. Como se mencionaba en el apartado anterior, será entendida como un proceso mental que permite materializar por medio de signos la relación establecida con un objeto de conocimiento, es decir, que se fundamenta en la relación entre el representamen y el objeto. Debido a que desde la semiótica peirceana, el signo o representamen es una categoría mental que para *alguien* representa algún aspecto o carácter, que reúne los atributos o cualidades que capta un sujeto sobre un objeto o fenómeno. Por esto, no puede haber conocimiento si antes no se ha movilizadado un proceso de representación (Duval, 2004), como lo reitera D’Amore & Fandiño (2013) el principio a la conceptualización es la representación, porque los conceptos “son los modos en los cuales los objetos son pensados, son creaciones de la mente y son conexos con la comprensión” (p. 51).

Es importante hacer claridad que no cualquier representación conduce al sentido, por ejemplo, muchas veces las ideas previas que tienen los estudiantes, que son representaciones, se constituyen en obstáculo debido a que están basadas en el sentido común, un conocimiento en el cual las cosas se admiten independientemente de toda validación, por esto Duval (1999) afirma que la representación debe especificar su forma de producción y sobre todo el sistema que permite su producción.

Por un lado, las representaciones semióticas se producen de diferentes formas: a partir del lenguaje, la visualización y la imagen. La primera se da principalmente a través de enunciados, fórmulas y teoremas, para este caso, leyes; la segunda con grafos, figuras y esquemas y finalmente la tercera con dibujos y croquis. Todas estas permiten aproximarse a la visión de quien representa.

Por otro lado, en el proceso de representación “el contenido está determinado por el sistema por el cual se produce la representación, de donde surge como consecuencia que cada representación no presenta las mismas propiedades o las mismas características del objeto” (ibídem, p. 38), debido a que la especificidad de la física consiste en que es relativa a un sistema particular de signos: el lenguaje, la escritura y las gráficas, además que pueden convertirse en representaciones equivalentes con diferentes significaciones (Duval, 2004). Es por eso que no todos los estudiantes tendrán las mismas representaciones, pues no solo estarán mediados por las formas en que las representan ni por la carga particular de experiencia, habilidades y procesos desarrollados también por el sistema que interviene en la representación. Diferentes representaciones de las Leyes del Movimiento no tendrán el mismo contenido.

La relación del sujeto con la producción de la representación, el contenido de la representación y el objeto representado permiten distinguir entre dos clases de



representación: las producidas automáticamente e intencionalmente. En las

representaciones automáticas, “el sujeto no puede dirigir ni controlar el funcionamiento dado por la producción de la representación” (ibídem, p. 40), es decir; que produce una representación inmediata que refleja el objeto mediado por el sistema de representación.

Mientras tanto en las representaciones intencionales “el contenido de la representación depende, al contrario, de la escogencia de expresión del sujeto; el sujeto puede controlar el funcionamiento de o de los sistemas (semióticos) que él moviliza para producir la representación” (ídem).

Así cuando una representación tiene sentido para una persona, esta tiene que superar la dimensión de reconocer cualidades, significados, debe avanzar en el establecimiento de relaciones y afianzando la construcción de explicaciones propias, incluso creativas, para los fenómenos. Además, debe suceder un proceso de interiorización, donde el objeto externo que se hace interno en forma de signo no sea extraño en la estructura mental de signos de la persona,

pues las representaciones semióticas producidas intencionalmente, y por tanto, con cierto costo cognitivo, pueden ser “interiorizadas” para luego ser una producción automática, es decir, cuasi inmediata y sin costo cognitivo, de tal manera que la conciencia queda libre para producir o tratar representaciones semióticas más complejas. Esta circularidad que permite al sujeto aumentar sus capacidades de reconocimiento y de tratamiento, sólo puede desarrollarse en la medida en que el sujeto “incorpore” progresivamente los sistemas semióticos constitutivos del funcionamiento cognitivo, propio de la cultura científica (...). Decimos “incorporar”, porque se trata de adquisiciones funcionales y no solamente conceptuales.

(Duval, 1999, pp. 40 - 41)

La afectación. La afectación está en relación con la primeridad, pues es la entrada al pensamiento, en la cual el sujeto se relaciona con un objeto generando un signo, este signo



está vinculado con la primera impresión que se hace del objeto y que será la

motivación para que el sujeto explore y estudie a profundidad el objeto, por esto último también es segundidad, pues ese objeto significa algo en el sujeto. La afectación, según Farina (2006), ocurre cuando un objeto o fenómeno externo mueve nuestro eje de equilibrio y provoca sensaciones, percepciones, emociones y reacciones tendientes a la comprensión de dicho fenómeno.

Algunos autores (Larrosa, 2006; Soní, 2001) se refieren a este mismo proceso como experiencia estética. Para Larrosa (2006) la experiencia “no es eso que pasa, sino “eso que me pasa”” (p. 88). Para que se produzca la experiencia son fundamentales un objeto o suceso externo y el sujeto. En primer lugar, el objeto, como ya se había menciona en el apartado de sentido, puede ser un acontecimiento, un suceso, un objeto material incluso otra persona, lo esencial es que dicho objeto es ajeno y exterior al sujeto, pues eso que pasa “no puede estar previamente capturado o previamente apropiado ni por mis palabras, ni por mi ideas, ni por mis sentimientos, ni por mi saber, ni por mi poder, ni por mi voluntad” (ibídem, p. 89) es algo nuevo para el sujeto y justamente por eso genera impresiones, emociones, senciones, es un pare en la continuidad.

Así, la experiencia involucra un acontecimiento exterior al sujeto, pero el lugar de la experiencia es el sujeto mismo, “es en mí (o en mis palabras, o en mis ideas, o en mis representaciones, o en mis sentimientos, o en mis proyectos, o en mis intenciones, o en mi saber, o en mi poder, o en mi voluntad)” (ídem) donde sucede la experiencia. Sin embargo, para que el sujeto sea lugar de experiencia, debe ser capaz de dejar que algo le pase, que algo se entrometa en su cotidianidad y le pase algo a sus palabras, pensamientos, representaciones, ideales, sentimientos, significados, entre otros. “Se trata por tanto de un sujeto abierto, sensible, vulnerable, expuesto” (ibídem, p. 90), este tipo de sujeto no siempre es la descripción de los estudiantes.

Por otro lado, al suceder la experiencia en el sujeto deja una marca, una huella, un rastro o una herida, pues el resultado de la experiencia no es que suceda algo externo a él, sino que eso que suceda lo transforme y lo forme. Como dice Larrosa (2006) el sujeto de la experiencia no es específicamente un sujeto del saber, o del poder, sino más bien un sujeto de la formación y de la transformación.

De esta manera, para este estudio el concepto de afectación es relevante, pues se espera que los estudiantes al aproximarse a la Literatura Científica se impresionen, se conmuevan, que la literatura les diga algo, los afecte de manera individual y al mismo tiempo que puedan aprender, acercarse a la ciencia de otras formas, es decir; que los fragmentos de literatura científica puedan ser asumidos como obras de arte, no limitado en un documento, sino amplio y abierto a la interpretación de sus lectores.

Cabe señalar, que la afectación está en relación en alguna medida con los signos del sujeto, pues para poder que ese objeto externo y nuevo le sorprenda, tiene que decirle algo a los signos que el sujeto ya tiene constituidos, es decir; se vincula con el conjunto de circunstancias, elementos diversos que permiten dar sentido de distintas maneras, éstos pueden ser, por ejemplo bagaje cultural, lecturas, un concepto, estilos y costumbres de vida, sensibilidad, experiencias en el momento de la lectura, incluso, el dominio de un modelo físico explicativo (Soní, 2001).

Con todo esto, el sentido emerge de la afectación positiva de un individuo que ha tenido una experiencia estética con el texto; "todo acto de lectura es un acontecimiento, o una transacción que implica a un lector en particular y un patrón de signos en particular, un texto que recurre en un momento particular y dentro de un contexto particular" (Rosenblatt, 1996), en ese momento brota de la horizontalidad de la vida el sentido también como



acontecimiento, como sorpresa, como verticalidad. Vale la pena para terminar traer un apartado de Larrosa (2006) al respecto:

Cuando yo leo a Kafka, lo importante, desde el punto de vista de la experiencia, no es ni lo que Kafka dice, ni lo que yo pueda decir sobre Kafka, sino el modo como en relación con las palabras de Kafka puedo formar o transformar mis propias palabras. (...) es cómo la lectura de Kafka puede ayudarme a decir lo que aún no se decir, o lo que aún no puedo decir, o lo que aún no quiero decir. (...), lo importante, desde el punto de vista de la experiencia, no es ni lo que Kafka piensa, ni lo que pueda pensar de Kafka, sino el modo como en relación con los pensamientos de Kafka puedo formar o transformar mis propios pensamientos. (...) lo importante, desde el punto de vista de la experiencia, es cómo la lectura de Kafka puede ayudarme a pensar lo que aún no se pensar, o lo que aún no puedo pensar, o lo que aún no quiero pensar. (...) puede ayudarme a formar o transformar mi propio pensamiento, o a pensar por mí mismo, con mis propias ideas. (p. 94 - 95)

La experimentación. La experimentación se ha constituido en el contexto escolar en un paradigma del proceso de enseñanza y aprendizaje, se asume y acepta su eficiencia sin cuestionar ni reflexionar su función, sus implicaciones, las condiciones en las cuales se deben dar, los elementos epistemológicos que lo fundamentan, el papel del maestro y del estudiante, entre otras. Esto es evidencia al ver que la experimentación “se sigue reduciendo a un instrumentalismo fundamentado en las clásicas perspectivas inductiva y deductiva, (...) como un simple recurso didáctico, subsidiario de la enseñanza, pero en todo caso contingente en la explicación misma de los fenómenos naturales” (Medina & Tarazona, 2011, p. 9).

Alrededor de este concepto se han generado diferentes propuestas, por ejemplo, al ver en esta el valor de acortar la brecha entre la física y la realidad (Nedelsky, 1958); otros por su parte, lo ven como una estrategia que permite desarrollar habilidades científicas (Tamir, 1989); el reconocimiento de su capacidad motivacional (Bzuneck, 2001), sin embargo, para Medina & Tarazona (2011) muchas de las propuestas centradas en experimentación escolar,



se centran en dos tipos. La primera, se fundamenta en la idea de que el experimento permite demostrar de manera efectiva y limpia el cumplimiento de un resultado teórico, esta es la causa por la cual “los estudiantes cambian sus predicciones si no sucede lo que ellos creían, y no aceptan tan fácilmente comprometerse con una predicción y arriesgarse a ‘quedar mal’” (Colombia, 1998, p. 63). Por otro lado, el experimento como instrumento que contradice las ideas previas que tiene los estudiantes, pero que no es conducido para el estudio del fenómeno, sino que acaba ahí.

Así, aunque ambas miradas son diferentes sus planteamientos convergen en varios puntos, como lo afirman Medina & Tarazona (2011):

En ninguna de ellas existe, por parte del estudiante, una apropiación sobre la temática de la clase. Esta situación convierte al profesor en el centro de la clase y hace de ella un monólogo en el cual, es el profesor quien plantea los problemas y a la vez el que los resuelve. Ambas se fundamentan en la idea de que los datos experimentales (resultados de las medidas) son independientes del sujeto, por lo que son considerados absolutos y esconden, de alguna manera, las leyes y conceptos físicos. Ambas se basan en la ilusión de que es posible un camino lineal entre la actividad empírica y la teorización. (p. 10)

Con todo esto, como lo indican Romero & Aguilar (2013), el experimento no debe entenderse como la única fuente de conocimiento de la cual se consiguen las diferentes teorías o como un elemento comprobador de los enunciados teóricos, es necesario reflexionar a partir de otros presupuestos. Estos deben girar en torno a la reflexión y la participación de los estudiantes, un vínculo entre los aspectos teóricos y prácticos, la necesidad de que los estudiantes puedan conceptualizar a partir de la experimentación (Medina & Tarazona, 2011).

Así las cosas, la experimentación será entendida como una actividad relacionada con las construcciones conceptuales y sujetas a diversas maneras de explicación y comprensión



de los fenómenos físicos. Según Romero & Aguilar (2013) “el experimento contribuye

a ampliar la base de hechos de observación, favorece el planteamiento de problemas conceptuales y orienta y dinamiza la formalización de procesos de organización de la experiencia” (p. 6), en este proceso se le posibilita al estudiante poner a prueba sus predicciones, estimular la capacidad de observar, formular preguntas e interpretar sus propios conceptos, ocasionando así que desde la experiencia y de manera progresiva construya su conocimiento y pueda dar explicación a lo que ocurre en su alrededor.

La argumentación. El último de los procesos que aquí se consideran es la argumentación. Este proceso en conjunto con los demás permite en el estudiante ir ampliando su espiral de sentido, en este caso particular sobre las leyes del movimiento y en general sobre la física.

Para la Tiberghien (2009, citado en Custodio, Márquez & Sanmartí, 2015) hay distintos significados que permiten entender la argumentación en la escuela. Para todas las posturas, el centro está en justificar basados en pruebas, sin embargo, algunas ponen énfasis en defender su frente a las otras, persuadiendo a los receptores al mostrar el predominio de sus posturas.

Por su parte, en el contexto de la disciplina científica, cuando los estudiantes justifican sus ideas lo primordial es que sea evidente el fundamento científico y no siempre que convengan a sus interlocutores. Así, la argumentación está en relación con un signo, un hecho, un procedimiento y una teoría, el cual debe fundamentarse “en las teorías científicas y otras fuentes de conocimiento, como por ejemplo los datos [los ejemplos, las analogías, las metáforas] y las pruebas generadas a partir de la realización de experimentos en el laboratorio” (Custodio, Márquez & Sanmartí, 2015, p. 135) y no se queda solamente en reiterar las conclusiones de algo que se ha aprendido, ignorando las relaciones con la realidad y otras disciplinas, pues como menciona Weston (2006) “una vez que hemos llegado a la

conclusión bien sustentada en razones, la explicamos y la defendemos mediante

argumentos” (p. 12). Por ende, cuando un estudiante justifica con fundamento científico manifiesta sentido, revela que ha comprendido un determinado fenómeno científico, “hasta el punto de que es capaz de interrelacionar teorías y conocimientos y aplicarlos al caso concreto que le planteemos” (Custodio, Márquez & Sanmartí, 2015, p. 135). De manera que el proceso de argumentación está vinculado con la construcción y apropiación del conocimiento.

Para indagar sobre los argumentos que construyen los estudiantes, conviene considerar preguntas como: ¿Qué actividades conducen a mejores argumentos? “¿Qué tipo de justificación utilizan y en qué casos las utilizan? ¿En cuáles saberes se basan para defender sus puntos de vista? ¿En cuáles situaciones utilizan modelos, conceptos, leyes o principios disciplinares para justificar sus conclusiones?” (Romero, Henao & Barros, 2013, p. 42), porque la argumentación como proceso discursivo implica algunas tareas tales como: el reconocimiento de un dato, la consideración de ideas alternativas, la identificación de una regla o ley que conduzca a los resultados, clasificar y caracterizar la información, utilizar ejemplos y analogías, relacionar los datos experimentales con las teorías y los de otras fuentes, sustentar las conclusiones con los modelos, teorías y conceptos físicos (ibídem, p. 41).

Con todo esto, es evidente que para promover la argumentación en el aula de clase se debe propiciar un espacio para la participación, la discusión y la justificación. No prioriza el aprendizaje de nombres, de fórmulas y de resolución de ejercicios de manera mecánica, ya que así no pueden relacionar las teorías y los conceptos con la realidad, además que se omite la invitación a pensar, a cuestionar el experimento, el ejemplo y la analogía, a tomar el modelo físico como la lupa para entender el mundo.

3.2.3 Componente Metodológico.

3.2.3.1 Caracterización de la investigación.

Esta investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, el cual tiene carácter “naturalista (porque estudia a los objetos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales y cotidianidad) e interpretativa (pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en función de los significados que las personas les otorguen)” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 10).

Se desarrolla este estudio en la I.E. Escuela Normal Superior de Medellín donde los investigadores reconocen algunas singularidades en los participantes, en particular la formación docente normalista la cual se constituye en un factor que los ubica en una realidad particular, en un “marco de referencia y en un contexto histórico-cultural” (Martínez, 2011, p. 17), el cual permite conjeturar algunas posturas respecto a la enseñanza y a la forma en la que deben estar aprendiendo.

En este sentido, se pretenden describir, interpretar y analizar las construcciones que hacen los estudiantes sobre las Leyes del Movimiento, a partir de la literatura científica, ya que estas construcciones les permiten a los investigadores aproximarse a las perspectivas y puntos de vista de los participantes respecto al sentido que los estudiantes reconstruyen, además de los aportes y las limitaciones de la literatura científica en el aprendizaje de la física, examinando “la realidad tal como [ellos] la experimentan, a partir de la interpretación de sus significados, sentimientos, creencias y valores” (ídem).

Cabe señalar que los investigadores hacen parte de todo el proceso de investigación, debido a que desde la inmersión en el centro de práctica estos asumen el rol de maestro: generando lazos con los estudiantes, estableciendo objetivos claros que hacen referencia a una problemática y sobretodo que son quienes lideran un proceso de transformación en el



aula, reconociendo que sus valores y creencias hacen parte del estudio, este es otro argumento que da un carácter cualitativo.

Además, se opta por un diseño de investigación acción educativa en la medida en que este permite a los investigadores integrar un componente investigativo y a la vez práctico, es decir, conjuga la indagación por las contribuciones de la literatura científica en la enseñanza y el aprendizaje de la física y al mismo tiempo una reflexión constante de la práctica docente y de los planes de clase desarrollados por los maestros investigadores.

3.2.3.2 Investigación Acción Educativa

La investigación acción educativa genera conocimiento educativo relacionado con los problemas prácticos cotidianos que experimenta el docente diariamente en las aulas de clase y que quiere resolver, teniendo en cuenta que es de carácter interpretativo debido a que se analiza lo que ocurre desde el punto de vista de quien actúa e interactúa en la situación, en este caso el docente investigador y los estudiantes, quienes describen y explican lo que sucede con su propio lenguaje (Elliot, 2000).

Con base en los planteamientos de Elliot (2000), la investigación acción se describe como una “reflexión relacionada con el diagnóstico”, la cual se caracteriza por analizar y comprender, en el ámbito educativo, las acciones humanas experimentadas por el maestro como problemáticas, contingentes y prescriptivas, brindándole a éste la posibilidad de dirigir la investigación de acuerdo con sus necesidades, enriqueciendo y construyendo otras reflexiones sobre la experiencia en el aula.

Se ha registrado que una de las principales influencias que favoreció el desarrollo de este diseño investigativo, fue el argumento propuesto por Lawrence Stenhouse en el cual los maestros deben asumirse no sólo como formadores sino también como investigadores del



aula de clase (ídem), esta idea pilar de la investigación acción ha proporcionado una mayor comprensión de las prácticas educativas y de los contextos institucionales.

Como es de considerar, los maestros novatos, quienes apenas comienzan sus primeras exploraciones pedagógicas, experimentan tensiones y frustraciones, pues aunque han construido un discurso pedagógico en las instituciones formadoras de maestros (todavía abstracto y general), no es tan sencillo de aterrizar a las condiciones culturales, justamente porque los primeros intentos por “armonizar la teoría pedagógica con la realidad social de los grupos de estudiantes” (Restrepo, 2004, p.51) se fundamentan en sus ideas vagas y sus propias experiencias de formación; es decir, en cómo enseñaban sus maestros. Es por esto que esta investigación se fundamenta desde la investigación acción educativa desarrollada por Restrepo (2004), donde el

docente que se inicia en el ejercicio profesional pedagógico se ve abocado a deconstruir su práctica inicial, en busca de un saber hacer más acorde con la realidad de las escuelas y colegios, y con las expectativas y problemáticas que los estudiantes experimentan. (p. 51)

Por lo cual es relevante el diálogo entre el saber teórico y el práctico de los docentes, una de las adecuaciones respecto a esto realizado por Restrepo (2004) es pensar la teoría como el punto de partida del diálogo, dado que brinda al profesor teorías que orienta su quehacer, sin embargo, es sólo a través de la práctica individual donde se valida la teoría acogida por él. De allí,

en este diálogo el docente tiene que introducir adaptaciones [y] transformaciones que su práctica le demanda, para extraer así un saber pedagógico apropiado, esto es, un saber hacer efectivo, una práctica exitosa, que sistematizada, comentada y fundamentada puede enriquecer la misma teoría. (ibídem, p. 48)

Es conveniente resaltar que “el objetivo de la investigación-acción educativa es la transformación de la práctica, a través de la construcción de saber pedagógico” (Restrepo, 2003, p. 96), donde el docente investiga y asume una actividad productora de nuevas ideas, lo que permite que a través de la investigación acción educativa, y posterior a esta, el maestro reflexiona y así construye una o varias prácticas pedagógicas alternativas.

Se entiende por saber pedagógico, la transformación de la teoría pedagógica a la acción profesional del docente, teniendo en cuenta las particularidades de este y del ámbito en el que actúa, además es de considerar que no solo se “relaciona con la didáctica del saber que se enseña, sino también con todo lo que la formación del maestro implica, esto es, con el para qué, cómo y por qué, o sea, con el “campo” científico o intelectual profesional” (Restrepo, 2004, p. 49).

Cabe señalar que es de vital importancia que el maestro reflexione constantemente sobre su práctica, la relación existente con los componentes disciplinares y con los estudiantes, esto con miras a la transformación práctica e intelectual (Restrepo, 2004). Por tal motivo se considera que el maestro cumple el papel de objeto y sujeto de investigación, dado que este investiga su práctica transformando un hacer empírico, rutinario y repetitivo en un hacer reflexivo, con la sistematización de su práctica por escrito, para continuar en un proceso de transformación y mejora constante.

Así, en esta investigación las problemáticas a estudiar surgen desde la misma práctica, puesto que al indagar en los estudiantes sobre las ideas que poseían sobre las leyes del movimiento, la mayoría se apoyaba en palabras como: causa efecto, reacción acción, pero sin ninguna carga interpretativa y sin capacidades argumentativas que demuestren una apropiación de la temática.

En consecuencia, para esta investigación no tiene sentido la producción de resultados a corto plazo, “ignorando interesadamente el [tiempo] obviamente lento en el que se cultivan los procesos divergentes e impredecibles de reflexión y deliberación individual y colectiva” (Pérez, 1994, p. 13), que se ponen de manifiesto en la forma de llevar a cabo la acción; es decir, que se espera que los estudiantes no solamente comprendan e interpreten las leyes del movimiento, sino que en ese proceso de construcción, ellos puedan desarrollar algunas habilidades y se generan nuevas actitudes y disposiciones frente a la física.

3.2.3.3 Fases de la investigación.

Para el desarrollo de esta investigación se tendrán en consideración las siguientes fases sobre las cuales se genera un marco de operatividad dentro de este proceso:

Primera Fase: Deconstrucción¹. Esta fase comienza con la inmersión de los maestros investigadores en la Institución Educativa, donde reconocen las dinámicas del grupo, del área y de la institución a partir de una lectura de contexto, respectivamente con el plan de área y el estudio del PEI, ya que los contextos están mediados por “múltiples factores, como la cultura, las ideologías, los símbolos, las convenciones, los géneros [y] la comunicación” (Restrepo, 2003, p. 95) los cuales condicionan y explican las acciones de las personas.

Particularmente los maestros deben centrarse en el aula de clase, pues la fase de deconstrucción implica un autoexamen de la práctica y una crítica constante respecto al quehacer docente, el saber pedagógico y el saber disciplinar, además de la relación entre maestro y el estudiante, llegando a un “conocimiento profundo y una comprensión absoluta de la estructura de la práctica, sus fundamentos teóricos, sus fortalezas y debilidades”

¹ Este término fue acuñado por el filósofo francés Derrida (1985), para referirse a la puesta en juego de los elementos de la estructura del texto para sacudirla, hallar sus opuestos, atacar el centro que la sostiene y le da consistencia y encontrarle un nuevo centro, y al margen de esto Restrepo (2003) lo retoma y lo adapta como una de las fases del diseño de investigación acción educativa.



(Restrepo, 2004, p. 51); es decir, indagar por las teorías que fundamentan la práctica,

las herramientas, los métodos, las técnicas utilizadas y las creencias, ritos, rutinas y costumbres (Restrepo, 2003). Estos últimos factores comúnmente se ignoran, sin embargo, tienen un peso importante en las decisiones y el desarrollo de las prácticas pedagógicas. Todo esto con el propósito de diagnosticar y fundamentar un problema, el cual supone entonces una pregunta y un objetivo los cuales serán el norte y la razón de ser de la investigación. De manera que dicha problemática se confirma con la implementación de una prueba diagnóstica, esta corrobora las observaciones e hipótesis planteadas por los maestros investigadores.

Para registrar las observaciones y hacer un estudio detallado de la práctica, es necesario acudir al diario de campo, instrumento que será relevante en todo el proceso de la investigación, dado que permite registrar el quehacer cotidiano del docente, específicamente en esta fase se “privilegia la escritura sobre el discurso oral y que se somete a riguroso examen e interpretación hermenéutica para hallar las bases íntimas de la práctica antes de ensayar alternativas de acción” (Graves, 2000 citado en Restrepo, 2003, p. 95).

La deconstrucción también requiere de la revisión bibliográfica sobre las leyes del movimiento, la literatura científica y la conjugación de estas, para fundamentar los antecedentes de la investigación.

Segunda Fase: Reconstrucción. Con el proceso de deconstrucción se identifican las problemáticas en la práctica, además se reafirma “lo bueno de la práctica anterior, complementando con esfuerzos nuevos y propuestas de transformación de aquellos componentes débiles, inefectivos [e] ineficientes” (Restrepo, 2003, p. 96), en este sentido, es posible proponer el diseño de una práctica nueva, que esté en concordancia con las dinámicas del contexto.

La propuesta de esta práctica nueva implica la indagación y “lectura de concepciones pedagógicas que circulan en el medio académico, no para aplicarlas al pie de la letra, sino para adelantar un proceso de adaptación [y transformación], que ponga a dialogar una vez más la teoría y la práctica” (Restrepo, 2004, p. 52). Este diálogo, como ya se había mencionado, permite la generación de un saber pedagógico y práctico, el cual es subjetivo e individual, pues él mismo lo teje a partir de su propia experiencia. En este caso, la reconstrucción de la práctica se da a través de la incorporación de la literatura científica; que será una mediación en la construcción y la aplicación de los planes de clase.

Según Schmidt (2006) el plan de clase se entiende como:

[La] “Guía de Apoyo” que usa el profesor para conducir, [orientar y focalizar] las clases de su curso y lograr los aprendizajes y competencias que se propone en cada una de ellas. Se basa en las necesidades, intereses y habilidades de los estudiantes, y se diseña de acuerdo a las metas, necesidades y estilo del profesor. (p. 4)

Cabe señalar que estar enmarcados en un diseño de investigación acción educativa, permite el análisis constante de la práctica, incluyendo los instrumentos y las herramientas que el maestro implementa, por lo que tiene sentido que los planes de clase puedan modificarse en el transcurso de toda la investigación. El plan de clase está constituido con algunos instrumentos tales como: talleres, discusiones, entrevistas, encuestas, actividades experimentales, representaciones iconográficas y fragmentos literarios, los cuales proporcionan la información a analizar y da cuenta de las construcciones y comprensiones realizadas por los estudiantes.

El diseño de la propuesta se realiza a partir de un rastreo sobre la literatura científica y las leyes del movimiento en relación a la cantidad de movimiento, esto para fundamentar la construcción de un marco teórico y el saber pedagógico y simultáneamente se desarrolla el



diario de procesos, el cual permite la sistematización y retroalimentación de la práctica pedagógica.

Estos procesos de investigación y reflexión constante de la práctica, fundamentan los planteamientos de Restrepo (2003) cuando menciona que la investigación-acción educativa puede ser entendida como

un instrumento que permite al maestro comportarse como aprendiz de largo alcance, como aprendiz de por vida, ya que le enseña cómo aprender a aprender, cómo comprender la estructura de su propia práctica y cómo transformar permanente y sistemáticamente su práctica pedagógica. (p. 96)

Tercera Fase: Evaluación. Las fases anteriores permiten realizar una introspección respecto a la efectividad de la práctica y el alcance de los objetivos propuestos, puesto que “la nueva práctica no debe convertirse en el nuevo discurso pedagógico sin una prueba de efectividad” (Restrepo, 2004, p. 52). Adicionalmente, el maestro reflexiona y evalúa la transformación de la práctica nueva.

En esta fase se pretende analizar a partir de algunas pruebas, encuestas y entrevistas cómo ha sido la transformación de las construcciones de los estudiantes y a partir de allí interpretar sus comprensiones sobre las leyes del movimiento a través de la literatura científica. Además, se examinan otras fluctuaciones de tipo actitudinal como la comparación de la participación de estos respecto a la que se daba antes de los cambios (Restrepo, 2004).

Los relatos del diario de procesos, “interpretados o releídos luego con intencionalidad hermenéutica, producen conocimiento acerca de las fortalezas y efectividad de la práctica reconstruida, y dejan ver también las necesidades no satisfechas, que habrá que ajustar progresivamente” (ibídem, p. 52). Además, sirve como evidencia de los procesos de los estudiantes en el transcurso de la investigación, ya que las discusiones suscitadas en las clases, el ambiente en el aula, las actitudes, disposiciones y habilidades desarrolladas hacen



referencia al alcance de los objetivos propuestos. Con los datos obtenidos se procede a analizar la pertinencia de los instrumentos aplicados y la comparación de los resultados entre las pruebas iniciales y la prueba final; dado que “en esta tarea evaluadora de la práctica, el docente recapacita sobre su satisfacción personal frente al cambio que se ensaya y acerca del comportamiento de los estudiantes ante los nuevos planteamientos didácticos y formativos” (ídem).

Además, es importante reconocer que es posible encontrar resultados negativos en la validación de la práctica nueva, sin embargo, estos también arrojan “conocimiento acerca de esta y permiten descartar opciones en los nuevos ciclos de investigación que el docente emprenda, para seguir mejorando en la acción de cada día su práctica y seguir construyendo “saber hacer pedagógico”” (ibídem, p. 53).

Ahora bien, antes de emitir cualquier tipo de conclusiones sobre las comprensiones de los estudiantes, se apelará a un proceso de triangulación, el cual se constituye en una estrategia para la validación y confiabilidad de la investigación; esta es entendida como la verificación de dicha interpretación y de las conclusiones a través de sus análisis por otros investigadores, por los propios participantes del estudio y por el diseño de los instrumentos con una temática transversal.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

4. Diseño Metodológico

Esta investigación se desarrolla en la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín, con 34 estudiantes del grado undécimo “A”, con quienes se indaga por el sentido que reconstruyen sobre las Leyes del Movimiento mediados por la literatura científica. Por el carácter de los datos y el papel de los actores en la investigación (formadores y maestros en formación), esta se enmarca en un paradigma cualitativo, apelando a la observación y la interpretación. Además, se abordan los planteamientos de la Investigación Acción Educativa desde los planteamientos de Restrepo (2003, 2004) y Elliot (2000), pues como formadores iniciales en proceso de sus primeras prácticas, los investigadores se ven abocados a deconstruir su práctica en busca de estructurar un saber pedagógico más acorde con la realidad del aula. Para esto se tienen en cuenta tres fases: deconstrucción, reconstrucción y evaluación, recolectando la información con instrumentos como: la observación, el diario de procesos, prueba diagnóstica, planes de clase y prueba de verificación.

4.1 Primera Fase: Deconstrucción

El proceso de deconstrucción implica diagnosticar “los diferentes estados y movimientos de la compleja vida del aula” (Pérez, 1994, p. 16); es decir, un conocimiento profundo de la realidad del aula que acontece, lo que comprende tanto las prácticas del maestro, como los modos de ser y actuar de los estudiantes, esto en términos de los planteamientos epistemológicos que los circunscribe.

Los estudiantes del grado undécimo “A”, se caracterizan por ser un grupo pasivo pero que atiende a las indicaciones y responde a las tareas propuestas. Entre muchas de las particularidades, una que llama la atención, sobre todo por ser el lema y pilar de la institución, es la formación de maestros, aspecto que adquiere relevancia para ser observado por los docentes investigadores, además que les genera cuestionamientos con respecto a:



¿Cómo está aprendiendo un maestro normalista? y ¿Cómo enseñan los formadores de maestros normalistas?

En ese sentido, se pretende abordar esta problemática desde dos vertientes las cuales se corresponden entre sí, pero desde dos dimensiones diferentes; es decir, desde la coherencia entre la postura teórica que se constatan en el PEI y en el plan de área de Ciencias Naturales, y las prácticas que se tejen diariamente en el aula de clase.

La misión de la Institución Educativa se materializa en la formación de “maestros y maestras, con alta competencia académica, pedagógica e investigativa” (ENSM, 2013c, p. 11), compromiso que se espera lograr asumiendo un modelo pedagógico desarrollista con enfoque constructivista, debido a que desde este modelo el formador de maestros debe propiciar las condiciones favorables para incidir en la actividad mental y constructiva del maestro en formación, teniendo en cuenta los conceptos previos para dirigirlos y transformarlos a partir de las exploraciones y experiencias con la cultura, así el estudiante y para este caso, maestro en formación construye, asimila y se apropia de los conocimientos direccionando sus interrogantes, motivaciones, investigaciones y sus propios procesos de aprendizaje en relación a sus intereses y experiencias, sin mencionar la capacidad de autonomía que desarrolla y que se reafirma como una fortaleza cuando asuma sus tareas de maestro (Anónimo, 2015). Como es de esperarse, desde el plan de área de Ciencias Naturales se corresponden los ideales manifestados en el PEI, pero haciendo énfasis en la disciplina, al respecto menciona que:

El conflicto para el estudiante de la Normal de los grados Décimo y Undécimo se direcciona en dos vías, por un lado, el aprendizaje y la reflexión de los modelos representativos de las ciencias naturales que circulan en la ciencia escolar. Pero por otro lado se le presenta el conflicto de aprender a problematizar y proyectar su Enseñabilidad, de alguna forma este ejercicio contribuye a que los estudiantes tomen decisiones sobre su futura formación inicial de Maestros. (ENSM, 2015g, p. 5)

Es decir, que el maestro en formación debe tener una profunda y clara fundamentación en el saber disciplinar, pero al mismo tiempo debe proponer la problematización respecto al cómo enseñar, y estos dos asuntos deberían empezar a desarrollarse y garantizarse desde la formación, con la implementación de las prácticas que propone el modelo antes mencionado: que el formador de maestros tenga en cuenta a quien está formando y desde allí condicione y dirija sus intervenciones e instrumentos, y que a su vez el estudiante asuma su rol de maestro en formación y no de estudiante pasivo.

En la observación, sin embargo, no se evidencia ni desde las prácticas de los maestros en formación ni desde los formadores de maestros esas actitudes de autonomía, apropiación, transformación y afectación a través de experiencias por parte del docente; pues, aunque están bien sustentadas, en la cotidianidad del aula se desdibujan. Antes bien, se precisan actitudes pasivas del estudiante, donde el maestro sigue asumiendo un rol de sabio y los estudiantes no ven la necesidad de aprender por y para ellos mismos.

Cabe señalar, que el formador de maestros venía desarrollando un contenido específico, las Leyes del Movimiento, lo que motiva a los investigadores a desarrollar este tema pero desde otros planteamiento disciplinares y pedagógicos; es decir, desde la cantidad de movimiento y la mediación de la Literatura Científica, debido a que aunque muchos de los estudiantes resolvían los ejercicios no habían construido sus propias comprensiones sobre los conceptos, pues como ya se ha mencionado, cuando se les hacía preguntas que ameritaban algún tipo de descripción y argumento, sus respuestas se limitaban a calificativos, tales como: causa y efecto, inercia, acción y reacción, los cuales no tenían mucho significado y sentido para los estudiantes, debido a que no se habían apropiado de la temática y su posición frente a la física era pasiva.

Para esto se propone como objetivo implementar una estrategia didáctica para que los estudiantes de grado undécimo de la Escuela Normal Superior de Medellín le otorguen



sentido a las Leyes del Movimiento a partir de la Literatura Científica con el propósito sugerir su implementación en las clases de ciencias e innovar en las prácticas de enseñanza, todo esto para responder a la pregunta ¿Qué sentido le otorgan los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín a las Leyes del Movimiento a partir de la Literatura Científica?

4.1.1 Prueba diagnóstica (Anexo 1).

Identificado el problema, se procede a realizar la prueba diagnóstica la cual estaba compuesta de 6 preguntas, con las que se esperaba reconocer las ideas que tenían en ese momento los estudiantes respecto a las Leyes del Movimiento y en ese sentido si utilizan este modelo del movimiento para explicar algunos fenómenos de la naturaleza.

A continuación, se exponen algunas de las preguntas tal y como fueron presentadas a los estudiantes.

	¿Por qué la fuerza que Bart ejerce sobre el extintor no se evidencia?
	¿Qué debe hacer Homero para dar la vuelta completa a la esfera de la muerte en la motocicleta? ¿Por qué?

Tabla 1: Prueba Diagnóstica

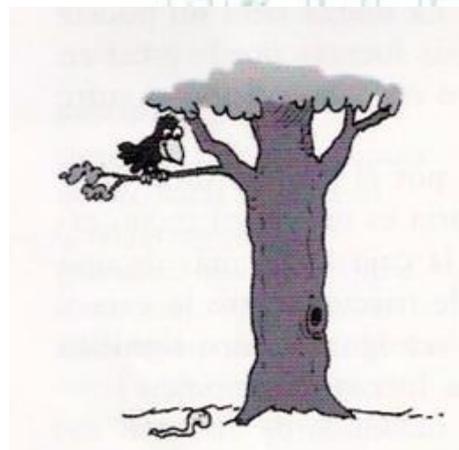
Estas dos preguntas tienen un carácter crítico, dado que el estudiante debe exponer un juicio de valor respecto a los cuestionamientos propuestos, con base en la representación iconográfica. Ambas situaciones pueden ser explicadas a partir de las tres Leyes del



Movimiento, sin embargo, en cada situación es más evidente una de las leyes. Por

ejemplo, en la primera situación, es posible que sólo se dé una interpretación a partir de la tercera ley, ya que la imagen predispone al estudiante debido a que el extintor expulsa la sustancia en una dirección y Bart se mueve en esa misma dirección, pero en sentido contrario. Para el caso de la segunda situación, es probable que expliquen mediante la segunda ley, debido a la estructura e intencionalidad de la pregunta.

La siguiente pregunta se desarrolló a partir de una lectura tomada del libro Física Conceptual de Hewitt (2007), un fragmento de tipo expositivo, que ilustra el movimiento de la Tierra respecto a un sistema de referencia.



Un ave que se encuentra en la copa de un árbol muy alto, observa que en el suelo, justo debajo de él, se encuentra un gusano gordo y jugoso. El ave lo percibe y se lanza hacia él de manera vertical y lo atrapa. Esto sería imposible, se afirma, si la Tierra se moviera como lo sugirió Copérnico. Si él hubiera tenido razón,

la tierra tendría que viajar a una rapidez de 107,000 kilómetros por hora para describir un círculo alrededor del sol en un año. Al convertir esta rapidez en kilómetros por segundo el resultado es 30 kilómetros por segundo. Aún si el ave pudiera descender de su rama en un segundo, el gusano habría sido desplazado 30 kilómetros por el movimiento de la Tierra. Sería imposible que un ave se dejará caer directamente y atrapar al gusano. Sin embargo en la realidad las aves si atrapan gusanos desde las ramas altas de los árboles, y eso parecía una prueba evidente de que la Tierra debía estar en reposo.

De acuerdo con el fragmento anterior, ¿Por qué el ave puede atrapar al gusano?

Tabla 2: Fragmento de Hewitt (2007)

El interrogante es de tipo inferencial debido a que el fragmento es el punto de partida para que el estudiante adopte una postura respecto a la situación y tiene carácter argumentativo ya que debe justificar por qué desde los conceptos físicos el ave atrapa el gusano.

4.2 Segunda Fase: Reconstrucción

Con el proceso de deconstrucción se reconocen las problemáticas que tenían los estudiantes respecto a las Leyes del Movimiento, además se resaltan los aspectos positivos de la práctica anterior y se buscan otras alternativas pedagógicas para darle solución a ese problema identificado en concordancia con las dinámicas del contexto. La reconstrucción de la práctica se da a través de la incorporación de la Literatura Científica; que será una mediación en la construcción y la aplicación de los planes de clase, los cuales estarán en análisis continuo y pueden ser modificados en el transcurso de la investigación.

Los espacios en los que se desarrolló esta fase fueron el laboratorio y el aula de clase, allí por medio de los instrumentos presentados tales como: discusiones, encuestas, actividades experimentales, representaciones iconográficas y fragmentos literarios, se generaban reflexiones constantes respecto a las Leyes de la física que describían cada actividad y cómo estas se relacionaban con la literatura y la cotidianidad de cada uno de los participantes de la intervención.

4.2.1 Plan de clase.

El plan de clase tuvo como objetivo que los estudiantes reflexionaran y discutieran acerca de las Leyes del Movimiento expuestas implícita y explícitamente en las diversas actividades que se desarrollaron a lo largo de la intervención; enfocados principalmente desde la relación ciencia y literatura.

Cabe resaltar que se eligen las Leyes del Movimiento dado que según la literatura y lo observado en el aula de clase, por lo general los alumnos sólo aceptan la existencia de aquello que pueden observar directamente, por lo tanto las dificultades en el aprendizaje de la física se deben a que esta parece ser abstracta y difícil de imaginar, sumado a esto, la objetividad por la que se propende en el aula de clases parece no estar presente, pues sin argumentos, no se da anclaje del discurso y mucho menos del lenguaje científico, a esto se añade en ocasiones, falta de interés, desconocimiento de bases conceptuales, entre otros (Arboleda, Díaz & Aguilar, 2011 citando a Henao & Stipcich, 2008).

Por lo cual la ruta que se optó para trabajar las Leyes del Movimiento consiste en el uso de Literatura Científica (fragmentos conceptuales de física, fragmentos literarios, videos y representaciones iconográficas), lo cual permitió que el estudiante se aproximara al concepto físico y las relaciones que surgen de allí, proporcionando mediaciones entre la enseñanza y el aprendizaje. Los materiales utilizados permitieron que los estudiantes a partir de los lenguajes, enunciados y gráficos, construyan o modifiquen sus ideas sobre las Leyes del Movimiento y a su vez que generen habilidades y aptitudes en el transcurso de cada actividad.

La base para la construcción del plan de clase fue las Leyes del Movimiento, la Literatura Científica y el Sentido, con el fin de observar la dotación de significado que daban los estudiantes mediante representaciones a esta temática.

4.2.1.1 Actividad diagnóstica (Anexo 2).

Las representaciones iconográficas que aparecen a continuación permitieron reconocer las concepciones que tenían los estudiantes respecto a la aplicación del modelo de las Leyes del Movimiento para describir, explicar y analizar diversas situaciones.

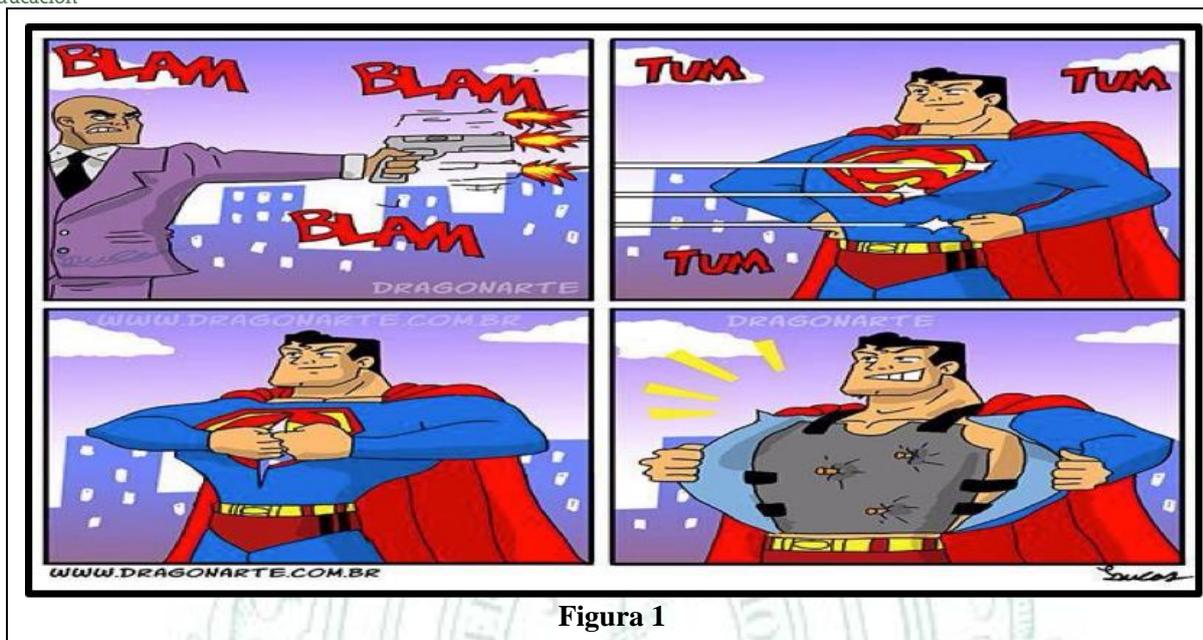


Figura 1

Ilustración 1: Actividad de diagnóstico

La figura 1 es una secuencia de cuatro imágenes que presenta una situación ficticia en la cual Superman es atacado por Lex Luthor con un arma de fuego. Para esta y otra secuencia que no analizaremos aquí, se presentan seis preguntas de las cuales se estudiarán aquí tres de ellas.

1. Es posible que suceda lo que representa cada una de las figuras. Explique
2. Las ilustraciones se basan en una serie de principios físicos. Mencíonelos.
3. En la figura 1 se muestra que la pistola al ser disparada tiene un movimiento hacia arriba y hacia abajo. ¿Crees que es correcto este movimiento? Si crees que es correcto el comportamiento de la pistola, explica por qué. Por el contrario, si crees que es incorrecta la ilustración, realiza un dibujo en el que expliques el comportamiento de la pistola.

Tabla 3: Algunas preguntas de la actividad diagnóstica

Estos interrogantes son de carácter crítico y argumentativo, ya que el estudiante para responder debe exponer su juicio de valor respecto a lo observado en la secuencia basándose en las Leyes del Movimiento para dar un calificativo a las acciones que son ejecutadas por cada personaje en las representaciones iconográficas. Además, estas preguntas buscan que los estudiantes a partir de cada secuencia comuniquen sus ideas de forma abierta; es decir, que



describan si las situaciones pueden ocurrir o no de acuerdo a lo que saben y viven, por ejemplo, de lo que han leído, los temas que ha visto en la escuela, los programas de televisión, experiencias y entre otras. También, los investigadores querían reconocer si los estudiantes encontraban correspondencia entre las situaciones y las leyes del movimiento y de ser así cómo eran dichas correspondencias, dado que los estudiantes ya habían estudiado el tema.

Particularmente la última pregunta, se limita a analizar una sola imagen de la secuencia en la se presenta a Lex Luthor accionando la pistola y el movimiento que esta sufre después de los disparos. Esta ilustración puede ser descrita principalmente por la tercera ley del movimiento, además implica que ellos construyan su propia representación del movimiento del arma.

4.2.1.2 Actividades de Fortalecimiento.

Lectura Cantidad de Movimiento y Leyes del Movimiento. Esta lectura se compone de algunos fragmentos tomados del libro Física Conceptual de Paul Hewitt (2007), en esta se exponen las Leyes del Movimiento y la cantidad de movimiento. Este fragmento se constituyó en un instrumento trascendental para esta intervención ya que fue el punto de partida mediante el cual la Literatura Científica se articuló y se transversalizó el proceso. Con esta lectura se esperaba que los estudiantes confrontaran las ideas que hasta ese momento tenían sobre las Leyes del Movimiento, aclarando, ampliando y profundizando sus comprensiones a partir de los argumentos del autor, además haciendo una relación con la cantidad de movimiento.

El acercamiento de los estudiantes a la lectura es un proceso individual que permitió una relación directa con el conocimiento y que así se generaron cuestionamientos, ideas y asentamientos de saberes de acuerdo a la apropiación que se adquirió del texto. Además, que no siempre lo que el profesor enseña es lo que el estudiante aprende, así, aunque el maestro

ya haya enseñado al estudiante las leyes desde sus lecturas e interpretaciones, el

mensaje que el estudiante reconstruye y reelabora después de la lectura pudo haber sido diferente.

Posteriormente se pide a los estudiantes que construyan un mapa conceptual basado en la lectura donde plasmen sus ideas y comprensiones, ya que este instrumento permite la sistematización, organización, construcción de relaciones y jerarquías de los conceptos.

Experimentos (Anexo 3)

Se pretendió analizar a partir de la experimentación la relación entre cantidad de movimiento y leyes del movimiento posibilitando que el estudiante vincule la teoría con la experimentación, logrando así que haya una motivación y que verifique, cuestione, analice y reflexione acerca del fenómeno y el modelo que lo representa.

Se realizó un laboratorio con tres experimentos los cuales fueron asignados aleatoriamente a grupos de máximo cinco estudiantes, quienes desarrollaron solo una de las tres actividades experimentales, dichas actividades fueron: la rampa, el globo-cohete y

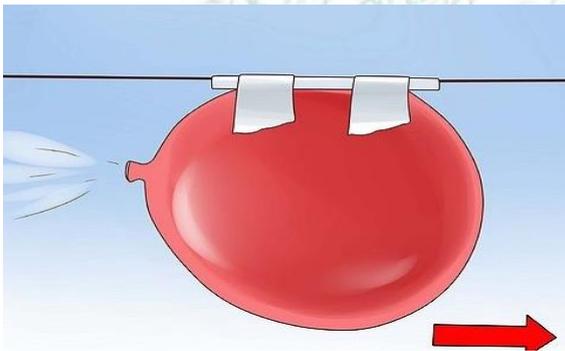


Ilustración 2: Experiencia con el globo

colisiones. A continuación, se abordarán dos de los experimentos con algunas preguntas que fueron presentadas a los estudiantes.

El experimento del globo cohete consta de un pitillo, un globo y una pita. El pitillo es atravesado en su interior por una pita

y luego, este es adherido con cinta a un globo inflado con aire y posteriormente con agua. Se debe resaltar que posiblemente solo se dé una interpretación relacionada con el modelo de la tercera ley del movimiento, ya que es más evidente pues describe lo que sucede cuando el globo se desplaza a lo largo de la pita debido



al aire o el agua que sale del globo, sin embargo, esta actividad experimental puede ser descrita por las tres Leyes del Movimiento.

Se realizaron cinco preguntas para esta actividad experimental, las cuales permitieron conocer las posturas que tenían los diferentes grupos respecto a los experimentos que se les asignó, posibilitando así la discusión entre los integrantes que desarrollaron la actividad y posteriormente la de todos los grupos que participan del laboratorio, promoviendo así la participación y la construcción de ideas respecto a conocimientos acertados y erróneos.

Las siguientes dos preguntas son carácter crítico puesto que proporcionan que los estudiantes adopten un punto de referencia y discutan alrededor de él.

1. ¿Qué fuerzas actúan en el globo? ¿Cómo tendrían que ser esas fuerzas para que la velocidad sea constante?
2. Ahora llena el globo con agua y repite el mismo procedimiento, observa qué sucede y responde. Ocurrió algún cambio respecto a la experiencia anterior (cuando el globo se encuentra lleno de aire). Si la respuesta es afirmativa mencione cuáles son los cambios y si es negativa responda por qué no suceden cambios.

Tabla 4: Actividad de experimentación, el caso del globo

En la primera pregunta los investigadores esperaban que los estudiantes identificaran las fuerzas que actúan en el globo a partir de la descomposición de fuerzas, además, querían que, de acuerdo a las condiciones del movimiento, ellos pudieran establecer las características de las fuerzas en términos de su magnitud, dirección y sentido, también se buscó que reconocieran que cuando hay varias fuerzas en interacción se hace necesaria la sumatoria de fuerzas.

La segunda pregunta pretendió que los estudiantes realizaran una comparación de las características del movimiento del globo cohete en cada momento, como lo son: la cantidad de aire y de agua, la velocidad, la distancia recorrida, el ángulo, entre otras.



Ilustración 3. Experiencia de colisión entre autos

En la misma dirección, se realizó el experimento de colisiones el cual estaba dividido en dos momentos, en el momento uno, se hacen colisionar dos carros de

juguete separados por una distancia de 25 centímetros, los dos carros con aproximadamente la misma masa y forma, con el fin de analizar lo que sucede en el momento del impacto y posteriormente la reacción de ambos carros después de colisionar, luego en el segundo momento se procede a realizar el mismo proceso con la diferencia de que varía la masa de uno de los carros y así generar en los estudiantes un paralelo entre cantidad de movimiento y leyes de movimiento, es decir, que encuentren las regularidades de cada ley y la asocien con el concepto de cantidad de movimiento.

Se realizaron siete preguntas de las cuales se tomaron tres preguntas de carácter crítico, estas permiten a los estudiantes analizar claramente lo que sucedió en cada momento ya que tienen el control sobre las principales variables que influyen de manera directa en las situaciones presentadas, como lo son la masa, distancia entre los carros y la velocidad, logrando así que los estudiantes observarán los fenómenos y con ello encuentran por qué las Leyes del Movimiento le ayudan a describir y comprender las situaciones presentadas.

1. Menciona cuáles son las características que deben tener ambos experimentos para que las distancias recorridas sean iguales y cuáles para que las distancias sean diferentes.
2. ¿Es posible que se presente una situación en la que el carro 1 colisione con el carro dos y este último no se mueva? Realiza el diagrama de fuerza y explica detalladamente a partir de la cantidad de movimiento.



3. ¿Por qué el carro uno después de colisionar retrocede? ¿a qué se debe tal fenómeno?

Tabla 5: Experiencia de los autos

Se esperaba que el estudiante al ir modificando los valores de las variables reconociera que dependía que las distancias recorridas por los carros fuesen iguales o distintas, así mismo que establecería las regularidades que encontraba al hacer chocar los autos varias veces, con dichas variables y así que tratará de dar respuesta a porqué se daba el fenómeno; es decir, que explicara a partir de la Cantidad del movimiento.

En la primera pregunta se esperaba que los estudiantes a partir de lo leído y discutido en clase acerca de la cantidad de movimiento y las leyes del movimiento, mencionaran que para que las distancias fueran iguales tanto la masa como la velocidad deben ser las mismas para recorrer la misma distancia y si cambia el valor de alguna de las variables las distancias recorridas serían distintas, de este planteamiento también se puede deducir la pregunta tres, puesto que si se modifican las variables de algún auto cuando choquen en el caso que fueran diferentes retrocederá uno más que el otro y si fuesen iguales retrocederían igual distancia, e incluso en el caso hipotético en el que la cantidad del movimiento de uno de los autos sea mucho más grande que la del otro, comprenda que en el impacto el auto de la menor cantidad movimiento adquiere la velocidad del otro auto. La pregunta dos también puede estar apoyada en estos argumentos, sin embargo, aquí la cantidad de movimiento de uno de los carros debe ser tan grande a tal punto que quede inmóvil o que el retroceso sea tan mínimo que no se perciba, mientras que el otro auto si se le note el retroceso, cabe señalar que este punto hace énfasis en la construcción del diagrama de fuerzas, el cual posibilita la contextualización del problema, así mismo que visualizaran globalmente las fuerzas que se encuentran en el objeto de estudio y así que le dieran significado al fenómeno.

Videos (Anexo 4). El video como medio didáctico posibilita el descubrimiento

de conocimientos y la asimilación de estos, además debido al dinamismo de este capta la atención de los estudiantes, según Salas (2005):

El video didáctico es un medio de comunicación que posee un lenguaje propio, cuya secuencia induce al receptor a sintetizar sentimientos, ideas, concepciones, (...), que pueden reforzar o modificar las que tenía previamente. Permite metodizar actuaciones y enfoques, profundizar en el uso de técnicas, recomponer y sintetizar acciones y reacciones, así como captar y reproducir situaciones reales excepcionales, que pueden estudiarse y analizarse minuciosamente en diferentes momentos. (p. 213)

Así el estudiante tiene la posibilidad de apropiarse de la temática, en este caso las Leyes del Movimiento de manera reflexiva y consciente. El objetivo de esta actividad era que el estudiante visualizará las correlaciones de la física y el entorno, mediante el uso y la construcción de vídeos, para ello se presentó a los estudiantes algunos videos de páginas web, allí se encontraban doce situaciones que evidenciaban las Leyes del Movimiento, particularmente con golpes, choques entre automóviles y lanchas, caídas, entre otras, esto estuvo acompañado por un debate.

A continuación, se abordarán cuatro situaciones de las presentadas en el video con el esquema que fueron dadas a los estudiantes. Cabe señalar, que en primera instancia se les mostró los videos a los estudiantes sin distinción de las Leyes del Movimiento, allí debían responder qué ocurría en cada situación, luego los estudiantes debían mencionar la explicación física de lo ocurrido en cada situación y por último cuestionarse sobre cómo podría evitarse cada situación. Luego de esto se les presentó los videos.

Situaciones	¿Qué ocurre en cada situación?	Explicación física de lo ocurrido	Cómo podría evitarse cada situación?
Situación: Lancha			
Situación:			



Mataculin			
Situación: Colisión pelotas			
Situación: Pistola			

Tabla 6: Actividad de los videos

Se esperaba que los estudiantes en el primer momento describieran lo que sucedía en cada situación desde sus ideas previas, creencias y experiencias; además de que trataran de encontrar una explicación física a las situaciones; es decir, que relacionaran las Leyes del Movimiento a cada situación. En el caso de la lancha se evidenciaba más la Ley de inercia, en el mataculín y la colisión de las pelotas es más notoria la segunda ley del movimiento y en el disparo de la pistola la Ley de acción y reacción, es decir que asociaran la ley más notoria a cada situación, y así tratar de buscar cómo se podía evitar estas situaciones.

Posteriormente, se les pide a los estudiantes que construyan un video donde plasmen situaciones de la vida cotidiana que puedan ser explicadas a partir de las Leyes del Movimiento, lo cual permite que al realizar los videos los estudiantes se retroalimenten de su trabajo, haciendo una inversión en las tareas, pues las actividades que hayan realizado hasta este momento el maestro le ofrecía las situaciones y él debía explicar lo que sucedía a partir del fenómeno, sin embargo, en esta con los conocimientos que ya ha reconstruido debe encontrar una situación, actuando como creadores y diseñadores, ocasionando así mayor profundidad en la temática.

Actividad Fragmento Literario (Anexo 5). El uso de la literatura científica permite que el estudiante desarrolle capacidades intelectuales para posteriormente dar un orden a los sucesos físicos. A partir de la lectura del fragmento literario se pretendía promover en los estudiantes el análisis y la reflexión de algunas situaciones que presentaba el fragmento.

Momentos de Guerra es el título del fragmento literario, siendo su autor el

investigador Jhonatan Parra. Este fragmento tuvo que ser construido por el investigador, debido a que después de una búsqueda rigurosa sobre Literatura Científica escrita para la enseñanza de las Leyes del Movimiento los resultados no fueron muy satisfactorios (Ver <https://www.youtube.com/watch?v=MdISjHF4fPA>).

MOMENTOS DE GUERRA

Jhonatan Parra Naranjo

- ¡Por fin!, exclamó el capitán bárbaro a su tripulación, ¡por fin llegó la noche esperada!, la dirección del viento me lo indica, pues sopla hacia el enemigo.

En ese momento hombres de mediana edad completamente armados zarpan hacia su destino con aire de furia.

- ¡La guerra! -Grita el capitán

-La guerra nos espera, la fuerza del viento nos favorece e impulsa no solo nuestro barco sino nuestras vidas- exclamó un marinero.

Guiados por las estrellas y a una velocidad constante para mantener el ritmo, el capitán quien permanecía aferrado al mástil a vista la embarcación persa.

- ¡Después de tres horas de navegación mar adentro, por fin nuestro enemigo, los persas!

De inmediato se posicionaron los cañones para disparar a la mayor distancia posible, las esferas de cañón, esferas de plomo puro de aproximadamente 15 cm de diámetro, las cuales atravesaban el aire con tal fuerza que quien disparaba la sentía reflejada en sus brazos a causa del retroceso del cañón.

En ese instante, la embarcación persa aceptando la batalla arremete con tal aceleración que desató en su embarcación una fuerza descomunal gracias al gran tamaño de aquel barco impulsado por hombres decididos a morir en la colisión, ya que eran conscientes de que, aunque la otra embarcación estuviese en movimiento o en reposo tal fuerza también los afectaría en igual magnitud y morirían a causa de la conservación de su mismo movimiento.

Sin más que decir, una guerra más, una muerte más, el inicio y experiencia para futuras batallas mediadas por un mundo físico.

Tabla 7: Fragmento físico Momentos de Guerra

Como se evidencia, el fragmento narra algunos sucesos de guerra que está viviendo una embarcación, el autor va relatando la historia explicando cada escena con los modelos



físicos. Así, la lectura genera la creación de diversas situaciones que permiten

comprender los conocimientos científicos, sus cambios y relaciones, proporcionando

experiencias de aprendizaje para los estudiantes, en las que se enfatice en los procesos individuales y donde se haga ver que un individuo se beneficia, construye y está influenciado por el trabajo y opiniones de los demás, y se demuestra cómo la ciencia es una actividad social. (Rivas & Begoña, 2010, p. 158)

En ese sentido, se realizaron ocho preguntas relacionadas con el fragmento de Literatura Científica y las Leyes del Movimiento, con el propósito de observar las construcciones que realizan los estudiantes y promover el desarrollo del pensamiento analítico y crítico. A continuación, se exponen algunas de las preguntas tal y como fueron presentadas a los estudiantes.

Subraye en el fragmento las líneas en las cuales identifican un principio físico y luego escriba cuáles son esos principios. Haga un listado con esos principios y en sus palabras defina al menos tres.

Tabla 8: Preguntas fragmento literario

La pregunta es de carácter inferencial debido a que, a partir de las características y cualidades de cada suceso respecto al movimiento, el estudiante debe examinar cómo cada ley permite explicar la situación. Por otro lado, al tener que definir algunos conceptos con sus palabras movilizan procesos de reflexión, de simbolizar y hacer explícitas las representaciones que han apropiado e integrado a su saber.

Las siguientes actividades están más cercanas a lo que se hace en física, así la construcción de un diagrama de fuerzas implica que el estudiante analice no solamente las fuerzas que actúan en el sistema, sino que se cuestione cómo las condiciones del movimiento, como la velocidad constante y los choques se relacionan con las fuerzas, pues ambas situaciones pueden generar alguna confusión a los estudiantes, es necesario discutir las.

Grafique el diagrama de fuerzas:

· Cuando la embarcación Bárbara navega a una velocidad constante

· Cuando las embarcaciones colisionan (Para cada barco)

Tabla 9: Preguntas sobre el fragmento literario

Otro asunto que necesitaba ser discutido a profundidad, era el de analizar la cantidad de movimiento en una colisión, relacionado con las tres leyes. Un típico error que tienen los estudiantes concentrados en la relación de masas de ambos barcos lleguen a pensar que quién más masa tenga sea el que menos daños sufras, ignorando el aporte que la velocidad tiene también y las interacciones que se producirán de acuerdo a las leyes.

Si ambas embarcaciones tienen la misma masa, son de igual material y colisionan ¿qué puedes esperar que les ocurra a las embarcaciones?

Tabla 10: Preguntas a partir del fragmento literario

4.2.2 Diarios de Procesos (Anexo 11).

Como ya se ha mencionado a lo largo de este documento, el diario de proceso constituye un instrumento fundamental para cualquier investigación enmarcada en un paradigma cualitativo y más si se declara en los planteamientos de la Investigación Acción Educativa, debido a que en él se registran los sucesos de la vida del aula tanto desde la visión del maestro investigador como de las voces de los estudiantes, registros que permiten repensar y reflexionar la experiencia de formación.

El diario en todo el proceso va sistematizando la información, sin embargo, para cada fase su mirada está centrada en algunas funciones. Para la fase de deconstrucción, le permite al investigador analizar los procesos, los métodos, las estrategias y las dificultades en el aprendizaje y la enseñanza y las relaciones entre los estudiantes y el maestro, esto a través de algunas preguntas bases: ¿Cuál era el objetivo de la clase? ¿Cómo comienzan las clases?



¿Cómo son las pruebas y refuerzos que diseña el profesor?, ¿En qué momentos de la clase el maestro utiliza el tablero y los textos guía?, ¿para qué los utiliza? ¿Se utilizaron otros medios de enseñanza, a su criterio necesarios?, ¿cuáles? ¿Cómo valora usted la distribución de las actividades en el tiempo? ¿Cómo es el trabajo con los contenidos físicos? ¿El profesor hace un análisis de los contenidos tratados y destaca los aspectos más significativos? ¿Se ofrecen oportunidades para que los alumnos trabajen por sí solos? ¿Se hacen acciones para controlar y evaluar durante el proceso? ¿Cómo es la participación de los estudiantes en la clase? ¿Qué preguntas hacen los estudiantes? ¿Qué estrategias utilizan los estudiantes para resolver las tareas propuestas? ¿Considera que los alumnos lograron lo que se pretendía en la clase?, escriba algunas sugerencias para mejorar el desempeño del docente, de los estudiantes y el desarrollo de la clase, entre otras. La información que estas arrojan en contraste con los presupuestos de los documentos rectores contribuye al planteamiento del problema, además que permite empezar a perfilar un nuevo discurso pedagógico acorde con los aspectos a mejorar.

Para la fase de reconstrucción, en el diario se retoma: las experiencias iniciales del maestro investigador, los planes de clase y el seguimiento a los estudiantes. Se trata de ser detallado para evitar la fuga de información importante, sistematizando las reacciones, los cambios, las discusiones de los estudiantes durante la implementación de los planes de clase, de la misma manera se tienen en cuenta los aportes del maestro investigador que registra no solo sus apreciaciones, sino también los aspectos a mejorar, en este punto se consideran las siguientes preguntas: ¿Cómo avanza y se transforma la relación y las representaciones del maestro con el oficio de ser docentes? ¿Cuáles son sus expectativas frente a alguna o algunas de sus prácticas de aula? ¿Cuáles han sido los logros, las dificultades o inconvenientes? ¿Cómo se han confrontado sus ideas pedagógicas? ¿Qué fue lo más interesante en el proceso de planeación? ¿Qué dificultades encuentra en el proceso de planeación? ¿Cómo se siente



durante el desarrollo de la clase? ¿Formar parte de una comunidad ha impulsado la

reflexión sobre la práctica de aula? ¿Qué ideas pedagógicas han surgido? ¿Qué nuevas lecturas ha hecho? ¿Qué cree que debe cambiar para que las prácticas de aula puedan mejorar?, entre otras. En esta fase se manifiesta la necesidad de que el investigador vaya registrando continua y progresivamente, de manera que reconozca a tiempo las dificultades en su planeación de clase y pueda actuar e intervenir al respecto, a pesar de los contratiempos que el aula y sus dinámicas acarrear.

Para la fase final, se consolida como una fuerte evidencia sobre los aportes del saber pedagógico propuesto y de los instrumentos aplicados, al igual que las dificultades y los asuntos que aún quedan por estudiar. También es la prueba que recoge los avances, los cambios, las habilidades desarrolladas por los estudiantes y el maestro investigador.

4.3 Tercera Fase: Evaluación

Después de la recopilación y el proceso llevado a cabo en la intervención, en donde se analiza paralelamente la evolución, los cambios y las dificultades de los diferentes aspectos pedagógicos, didácticos, disciplinares y metodológicos que compete a esta investigación con la ayuda de diferentes experiencias transversalizadas por la Literatura Científica, se aplica una prueba final, de manera sumativa, que complementa los hallazgos, respecto al sentido que los estudiantes han reconstruido sobre las Leyes del Movimiento a partir de la Literatura Científica.

4.3.1 Prueba de verificación.

La prueba de verificación se convierte en una fuente de conocimientos y directrices, debido a que indica las fortalezas y debilidades de nuestra propuesta y marca el camino para realizar cambios a esta, permitiendo a los investigadores reflexionar acerca de la transformación de la práctica y los cambios logrados por los participantes ante los nuevos planteamientos didácticos y formativos.



La estructura de la prueba de verificación estuvo marcada por cuatro

momentos, el primero fue la resolución de una situación problema el cual mencionaba que: un compañero de estudio no entiende la relación que existe entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento. ¿Cómo le explicaría usted la segunda ley del movimiento a partir del concepto de cantidad del movimiento?, Tenga en cuenta: especificar cómo entiende usted la relación entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento y emplear ilustraciones, ejemplos y analogías. Como ya se había manifestado en los apartados anteriores la formación que se da en la institución está enfocada en la formación de maestro, por lo tanto se esperaba que los estudiantes se colocara en el papel del docente y reflexionara acerca de cómo, a quién y para qué enseñar dichos conceptos y así que realizara una ruta partiendo de los conocimientos teóricos que tiene del tema; es decir, la relación que ha establecido entre la cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento y luego a partir de ejemplo, analogías e incluso experimentos haga comprensible la temática para el otro compañero.

El segundo momento consistió en la realización de un mapa conceptual con unas palabras determinadas, tales como: fuerza, sentido, cambio, masa, redacción, leyes del movimiento, constante, inercia, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, acción, dirección, velocidad, magnitud, distancia, aceleración e interacción. Se esperaba que los estudiantes al realizar el mapa manifestaran relaciones que hayan reconstruido sobre las Leyes, al organizar los distintos conceptos inmersos en dichas palabras, se evidencian las asociaciones, los vínculos, las jerarquías que han podido reconstruir, destacando los aspectos que para cada uno sean más importantes.

El tercer momento se enfocó en un fragmento literario, titulado el “Diario de un director de vuelo” de Jhonatan Parra, el estudiante luego de leer el fragmento debía identificar y subrayar en el texto uno o varios fragmentos donde se evidenciará las Leyes del Movimiento y explicar por qué esos fragmentos están relacionados con cada ley. Se esperaba



que el estudiante entendiera y le diera significado al texto, además que a medida que iba leyendo reconociera las Leyes de la Física que describían los fenómenos inmersos en el fragmento literario, ese reconocimiento implica que conocen de la temática y pueden comunicar lo que entienden por ella.

Y por último algunas preguntas en las que ellos manifestaron su construcción del concepto y sus experiencias con la literatura científica. Cabe señalar, que de manera general se esperaba que los estudiantes fuesen conscientes de las relaciones que se establecen entre la física, la literatura y su entorno, lo cual posibilita que indaguen acerca de la temática abordada analizando, interpretando y reflexionando acerca de cómo, por qué y para qué funciona, ocasionando que lleguen al trasfondo del asunto.

4.3.2 Categorías

Categorías	Descripción	Indicadores
Representación	La representación es un proceso mental que permite materializar por medio de signos la relación establecida con un objeto de conocimiento. Desde la semiótica peirceana, el signo o representamen es una categoría mental que para <i>alguien</i> representa algún aspecto o carácter de un objeto, este último tiene características o cualidades que son representadas por el representamen y que serán susceptibles a interpretación.	<ul style="list-style-type: none"> • Registra ideas de manera algebraica, verbal o gráfica con relación a las Leyes del Movimiento. • Lo representado se corresponde con un orden discursivo. • Evidencia correspondencia entre las distintas formas de representación.
Argumentación	Se refiere a la justificación de una proposición; es decir, en fundamentar en las teorías científicas y en otras fuentes de conocimiento, como por ejemplo los datos, los ejemplos, las analogías, las metáforas y las pruebas generadas a partir de la realización de experimentos en el laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> • Produce algunas afirmaciones que hacen referencia a la situación dada o a las Leyes del Movimiento. • Respalda sus razonamientos con analogías, metáforas o ejemplos. • Formula proposiciones que relacionan los conceptos con los modelos o las leyes físicas



Experimentación

Se concibe la experimentación como una actividad relacionada con las construcciones conceptuales, sujetas a diversas maneras de explicación y comprensión de los fenómenos físicos; en este proceso se le posibilita al estudiante poner a prueba sus predicciones, estimular la capacidad de observar, formular preguntas e interpretar sus propios conceptos, ocasionando así que desde la experiencia y de manera progresiva construya su conocimiento y pueda dar explicación a lo que ocurre en su alrededor.

- Comunica a partir de razonamientos físicos la relación entre las Leyes del Movimiento y la cotidianidad utilizando un discurso adecuado.
- Describe los fenómenos físicos.
- Se apropia de los conceptos físicos que intervienen en la actividad experimental
- Formula interrogantes con relación al fenómeno observado
- Reconoce que los datos experimentales dependen de la modificación de las variables del movimiento.
- Constituye relaciones del modelo físico con el entorno, identificando las regularidades que se encuentran en el fenómeno físico.

Afectación

Se refiere a la percepción y recepción de los estudiantes, de lo que comunican los distintos objetos y personas con las cuales establecen relación. La afectación, según Farina (2006), ocurre cuando un objeto o fenómeno externo mueve nuestro eje de equilibrio y provoca sensaciones, percepciones y reacciones tendientes a la comprensión de dicho fenómeno.

- Adquieren un compromiso personal con la realización de actividades planteadas por el docente.
- Se sorprenden frente a los modelos, teorías y leyes de movimiento
- Asume una posición productiva y creativa a partir de aquello que los sorprende en las actividades realizadas.
- Aceptan recomendaciones y sugerencias de los demás integrantes en las plenarias realizadas; esto es, se dejan decir.
- Se reconoce como sujeto dialógico y abductivo con profundo respeto por los demás.

Sentido

Desde la teoría peirceana, se establece que en el proceso de otorgarle sentido a un objeto intervienen el objeto mismo, el signo y el



interpretante; así, un sujeto puede relacionarle a un objeto un signo, una representación; sin embargo, esta solo manifiesta sentido cuando a partir de ella se producen, desglosan y desencadenan más pensamientos, más unidades de significado, es decir, definiciones, argumentos, leyes, teorías y explicaciones. Para Peirce no hay conocimiento sin signos, todo es signo y estos crecen en una semiosis ilimitada o espiral portadora de sentido. Así, el sentido es lo que manifiesta cada persona con sus palabras cuando comunica una idea, de forma oral o escrita, y al mismo tiempo transforma sentidos ya existentes; es una construcción colectiva donde las mentes se tocan y se afectan en la medida que cada sujeto se ve enriquecido a partir de sus experiencias, sus conocimientos previos y sus relaciones con los demás. Por esto, el sentido se constituye en la conjugación de las categorías antes mencionadas: la representación, la argumentación, la experimentación y la afectación.

Tabla 11. Categorías

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

5. Resultados y Análisis

5.1 Afectación

La afectación en esta investigación manifestó su necesidad de ser asumida como un proceso estético, porque a pesar de que fue relativamente sencillo que los estudiantes se sorprendieran con actividades desarrolladas en clase de física, esta motivación no garantiza que ellos se vean inclinados a introducirse en el estudio de un fenómeno por el mero hecho de haberles impresionado algo. La primeridad sugerida en los planteamientos de Peirce, corresponde a esta idea, pues, aunque la sorpresa no alude al pensamiento de manera precisa, es posible decir que se constituye en el inicio o la entrada, así que fue necesario aterrizar dichas sorpresas y guiarlas en el transcurso del proceso.

Con la lectura de contexto, se identifica que gran parte de los estudiantes manifestaban no conocer la relación existente entre la literatura y la física y muy pocos habían tenido acercamiento a textos que vincularan estas, además que el tipo de literatura que frecuentaban era de misterio, romanticismo, aventuras y terror, esto motivó a proponer un fragmento literario con el fin de introducir dicha relación y así observar la correspondencia de las ideas que están presentes en los estudiantes y el texto. En este fragmento, un pájaro que está posado en un árbol desea atrapar un gusano que está en la tierra, sin embargo, desde una visión del movimiento copernicana esto sería imposible, debido a que mientras que el ave desciende, el gusano en la tierra está girando a una rapidez (107.000 Km/h) mucho mayor, por lo que según esto cuando el ave aterrice en la tierra el gusano habrá avanzado una gran distancia.

Este fragmento generó un ambiente de expectativa en el aula, pues reconocieron en la literatura una manera novedosa de abordar la física, esto interpretado a partir de comentarios como: *“ahora sí voy a entender sin ecuaciones y sin tanta matemática”*, *“yo creí que solo se podía con ecuaciones”*, *“logré escribir algo porque las preguntas no tenían carga*



matemática, sino más bien conceptual y preguntas sobre lo común del día a día”

(Estudiantes, Diario de procesos). También a partir del fragmento se manifestó controversia en el aula, ya que confrontaba y contradecía la realidad, *“pues todos, [como decía un estudiante] hemos visto que las aves atrapan gusanos”* (Diario de Procesos). Así, algunos estudiantes manifestaron de manera directa esta confusión y otros, por otro lado, solo daban algunos rodeos, al respecto: *“si existe relación con la literatura, pero en el fragmento se evidencia una mala redacción”* (Estudiante, Prueba diagnóstica), asimismo otro estudiante incómodo frente a la sensación de inseguridad y de confusión,

se levanta de su puesto y suelta un lápiz, a una altura de su pecho, resaltando a su maestro [con su mirada] que aunque la tierra se estaba moviendo a una gran rapidez el lápiz caería al suelo, y suponiendo que el gusano estuviese allí este podría atraparlo. (Diario de procesos)

En este punto los estudiantes lograron otorgar significado en relación con la primeridad; esto es, produjeron un signo como mediación con el primer momento de afectación pues de alguna forma este suceso ha interrumpido la cotidianidad de los estudiantes, captando su atención y moviendo su eje de equilibrio, pero se relaciona con la segundidad en la medida en que ellos le dieron la importancia, le otorgaron un significado, así para darle continuidad a la tríada peirceana ahondó este signo de manera que se fueron produciendo interpretantes, como terceridad, a partir de diferentes experiencias.

Después de realizada la prueba diagnóstica, se le entrega a los estudiantes un texto que recogía algunos capítulos de Física Conceptual (Hewitt, 2007), esto con el fin de que comenzarán a *“fortalecer esos procesos de aprendizaje y empezar a aproximar a los estudiantes al significado de las leyes más allá de las fórmulas y los ejercicios que en principio fueron aludidos por el formador”* (Diario de procesos), proponiendo una metodología diferente a la cotidiana de la clase: explicación, ejercicios y examen, ya que los mismos estudiantes lo manifestaban: *“es muy aburrido y cansón cuando en clase y más que todo en física solo es teoría, practica y exámenes, mientras que se trata es de explicar en*



medios [que] nos llame más la atención para saber de esto...” (Estudiante, Diario de

procesos), además, dándole la oportunidad al estudiante de enfrentarse al concepto, de hacerse sus propias preguntas, cuestionar los argumentos puestos por el autor y pensar los ejemplos propuestos, al respecto uno de los estudiantes menciona en una clase siguiente: *“fue muy interesante hacer la lectura porque ya al menos uno sabe alguna cosita, al menos sé de qué se trata y puedo decir algo sobre eso”* (Diario de procesos). También, como lo mencionan los estudiantes al hacer un trabajo conceptual las ecuaciones adquieren un significado físico, trascendiendo las usuales acciones donde la ecuación (fórmula) es vista como la receta que se debe seguir porque el profesor la ha dado, al respecto un estudiante alude: *“aprendimos a interpretar muchas fórmulas...”* (Estudiante, Prueba de Verificación).

Otro asunto que tuvo preeminencia para los estudiantes, es la capacidad que tiene la literatura para articular la física y la cotidianidad, pues, aunque los fragmentos presentaban situaciones ficcionales, desarrollando batallas piratas y viajes al espacio, para los estudiantes estas son vistas como situaciones de la vida donde la física está armada de argumentos y explicaciones para cada suceso, es decir, que ellos puedan reconocer esas relaciones y puedan interpretarlas desde el modelo es lo que les hace ver estos fragmentos como articulados a la realidad, ellos indicaban: *“llevar la información a contextos más cotidianos permite realizar análisis, ejemplificaciones y detallar más a fondo lo observado en clases. Se satisfacen dudas y se deja de lado el pensamiento de ¿y esto cómo se ve en la vida?”*; *“...además, los practicantes colocaban textos literarios que mostraban cosas de la vida diaria que nos ayudaban a comprender mejor las leyes”* (Estudiantes, Prueba de Verificación).

En esta dirección, los investigadores analizan las ilustraciones realizadas por los estudiantes a partir del factor estético, informativo y emocional pues cada estudiante dota su dibujo de significado, como lo manifiesta un estudiante: *“[Al hacer la lectura] uno recrea la historia y trata de comprender lo que sucede, y uno se imagina como pudieron ser los*



sucesos” (Estudiante, Prueba de Verificación), convirtiéndose así la imagen como

elemento dinamizador y puente identificar el agrado en cada actividad, lo cual se evidencia en el empeño y la calidad que presentan algunos dibujos.

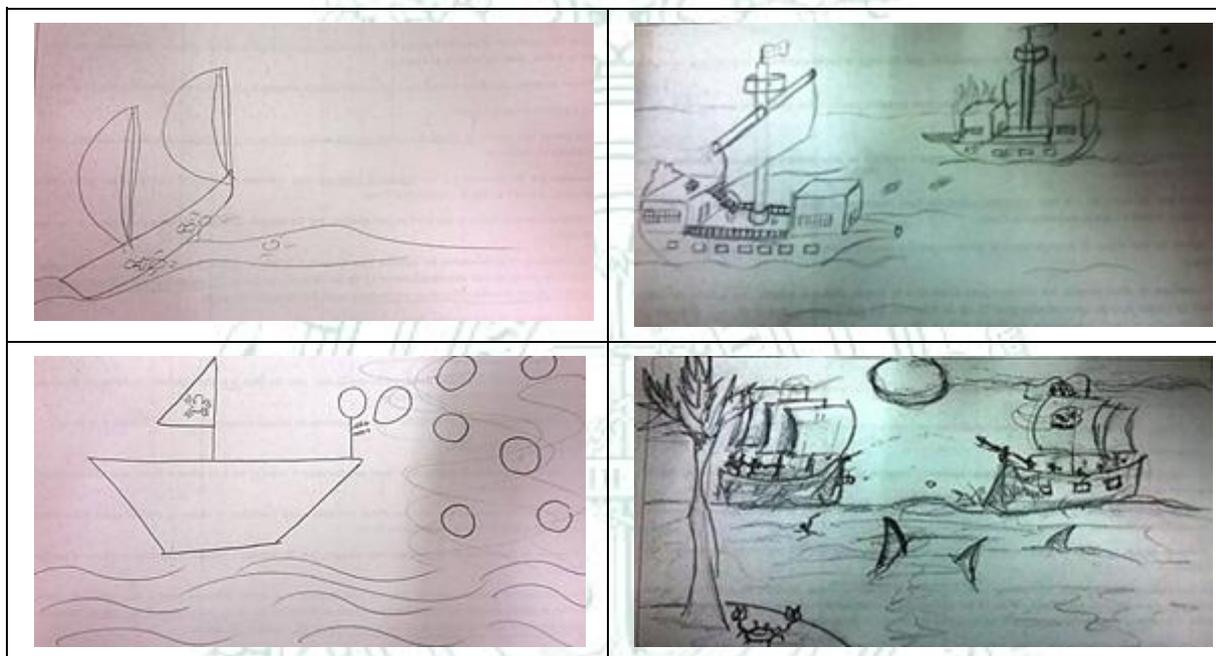


Tabla 12. Apreciación de algunos estudiantes respecto al fragmento literario

Se puede notar en las ilustraciones de la derecha una mayor afectación debido a que los estudiantes, desde la interpretación de los investigadores, se encuentran inmersos en la historia; es decir, que ellos recrean de manera detallada lo que sucede e incluso agregan objetos que no se describen dentro del fragmento, pero que están en su imaginación y ellos los consideran necesarios para expresar gráficamente su reacción sobre la historia.

Con el propósito de complementar las ilustraciones se formulan algunas preguntas que posibilitaron que los estudiantes entablaran una conversación entre las imágenes realizadas y lo que les sorprendió del texto, reflexionando conceptos y discutiendo respecto a ello, un estudiante indica: *“La historia porque me gustan las batallas de aquellas épocas entre piratas, cuando el capitán bárbaro motiva a sus hombres a la guerra [...] pienso que porque gracias a esas batallas se forjó el mundo moderno y contemporáneo”* (Prueba de Fortalecimiento), con esto se puede observar que la lectura es de agrado para algunos



estudiantes, en cuanto que se evidencia, por ejemplo en el caso particular, las batallas

son relevantes y lo impulsa a sumergirse en la historia, lo cual lo saca de su eje de equilibrio

y lo sitúa en el lugar donde ocurre la historia. Sin embargo, un estudiante mencionaba:

“lo que me llama la atención es que el capitán al destruir el barco de su enemigo, también destruiría la embarcación de sí mismo por la fuerza que el cañón aplicara a las balas de 15 cm de diámetro (...) me llama la atención porque aun sabiendo que tienen ventaja de ganar, por un principio físico también morirán” (Estudiante, Prueba de Fortalecimiento)

esto refleja que además de que el texto le parece agradable, ya el asunto que le sorprende no es que el texto relacione o contradiga la realidad, la experiencia o el sentido común, como lo hacían en el momento del fragmento del pájaro, aquí el estudiante es sumergido a una esfera emocional, pero ahora como producto de las acciones de los personajes que son partícipes en el fragmento, la lógica de las acciones sustentadas desde la física, esto se dice, porque el estudiante sabe que el capitán conoce las leyes y sus implicaciones igual que él y le parece sorprendente que a pesar de esto, que es consciente que puede morir, va a la batalla; así mismo se cuestiona por qué el capitán no recurre a otras maneras de ganar la batalla sin necesidad de colisionar.

Otra experiencia que permitió reconocer sentimientos de afectación en los estudiantes, pero esta vez a nivel de la terceridad, fue la construcción de videos (ver <https://www.youtube.com/watch?v=imlYVmrJ2dU>) realizados en grupos sobre las Leyes del Movimiento. Esta actividad supera la idea de impresión y sorpresa, pues le exige a los estudiantes retomar las lecturas, experimentos, imágenes y demás actividades que desarrollaron y verificando que aprendizajes los han marcado hasta este punto, cuales se han constituido como signo y que interpretantes los sustentan, cuales han adquirido un significado en su espiral de sentido, además implica investigar, reconocer las dudas y trabajar en equipo, se puede resaltar que algunos videos estuvieron mediados por varios ejemplos que aparecían en las lecturas, mientras que otros no se habían explorado en clase, también hubo un



estudiante que con sus respuestas tanto en las pruebas como en las explicaciones que daba en clase llamó la atención de los investigadores, pues para explicar recurría siempre a un apartado específico de la lectura inicial de Hewitt, como reiterando que este lo afectó de manera que se instauró como un signo que le permite entender las leyes.



Ilustración 4. Explicación de un estudiante a sus compañeros acerca de los sistemas de referencia

Esto finalmente no quiere decir que todos los estudiantes estuvieron conformes con las metodologías desarrolladas, pues cuesta debatir los modelos a los cuales se está acostumbrado y arraigado el aprendizaje y a la forma en que se enseña, la confusión que implica una nueva visión pedagógica puede hacer que incluso el maestro desista en el proceso arduo y largo de transformación. Se cita a continuación algunas de las notas de los estudiantes al respecto: *“la teoría no se entiende si no se practica con ejemplos, la literatura solo te dará las bases del tema, pero las operaciones te darán una mejor profundización”*; *“[La literatura] si ayuda pero como en estos tiempos a la gente le aburre leer entonces serían mejor demostraciones gráficas o en el laboratorio”* (Estudiantes, Prueba de Verificación).



5.2 Representación

Un primer acercamiento con los estudiantes, a través de la observación de varias clases, mostró que sus ideas sobre las Leyes del Movimiento se caracterizaban por ser memorísticas y con poca profundidad, como se muestra en el diálogo:

Maestro: ¿Qué puedes decir sobre las Leyes del Movimiento? *Estudiante:* ¿Esas son las leyes de Newton, cierto? Sé que son tres leyes, que alguna tiene que ver con la inercia y otra se llama causa y efecto; como cuando uno aplica una fuerza a un objeto este le devuelve la misma fuerza” (Conversación entre un estudiante y un maestro investigador, Diario de Procesos).

Para los investigadores, estos hallazgos están en relación con la forma en que los estudiantes han sido acercados a la física, lo cual ha influenciado sus maneras de representar en física, ya que el formador hace un gran énfasis en el trabajo en el uso de las fórmulas en la resolución de ejercicios, esto después de haber introducido el concepto con algunas explicaciones y ejemplos, además “el maestro cooperador en varias ocasiones argumenta que los estudiantes están próximos a ingresar a la universidad y que es esto lo que van a necesitar” (Notas del maestro investigador, Diario de Procesos).

Con la prueba diagnóstica fue posible explorar, profundizar y validar las ideas iniciales que tenían los estudiantes sobre las leyes. Corroborando las observaciones, se encontró que muchos de los estudiantes carecían de representaciones para las leyes o solo podían relacionar a este objeto un sustantivo (su nombre) pero no una cualidad, así que en esta prueba muchos decidieron no responder los cuestionamientos, otros acudieron a explicar los sucesos a través de sus experiencias o con ayuda de otros conceptos físicos, véase por ejemplo para la pregunta “suponga que usted se encuentra, de pie, en un bus que está detenido. De repente el bus se pone en movimiento. Explica ¿por qué se va hacia atrás?” (Prueba diagnóstica), a lo que estudiantes responden: “*por las diferentes fuerzas que tiene el bus y tengo yo más la fricción de estas*”, “*porque la persona realiza una energía que al ir el*



bus adelante como se dice la persona va hacia atrás, pero si no estoy mal es energía

cinética” (Estudiantes, prueba diagnóstica).

Otra porción de los estudiantes, manifestaron tener una representación sobre las leyes, pues establecían alguna característica o atributo que les permitió identificarla en las situaciones presentadas, aunque como se verá en sus respuestas en ocasiones no se puede decir con seguridad cual es este atributo, pero es claro que sí lo hay, que algo reconoce en el enunciado que lo conduce a pensar la primera ley como la explicación que mejor representa la situación. Una respuesta muy frecuente fue: *“por la primera ley”* justamente esta es la que no permite con certeza especificar las cualidades identificadas, otro estudiante afirma *“porque nuestro cuerpo está en reposo y cuando el bus acelera, nuestro cuerpo tiende a mantener su posición por la ley de inercia”* (Estudiante, prueba diagnóstica), para este estudiante, la representación que caracteriza la primera ley es que los cuerpos tienden a mantenerse en su posición a pesar que haya un cambio de movimiento en su sistema. Para este mismo enunciado, otro estudiante ve otro atributo que sus demás compañeros no habían logrado reconocer, *“por la ley de causa y efecto esta nos dice que cuando un cuerpo de masa cualquiera, se le aplica una fuerza cualquiera, este se acelera, con una aceleración directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo”* (Estudiante, Prueba diagnóstica), este captó que el hombre estaba quieto y que solo se pudo haber movido porque sobre él se aplicó una fuerza.

Estos resultados además de informar sobre el estado de los aprendizajes, es decir; sobre las representaciones constituidas por los estudiantes frente a las leyes, también permitieron registrar que los estudiantes tienen una representación de las leyes como entes separables, fragmentados y sin vínculo, pues para ninguno fue posible explicar las situaciones desde las tres leyes y menos relacionarlas con la cantidad de movimiento, como se ve en las respuestas antes mencionadas. Pues bien, aunque los estudiantes poseían una idea superficial



del concepto de cantidad de movimiento y las leyes del movimiento, estas solo las adaptaron de acuerdo a la representación que identificaban en el interrogante.

Por otro lado, mostró que los estudiantes caracterizan las maneras de representar en física principalmente a través de ecuaciones, definiciones y ejemplos y que para ellos no es tan usual el uso de dibujos, figuras, diagramas y lecturas y mucho menos si estas son literarias. Es por ello que se recurren a representaciones gráficas para sensibilizar e invitar a representar de otras formas en física, pues un gráfico también ofrece información sobre algún fenómeno físico y que por supuesto son igual de válidas para expresar las ideas en esta disciplina. Además, a través de estas se pueden develar las relaciones y asociaciones que establecen los estudiantes sobre los contenidos físicos. Así, entre actividades desarrolladas se incluyen mapas conceptuales, la lectura del fragmento, dibujos libres, diagramas de fuerza, los videos, entre otros.

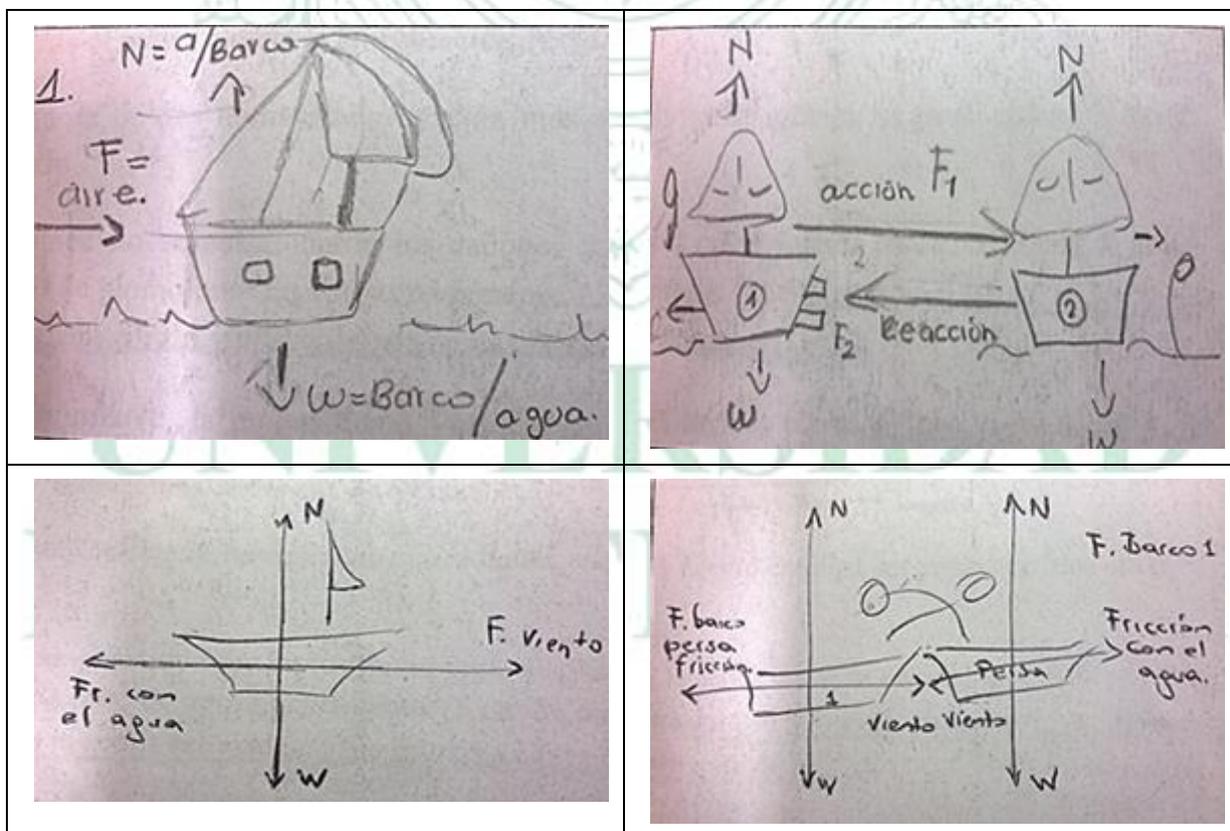


Tabla 13. Diagrama de fuerzas realizados por los estudiantes



Se constata que para algunos estudiantes la ilustración no es únicamente la que

describe y recrea la historia de manera textual, también esta se puede ver representada a través de un diagrama, el cual al describir las fuerzas que actúan, las variables que intervienen (peso, fuerza del viento, agua, fricción, entre otras) y al especificar la interacción entre estas narra la historia, pero esta vez sin tantas proposiciones semánticas. Esto demuestra un cambio de lenguaje de los estudiante para la misma representación, donde la esencia de fenómeno permanece pero es presentada de otra manera y haciendo énfasis en otros aspectos, por ejemplo cuando se les pidió realizar el diagrama de fuerzas para el barco que navegaba a velocidad constante, muchos dibujaron el vector para la fuerza del viento sobre barco en el eje “x” y la fricción en la misma dirección pero en sentido contrario, hasta este punto muchos podrían decir que las fuerzas estaban bien representadas, sin embargo, no detallaban con precisión el suceso, al respecto un estudiante menciona:

si están bien ubicadas las fuerzas, pero hace falta decir que la sumatoria de fuerzas es igual a cero y justamente es por eso que viaja a velocidad constante, pues la fuerza del viento podría tomar un valor mayor que la fricción y ya ahí la velocidad no sería constante.

(Estudiante, Diario de procesos).

Por su parte, los mapas conceptuales permitieron observar la organización de los conocimientos o ideas previas que tenían con los nuevos saberes adquiridos durante la intervención, esquematizando los conceptos y estableciendo relaciones entre ellos para conformar una ordenación jerárquica de estos, pues, los mapas conceptuales son una representación explícita y muestra las proposiciones y conceptos que poseen los estudiantes (Novak, 1988).

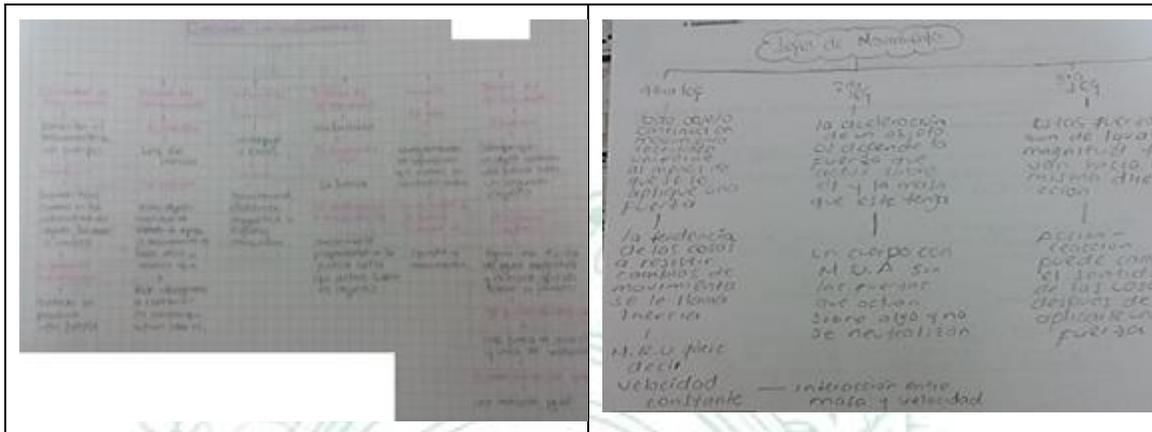


Tabla 14. Mapas conceptuales realizados por los estudiantes

El hecho de que ubicaran los conceptos de cantidad de movimiento y Leyes del Movimiento siempre en la parte inicial del mapa, permite encontrar una jerarquía, evidenciando que estos principios son los más inclusivos. Los demás conceptos que presentan los mapas y la relación en la cual se presentan parecen influenciados por la lectura de Hewitt y las diversas actividades que se desarrollaron como los experimentos, lectura de los fragmentos, los videos vistos y realizados por ellos y las discusiones que se generaron en el aula, en general centran su atención en ciertos conceptos como “ las tres leyes del movimiento, fuerza, M.RU, M.U.A, interacción” dejando de lado conceptos como estado, sistema de referencia, tiempo, distancia, allí los estudiantes muestran las relaciones más importantes para ellos entre los diversos conceptos que abarcan sus construcciones, aunque para algunos estudiantes la apropiación y puesta en escena de su posición deja entrever que percibe las leyes del movimiento como independientes y no relacionadas con la cantidad de movimiento.

Se evidencia que muchas de las representaciones iniciales que se limitaban a calificativos se han modificado ya que se evidencia que imitan la forma como el docente ilustra, detalla, verbaliza y ejemplifica, pero todo esto desde sus palabras *yo le explicaría diciéndole y mostrándole lo que pasa cuando por ejemplo le aplicas una fuerza a carro y que vea lo que ocurre la causa y efecto sería= causa= la fuerza aplicada y efecto=*



El movimiento del carro” (Estudiantes, prueba de Verificación) “la embarcación persa

posee mayor “P”, así que la bárbara sufrirá grandes daños; ya que la persa tardara mucho más tiempo en detenerse”, “si las dos embarcaciones coinciden en el material, sufrirán los mismos daños pero si van a una velocidad constante e igual- lo mismo si tienen la misma masa y movimiento” (Estudiantes, Prueba Fortalecimiento). También, se constata en la producción de las representaciones de los estudiantes en la prueba de verificación, que al pedirles que explicaran una de las leyes, para muchos era más fácil recurrir a ejemplos, a utilizar algunos casos desarrollados en los videos y al fragmento de las lecturas antes que verbalizar la ley, sin embargo, estas también son formas de representación que configuran la visión que tiene los estudiantes.

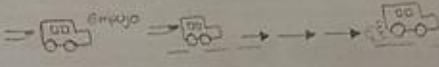
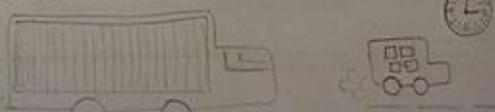
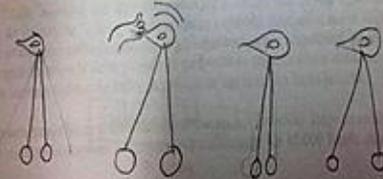
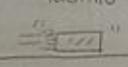
<p>La segunda ley consta de que si un objeto esta en reposo y sobre el se aplica una fuerza este Tendiera a cambiar de posición</p>  <p>En esta ley lo que mas importa es la magnitud de fuerza como el tiempo durante el cual actua la fuerza</p> 	<p>Quando a un cuerpo (A) se le realiza una fuerza (B), el cuerpo tiende a hacer un movimiento, el cual instantaneamente se manifiesta en un tiempo.</p> <p>Ejemplo: Cuando tengo tres personas juntas y 2 hacen los bates empujando (pequeño de fuerza fuerte) o cuando tengo un tiempo fuerte y yo le apreso una fuerza, los 2 bates le hacen a mover y uno golpea a lo otro, la velocidad de este es constante debido a la masa de estos 2</p> <p>Dibujos:</p> 
<p>La segunda ley de movimiento = aceleración = $\frac{\text{fuerza}}{\text{masa}}$</p> <p>para aumentar la aceleración de un objeto debemos aumentar la fuerza que actua sobre él</p> <p>la fuerza que ejerce la mano acelera el ladrillo</p>  <p>la misma fuerza acelera 2 ladrillos a la mitad</p>  <p>con 3 ladrillos la aceleración es $\frac{1}{3}$ de la original</p>  <p>(la cantidad de aceleración no solo depende de la fuerza si no tambien de la masa que empujas)</p>	<p>Segunda ley de movimiento</p> <p>Ejemplo</p> <p>un carro con movimiento</p> <p>Masa sobre en carro</p> <p>tiene una gran velocidad por decir 100 km/h</p> <p>ahora una mas pesada</p> <p>100 kg</p> <p>tiene menos velocidad por decir 10 km/h</p> <p>Mas peso</p> <p>100 kg</p> <p>tiene mucha menos velocidad 5 km/h</p> <p>Velocidad y Masa</p> <p>mas peso = menor velocidad</p>

Tabla 15. Respuesta de algunos estudiantes, Prueba de verificación

Desde los planteamientos de sentido, es lógico que los estudiantes prefieran recurrir a los ejemplos de la cotidianidad, los videos que ellos mismo produjeron y a las analogías para hacer sus explicaciones, ya que estas se han constituido para los estudiantes como representaciones inmediatas, esos son objetos directamente perceptibles, con los cuales han convivido todo el tiempo, hacen parte de su sistema de producción constituido culturalmente y no necesitan la escogencia de alguna expresión frente a estos objeto, sin embargo los conocimiento de la ciencia, que la mayoría de las veces son ajenos a los estudiantes, y casi siempre el sujeto los descubre a través de explicaciones, son totalmente externos a su sistema de representación y necesitan ser dotados de sentido por los estudiantes a través de las actividades, requieren instaurarse como signos en el sujeto y por eso es más complejo el proceso de incorporación. Así, al valerse de mediaciones como la literatura que permite integrar ambas representaciones, los estudiantes pueden integrar las leyes con la realidad, pues estas leyes se constituyen como un modelo para explicar la realidad, así los estudiantes van reconstruyendo el concepto haciéndolo una representación más autónoma, al relacionarlo con alguna situación de la cotidianidad.

5.3 Experimentación

La experimentación es quizás una de las etapas más interesantes de analizar durante la intervención ya que durante está en sus inicios fueron propuestos a los estudiantes diversos experimentos los cuales provocaron entusiasmo y la participación activa por parte de ellos, sin embargo estos no generaron la reacción completa y esperada, debido a que aunque la mayoría describía lo que ocurría en el fenómeno, en el momento de comprobar las hipótesis relacionadas con el experimento estas perdían su protagonismo pues se enfocaban solo en las indicaciones que se brindaban para el montaje y ejecución del experimento limitándose a preguntar en específico si el resultado que habían obtenido era correcto o no, y no se



trascendía más allá de la simple comprobación de resultados sin ninguna carga

conceptual para los estudiantes

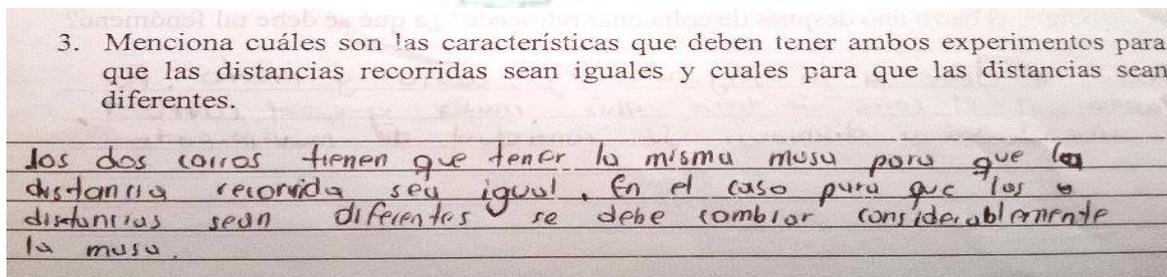


Ilustración 5. Respuesta de un estudiante, Actividad de Experimentación

Quizás esto se debe a que el sentido de la experimentación aún era opaco y que aún la literatura científica propuesta no se había abordado en su totalidad, generando la idea de que los resultados obtenidos variaron a causa de cualquier modificación, mostrando esto que no reconocían las principales variables que intervienen en el experimento, sin mostrar ni conocimiento ni interés en lo que ocasiona una variable en el análisis y reproducción de un fenómeno.

Debido a que la Literatura Científica atravesó la intervención, se pudo observar que a medida que se le proponía al estudiante fenómenos físicos que debían ser constatados a partir de la experimentación, estos no solo recurrían a los parámetros propuestos por la actividad sino que mostraban mayor dominio, debido a que no solo describían lo que sucedía en la situación sino que reconocían que los datos experimentales depende de las modificaciones de las variables y recurrían en varias ocasiones a experiencias que podían ser explicadas desde los planteamientos y reflexiones que suscitaba esta práctica, manifestando que *“cuando leía el texto de física no me surgieron interrogantes, pero con el experimento ahora si me salen las dudas”* (Diario de procesos), lo que los llevó a no seguir un recetario sino a querer comprobar sus propios cuestionamientos, los cuales estaban por fuera de lo planteado pero que da un buen contraste entre lo que es comprobar datos numéricos y realizar la



reproducción sin sentido de situaciones descontextualizadas a darle sentido y querer

resolver los interrogantes por medio de la literatura y la experimentación, esto se evidencia en uno de los experimentos que se les planteó a los estudiantes (Globo cohete) se produjo un debate respecto a la pregunta de ¿por qué se mueve el pitillo?, algunos para dar respuesta a este cuestionamiento se remiten a otros ejemplos o experiencias, como el ejemplo de un paracaidista, la cortina y la puerta o la manzana y la naranja, así:

yo opino que es como el ejemplo de la manzana y la naranja que se presentaba en la copia pues hay plantean la idea de que se hablaba de varios sistemas, cierto, entonces digamos que entre la manzana y la naranja hay un sistema, pero entre el carrito y las ruedas ve entre las ruedas del carrito y el piso hay otro sistema y esto permite que las fuerzas no se anularan porque eran opuestas sino que se desplazara el carrito hacia un lado, pues lo mismo pienso que pasa con el pitillo y la bomba”(Audio),

Esto muestra que el estudiante establece relaciones entre la literatura y el experimento puesto que tiene la habilidad de traducir el conocimiento o conceptos físicos que obtuvo a partir de la lectura que realizó y lo aplica al experimento ya que es consciente que cuando se pega el pitillo a la bomba esto se convierte en un mismo sistema, entonces como el aire empuja a la bomba hacia adelante al estar pegada al pitillo, el pitillo también se va a ir hacia adelante. Lo cual deja entrever que la literatura proporciona la constitución de los conceptos físicos a través de la propia experiencia, evidenciado en cuanto la propiedad que adquirían y mostraban cuando argumentaban de forma verbal y escrita en el aula de clases acerca de una situación física con la que ya habían experimentado y obtenido algún resultado, además que les otorgaban sentido a las situaciones puesto que ya trascendían los enunciados y comenzaban a cuestionar lo que sucedía en lo planteado y los factores por los cuales se puede modificar el movimiento, mencionando “*nunca había pensado la física de forma diferente*



solo creí que eran ecuaciones” (Diario de procesos), así pues muestran sus habilidades

para relacionar el modelo físico con el entorno.



Tabla 16. Actividad de Experimentación

5.4 Argumentación

Al comienzo de la intervención de la práctica pedagógica se aplican ciertas pruebas a los estudiantes de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín, allí se observa que la mayoría de ellos no posee una postura propia, ni criterios preestablecidos, además no han desarrollado las habilidades para diferenciar situaciones, establecer límites, seleccionar la información relevante y verídica, pautar la acción adecuada para cada situación, que bajo un contexto físico genere relaciones lógicas para dar solución a temas y



problemas en cuanto a un fenómeno físico, lo cual se evidencia en una de las pregunta

que comprendía la prueba diagnóstica que enuncia lo siguiente: Suponga que usted se

encuentra, de pie, en un bus que está detenido de repente el bus se pone en movimiento.

Explica ¿porque tu cuerpo no se va hacia atrás? de esta situación se obtuvo diversas

respuestas de acuerdo a las experiencias e ideas previas respecto a la física que tenía cada

estudiante, entre estas se tiene *“un cuerpo inmóvil tiende a permanecer en ese estado,*

entonces el bus al generar una aceleración hacia adelante el cuerpo trata de mantener su

posición”; *“por las diferentes fuerzas que tiene el bus y tengo yo más la fricción de estas”*;

“porque la persona realiza una energía que al ir el bus adelante como se dice la persona va

hacia atrás pero si no estoy mal es energía cinética”; *“el cuerpo se va hacia atrás por las*

fuerzas que este está ejerciendo en el momento”; *“se va hacia atrás porque al bus arrancar*

nuestro cuerpo no se ha acostumbrado a movimiento y nos tira hacia atrás” (Estudiantes,

Prueba diagnóstica).

Mostrando así que no hay una aproximación al fenómeno, sino más bien la tendencia

a describir lo que han experimentado en diferentes situaciones de la vida diaria, esto indica

que tienen un inicio para abordar los fenómenos físicos ya que la observación y la

experimentación son la base del conocimiento adquirido, entendido como los soportes de la

ciencia y más aún cuando la visión de física clásica del universo describe la naturaleza del

movimiento, sin embargo esta postura no cambiaba de acuerdo a lo que se quería estudiar,

como se constata a continuación respecto a las respuestas que dan los estudiantes del

fragmento de Física conceptual de Hewitt que se remite a un pájaro que está posado en un

árbol que desea atrapar un gusano que está en la tierra, de este fragmento se planteó la

siguiente pregunta ¿porque el ave puede atrapar el gusano?, algunas respuestas fueron: *“el*

ave atrapa el gusano porque es una velocidad constante en la que estamos todos sobre la

tierra por eso mismo no sentimos variación y la gravedad le hace mantener una relación



constante con la tierra”; “porque ella se mueve con la tierra”; “porque la tierra aunque gire no es notorio en los objetos entonces el ave puede volar y atrapar el gusano”; “por la capacidad que tiene el ave de atrapar el gusano sin importar que este en movimiento o en reposo”; “por la velocidad y la fuerza que ejerce”. (Estudiantes, Actividad diagnóstica)

Las respuestas proporcionadas corresponden a descripciones poco detalladas de situaciones, interacciones y comportamientos que son observables, basados en experiencias o creencias, pero que sin un sustento teórico no corresponde con un argumento válido sino más bien a una respuesta según sea la conveniencia de la situación planteada y más cuando es claro que no cuentan con una razón para justificar o refutar la ocurrencia de un fenómeno como verdadero o falso en un discurso coherente con una finalidad determinada ya sea oral u escrito estableciendo como base principal para el argumento la consistencia y coherencia enfocándolo al hecho de que el contenido de la expresión adquiriera un sentido para él y además para quien lee la expresión como interlocutor con la finalidad de entender lo que se expresa, y más aún en el discurso científico en donde la oración enunciativa, definición, descripción y por supuesto la argumentación se estructuran en la misma dirección de la teoría científica.

Con base en lo anterior es evidente que un gran número de estudiantes no consideran necesario un modelo científico para dar explicación a los fenómenos físicos y a su vez cuando hacen uso de este modelo se presentan contradicciones en determinadas situaciones que son explicadas por este ya que no es aplicado de la manera adecuada, en este estudio el modelo son las Leyes del Movimiento y se evidencia que aunque muchos de los estudiantes producen algunas afirmaciones que hacen referencia a la situación dada no se encuentra una estructura sólida en la construcción de sus razones para afirmar o refutar lo planteado.

Ahora bien, la intervención marca la brecha existente entre los supuesto de los estudiantes y la realidad con el modelo científico, esta problemática lleva a la creación de un cuento que destaca las relaciones entre literatura, Leyes del Movimiento y cotidianidad, dicho cuento “Momentos de Guerra” marca un instante importante en cuanto a la explicación y sustentación de los fenómenos, ya que manifiesta como las leyes son un argumento explicativo de los sucesos de la naturaleza, como se muestra en este fragmento: “[...] de inmediato se posicionaron los cañones para disparar a la mayor distancia posible, las esferas de cañón, esferas de plomo puro de aproximadamente 15 cm de diámetro, las cuales atravesaban el aire con tal fuerza que quien disparaba la sentía reflejada en sus brazos a causa del retroceso del cañón”. Los interrogantes planteados posteriormente a la lectura de este cuento, permiten mostrar una diferencia relevante en cuanto a la forma en cómo plantean sus argumentos, como se prueba a continuación con la siguiente pregunta: Si la embarcación Persa tiene dos veces la masa de la embarcación Bárbara, ¿qué se puede esperar que le suceda a cada embarcación después de haber colisionado?, de este cuestionamiento surgen las siguientes respuestas: *“la embarcación bárbara sería destruida, la persa sufriría daños poco importantes, pienso que es por la velocidad con que cada una va porque una va a velocidad constante y la otra acelera para cambiar su velocidad y producir el impacto”*; *“la embarcación persa al tener más masa colisionará con la bárbara, pero la persa no tendría tanto retroceso, mientras que la bárbara al tener menor masa tendrá más retroceso a causa de la colisión”*; *“la persa fue atacada así que por tener gran cantidad de masa soportara más e impacto y generará un impulso mayor a la fuerza que le aplicaron, es decir la embarcación bárbara saldrá más dañada en la colisión”* (Estudiantes, Prueba de Fortalecimiento).

Se constata que la intervención a dado un avance, pues los estudiantes imitan algunos palabras del fragmento como *“retroceso”* o *“colisión”*, además se muestra que logran



estructurar de una manera ordenada sus ideas de forma escrita donde se encuentra

justificaciones respecto al planteamiento, ya sean sus razonamientos correctos o con algunas aproximaciones a describir el fenómeno físico, basados en sus experiencia, creencias y/o predicciones de lo que puede suceder, en busca de una armonía interna entre realidad, el modelo científico y sus creencias, evidenciándose esto en la estructura de sus respuestas y en la aplicación adecuada de la teoría, lo cual lleva a los estudiantes a realizar hipótesis y deducciones que permiten argumentar ya no sobre el contexto del cuento como tal sino que extraen esta situación y la analizan como si se tratara de un hecho de la vida real, un hecho en específico que los inquieta y que convencidos de que sus anteriores respuestas no contienen un asidero fuerte ahora esto los lleva a basarse en la literatura científica para lograr soportar ideas que aun siendo ciertas no tenían una estructura definida.

Por lo cual en la prueba de verificación se buscó observar el sentido y la aplicación de las Leyes del Movimiento, a partir de las reflexiones que los estudiantes realizan de acuerdo a los procesos de enseñanza y aprendizaje, encontrándose avances significativos, sobretodo porque se reconocía que lo que allí plasmaban no se trataba solo de una repetición de ideas, antes bien manifestaban las ideas que verdaderamente habían sido aclaratorias e ilustrativas para ellos, la mayoría relacionadas o explicadas a partir de un suceso de realidad utilizándose este como un argumento, además se evidencia un esfuerzo por pensarse su formación como futuros docentes, lo cual posibilitó observar las reflexiones sobre sus procesos de aprendizaje y la manera como logran estructurar sus conocimientos, así mismo cuando toman poder respecto a la explicación de lo que sucede en las situaciones planteadas se producen cambios conceptuales y actitudinales.

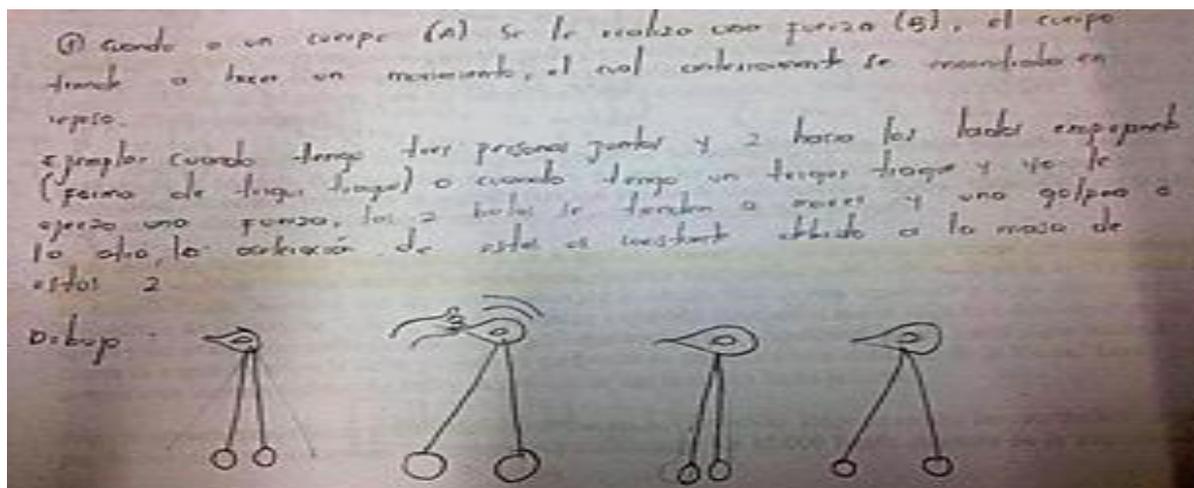


Ilustración 6. Respuesta de un estudiante, Prueba de verificación

Se observa la articulación de evidencias, justificaciones y postulados al plasmar sus ideas, un contraste importante en cuanto a los inicios de la intervención, pero aún faltan situaciones y conceptos por relacionar, como por ejemplo cuando un estudiante expresa frente al siguiente planteamiento:

Un compañero de estudio no entiende la relación que existe entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento. ¿cómo le explicaría usted la segunda ley del movimiento a partir del concepto de cantidad de movimiento? *“yo le diría que un objeto que tiene mayor cantidad de masa, tiene más cantidad de movimiento”* (Estudiante, Prueba de Verificación), esta aproximación muestra la capacidad de justificar del estudiante puesto que relaciona datos y afirmaciones que lo marcaron durante la intervención, así pues las palabras y la forma en que le da sentido a tal situación subrayando que la cantidad de movimiento no solo depende de la masa, mas esta si es un factor determinante en el concepto de cantidad de movimiento apuntando a describir los fenómenos naturales con exactitud y veracidad, sin embargo aún persiste ideas que determinan la física como fragmentada, pues se muestra según los escritos que las Leyes del Movimiento describen situaciones las cuales pueden ser explicadas desde la cantidad de movimiento o bien con solo una ley del movimiento.

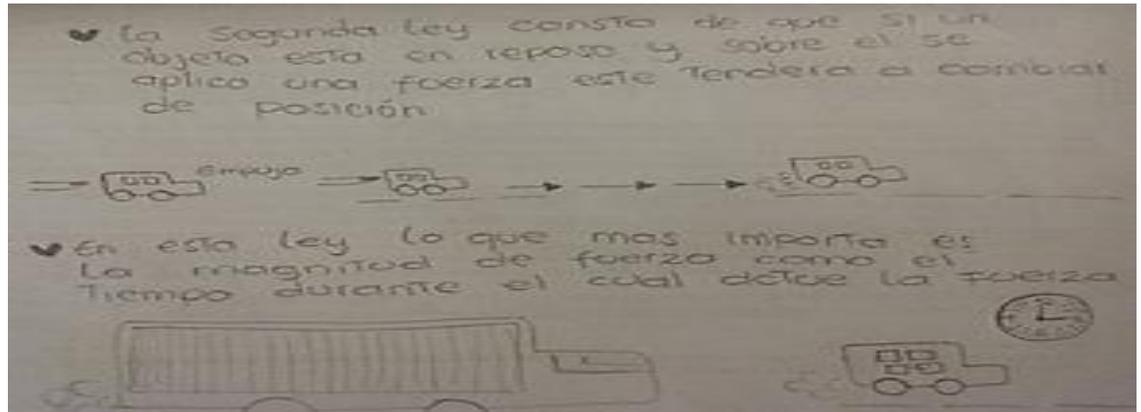


Ilustración 7. Respuesta de un estudiante, Prueba de verificación

Algunos estudiantes recurren a ilustraciones para darle sustento a sus argumentos, pues es una acción que permite la explicación de sus representaciones y describiendo así la situación planteada. Adicionalmente, proponen según su criterio y con ayuda de literatura un conjunto de características adquiridas como por ejemplo palabras más técnicas con una mejor estructuración en la cual formula proposiciones que relacionan los conceptos con los modelos o las leyes físicas de una forma más coherente, cabe señalar que, la literatura científica posibilitó a los estudiantes adoptar ciertos conceptos físicos cargados de sentido, además promovió capacidades para la toma de decisiones frente a las situaciones problemas no solo de los que se plantea en la intervención sino que a su vez logran llevar estos conceptos a su entorno y así mismo fomentó la capacidad de justificar la relación entre afirmaciones y datos, los cuales inicialmente no aparecían en sus escritos o eran mal utilizados dentro de sus respuestas, pero ahora se destaca por su mejora inminente en sus planteamientos acompañado por el modelo físico que le da mayor fuerza a cada cuestionamiento y logran realizar una red de relaciones lógicas entre las Leyes del Movimiento con la cantidad de movimiento, esto se constata en las respuestas que dan los estudiantes al planteamiento anterior:

La cantidad de movimiento se deriva por dos factores que son la velocidad y la masa. la relación que existe entre la ley causa y efecto con la cantidad de movimiento es que



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

dependiendo de su masa y velocidad, ese cuerpo va a tener una fuerza mayor, igual o menor

(Estudiante, Prueba de Verificación)

Estas relaciones guardan una importancia significativa debido a que los estudiantes modifican su visión de la física y pasan de una física fragmentada a una física universal, lo cual permitió que estos otorguen sentido a los fenómenos físicos esto manifestado en sus argumentos, los cuales vinculan el modelo físico, la experiencia y la experimentación con una lógica mediante premisas, formulando proposiciones que relacionan los conceptos con las leyes del movimiento y que las comunican a partir de razonamientos físicos estableciendo la relación entre las Leyes del Movimiento, la literatura científica y la cotidianidad utilizando un discurso adecuado.

Desde el uso que hacen del lenguaje ya sea de tipo oral o escrito, los estudiantes le dan sentido a las situaciones que se les presentan, confrontan y llegan a un común acuerdo respecto al modelo científico que rige de algún modo su entorno y que logra articularse con la literatura.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

6. Conclusiones

Esta investigación sugiere el papel fundamental de la literatura para darle sentido a la enseñanza y el aprendizaje de la física; sin ella los maestros y alumnos iríamos a tientas en los procesos formativos. Pues bien, esta permitió a los maestros normalistas en formación reconocer su actitud pasiva frente al conocimiento y aún más frente a la didáctica, viendo en la lectura una oportunidad para tomar iniciativa, explorar su creatividad y sus capacidades argumentativas, al establecerse relaciones más directas y propias con el saber que en algunos años se dispondrán a enseñar.

En este sentido, alrededor de la práctica se pudo identificar que la literatura dota a los estudiantes de elementos para analizar los fenómenos de la realidad. Así, aunque en un principio ellos se dedicaban a resolver ejercicios, examinar la ecuación, o como ellos la llamaban fórmula, y explorar que datos tenían y a que datos debían llegar, obteniendo un valor numérico como respuesta carente de significado para ellos, con la intervención desarrollaron otras maneras de leer y entender una situación, esto se ve reflejado en el avance de sus capacidades analíticas para analizar un problema, ya que ante cualquier situación presentada encontraban el modelo de las leyes del movimiento como un argumento explicativo a las interacciones que el sistema presenta; es decir, ya no solo reconocían el atributo o carácter sobresaliente en la situación, sino que desde sus palabras y gestos corporales construían y presentaban gráficos, ejemplos, analogías, análisis de las variables, explicaciones y argumentos las cuales expresaban las tres leyes como un modelo y no cada ley por separado.

La relación entre la física y la cotidianidad, que la Literatura Científica permitió establecer, superó la idea de contextualización que muchos maestros suelen confundir, pensando que con incluir objetos de la realidad es suficiente. A partir de las lecturas, los



estudiantes fueron descubriendo por ellos mismos las relaciones entre los sucesos de la realidad y la física que aprendían, es decir; el valor de la física en la explicación de los fenómenos de la naturaleza, así los signos que fueron produciendo iban adquiriendo un significado a través del interpretante.

El hecho de que los estudiantes hayan realizado una lectura de los planteamientos de las leyes, les permite no solamente tener idea de los principios a trabajar, sino que incita a imaginar, ampliar, comparar, reflexionar y reelaborar su conocimiento y su manera de aprender, y esto a la vez le da dominio de las variables que intervienen en las situaciones que se les planteen y en el momento de la experimentación los conduce a la formulación de hipótesis, preguntas, a la confrontación del cambio en el valor de la variable en el sistema, en el avance a la conceptualización, les da elementos para la discusión, y no como es usual de esperar que se les diga que hacer, mover o que tabla llenar, vinculando así la teoría y la práctica.

De acuerdo con los planteamientos de las leyes cuando un primer objeto aplica una fuerza sobre otra, este último cambia su estado de movimiento, sin embargo el primer objeto también experimenta una fuerza y puede sufrir un cambio, si extrapolamos esta idea, nosotros como maestros investigadores nos propusimos a cambiar en algo a los estudiantes con los cuales trabajamos y con el proceso de investigación, sin embargo, nosotros mismo también experimentamos un cambio, principalmente en la idea de que los procesos de aula deben partir de la primeridad y no de la terceridad como suele hacerse, ya que los maestros tienen un sentido absoluto sobre los saberes, no obstante, para promover el aprendizaje debemos partir de la sorpresa, la motivación, la experiencia estética, de esta manera vincular y hacer ver al estudiante la necesidad de explorar, proponer, de hacer suyo ese objeto externo, de promover el pensamiento y los interpretantes a partir de la representación, la experimentación y la argumentación.



En este trabajo, seguimos la línea peirceana para indagar el sentido. No

obstante existen otros autores que en futuras investigaciones pueden aportar a un tema tan vigente y espinoso como el de otorgar sentido al aprendizaje de la física. En este mismo orden de ideas, interrogantes como: ¿Qué otros conceptos físicos pueden ser construidos desde la literatura científica? ¿Cómo mejorar la enseñanza de la física, ya no en la educación media, sino en el ámbito universitario? ¿Es posible elaborar una estrategia didáctica para constatar el nivel de afectación de los maestros en ejercicio de la asignatura física frente a los conceptos físicos desde la literatura científica?

Finalmente, los autores recomendamos a los maestros que quieran alcanzar el nivel de afectación, tener en cuenta aspectos como:

- La enseñanza de la física no puede reducirse al solo cálculo de fórmulas matemáticas.
- La característica fundamental de un maestro culto es ser buen lector; la física no es ajena a procesos de lectura y escritura, los cuales permiten dar otra mirada al aprendizaje de la física.
- Es menester profundizar en la experimentación dado que esta ayuda a aumentar la espiral de sentido sobre los fenómenos físicos.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

7. Referencias Bibliográficas

- Acuerdo N° 148. Facultad de Educación, Consejo de Facultad, Medellín, Colombia, 1 de abril de 2004. Recuperado de http://docencia.udea.edu.co/vicedoce/practicas/reglamentos_practicas/educacion.pdf
- Aguilar (s.a.). A propósito de las cosmovisiones realista y fenomenológica. Recuperado de <https://goo.gl/X5Ifqh>
- Aguilar, Y., Restrepo, T. & Mejía, R. (2002). *El movimiento desde la perspectiva de sistema, estado y transformaciones* (Especialización en ciencias experimentales). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Recuperado de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/297/1/JD0341.pdf>
- Alonso, M. & Finn, E. (1986). *FISICA. Volumen I: MECÁNICA*. Wilmigton, Delaware, e.u.a: addison-wesley iberoamericana, s.a.
- Anónimo. (2015). Modelo desarrollista. Recuperado de http://cmap.upb.edu.co/rid=1197325756609_805894554_6162/Modelo.
- Arboleda, A., Díaz, A. & Aguilar, Y. (2011). A propósito del principio de conservación de la energía: una propuesta de formalización en la enseñanza de la física desde un análisis histórico y epistemológico de la perspectiva de Mayer. *Revista científica, volumen extra (13)*, 109-114.
- Balluco, A. & Carvalho, A. (2014) Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1), 30-59.
- Barthes R. (1973). *El grado cero de la escritura*. Madrid: Siglo Veintiuno.



Blanco, E. (2005). La lectura de textos literarios. Una propuesta didáctica para la enseñanza de la literatura española a estudiantes brasileños. Recuperado de <https://goo.gl/bsk4L2>

Bzuneck, A. (2001). A motivação do aluno: aspectos introdutórios. En J.A Bzuneck y E.Boruchovitch (Orgs.), *A motivação do aluno* (pp. 9-36). Petrópolis (Rio de Janeiro): Vozes.

Campanario, J. & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.

Carvalho, A. (1989). *Física: uma proposta construtivista*. São Paulo, Brasil: EPU Ltda.

Casetti, F. (1980). *Introducción a la Semiótica*. Barcelona: Editorial Fontanella.

Colombia. Ministerio de Educación Nacional, Ministerio del Medio Ambiente y del BID. (2004). *Reflexión y Acción: Proyecto incorporación de la dimensión ambiental en Zonas rurales y pequeño urbanas del país*. Recuperado de <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/article-81729.html>

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogotá: Magisterio. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-339975_recurso_5.pdf

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares de Matemáticas*. Bogotá: Magisterio.

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá: Magisterio. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf



Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2014). El desarrollo de la educación en el siglo XXI. Informe Nacional de Colombia. Recuperado de

<http://www.oei.es/quipu/colombia/ibecolombia.pdf>

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (Junio de 2001). Informe nacional sobre el desarrollo de la educación en Colombia. En K, Matsuura (Director General), 46^a.

Conferencia Internacional De Educación (Cie). Ginebra Suiza, Septiembre 5 AL 7 DE 2001. Recuperado de

<http://www.ibe.unesco.org/International/ICE/natrap/Colombia.pdf>

Congreso de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley General de Educación. [Ley 115 de

1994]. DO: 41.214. Recuperado de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)

[85906_archivo_pdf.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)

Custodio, E., Márquez, C. & Sanmartí, N. (2015). Aprender a justificar científicamente a

partir del estudio del origen de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(2), 133-155.

D'Amore B., & Fandiño M. (2013). El paso más largo. Sobre la necesidad de no tirar por la

borda (en el nombre de un modernismo vacío) las teorías de la educación matemática que explican, perfectamente, situaciones reales del aula. *Acta Scientiae. Revista de*

ensino de Ciências e Matemática. 15(2), 246-256.

Da Silva, H. & De Almeida, M. (1999). Uma revisão de trabalhos sobre o funcionamento de

textos alternativos ao libro didáctico no ensino da Física. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educaçã em Ciências.

Derrida, J. (1985). "Letter to a Japanese Friend". En R. Bernasconi & D. Wood. (Ed),

Derrida and Difference, (pp.71-82). Warwick: Parousia Press

Deustácio, M. (2001). Jornalismo científico e divulgação científica. *Revista Eletrônica Espiral*, 2(9).

Duval, R. (1999). *Los problemas fundamentales en el aprendizaje de las matemáticas y las formas superiores e el desarrollo cognitivo*. Universidad del Valle: Santiago de Cali, Colombia.

Duval, R. (2004). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Universidad del Valle: Santiago de Cali, Colombia.

Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. Madrid: Ediciones Morata.

Farina, C. (2006). Arte, cuerpo y subjetividad: experiencia estética y pedagogía. *Educación Física y Ciencia*, 8, 51-61. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.134/pr.134.pdf

Ferreira & Rodríguez (2011). Efectividad de las actividades experimentales demostrativas como estrategia de enseñanza para la comprensión conceptual de la tercera ley de Newton en los estudiantes de fundamentos de Física del IPC. *Revista de Investigación*, 35 (73), 61-84.

García, J. & González, E. (2007). Entre la literatura y las ciencias experimentales: hacia una mirada estética para el desarrollo didáctico de una cultura científica. *Unipluriversidad*, 7(1), 39-45.

García, M. & Dell' Oro, G. (2001). Algunas dificultades en torno a las leyes de Newton: Una experiencia con maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/210DellOro.PDF>

Gorlée, D. (1987). Firstness, Secondness, Thirdness, and Cha(u)nciness. *Semiotica* 65,1(2), 45-55.



Gorlée, D. (1992). La semiótica triádica de Peirce y su aplicación a los géneros

literarios *Signa: revista de la Asociación Española de Semiótica (1)*. Recuperado de

<http://www.biblioteca.org.ar/libros/155534.pdf>

Graves, B. (2000). *Political Discourse. Theories of Colonialism and Postcolonialism*

Decostruction, Brown University.

Henaó, B. y Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva

Toulminina como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para

la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las*

Ciencias, 7(1), 47- 62. Recuperado de

http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*.

México: McGraw-Hill/Interamericana editores.

Hewitt, P. (2007). *Física Conceptual*. México: Prentice Hall, (10^a ed.)

Holton, G. (1976). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Barcelona,

España: Editorial Reverté, S.A.

Innerarity, D. (2002). Introducción. En Jauss, H. (2002). *Pequeña apología de la experiencia*

estética. Barcelona, Buenos Aires y México: Paidós.

Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín (2015a). Apertura a la nueva

propuesta. Proyecto Educativo Institucional. Medellín

Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín (2015b). El legado normal desde

1981. Proyecto Educativo Institucional. Medellín

Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín (2015c). Componente teleológico

Proyecto Educativo Institucional. Medellín



Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín (2015d). Componente pedagógico. Proyecto Educativo Institucional. Medellín

Institución Educativa Escuela Normal Superior de Medellín (2015g). Plan de área de ciencias naturales. Medellín

Jauss, H. (2002). *Pequeña apología de la experiencia estética*. Barcelona, Buenos Aires y México: Ediciones Paidós.

Kundera, M. (2000). *El arte de la novela*. México: Vuelta.

Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia. *Aloma* 19, 87-112. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Aloma/article/view/103367/154553>

Leblond, J. (2005). ¿Qué puede hacer la literatura por la ciencia? *La Gacela. Fondo de la Cultura Económica*, (411), 16-18.

Leite, A. (2008). *Leitura no ensino de física: concepções, possibilidades e dificuldades segundo o olhar dos professores* (Tesis de maestría). Universidade Federal Do Paraná Mestrado em Educação, Curitiba, Brasil.

Marín, M. (1999). El valor del cuento en la construcción de los conceptos matemáticos. *Revista de Didáctica de las matemáticas*, 39, 27-38.

Marín, M. (2007). El valor matemático de un cuento. *Sigma* 31, 11-26.

Martin-Barbero, J. (2000). Mapas y tipologías culturales. En M. C. Cabrera. (Ed), *Cultura y Carnaval* (pp.71-92). San Juan de Pasto: Ediciones Unariño.

Martínez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. *Silogismos de Investigación*, 8(1).

Recuperado en <http://cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/viewFile/64/53>



- Medina, J. & Tarazona, M. (2011). *El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como una magnitud física. Elementos para una propuesta en la formación inicial y continuada de profesores de física* (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Mosquera, Y. (2012). *La segunda ley de Newton: propuesta didáctica para estudiantes del grado décimo de educación media de la escuela normal superior de Neiva* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7279/1/yamidmosqueramedina.2012.pdf>
- Naranjo G. (1992). *Medellín en Zonas*. Medellín, Colombia: Corporación Región.
- Nedelsky, L. (1958) Introductory physics laboratory. *American Journal of Physics*, 26 (2), 51-59.
- Newton, I. (1687). Isaac Newton's *Philosophia e naturalis Principia Mathematica*. En A, Koyrè. & I.B, Cohen (eds.), Harvard Univ, Estados Unidos: Press, 3rd (1975).
- Novak, J. (1988). *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. Madrid: Alianza
- Palacios, S. (2007). El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia en el aula. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 4(1), 106-122.
- Peirce, Ch. (1909). *Manuscriptos inéditos*. Peirce Edition Project, Indianapolis, IN (MS).
- Peirce, Ch. (1931-1966). *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, Ch. Hartshorne, P. Weiss y A. W. Burks (eds.). 8 vols. Cambridge, MA: Harvard University Press (CP).



Peirce, Ch. (1974). *La ciencia de la semiótica*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones

Nueva Visión

Peirce, Ch. (1982-1989). *Writings of Charles S. Peirce: A Chronological Edition*, M. H.

Fisch, E. C. Moore. Chr. J. W. Kloesel *et alii* (eds.). 4 vols. Bloomington, IN: Indiana

University Press (W).

Pérez, A. (1994). Comprender y enseñar a comprender. Reflexiones en torno al pensamiento

de J. Elliott. En Elliott, J., *La investigación-acción en educación* (pp.9-19). Madrid:

Ediciones Morata.

Pérez, A. (2012). *Interpretación y aplicación de las leyes de movimiento de Newton: una*

propuesta didáctica para mejorar el nivel de desempeño y competencia en el

aprendizaje de los estudiantes del grado décimo del Instituto Técnico Industrial

Piloto (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C,

Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6708/1/186392.2012.pdf>

Pérez, H & Solbes, J. (2006). Una Propuesta sobre la Enseñanza de la Relatividad para el

Bachillerato como Motivación para el Aprendizaje de la Física. *Revista Enseñanza de*

las Ciencias, 24(2),269-284.

Quiceno, N., Muñoz, A. & Montoya, H. (2008). La comuna 8. Memoria y territorio.

Secretaría de Ciudadanía Proyecto memoria y patrimonio. Recuperado de

https://construccionsocialdelhabitat.files.wordpress.com/2011/05/comuna_8_memoria

[_y_territorio.pdf](#)

Quintanilla, M. (2006) Identificación, caracterización y evaluación de competencias

científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En M. Quintanilla, M. & A.

Adúriz-Bravo. (eds.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas.*,

Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.



Restrepo, B. (2003). Aportes de la investigación-acción educativa a la hipótesis del maestro investigador: evidencias y obstáculos. *Revista Educación y Educadores*, 6, 91-10.

Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Revista Educación y Educadores*, 7, 45-55.

Rivas, M. & Telleria, M. (2010). La lectura como estrategia de enseñanza de las Ciencias Naturales y Matemáticas. *Revista ULA*, 4, 157-180

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

Romero, A., Henao, B. & Barros, J. (Eds.) (2013). *La argumentación en la clase de ciencias. Aportes a una educación en ciencias en y para la civilidad fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación.

Rosenblatt, L. (1996). El modelo transaccional. La teoría transaccional de la lectura y la escritura. <http://didacticadelalenguauno.blogspot.com.co/2010/09/el-modelo-transaccional-la-teoria.html>

Salas, R. (2005). Los medios de enseñanza en la educación en salud. Capítulo 2. 2ª ed. San Francisco de Macorís: Universidad Católica Nordestana.

Sánchez, A. (1995). Sobre la elaboración de artículos de divulgación científica. IV. El lector y el texto. *En Ciencia*, 46, 9-14.

Schmidt, S. (2006). Seminario-Taller Planificación de clases de una asignatura. INACAP.



<http://www.inacap.com/tportal/portales/tp4964b0e1bk102/uploadImg/File/FormacionDesarrolloDoc/CursosTalleres/TallerPADPlanificClasesAsignSSchm.pdf>

Sebastiá, J. (2013). Las leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 27, 199-217.

Soní, A. (2001). La producción de sentido en la obra literaria. *Lenguaje, discurso y prácticas culturales, anuario 2000*, 223-238.

Tamir, P. (1989). Training teachers to teach effectively in the laboratory. *Science education*, 73 (1), 59-69.

Tiberghien, A. (2009). Foreword. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre. (eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research*. Dordrecht: Springer.

Vargas, D. (2011). *Enseñanza de la segunda ley de Newton a través de un Objeto Virtual de Aprendizaje* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7652/1/dianamarcelavargascontreras.2011.pdf>

Waldegg, G. (1997). La literatura científica. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2(3), 149-156.

Weston, A. (2006). *Las claves de la argumentación*. Barcelona: Ariel.

Zecchetto, V. (1999). *Compilador. Seis semiólogos en busca del lector*. Tucumán: La Crujía Ediciones.

Zecchetto, V. (2002). *La danza de los signos. Nociones de semiótica general*. Quito, Ecuador: Abya yala.

8. Anexos

Anexo 1: Prueba Diagnóstica



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



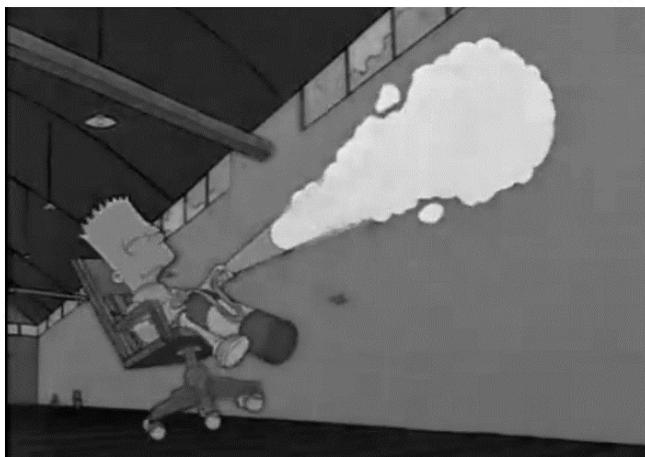
Profesores: Paola Andrea Gómez Úsuga,
Maria Alejandra Correa Carvajal y Jhonatan Parra Naranjo

PRUEBA DIAGNÓSTICA

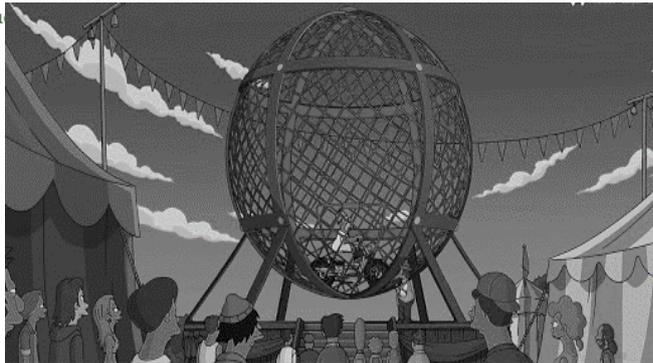
Buenos días, el objetivo de esta prueba es recoger información acerca de una investigación que se lleva a cabo en el área de física en Normal Superior de Medellín. La información obtenida será utilizada sólo con fines académicos. Agradecemos su gran aporte, disposición y seriedad al contestarla.

1. Suponga que usted se encuentra, de pie, en un bus que está detenido. De repente el bus se pone en movimiento. Explica ¿por qué tu cuerpo se va hacia atrás? _____

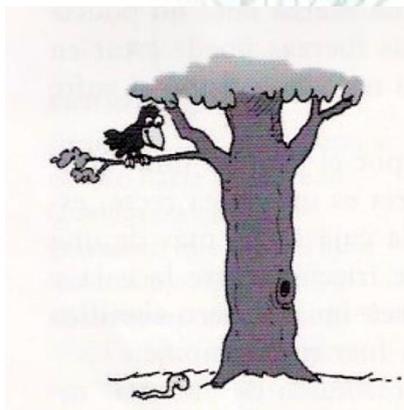
¿Qué sentido físico tiene que las personas se inclinen hacia el lado contrario al movimiento cuando el bus arranca? _____



2. ¿Por qué la fuerza que Bart ejerce sobre el extintor no se evidencia? _____



3. ¿Qué debe hacer Homero para dar la vuelta completa a la esfera de la muerte en la motocicleta? _____



4. Un ave que se encuentra en la copa de un árbol muy alto, observa que en el suelo, justo debajo de él, se encuentra un gusano gordo y jugoso. El ave lo percibe y se lanza hacia él de manera vertical y lo atrapa. Esto sería imposible, se afirma, si la Tierra se moviera como lo sugirió Copérnico. Si él hubiera tenido razón, la tierra tendría que viajar a una rapidez de 107,000 kilómetros por hora para describir un círculo alrededor del sol en un año. Al convertir esta rapidez en kilómetros por segundo el resultado es 30 kilómetros por segundo. Aún si el ave pudiera descender de su rama en un segundo, el gusano habría sido desplazado 30 kilómetros por el movimiento

de la Tierra. Sería imposible que un ave se dejara caer directamente y atrapar al gusano. Pero las aves si atrapan gusanos desde las ramas altas de los árboles, y eso parecía una prueba evidente de que la Tierra debía estar en reposo.²

De acuerdo con el fragmento anterior, ¿Por qué el ave puede atrapar al gusano?

¿Qué elementos del fragmento permiten establecer una relación entre la literatura y la física?

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

² Fragmento tomado de Física Conceptual

Anexo 2: Actividad Diagnóstica



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



ACTIVIDAD DIAGNÓSTICA

NOMBRE: _____ FECHA _____ NOTA _____

Buenos días, el objetivo de esta actividad es reconocer a partir de las representaciones iconográficas que ideas tienen los estudiantes sobre las leyes del movimiento. La información obtenida será utilizada sólo con fines académicos. Agradecemos su gran aporte, disposición y seriedad al contestarla.

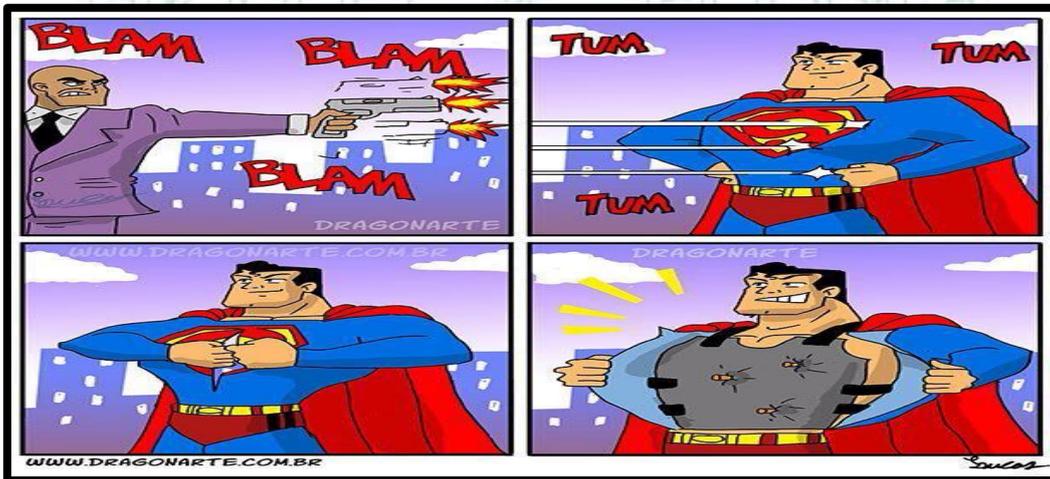


Figura 1



Figura 2



A continuación, se presentan dos secuencias, observe detalladamente las figuras y responda las preguntas propuestas

a. Es posible que suceda lo que representa cada una de las figuras. Explique

b. Describa qué debería experimentar físicamente el hombre al disparar la pistola.

c. En la figura 1 se muestra que la pistola al ser disparada tiene un movimiento hacia arriba y hacia abajo. ¿Crees que es correcto este movimiento? Si crees que es correcto el comportamiento de la pistola explica por qué. Por el contrario, si crees que es incorrecta la ilustración, realiza un dibujo en el que expliques el comportamiento de la pistola

d. Realmente Superman esta inmóvil o debe moverse en la primera figura.

e. Observando la figura 2, si usted se encuentra en el lugar donde esta Superman y arroja una piedra es posible que la piedra mantenga su velocidad en todo el trayecto, será que da toda la vuelta alrededor de la tierra

f. Las ilustraciones se basan en una serie de principios físicos mencione



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



ACTIVIDAD DE FORTALECIMIENTO

Objetivos: Analizar a partir de la experimentación la relación entre cantidad de movimiento y leyes del movimiento

1. RAMPA

Materiales:

- Carros de juguete
- Cartón paja
- Papel lija
- Plastilina
- Cinta
- Cronómetro

Para el desarrollo de esta experiencia, toma el cartón paja y construye dos rampas como aparecen en la figura ambas de la misma longitud, a una de las rampas sobre la superficie pega el papel lija. Luego deslice los autos sobre cada una de las rampas.

El fin de la actividad es encontrar las variables que aumentan la velocidad del auto. Para trabajar por variable es recomendable que mire el efecto que cada una tiene en el movimiento por separado.

Después de realizadas las posibles explicaciones, responda las siguientes preguntas y profundice, ya que son de ayuda para que expliquen el experimento al resto de sus compañeros:

1. ¿En qué ángulo se consigue la mayor velocidad? ¿Cómo puedes explicar que sea en ese ángulo la mayor velocidad?

2. ¿Para qué rampa se consigue la mayor velocidad? ¿Cuáles son las fuerzas que actúan en cada rampa y qué relación hay entre ellas?



3. Cuando aumentamos la masa de uno de los autos, ¿cuál de los dos autos es más veloz? ¿Por qué sucede esto?

2. GLOBO COHETE

Materiales:

- Globos
- Cuerdas
- Pitillos
- Cinta adhesiva

Construcción:

Atar un extremo de la cuerda a un soporte (silla, la pata de una mesa, entre otros). Pasar el otro extremo de la cuerda por dentro de un pitillo de plástico, tirar de la cuerda para que ésta pase de lado a lado y una vez la cuerda salga por el otro extremo del pitillo de plástico átelo a otro soporte, como en el comienzo. Infla el globo (sin atarlo) y teniendo mucho cuidado de que éste no se desinfle, pegarlo al pitillo con trozos de cinta adhesiva. Luego, suelta el globo pegado al pitillo de plástico para que se desinfle y observar qué sucede.

Luego de la experiencia responde:

1. Describe con tus palabras lo que ocurrió en la experiencia

2. Describe y enumera los diferentes conceptos y principios físicos que pueden inferirse de la experiencia



3. ¿Por qué se mueva el globo?

4. ¿Qué fuerzas actúan en el globo y cómo tendrían que ser esas fuerzas para que la velocidad sea constante?

Ahora llena el globo con agua y repite el mismo procedimiento, observa qué sucede y responde:

5. Ocurrió algún cambio respecto a la experiencia anterior. Si la respuesta es afirmativa mencione cuáles son los cambios y si es negativa responda por qué no suceden cambios.

3. COLISIONES

Materiales:

- Dos carritos
- Esferas de diferentes masas
- Cronómetro
- flexómetro

sugerencias: Intenta dar la misma velocidad inicial a ambos carros en los dos momentos.

Construcción:

Momento 1

para desarrollar la experiencia su ubica el carro 1 a 25 cm de distancia del carro 2, es necesario saber con anterioridad las masas de ambos carros por medio de la báscula. Luego se

activa el cronómetro en el mismo instante en que se le dé un impulso al carro 1, lo cual generará una colisión frontal y ambos carros se moverán.

Momento 2

luego se ubican sobre el carro uno esferas de diferente masa y por medio de la báscula conocemos la masa total (masa carro+masa esferas= masa total), se procede de igual manera que en el momento 1

Teniendo en cuenta que las distancias en ambos momentos son iguales (25 cm) y con la ayuda del cronómetro se logró medir el tiempo del recorrido del carro 1 desde el momento de partida hasta el momento de lo colisión con el carro 2.

1. ¿Cuál es la distancia recorrida por el carro dos después de haber colisionado el carro 1 en el primer momento?

2. ¿Cuál es la distancia recorrida por el carro dos después de haber colisionado el carro 1 en el segundo momento?

3. Menciona cuáles son las características que deben tener ambos experimentos para que las distancias recorridas sean iguales y cuáles para que las distancias sean diferentes.

4. Describe detalladamente cómo pueden ayudarnos las leyes del movimiento a solucionar este problema



5. ¿Qué fuerzas actúan en ambos carros en el momento de la colisión, dibuja la situación y realiza el diagrama de fuerzas?

6. ¿Es posible que se presente una situación en la que el carro 1 colisione con el carro dos y este último no se mueva?, realiza el diagrama de fuerza y explica detalladamente desde cantidad de movimiento y luego desde las leyes del movimiento tal situación

7. ¿Por qué el carro uno después de colisionar retrocede? ¿a qué se debe tal fenómeno?

Anexo 4: Actividad Videos



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



ACTIVIDAD DE FORTALECIMIENTO

NOMBRE: _____ FECHA: _____ NOTA: _____

1. Observe los vídeos y complete la siguiente tabla.

SITUACIONES	¿QUÉ OCURRE EN CADA SITUACIÓN?	EXPLICACIÓN FÍSICA DE LO OCURRIDO	¿CÓMO PODRÍA EVITARSE CADA SITUACIÓN?
Situación 1			
Situación 2			
Situación 3			
Situación 4			
Situación 5			
Situación 6			
Situación 7			
Situación 8			
Situación 9			



Situación 10			
Situación 11			
Situación 12			

2. Cuáles son las relaciones existentes entre las situaciones que se proponen y las leyes del movimiento.

Luego de ver los videos por segunda vez responda las siguientes preguntas:

3. En la primera ley de movimiento se habla de una fuerza que modifica el estado de movimiento, analice en algunas situaciones cuál es esa fuerza.

4. De acuerdo al segundo video analice qué ocurre cuando la masa es mucho mayor y cuando es pequeña con respecto a la fuerza.

5. La tercera ley del movimiento se refiere a la interacción entre dos o más cuerpos, en la cual se manifiesta la acción y la reacción. Entonces responda de acuerdo a la escena donde aparece la pistola ¿cuáles son esos dos cuerpos que interactúan?, ¿cuál cuerpo es el que aplica la fuerza? y ¿cuál cuerpo experimenta la reacción?

Anexo 5: Actividad Literatura



LECTURAS FÍSICAS Un encuentro con la Literatura



MOMENTOS DE GUERRA

- ¡Por fin!, exclamó el capitán Bárbaro a su tripulación, ¡por fin llegó la noche esperada!, la dirección del viento me lo indica, pues sopla hacia el enemigo.

En ese momento hombres de mediana edad completamente armados zarpan hacia su destino con aire de furia.

- ¡La guerra! -Grita el capitán

-La guerra nos espera, la fuerza del viento nos favorece e impulsa no solo nuestro barco sino nuestras vidas- exclamó un marinero.

Guiados por las estrellas y a una velocidad constante para mantener el ritmo, el capitán quien permanecía aferrado al mástil a vista la embarcación Persa.

- ¡Después de tres horas de navegación mar adentro, por fin nuestro enemigo, los persas! - exclamó el capitán Bárbaro

De inmediato se posicionaron los cañones para disparar a la mayor distancia posible, las esferas de cañón, esferas de plomo puro de aproximadamente 15 cm de diámetro, las cuales atravesaban el aire con tal fuerza que quien disparaba la sentía reflejada en sus brazos a causa del retroceso del cañón.

En ese instante, la embarcación Persa aceptando la batalla arremete con tal aceleración que desató en su embarcación una fuerza descomunal gracias al gran tamaño de aquel barco impulsado por hombres decididos a morir en la colisión, ya que eran conscientes de que, aunque la otra embarcación estuviese en movimiento o en reposo, tal fuerza también los afectaría en igual magnitud y morirían a causa de la conservación de su mismo movimiento.

Sin más que decir, una guerra más, una muerte más, el inicio y experiencia para futuras batallas mediadas por un mundo físico.

COMPRESIÓN DEL TEXTO

Una vez leído el texto anterior, responda las siguientes preguntas.

1. Haga una ilustración del escrito

--



2. ¿Qué es lo que más le llama la atención del fragmento? ¿Por qué?

3. ¿Por qué crees que ocurre eso que te llama la atención?

4. Subraye en el fragmento las líneas en las cuales identificas un principio físico y luego escriba cuáles son esos principios. Haga un listado con esos principios y en sus palabras defina al menos tres.



5. En qué partes del fragmento el autor hace referencia a una fuerza y qué ocasiona está en cada caso

6. Grafique el diagrama de fuerzas:

- Cuando la embarcación Bárbara navega a una velocidad constante
- Cuando las embarcaciones colisionan (Para cada barco)

7. Si la embarcación Persa tiene dos veces la masa de la embarcación Bárbara, ¿Qué se puede esperar que le suceda a cada embarcación después de haber colisionado?

8. Si ambas embarcaciones tienen la misma masa, son de igual material y colisionan ¿qué puedes esperar que les ocurra a las embarcaciones?

Anexo 6: Prueba de Verificación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



PRUEBA DE VERIFICACIÓN

NOMBRE: _____ FECHA: _____ NOTA: _____

Objetivo: Evaluar la comprensión y la aplicación de las tres leyes del movimiento

Sugerencias: Lea cuidadosamente la evaluación. Utilice solo las hojas de la evaluación. Recuerde que no se permite el intercambio de implementos de trabajo, ni consultas durante la evaluación.

- I. Un compañero de estudio no entiende la relación que existe entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento. ¿cómo le explicaría usted la segunda ley del movimiento a partir del concepto de cantidad del movimiento?

Tenga en cuenta:

- Especificar cómo entiende usted la relación entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento.
- Emplear ilustraciones, ejemplos y analogías.

UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

II. Construya un mapa conceptual³ utilizando los siguientes términos: Fuerza, sentido, cambio, masa, reacción, leyes del movimiento, constante, inercia, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, acción, dirección, velocidad, magnitud, distancia, aceleración, e interacción.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

³ El mapa conceptual permite la organización y jerarquización del conocimiento de un tema y se conforma de: CONCEPTOS, PROPOSICIONES y PALABRAS ENLACE.

III. Lea atentamente el texto literario que aparece a continuación y responda la siguiente pregunta.

DIARIO DE UN DIRECTOR DE VUELO

Tres, dos, uno ¡listos para el despegue!

El 7 de noviembre de 1972, el Apolo 15 realizaría su segundo viaje espacial en dirección hacia la Luna, con la misión de tomar mejores fotografías de esta. El Apolo 15 es tripulado por tres astronautas veteranos: George, Michael, Sting y un astronauta novato llamado Lucky, el cual realizará su primer viaje espacial.

A las 10:00 a.m., los astronautas son trasladados hasta la nave, la abordan, toman sus lugares y abrochan sus cinturones para proceder al lanzamiento, mientras tanto el director de vuelo Jeffry verifica las sugerencias realizadas en su computador y habla con los miembros de su equipo, entonces comienza la secuencia de ignición⁴.

Los cohetes adheridos a la nave principal se desprendían de esta por fases, una vez era consumido el combustible. Esto es lo que ocurrió durante el despegue del Apolo 15: cuando los cinco motores F1 de la primera fase se encienden, los sistemas de refrigeración de inmediato arrojan varias toneladas de agua sobre la estructura metálica del cohete para protegerla del calor, en ese momento Lucky pregunta con voz nerviosa: ¿falta mucho? - ¡El sonido de los motores me impacienta! - Exclamó Lucky.

Cuando la nave alcanza el 95% de su empuje total, los cuatro ganchos que sujetan el cohete saltan hacia atrás sacudiendo la nave, momento en el cual esta se despega de la plataforma y comienza a elevarse, en ese mismo instante la gran fuerza desarrollada por los motores F1, aprisionan contra su asiento a los cuatro astronautas en sentido contrario al del cohete, para ese tiempo recorrido del lanzamiento los motores F1 consumen 15 toneladas de combustible por segundo.

A las 10:42 de la mañana la nave abandona la rampa de lanzamiento. Ciento sesenta segundos después, los motores de la segunda fase se ponen en marcha, ya que los motores F1 han agotado su combustible y se desprenden del cohete, iniciando la segunda fase que consta de cinco motores J2 cuya función es que la nave siga ganando altura cada vez a mayor velocidad y pueda dejar la superficie terrestre.

Tres minutos después, los cinco motores J2 de la segunda fase se separan del resto de la nave, ocasionando que Lucky y el resto de la tripulación se inclinen hacia adelante en el mismo sentido de vuelo de la nave a causa de la desaceleración, mientras que las turbo bombas de la tercera fase envían combustible a su único motor, el mecanismo de ignición se activa y el cohete vuelve a acelerar, doscientos nueve segundos después el motor se apaga y los astronautas notan la ausencia de gravedad aunque son conscientes que la Tierra sigue haciendo una fuerza de atracción sobre la nave, después de completar su segunda órbita alrededor de la Tierra, Lucky y sus compañeros esperan órdenes de Jeffry para continuar con la misión hacia la Luna.

⁴ La ignición es la acción y resultado de estar un cuerpo encendido.



Aún con sesenta toneladas de combustible en su tanque, la tripulación luego de recibir las coordenadas pone en marcha sus motores acelerando gradualmente hasta alcanzar los 45.000 Km/h. A causa de la atracción de la Tierra la nave pierde velocidad, esto es observado por la tripulación gracias a los instrumentos para medir la velocidad.

Luego al acercarse a la Luna, en la gravisfera lunar que se encuentra situada a las cinco sextas partes del recorrido entre la Tierra y la Luna, el vehículo que avanza a 3.700 Km/h y acelera a 9.000 Km/h atraído por la gravedad lunar.

La misión está casi terminada, las fotografías fueron tomadas y solo falta realizar la trayectoria de regreso libre, la cual permite a la nave pasar orbitando por detrás de la Luna y volver a la Tierra sin que sea necesario un encendido de motor. Durante el regreso a casa se realizan correcciones de rumbo, cuando la nave se acerca a la tierra a 40.000 Km/h no hace falta motores de frenado ya que el rozamiento es el que se encarga de disminuir esta gran velocidad a unos cientos, de modo que puedan abrirse los paracaídas sin que haya ruptura de la nave.

La misión para Lucky y sus compañeros fue un éxito rotundo al haber ganado experiencia valiosa y experimentar tal vivencia gracias a las aproximaciones que se obtienen con los modelos físicos sin los cuales habría sido imposible tal hazaña.

1. Identifica y subraya en el texto uno o varios fragmentos donde se evidencie las leyes del movimiento y explica por qué esos fragmentos están relacionados con cada ley.



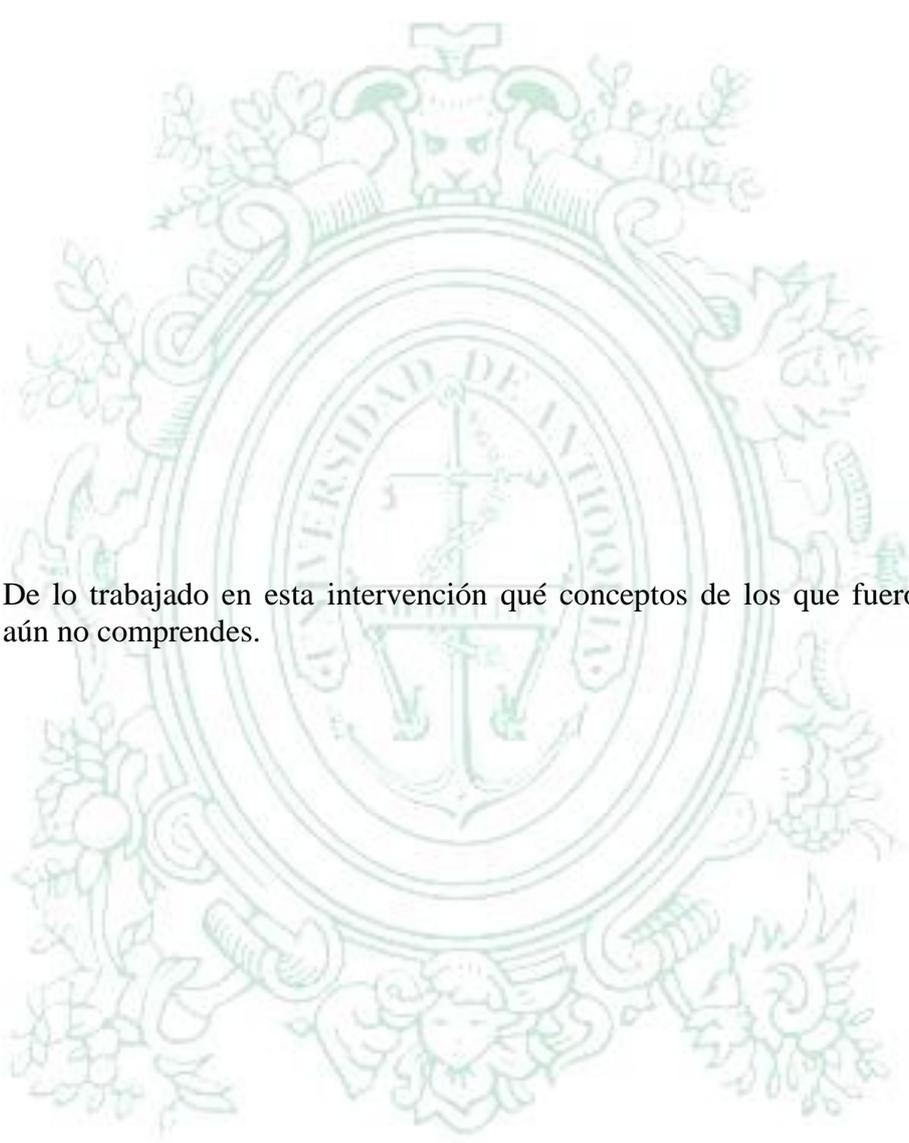
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

IV. Cree usted que utilizar la literatura en la clase de física contribuyó a comprender las leyes del movimiento. Argumente.

V. De lo trabajado en esta intervención qué conceptos de los que fueron abordado aún no comprende.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación

Anexo 7: Prueba Diagnóstica, respuesta de Estudiantes



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes

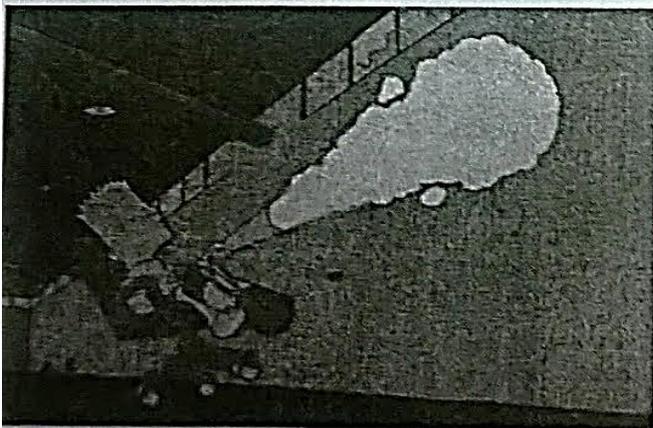
Profesores: Paola Andrea Gómez Úsuga,
Maria Alejandra Correa Carvajal y Jhonatan Parra Naranjo

PRUEBA DIAGNÓSTICA DE FÍSICA

Buenos días, el objetivo de esta prueba es recoger información acerca de una investigación que se lleva a cabo en el área de física en Normal Superior de Medellín. La información obtenida será utilizada sólo con fines académicos. Agradecemos su gran aporte, disposición y seriedad al contestarla.

1. Suponga que usted se encuentra, de pie, en un bus que está detenido. De repente el bus se pone en movimiento. Explica ¿por qué tu cuerpo se va hacia atrás? Por la Aceleración Que Aplica el bus Para Poder Arrancar

¿Qué sentido físico tiene que las personas se inclinen hacia el lado contrario al movimiento cuando el bus arranca? Por la inercia Que Tiene el Cuerpo



2. ¿Por qué la fuerza que Bart ejerce sobre el extintor no se evidencia? Porque Cada cuerpo Tiende a mantenerse en Estado de Reposo en un movimiento uniforme



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

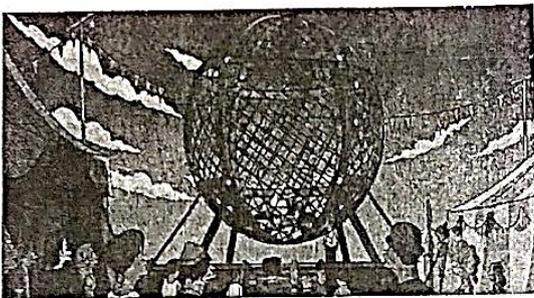
1803

Facultad de Edu



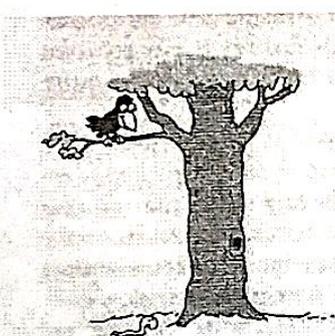
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803



3. ¿Qué debe hacer Homero para dar la vuelta completa a la esfera de la muerte en la motocicleta?

Tiene Que Acelerar a Fondo



4. Un ave que se encuentra en la copa de un árbol muy alto, observa que en el suelo, justo debajo de él, se encuentra un gusano gordo y jugoso. El ave lo percibe y se lanza hacia él de manera vertical y lo atrapa. Esto sería imposible, se afirma, si la Tierra se moviera como lo sugirió Copérnico. Si él hubiera tenido razón, la tierra tendría que viajar a una rapidez de 107.000 kilómetros por hora para describir un círculo alrededor del sol en un año. Al convertir esta rapidez en kilómetros por segundo el resultado es 30 kilómetros por segundo. Aún si el ave pudiera descender de su rama en un segundo, el gusano habría sido desplazado 30 kilómetros por el

movimiento de la Tierra. Sería imposible que un ave se dejara caer directamente y atrapar al gusano. Pero las aves si atrapan gusanos desde las ramas altas de los árboles, y eso parecía una prueba evidente de que la Tierra debía estar en reposo.¹

De acuerdo con el fragmento anterior, ¿Por qué el ave puede atrapar al gusano?

Por la Capacidad Que Tiene el ave de Atrapar el gusano sin importar que este en movimiento o "Reposo"

¿Qué elementos del fragmento permiten establecer una relación entre la literatura y la física?

Los datos que nos dan en forma didáctica Para que sea mas facil y entendible El Tema.

¹ Tomado de: Hewitt, P. (2007). *Física Conceptual*. México: Pearson Educación



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes

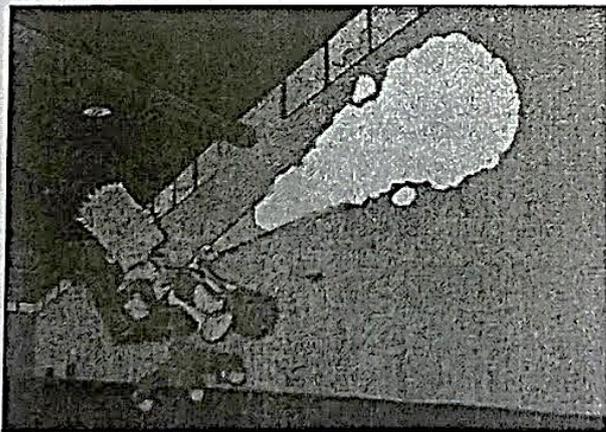
Profesores: Paola Andrea Gómez Úsuga,
Maria Alejandra Correa Carvajal y Jhonatan Parra Naranjo

PRUEBA DIAGNÓSTICA DE FÍSICA

Buenos días, el objetivo de esta prueba es recoger información acerca de una investigación que se lleva a cabo en el área de física en Normal Superior de Medellín. La información obtenida será utilizada sólo con fines académicos. Agradecemos su gran aporte, disposición y seriedad al contestarla.

1. Suponga que usted se encuentra, de pie, en un bus que está detenido. De repente el bus se pone en movimiento. Explica ¿por qué tu cuerpo se va hacia atrás? Por la ley de la inercia, ya que hay un cambio repentino del movimiento

¿Qué sentido físico tiene que las personas se inclinen hacia el lado contrario al movimiento cuando el bus arranca? Cuando el bus deja su estado de reposo nuestro cuerpo se encuentra apoyado y por la ley de la inercia nuestro cuerpo primero adquiere un movimiento contrario como una forma de impulso.

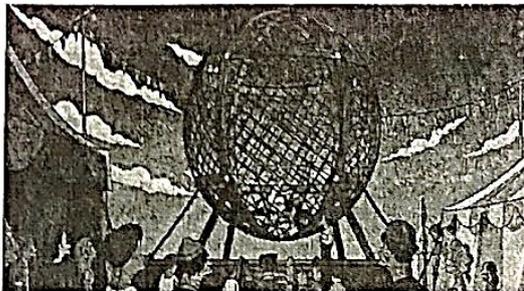


2. ¿Por qué la fuerza que Bart ejerce sobre el extintor no se evidencia? Por que el mecanismo del extintor facilita el trabajo y la fuerza que hace Bart.



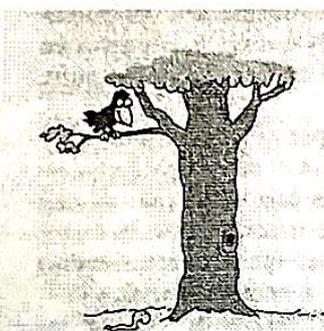
UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



3. ¿Qué debe hacer Homero para dar la vuelta completa a la esfera de la muerte en la motocicleta? Tiene

que ir lo más rápido posible
para alcanzar la vuelta completa
ya



4. Un ave que se encuentra en la copa de un árbol muy alto, observa que en el suelo, justo debajo de él, se encuentra un gusano gordo y jugoso. El ave lo percibe y se lanza hacia él de manera vertical y lo atrapa. Esto sería imposible, se afirma, si la Tierra se moviera como lo sugirió Copérnico. Si él hubiera tenido razón, la tierra tendría que viajar a una rapidez de 107.000 kilómetros por hora para describir un círculo alrededor del sol en un año. Al convertir esta rapidez en kilómetros por segundo el resultado es 30 kilómetros por segundo. Aún si el ave pudiera descender de su rama en un segundo, el gusano habría sido desplazado 30 kilómetros por el

movimiento de la Tierra. Sería imposible que un ave se dejara caer directamente y atrapar al gusano. Pero las aves si atrapan gusanos desde las ramas altas de los árboles, y eso parecía una prueba evidente de que la Tierra debía estar en reposo.¹

De acuerdo con el fragmento anterior, ¿Por qué el ave puede atrapar al gusano? Por que
se negaría la afirmación de Copérnico y se afirmaría que
obviamente la tierra permanece inmóvil, pero también se podría
afirmar que el árbol hace parte de la tierra y por ende
siempre estaría al lado del gusano.

¿Qué elementos del fragmento permiten establecer una relación entre la literatura y la física? La relación es que en este fragmento narra una situación
de la vida cotidiana en la naturaleza pero también da una explica-
ción física a esta.

¹ Tomado de: Hewitt, P. (2007). *Física Conceptual*. México: Pearson Educación

Anexo 8: Actividad Diagnóstica, respuesta de Estudiantes



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



ACTIVIDAD DIAGNÓSTICA

NOMBRE: _____ FECHA 23/09/15 NOTA _____

Buenos días, el objetivo de esta actividad es reconocer a partir de las representaciones iconográficas que ideas tienen los estudiantes sobre las leyes del movimiento. La información obtenida será utilizada sólo con fines académicos. Agradecemos su gran aporte, disposición y seriedad al contestarla.

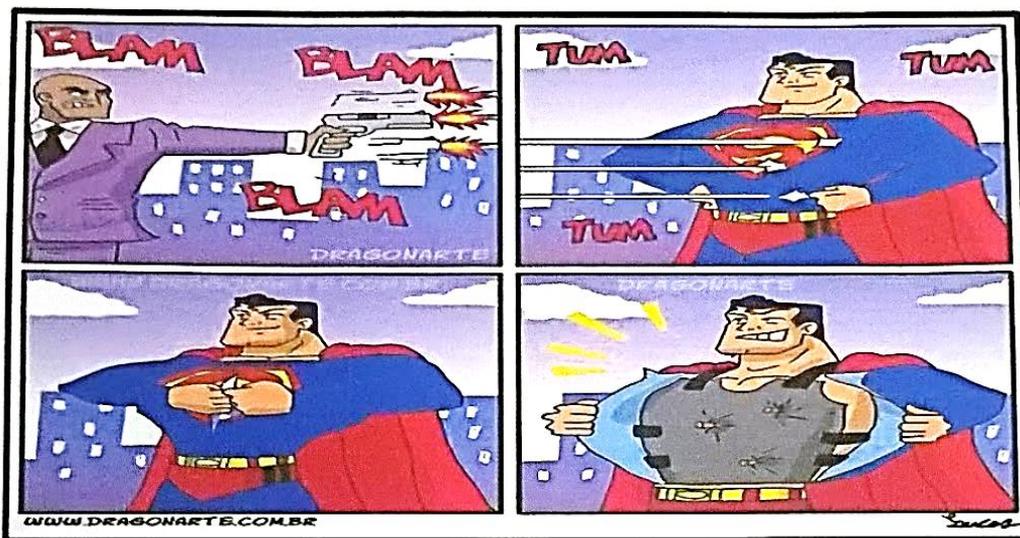


Figura 1



Figura 2

Profesores: Paola Andrea Gómez Úsuga, María Alejandra Correa Carvajal & Jhonatan Parra Naranjo



A continuación se presentan dos secuencias, observe detalladamente las figuras y responda las preguntas propuestas

- a. Es posible que suceda lo que representa cada una de las figuras. Explique
- Figura 2. es posible si el proyectil resiste la fuerza necesaria y sea capaz de trans-Transpasar todos los obstáculos que encuentre + tener la velocidad necesaria ¿Figura 2?
- b. Describa qué debería experimentar el hombre al disparar la pistola.
- debe experimentar lo llamado retroceso que es la fuerza que se produce al disparar el tiro que hace que haya una fuerza de que retrocede obliga a retroceder
- c. En la figura 1 se muestra que la pistola al ser disparada tiene un movimiento hacia arriba y hacia abajo. ¿Crees que es correcto este movimiento? Si crees que es correcto el comportamiento de la pistola explica por qué? Por el contrario, si crees que es incorrecta la ilustración, realiza un dibujo en el que expliques el comportamiento de la pistola?
- el comportamiento no es correcto, cada disparo hace que el brazo del abiente reciba una fuerza que hace que retroceda
- 
- d. Realmente Superman esta inmóvil o debe moverse en la primera figura.
- una persona normal retrocedería o se caería debido a la fuerza del impacto que recibe gracias a la balas
- e. Observando la figura 2, si usted se encuentran en el lugar donde esta Superman y arroja una piedra es posible que la piedra mantenga su velocidad en todo el trayecto, será que da toda la vuelta alrededor de la tierra
- No mantiene la misma velocidad, se va desacelerando mediante fricción transcorre el tiempo, y si no tiene la velocidad necesaria no ocurrirá ese hecho
- f. Las ilustraciones se basan en una serie de principios físicos mencione
- 3 ley de Newton leyes del movimiento



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA 1803

Facultad de Educación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



ACTIVIDAD DIAGNÓSTICA

NOMBRE: _____ FECHA 23/09/16 NOTA _____

Buenos días, el objetivo de esta actividad es reconocer a partir de las representaciones iconográficas que ideas tienen los estudiantes sobre las leyes del movimiento. La información obtenida será utilizada sólo con fines académicos. Agradecemos su gran aporte, disposición y seriedad al contestarla.



Figura 1



Figura 2

Profesores: Paola Andrea Gómez Úsuga, María Alejandra Correa Carvajal & Jhonatan Parra Naranjo



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



Continuación se presentan dos secuencias, observe detalladamente las figuras y responda las preguntas

a. Es posible que suceda lo que representa cada una de las figuras. Explique

La figura 1 es posible y los chalecos anti balas existen y la segunda si adquiriera la fuerza y velocidad suficiente también podría ser posible

b. Describa qué debería experimentar el hombre al disparar la pistola.

La fuerza del disparo provoca que el arma se devuelva, por eso es indispensable tenerla bien agarrada con las dos manos para evitar esto

c. En la figura 1 se muestra que la pistola al ser disparada tiene un movimiento hacia arriba y hacia abajo. ¿Crees que es correcto este movimiento? Si crees que es correcto el comportamiento de la pistola explica por qué? Por el contrario, si crees que es incorrecta la ilustración, realiza un dibujo en el que expliques el comportamiento de la pistola?

es incorrecto porque parece que la fuerza de la pistola al disparar no existiera, no hay una ley de acción y reacción

d. Realmente Superman esta inmóvil o debe moverse en la primera figura.

El impacto probablemente lo tiro hacia atrás y generaría dolor de igual forma

e. Observando la figura 2, si usted se encuentran en el lugar donde esta Superman y arroja una piedra es posible que la piedra mantenga su velocidad en todo el trayecto, será que da toda la vuelta alrededor de la tierra

no es posible, pero si no hubieran fuerzas que frenaran la velocidad de la piedra y fuera constante daría la vuelta como en la imagen

Las ilustraciones se basan en una serie de principios físicos mencione

Acción y reacción
conservación de la energía



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación

Anexo 9. Actividad Literatura, respuesta de Estudiantes



LECTURAS FÍSICAS Un Encuentro Con la Literatura



11-A.

Paola Andrea Gómez Úsuga
Maria Alejandra Correa Carvajal
Jhonatan Parra Naranjo

MOMENTOS DE GUERRA

-¡Por fin!, exclamó el capitán Bárbaro a su tripulación, ¡por fin llegó la noche esperada!, la dirección del viento me lo indica, pues sopla hacia el enemigo.

En ese momento hombres de mediana edad completamente armados zarpan hacia su destino con aire de furia.

-¡La guerra!-Grita el capitán

-La guerra nos espera, la fuerza del viento nos favorece e impulsa no solo nuestro barco sino nuestras vidas-exclamó un marinero.

Guiados por las estrellas y a una **velocidad constante para mantener el ritmo**, el capitán quien permanecía aferrado al mástil a vista la embarcación Persa.

-¡Después de tres horas de navegación mar adentro, por fin nuestro enemigo, los persas!-exclamó el capitán Bárbaro

De inmediato se posicionaron los cañones para **disparar a la mayor distancia posible**, las esferas de cañón, esferas de plomo puro de aproximadamente 15 cm de diámetro, **las cuales atravesaban el aire con tal fuerza que quien disparaba la sentía reflejada en sus brazos a causa del retroceso del cañón.**

En ese instante, la embarcación Persa aceptando la batalla arremete con tal aceleración que desató en su embarcación una fuerza descomunal gracias al gran tamaño de aquel barco impulsado por hombres decididos a morir en la colisión, ya que eran conscientes de que **aunque la otra embarcación estuviese en movimiento o en reposo, tal fuerza también los afectaría en igual magnitud y morirían a causa de la conservación de su mismo movimiento.**

Sin más que decir, una guerra más, una muerte más, el inicio y experiencia para futuras batallas mediadas por un mundo físico.

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



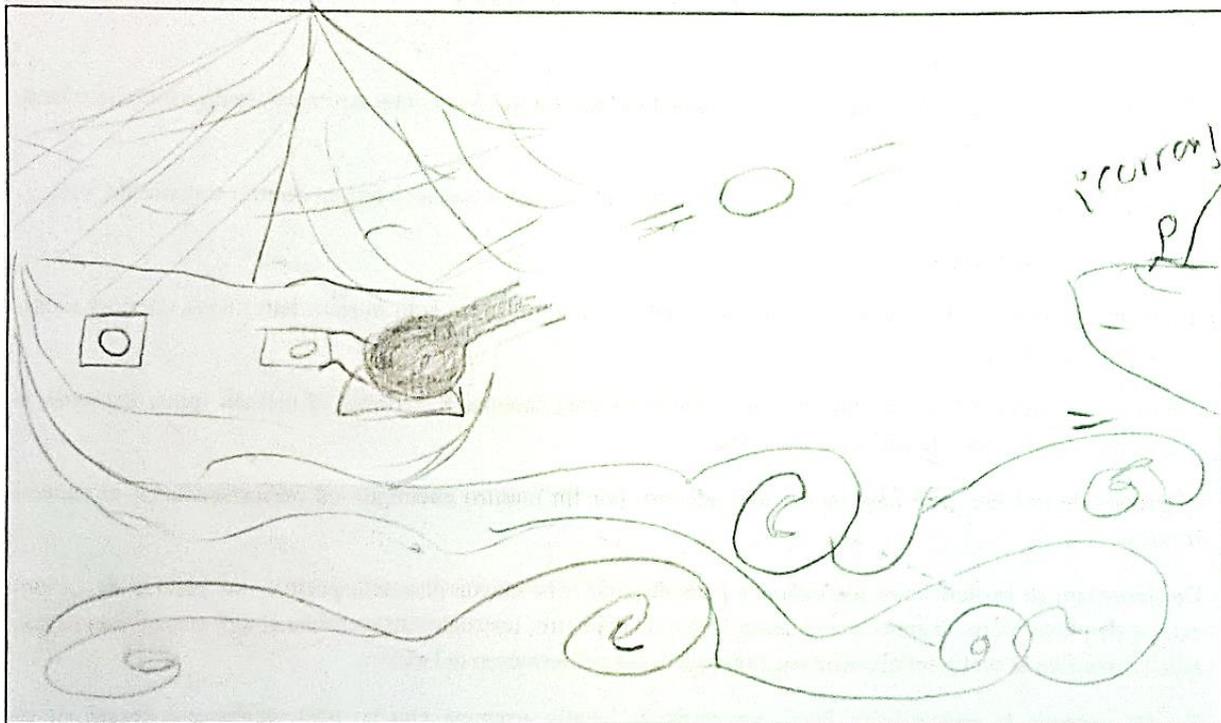
LECTURAS FÍSICAS
Un Encuentro Con la Literatura



COMPRESIÓN DEL TEXTO

Una vez leído el texto anterior, responda las siguientes preguntas.

1. Haga una ilustración del escrito



2. ¿Qué es lo que más le llama la atención del fragmento? ¿Por qué?

La reacción de los personajes al aceptar al ver el canon lanzando una bola. Pues lo definen normal, en guerra, están atacando de nuevo, incluso sabiendo o suponiendo lo que podría pasar. Ellos preparaban una arma pero no obtuvieron los resultados pensados.

3. ¿Por qué crees que ocurre eso que te llama la atención?

Esto responde depende de que punto lo mires pero desde la realidad creo que ocurre porque es necesario dar al entender, ciertas cosas acerca del universo y porque ocurren estas cosas.

4. Subraye en el fragmento las líneas en las cuales identificas un principio físico y luego escriba cuáles son esos principios. Haga un listado con esos principios y en sus palabras defina al menos tres.



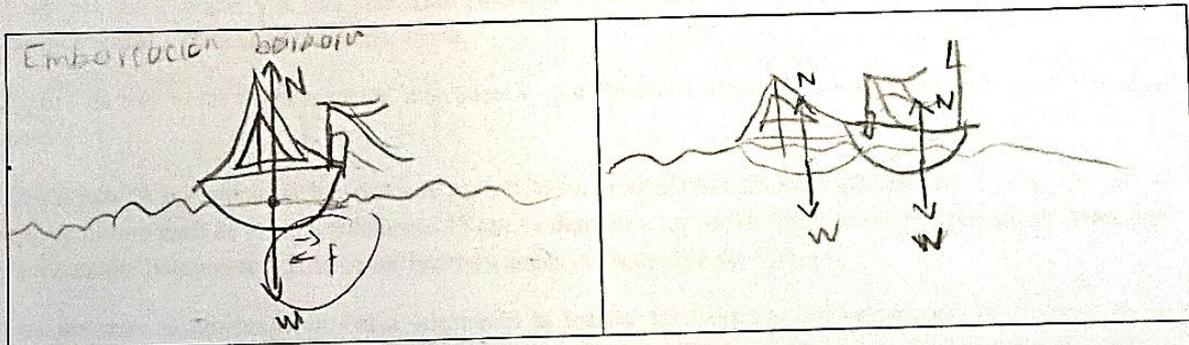
LECTURAS FÍSICAS
Un Encuentro Con la Literatura



Creo que los principios son las leyes del movimiento y tipos de movimientos, MRU y MRUA. Ley de inercia, ley cause efecto y ley acción-reacción. y la ley de conservación de la energía. E de la energía. La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. MRU. Los cuerpos tienden a un movimiento con una trayectoria, desplazamiento a una velocidad \rightarrow constante. La ley de inercia: los cuerpos tienden a resistirse ante un cambio de reposo o movimiento.

5. En qué partes del fragmento el autor hace referencia a una fuerza y qué ocasiona esta en cada caso
- Menciona fuerza al hablar del viento, pues dice que él lo pase, y por esta fuerza las empuja y se favorece para encallar sus estorninos.
 - Al lanzar la pala del canon, era tan grande que se podía percibir la quietud de la fuerza en la colisión, esta fuerza les tenía miedo, pues era igual de potente para los dos embarcaciones.

6. Grafique el diagrama de fuerzas:
- Cuando la embarcación Bárbara navega a una velocidad constante
 - Cuando las embarcaciones colisionan (Para cada barco)



7. Si la embarcación Persa tiene dos veces la masa de la embarcación Bárbara, ¿Qué se puede esperar que le suceda a cada embarcación después de haber colisionado?
- Realmente la masa es una que se pueda admitir, lo que es fundamental es a la velocidad que tenían ellas. La barca la vino a \rightarrow constante, en cambio las Persas aceleraron y es más probable que su nave se destruya más que la de las Bárbaras.

8. Si ambas embarcaciones tienen la misma masa, son de igual material y colisionan ¿qué puedes esperar que les ocurra a las embarcaciones?

Todo depende de su estado de reposo o movimiento pues la masa es un valor agregado; puede que se perjudique de la misma manera si parten con misma velocidad y si no la que acelera será la más perjudicada.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



LECTURAS FÍSICAS
Un Encuentro Con la Literatura



Paola Andrea Gómez Úsuga
Maria Alejandra Correa Carvajal
Jhonatan Parra Naranjo

MOMENTOS DE GUERRA

¡Por fin!, exclamó el capitán Bárbaro a su tripulación, ¡por fin llegó la noche esperada!, la dirección del viento le lo indica, pues sopla hacia el enemigo.

En ese momento hombres de mediana edad completamente armados zarpan hacia su destino con aire de furia.

¡La guerra!-Grita el capitán

La guerra nos espera, la fuerza del viento nos favorece e impulsa, no solo nuestro barco sino nuestras vidas- exclamó un marinero.
→ fuerza aplicada = viento

Guiados por las estrellas y a una velocidad constante para mantener el ritmo, el capitán quien permanecía aferrado al mástil a vista la embarcación Persa.

¡Después de tres horas de navegación mar adentro, por fin nuestro enemigo, los persas!-exclamó el capitán Bárbaro

De inmediato se posicionaron los cañones para disparar a la mayor distancia posible, las esferas de cañón, esferas de plomo puro de aproximadamente 15 cm de diámetro, las cuales atravesaban el aire con tal fuerza que quien disparaba la sentía reflejada en sus brazos a causa del retroceso del cañón.

En ese instante, la embarcación Persa aceptando la batalla arremete con tal aceleración que desató en su embarcación una fuerza descomunal gracias al gran tamaño de aquel barco impulsado por hombres decididos a morir en la colisión, ya que eran conscientes de que aunque la otra embarcación estuviese en movimiento o en reposo, tal fuerza también los afectaría en igual magnitud y morirían a causa de la conservación de su mismo movimiento.
↓ acción y reacción = conserva su magnitud.

¡In más que decir, una guerra más, una muerte más, el inicio y experiencia para futuras batallas mediadas por un mundo físico.

* Impulso es igual a una fuerza.

* aceleración = cambio de la velocidad cuando se le aplica una nueva fuerza.

* colisión = choque



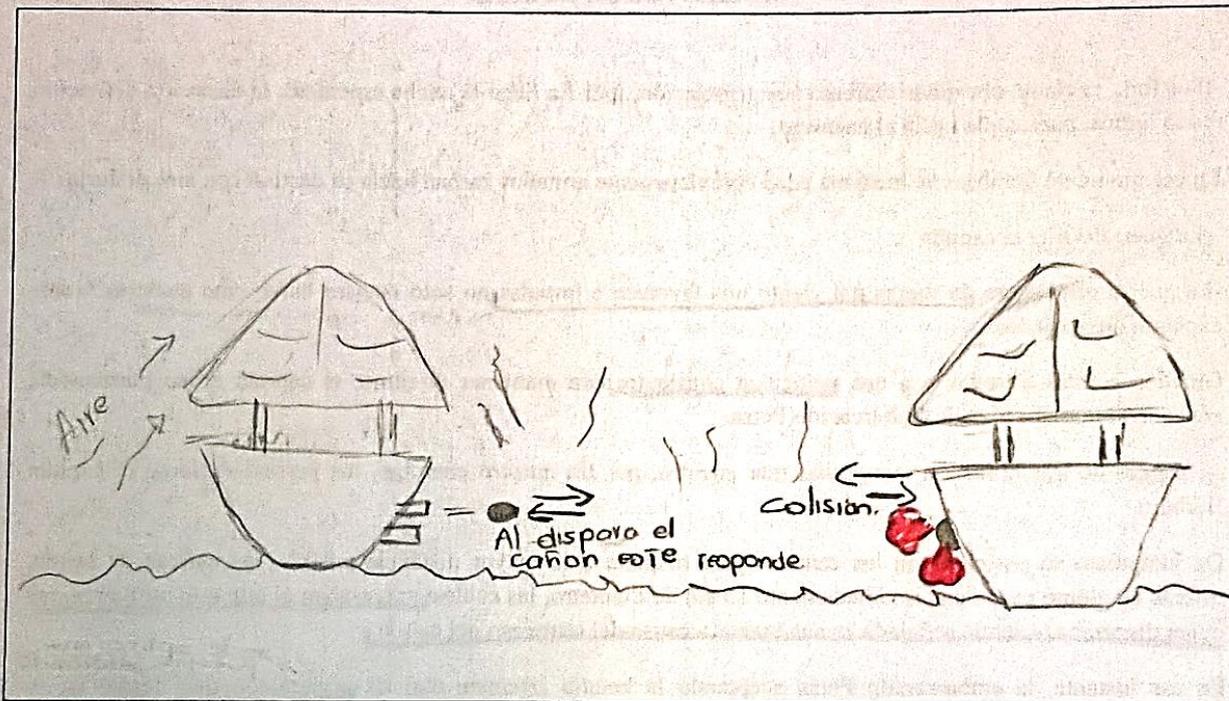
LECTURAS FÍSICAS
Un Encuentro Con la Literatura



COMPRESIÓN DEL TEXTO

Una vez leído el texto anterior, responda las siguientes preguntas.

- 1. Haga una ilustración del escrito



- 2. ¿Qué es lo que más le llama la atención del fragmento? ¿Por qué?

Eran conscientes de que la otra embarcación estuviera o no en movimiento la fuerza también los afectaría de igual magnitud. Este fenómeno se da porque el cañon conserva su fuerza, además el impacto creó que la otra embarcación también reciba parte del golpe generado por la colisión.

- 3. ¿Por qué crees que ocurre eso que te llama la atención?

Porque existe la muy mencionada ley de acción y reacción cada acción que se hace genera una reacción ya sea por el impacto o como consecuencia por servir de obstáculo. Además que aquellas fuerzas siempre serán con la misma magnitud.

- 4. Subraye en el fragmento las líneas en las cuales identificas un principio físico y luego escriba cuáles son esos principios. Haga un listado con esos principios y en sus palabras defina al menos tres.



LECTURAS FÍSICAS
Un Encuentro Con la Literatura

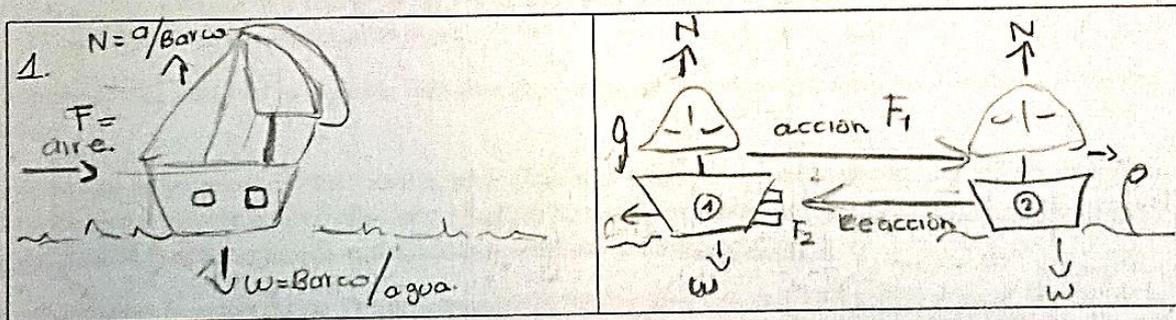


Lo reoperta esta en Primera Hoja.

5. En qué partes del fragmento el autor hace referencia a una fuerza y qué ocasiona esta en cada caso
La fuerza del viento, que genera un impulso a la embarcación y los mantiene en una velocidad constante.
El impulso de los hombres para hacer acelerar el barco y salir de esa zona, quienes recibieron ya el impacto del choque.

6. Grafique el diagrama de fuerzas:

1. Cuando la embarcación Bárbara navega a una velocidad constante
2. Cuando las embarcaciones colisionan (Para cada barco)



7. Si la embarcación Persa tiene dos veces la masa de la embarcación Bárbara, ¿Qué se puede esperar que le suceda a cada embarcación después de haber colisionado?

La Persa fue la alacada así que por tener gran cantidad de masa soportará más el impacto y generará un impulso mayor a la fuerza que le aplicación, es decir la embarcación Bárbara saldría más dañada en la colisión.

8. Si ambas embarcaciones tienen la misma masa, son de igual material y colisionan ¿qué puedes esperar que les ocurra a las embarcaciones?

Los dos recibirán la misma fuerza de impacto ya que ambos tienen la misma cantidad de masa y ambas reaccionaran de igual forma a la fuerza aplicada.



Anexo 10. Prueba de Verificación, respuesta de Estudiantes



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



PRUEBA DE VERIFICACIÓN

NOMBRE: _____ FECHA: 21/10/15 NOTA: _____

Objetivo: Evaluar la comprensión y la aplicación de las tres leyes del movimiento

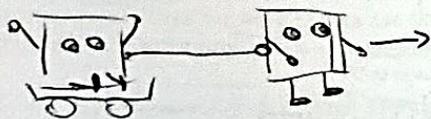
Sugerencias: Lea cuidadosamente la evaluación. Utilice solo las hojas de la evaluación. Recuerde que no se permite el intercambio de implementos de trabajo, ni consultas durante la evaluación.

I. Un compañero de estudio no entiende la relación que existe entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento. ¿cómo le explicaría usted la segunda ley del movimiento a partir del concepto de cantidad del movimiento?

Tenga en cuenta:

- Especificar cómo entiende usted la relación entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento.
- Emplear ilustraciones, ejemplos y analogías.

La segunda ley:
Causa-Efecto.



Dice que la aceleración:
$$a \sim \frac{F_{\text{Neta}}}{\text{masa}}$$

La aceleración es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa



Su relación está en que la cantidad de movimiento "p", depende de la masa, la velocidad y el tiempo en el cual actúa una fuerza sobre el cuerpo; obteniéndose así un total de Causa-Efecto;

Masa + v = "p"
Velocidad
Fuerza



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



III. Lea atentamente el texto literario que aparece a continuación y responda las siguientes preguntas.

DIARIO DE UN DIRECTOR DE VUELO

Tres, dos, uno ¡listos para el despegue!

El 7 de noviembre de 1972, el Apolo 15 realizaría su segundo viaje espacial en dirección hacia la Luna, con la misión de tomar mejores fotografías de esta. El Apolo 15 es tripulado por tres astronautas veteranos: George, Michael, Sting y un astronauta novato llamado Lucky, el cual realizará su primer viaje espacial.

A las 10:00 a.m., los astronautas son trasladados hasta la nave, la abordan, toman sus lugares y abrochan sus cinturones para proceder al lanzamiento, mientras tanto el director de vuelo Jeffrey verifica las sugerencias realizadas en su computador y habla con los miembros de su equipo, entonces comienza la secuencia de ignición².

Los cohetes adheridos a la nave principal se desprendían de esta por fases, una vez era consumido el combustible. Esto es lo que ocurrió durante el despegue del Apolo 15: cuando los cinco motores F1 de la primera fase se encienden, los sistemas de refrigeración de inmediato arrojan varias toneladas de agua sobre la estructura metálica del cohete para protegerla del calor, en ese momento Lucky pregunta con voz nerviosa: ¿falta mucho? - ¡El sonido de los motores me impacienta!- Exclamó Lucky.

Cuando la nave alcanza el 95% de su empuje total, los cuatro ganchos que sujetan el cohete saltan hacia atrás sacudiendo la nave, momento en el cual esta se despega de la plataforma y comienza a elevarse, en ese mismo instante la gran fuerza desarrollada por los motores F1, aprisionan contra su asiento a los cuatro astronautas en sentido contrario al del cohete, para ese tiempo recorrido del lanzamiento los motores F1 consumen 15 toneladas de combustible por segundo.

A las 10:42 de la mañana la nave abandona la rampa de lanzamiento. Ciento sesenta segundos después, los motores de la segunda fase se ponen en marcha, ya que los motores F1 han agotado su combustible y se desprenden del cohete, iniciando la segunda fase que consta de cinco motores J2 cuya función es que la nave siga ganando altura cada vez a mayor velocidad y pueda dejar la superficie terrestre.

Tres minutos después, los cinco motores J2 de la segunda fase se separan del resto de la nave, ocasionando que Lucky y el resto de la tripulación se inclinen hacia adelante en el mismo sentido de vuelo de la nave a causa de la desaceleración, mientras que las turbobombas de la tercera fase envían combustible a su único motor, el mecanismo de ignición se activa y el cohete vuelve a acelerar. Doscientos nueve segundos después el motor se apaga y los astronautas notan la ausencia de gravedad aunque son conscientes que la Tierra sigue haciendo una fuerza de atracción sobre la nave, después de completar su segunda órbita alrededor de la Tierra, Lucky y sus compañeros esperan órdenes de Jeffrey para continuar con la misión hacia la Luna.

Aún con sesenta toneladas de combustible en su tanque, la tripulación luego de recibir las coordenadas pone en marcha sus motores acelerando gradualmente hasta alcanzar los 45.000 Km/h. A causa de la atracción de la

causa efecto.
Heros
masa,
menos
acelera
menos
Fuerza

Inercia: los cuerpos son alterados por la fuerza que ocasiona la velocidad.

Acción-reacción. El cohete y propulsores empujan en sentidos opuestos.
Causa-efecto.
A mayor fuerza, mayor aceleración.

Causa-efecto.
Mayor fuerza + ac

² La ignición es la acción y resultado de estar un cuerpo encendido.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



Tierra la nave pierde velocidad, esto es observado por la tripulación gracias a los instrumentos para medir la velocidad.
→ Causa-efecto: + masa = - aceleración en sentido contrario.

Luego al acercarse a la Luna, en la gravisfera lunar que se encuentra situada a las cinco sextas partes del recorrido entre la Tierra y la Luna, el vehículo que avanza a 3.700 Km/h y acelera a 9.000 Km/h atraído por la gravedad lunar.
→ Causa: + masa = + aceleración en el mismo sentido
efecto

La misión está casi terminada, las fotografías fueron tomadas y solo falta realizar la trayectoria de regreso libre, la cual permite a la nave pasar orbitando por detrás de la Luna y volver a la Tierra sin que sea necesario un encendido de motor. Durante el regreso a casa se realizan correcciones de rumbo, cuando la nave se acerca a la tierra a 40.000 Km/h no hace falta motores de frenado ya que el rozamiento es el que se encarga de disminuir esta gran velocidad a unos cientos, de modo que puedan abrirse los paracaídas sin que haya ruptura de la nave.
Causa-efecto: Aumentan las fuerzas y disminuye aceleración

La misión para Lucky y sus compañeros fue un éxito rotundo al haber ganado experiencia valiosa y experimentar tal vivencia gracias a las aproximaciones que se obtienen con los modelos físicos sin los cuales habría sido imposible tal hazaña.

1. Identifica y subraya en el texto uno o varios fragmentos donde se evidencie las leyes del movimiento y explica por qué esos fragmentos están relacionados con cada ley.

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Facultad de Educación



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA

1803

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



- IV. Cree usted que utilizar la literatura en la clase de física contribuyó a comprender las leyes del movimiento. Argumente.

Si, ya que el hecho de llevar la información a contextos más cotidianos permite realizar análisis, ejemplificaciones y detallar más a fondo lo observado en clases. Se satisfacen dudas y se deja de lado el pensamiento de "¿y esto como se ve en la vida?".

- V. De lo trabajado en esta intervención qué conceptos de los que fueron abordado aún no comprendes.

Aún tengo dudas con los sistemas. Como trabajan para evitar que las fuerzas se anulen.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes

142



PRUEBA DE VERIFICACIÓN

NOMBRE: _____ FECHA: 21 octubre NOTA: _____

Objetivo: Evaluar la comprensión y la aplicación de las tres leyes del movimiento

Sugerencias: Lea cuidadosamente la evaluación. Utilice solo las hojas de la evaluación. Recuerde que no se permite el intercambio de implementos de trabajo, ni consultas durante la evaluación.

I. Un compañero de estudio no entiende la relación que existe entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento. ¿cómo le explicaría usted la segunda ley del movimiento a partir del concepto de cantidad del movimiento?

Tenga en cuenta:

- Especificar cómo entiende usted la relación entre cantidad de movimiento y la segunda ley del movimiento.
- Emplear ilustraciones, ejemplos y analogías.

R/

La relación que existe entre estos dos son los conceptos de velocidad y masa, la segunda ley dice que al aplicarle fuerza a una masa esta acelera y al acelerar genera cierta cantidad de movimiento el cual depende de la masa y la velocidad de los objetos, es decir un objeto grande o poca velocidad puede tener igual cantidad de movimiento que un objeto pequeño a mucha velocidad.

Ejemplo:

Una persona está por recibir 2 pelotas que están en movimiento, la primera es pequeña recibida a una gran velocidad, la segunda es un poco más grande pero llega muy despacio, la persona percibe la misma fuerza al recibir cualquiera de las pelotas.

1 8 0 3



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

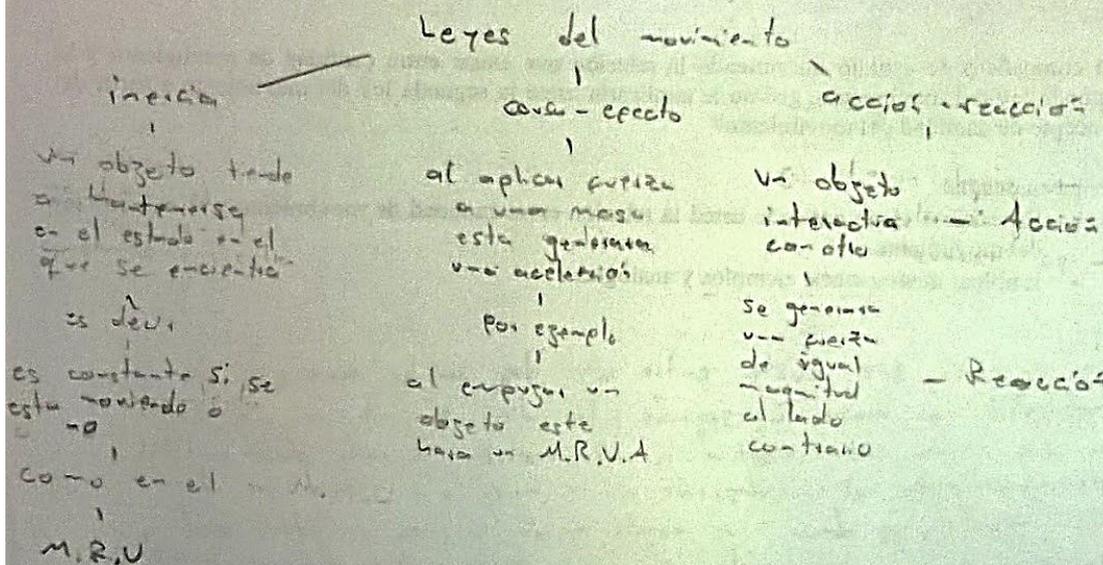
Facultad de Educación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



- II. Construya un mapa conceptual¹ utilizando los siguientes términos: Fuerza, sentido, cambio, masa, reacción, leyes del movimiento, constante, inercia, movimiento rectilíneo uniforme, movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, acción, dirección, velocidad, magnitud, distancia, aceleración e interacción.



¹ El mapa conceptual permite la organización y jerarquización del conocimiento de un tema y se conforma de: CONCEPTOS, PROPOSICIONES y PALABRAS ENLACE.



- III. Lea atentamente el texto literario que aparece a continuación y responda la siguiente preguntas.

DIARIO DE UN DIRECTOR DE VUELO

Tres, dos, uno ¡listos para el despegue!

El 7 de noviembre de 1972, el Apolo 15 realizaría su segundo viaje espacial en dirección hacia la Luna, con la misión de tomar mejores fotografías de esta. El Apolo 15 es tripulado por tres astronautas veteranos: George, Michael, Sting y un astronauta novato llamado Lucky, el cual realizará su primer viaje espacial.

A las 10:00 a.m., los astronautas son trasladados hasta la nave, la abordan, toman sus lugares y abrochan sus cinturones para proceder al lanzamiento, mientras tanto el director de vuelo Jeffry verifica las sugerencias realizadas en su computador y habla con los miembros de su equipo, entonces comienza la secuencia de ignición².

Los cohetes adheridos a la nave principal se desprendían de esta por fases, una vez era consumido el combustible. Esto es lo que ocurrió durante el despegue del Apolo 15: cuando los cinco motores F1 de la primera fase se encienden, los sistemas de refrigeración de inmediato arrojan varias toneladas de agua sobre la estructura metálica del cohete para protegerla del calor, en ese momento Lucky pregunta con voz nerviosa: ¿falta mucho? - ¡El sonido de los motores me impacienta!- Exclamó Lucky.

Cuando la nave alcanza el 95% de su empuje total, los cuatro ganchos que sujetan el cohete saltan hacia atrás sacudiendo la nave, momento en el cual esta se despega de la plataforma y comienza a elevarse, en ese mismo instante la gran fuerza desarrollada por los motores F1, aprisionan contra su asiento a los cuatro astronautas en sentido contrario al del cohete, para ese tiempo recorrido del lanzamiento los motores F1 consumen 15 toneladas de combustible por segundo.

A las 10:42 de la mañana la nave abandona la rampa de lanzamiento. Ciento sesenta segundos después, los motores de la segunda fase se ponen en marcha, ya que los motores F1 han agotado su combustible y se desprenden del cohete, iniciando la segunda fase que consta de cinco motores J2 cuya función es que la nave siga ganando altura cada vez a mayor velocidad y pueda dejar la superficie terrestre.

Tres minutos después, los cinco motores J2 de la segunda fase se separan del resto de la nave, ocasionando que Lucky y el resto de la tripulación se inclinen hacia adelante en el mismo sentido de vuelo de la nave a causa de la desaceleración, mientras que las turbobombas de la tercera fase envían combustible a su único motor, el mecanismo de ignición se activa y el cohete vuelve a acelerar, doscientos nueve segundos después el motor se apaga y los astronautas notan la ausencia de gravedad aunque son conscientes que la Tierra sigue haciendo una fuerza de atracción sobre la nave, después de completar su segunda órbita alrededor de la Tierra, Lucky y sus compañeros esperan órdenes de Jeffry para continuar con la misión hacia la Luna.

Aún con sesenta toneladas de combustible en su tanque, la tripulación luego de recibir las coordenadas pone en marcha sus motores acelerando gradualmente hasta alcanzar los 45.000 Km/h. A causa de la atracción de la

² La ignición es la acción y resultado de estar un cuerpo encendido.



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



Tierra la nave pierde velocidad, esto es observado por la tripulación gracias a los instrumentos para medir la velocidad.

Luego al acercarse a la Luna, en la gravisfera lunar que se encuentra situada a las cinco sextas partes del recorrido entre la Tierra y la Luna, el vehículo que avanza a 3.700 Km/h y acelera a 9.000 Km/h atraído por la gravedad lunar.

La misión está casi terminada, las fotografías fueron tomadas y solo falta realizar la trayectoria de regreso libre, la cual permite a la nave pasar orbitando por detrás de la Luna y volver a la Tierra sin que sea necesario un encendido de motor. Durante el regreso a casa se realizan correcciones de rumbo, cuando la nave se acerca a la tierra a 40.000 Km/h no hace falta motores de frenado ya que el rozamiento es el que se encarga de disminuir esta gran velocidad a unos cientos, de modo que puedan abrirse los paracaídas sin que haya ruptura de la nave.

La misión para Lucky y sus compañeros fue un éxito rotundo al haber ganado experiencia valiosa y experimentar tal vivencia gracias a las aproximaciones que se obtienen con los modelos físicos sin los cuales habría sido imposible tal hazaña.

1. Identifica y subraya en el texto uno o varios fragmentos donde se evidencie las leyes del movimiento y explica por qué esos fragmentos están relacionados con cada ley.

- Acción - Reacción se presenta cuando la fuerza de los motores los empujan hacia atrás. Ya que todos los motores generan una acción y el que están empujados hacia atrás es la reacción.
- Inercia - en el momento en el que se detiene la desaceleración y se frenan hacia adelante ya que tratan de mantener la velocidad con la cual iban.
- Cuando se despegó los motores generaron una fuerza y de ese momento una aceleración hacia arriba.

1803



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

Facultad de Educación



Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Departamento de las Ciencias y las Artes



- IV. Cree usted que utilizar la literatura en la clase de física contribuyó a comprender las leyes del movimiento. Argumente.

Si ya que nos permite saber a que tipo de experiencias de la vida cotidiana podíamos explicar estas leyes.

- V. De lo trabajado en esta intervención qué conceptos de los que fueron abordado aún no comprendes.

1 8 0 3



23/09/15

Esta es la primera clase de intervención, se va a desarrollar una actividad diagnóstica con la ayuda de unas historietas de superhéroos en las cuales se puede proponer el modelo de las leyes como explicación del suceso. La idea es explorar a fondo las ideas que tienen sobre las leyes, pero aproximándonos a ellas a través de situaciones, además de ir discutiendo.

... Pudimos encontrar que para muchos de los estudiantes (masculinos) la situación del disparo se les hacía muy cercana, pues por ejemplo cuando se decía el movimiento de la pistola hablaban con propiedad, como quien está reviviendo el momento y no como los que lo ven en televisión.

Esto seguramente porque esta intervención se desarrolla en un barrio donde tiene auge el conflicto armado.

Así los análisis de las situaciones no se hizo desde el modelo físico sino más bien desde sus experiencias, esto de manera general.

También hubo una buena cuida a la prueba, pues alrededor de todo el año solo habían resuelto ejercicios, ∴ logre escribir algo porque las preguntas no tenían carga matemática.



CONSTRUYENDO MEJORES PROYECTOS

30/09/15

Para esta clase, ellos debían haber terminado la lectura de algunos capítulos de Hewitt sobre el tema, porque la idea era que pudieran con esta lectura tener un acercamiento, un contraste y propiedad. Además se les pidió que realizaran un mapa conceptual, como una ayuda conductista, pues muchos no tienen compromiso y responsabilidad y probablemente no iban a hacer la lectura. Nos sorprendió de los estudiantes, que en la mayoría se manifestó un agrado por la lectura hecha, por ejemplo de las impresiones: fue muy interesante hacer la lectura porque ya al menos uno sabe alguna cosa, al menos sé de qué se trata y puedo decir algo sobre eso; aprendimos a interpretar varias formulas. Me gustaron los ejemplos por que te ayudan a entender mejor la teoría que a veces puede ser complicada. También, en buena medida, se produjeron dudas, esto fue bueno por que se pudo discutir entre ellos y con nosotros, aumentando la participación de la clase.



14/10/15.

En esta clase no acompañaron los asesores y otros compañeros del seminario. Para esta clase se esperaba en principio hacer la lectura del fragmento momentos de guerra y presentar los videos que ellos habían hecho.

El comienzo de la clase fue complicado, por que la decoración del salón que ellos habían hecho al principio del año estaban dañados, de manera que estuvo demorado capturar la atención.

Se hace la lectura del fragmento, y ellos comienzan a resolver la actividad y finalmente se hace un debate, una discusión, de algunos puntos.

Nos llama la atención, que el hecho sorprendentemente que la mayoría de los estudiantes tenían relación con la decisión del capitán de ir a atacar la otra embarcación, esto por que a pesar que el capitán sabe la interacción física, reconoce las consecuencias, sale a la borda exponiendo su vida, es decir, los estudiantes que también ya tienen una idea del modelo físico y se ponen en el lugar del capitán, ellos saben que

