TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA

MEJORANDO LA COMPRENSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS EN LA CINEMÁTICA

JOHN ESTEBAN SUAZA MUÑOZ

98771543

Director

JÓSE ADÁN RAMOS VALENZUELA

Evaluador

JULIO ALBERTO URIBE CÁLAD

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

FACULTAD DE CIENCIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

2013

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 5

1. INTRODUCCIÓN 5

2. MARCO TEÓRICO 7

2.1. REFERENTE TEÓRICO. 7
2.2. REFENTE DISCIPLINAR. 9
2.2.1. Cantidad Escalar. *10*
2.2.2. Cantidad Vectorial. *11*
2.2.3. Distancia recorrida. *11*
2.2.4. Desplazamiento. *12*
2.2.5. Rapidez. *12*
2.2.6. Velocidad. *12*
2.2.7. Aceleración. *13*
2.2.8. Primera Ley del Movimiento. *13*
2.2.9. Segunda Ley del Movimiento. *14*
2.2.10. Movimiento uniformemente acelerado. *14*

3. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA. 16

3.1. OBJETIVO GENERAL. 16
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS. 16

4. METODOLOGÍA 18

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 20
4.2. CARACTERIZACIÓN DE CASOS 22
4.2.1. Estudio de casos *22*
4.2.2. Características de los casos instrumentales *24*
4.3. VALIDACION DE LA INVESTIGACIÓN 25
4.3.1. Triangulación *25*
4.3.1.1. Con guías. 25
4.3.1.2. Con el marco teórico. 26

5. CRONOGRAMA 27

6. ANALISIS 28

6.1. ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS 29
6.1.1. Interpretación directa. *29*
6.1.2. Suma categórica. *30*
6.1.3. Correspondencia y modelos. *30*

7. DISEÑOS 31

7.1. DISEÑO NÚMERO 1: CONSTRUCCIÓN DE LOS COHETES DE AGUA 32
7.2. DISEÑO NÚMERO 2: TOMA DE DATOS UTILIZANDO EL COHETE DE AGUA 41
7.3. DISEÑO NÚMERO 3: TOMA DE DATOS SOBRE EJERCICIO DESPLAZAMIENTO, DISTANCIA RECORRIDA, CAMBIOS DE VELOCIDAD Y PREGUNTAS CONCEPTUALES. 43
7.4. DISEÑO NÚMERO 4: INTERPRETACIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CINEMÁTICA. 46

8. SISTEMATIZACIÓN 47
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS 51
10. EVALUACIÓN 62
11. CONCLUSIONES 63
12. BIBLIOGRAFÍA 64
13. EVIDENCIAS 65

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Cronograma. **27**
Tabla N°2. Toma de datos utilizando cohete de agua. **41**
Tabla N°3. Toma de datos para relación de Presión, Fuerza y Aceleración. **42**
Tabla N°4. Toma de datos para Distancia Recorrida y Desplazamiento. **44**
Tabla N°5. Categorías **48**
Tabla N°6. Sistematización **49**

RESUMEN

El propósito de este ejercicio es implementar una estrategia de aprendizaje que permita superar la dificultad que tienen muchos estudiantes para diferenciar entre los conceptos de desplazamiento, distancia recorrida, velocidad, rapidez, aceleración y más aún la interpretación gráfica de los mismos, evidenciada en la falta de apropiación conceptual y en la utilización cotidiana de un lenguaje "coloquial" para designar tales fenómenos físicos.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los años de experiencia docente en el sector privado de la educación se ha podido observar que en el proceso de enseñanza aprendizaje del tema de cinemática, en física, los estudiantes no establecen la diferencia entre los conceptos de posición, desplazamiento, espacio recorrido, velocidad, rapidez y la aceleración constante en un movimiento uniformemente acelerado; por ende, cualquier explicación que pretendan realizar de un evento físico de la vida cotidiana, de alguna situación de clase o de un laboratorio, que implique utilizar los conceptos mencionados anteriormente, lo hacen sin ninguna discriminación alguna, como por ejemplo que se refieran al tacómetro(odómetro) de los carros como el velocímetro (mide la velocidad) y no como el rapidocímetro (mide la rapidez) ó que se plantee que cierta partícula recorre una distancia en una dirección determinada, termina su movimiento, llega al mismo lugar donde empezó; y se les cuestione a los estudiantes por el desplazamiento total de la partícula? La respuesta más común, permite concluir que no diferencian entre lo que es desplazamiento y distancia recorrida.

También cuando se representan las gráficas de Velocidad vs Tiempo, Posición vs Tiempo y Aceleración vs Tiempo, se pide a los estudiantes que diferencien los tipos de movimiento que representan y hagan interpretaciones de estas, generalmente no saben hacerlo o identifican líneas rectas inclinadas y

horizontales, ni siquiera saben identificar si la pendiente es positiva, cero o negativa; también identifican parábolas pero no relacionan ni interpretan esas gráficas con las posibles situaciones que pueden ocurrir en el movimiento analizado, por ejemplo: la línea recta horizontal de la gráfica de Velocidad vs Tiempo, en el movimiento rectilíneo uniforme, significa que la velocidad es constante y gracias a esto, ella no sufre ninguna alteración en la magnitud…… , sin mencionar el análisis de gráficas en dos dimensiones (el movimiento parabólico).

Los estudiantes del colegio Calasanz no son ajenos a la situación problémica planteada anteriormente, lo que permite a un maestro comprometido con el proceso de formación, generar estrategias de aprendizaje, en la física, partiendo de la siguiente pregunta:

¿Cómo lograr que el estudiante haga una interpretación adecuada de las gráficas que describen el movimiento de los cuerpos y de los conceptos fundamentales de la cinemática?

2. MARCO TEÓRICO

2.1. REFERENTE TEÓRICO.

La propuesta de intervención en el aula sobre la comprensión de los conceptos y las gráficas en la cinemática, en el Colegio Calasanz se da en la medida en la cual los estudiantes interpretan de forma errónea los conceptos básicos de la cinemática, lo que conlleva a una mala interpretación de los fenómenos relacionados con el movimiento.

La presente estrategia de enseñanza estará enmarcada dentro de una metodología de tipo constructivista ya que, por medio de las actividades teórico - prácticas y experimentales se pretende que el estudiante construya su propio conocimiento, a partir de la interpretación de los fenómenos observados en la cotidianidad referentes al movimiento y en la interacción maestro - estudiantes y estudiante - estudiante, y por tanto obtener unas hipótesis y conclusiones coherentes acerca de lo que ocurre en el fenómeno objeto de estudio.

A continuación se definirá cada una de las actividades propuestas para la enseñanza y en particular la metodología anteriormente mencionada.

a) Teóricas: estas no se pueden desligar de ningún fenómeno de la naturaleza, en especial el del movimiento ya que a partir de las teorías, podemos efectuar análisis, interpretaciones y generalizaciones sobre el evento físico objeto de estudio.

b) Prácticas: donde el estudiante pueda identificar y relacionar los fenómenos que se presentan en la vida cotidiana y, en particular, en situaciones referidas al fenómeno del movimiento (lanzamiento de cohetes).

c) Experimentales: en las cuales el estudiante, manipule instrumentos de medida para que visualice, analice y generalice por medio de la toma de datos, las

posibles variables que intervienen en el fenómeno físico objeto de estudio (lanzamiento de cohetes de agua).

Como su nombre lo dice la teoría constructivista se basa en la construcción del conocimiento por parte del estudiante a través de actividades y experiencias propuestas y contextualizadas por el maestro.

Con relación a lo anterior “las tics son el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes de la información y canales de comunicación relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información” (Tello Diaz, 2009).

De esta manera se ofrece un nuevo paradigma basado en el desarrollo de la tecnología, en donde se puede obtener una información más clara y precisa, estableciendo análisis y relacionando variables para obtener una mejor información. Para este caso se utilizarán las nuevas tecnologías de la información, las tics (wikis, redes sociales, blogs, plataformas virtuales entre otros…), así los estudiantes no sólo tienen a su alcance el acceso a un mundo de información ilimitada de manera casi inmediata, sino que lo hacen por un medio que para ellos es de mayor agrado que los textos escolares. La presente intervención en el aula relacionará el uso de las nuevas tecnologías con la teoría constructivista, explorando cómo estas, aportan aplicaciones las cuales, al ser utilizadas en el proceso de enseñanza aprendizaje, pueden originar un aprendizaje de tipo significativo.

De acuerdo con los autores, se entiende que el “Aprendizaje significativo es el proceso que se genera en la mente humana cuando incorpora nuevas informaciones de manera no arbitraria y sustantiva y que requiere como condiciones: predisposición para aprender y material potencialmente significativo que, a su vez, implica significatividad lógica de dicho material y la presencia de ideas de anclaje en la estructura cognitiva del que aprende” (Rodríguez Palermo, 2004)

Para el individuo en la construcción de su conocimiento, cambiar el esquema tradicional de educación, donde el papel y el lápiz tienen el protagonismo principal, y establecer un nuevo estilo en el que se encuentren presentes las mismas herramientas pero añadiéndoles las aplicaciones de las nuevas tecnologías, aporta una nueva manera de aprender, que crea en los estudiantes una experiencia única para la construcción de su conocimiento.

2.2. REFENTE DISCIPLINAR.

"Un principio fundamental del enfoque del desarrollo cognitivo nos dice que debemos ubicar a los alumnos en un entorno de aprendizaje que permita propiciarles la investigación, el descubrimiento y la construcción de una comprensión, gracias a sus propios esfuerzos" (Ramírez Salazar, 1998).

Como se insinuó anteriormente, el propósito fundamental de este trabajo es el de presentar una estrategia de enseñanza, tanto en la forma como en los métodos que se utilizan para la adquisición del conocimiento ó el redescubrimiento de los conceptos fundamentales de la cinemática y la interpretación gráfica de éstos.

En particular en el estudio de la física, se hace necesario trabajar con magnitudes físicas las cuales poseen propiedades, unas son solo numéricas y sus unidades respectivas como: masa, densidad, tiempo, temperatura, rapidez entre otras y otras además de numéricas con sus unidades especifican también una dirección, algunas de estas son: la velocidad, la aceleración, la fuerza entre otras; lo anterior conlleva a involucrar entonces los conceptos de Magnitudes Escalares, como aquellas que hacen referencia a la cantidad solamente y las Magnitudes Vectoriales, las cuales poseen magnitud y dirección. Para dar una interpretación adecuada de lo que ocurre al analizar el fenómeno del movimiento, es necesario llamar a los fenómenos por su nombre y darles una adecuada explicación usando la terminología pertinente.

Para comprender Cómo y por qué se mueven los cuerpos se partirá de la primera y segunda leyes del movimiento, planteadas en los Principia Matemática de Isaac Newton y las formulas realizadas por Leonard Euler respecto a la matematización de las leyes del movimiento. Todo esto conlleva al concepto de Inercia y al concepto de Fuerza como eje articulador para comprender los diferentes estados de movimiento que puede tener determinada partícula: movimiento uniforme, movimiento uniformemente acelerado, movimiento acelerado y las interpretaciones que se puedan hacer por medio del análisis riguroso de los fenómenos.

Para lograr una correcta asimilación y claridad conceptual, uno de los objetos de esta propuesta didáctica, se partirá de los conceptos formulados en los textos; Física Conceptual de Paul Hewit, Física de Wilson, Buffa, Lou y física de Giancoli

2.2.1. Cantidad Escalar.

"Algunas cantidades pueden describirse totalmente por un número y una unidad. Solo importan las magnitudes en los casos de un área de $12m^2$, un volumen de $40cm^3$, una distancia de 50 km. Este tipo de cantidades se llaman **cantidades escalares.**

Una cantidad escalar se especifica totalmente por su magnitud, que consta de un número y una unidad. Por ejemplo, rapidez (15m/s), distancia (12km), y volumen ($200cm^3$).

Las cantidades escalares que se miden en las mismas unidades pueden sumarse o restarse como si fuesen términos semejantes, por ejemplo: 15m + 4m = 19m, 14mm – 13mm = 1mm, entre otros". (Paul, 2009)

2.2.2. Cantidad Vectorial.

“Algunas cantidades físicas, como la fuerza y la velocidad, tienen magnitud y además dirección, es decir, en qué sentido están actuando dichas cantidades, por ejemplo, en el caso de la fuerza, suponiendo que solo la magnitud de la fuerza es constante, no sería lo mismo que una persona empuje a otra, de espaldas o de frente, del lado derecho o del lado izquierdo con la misma magnitud, ya que el efecto es diferente dependiendo del sentido en que se haya aplicado; en el caso de la velocidad habría que especificar además de la magnitud, el sentido del movimiento del vehículo, por ejemplo dos personas pueden tener una rapidez constante de 60km/h, pero una de ellas puede ir de Norte (N) a Sur (S), y la otra de Este (E) a Oeste (O).

La cantidad vectorial se especifica totalmente por una magnitud y dirección, es decir, un número, una unidad y una dirección; por ejemplo, desplazamiento (20m, hacia el N) y velocidad (30km/h, 30° hacia el N del O)”. (Paul, 2009)

2.2.3. Distancia recorrida.

“En nuestro entorno vemos muchos casos de movimiento pero ¿qué es movimiento? En relación a lo anterior se piensa que el movimiento está relacionado con el cambio de posición; el movimiento puede describirse en parte especificando qué tan lejos viaja algo al cambiar de posición; es decir, qué DISTANCIA RECORRE.

Distancia es simplemente la longitud total del trayecto recorrido al moverse de un lugar al otro” (Wilson, Buffa, & Lou, 2007)

2.2.4. Desplazamiento.

“En el movimiento en línea recta, o rectilíneo, conviene especificar la posición usando el conocido sistema de referencia; es decir, donde se ubicaran las condiciones iniciales del fenómeno; una trayectoria puede tener cualquier dirección, pero por conveniencia solemos orientar los ejes coordenados de modo que el movimiento siga uno de ellos.

Definimos entonces el desplazamiento como la distancia en línea recta entre dos puntos, junto con la dirección del punto de partida a la posición final, el desplazamiento puede ser positivo o negativo, donde el signo indica la dirección a lo largo del eje de coordenadas.

Por lo tanto el desplazamiento es una cantidad vectorial, es decir tiene tanto magnitud como dirección” (Wilson, Buffa, & Lou, 2007).

2.2.5. Rapidez.

“Es una Cantidad Escalar que representa el instante en que el automóvil está en un punto arbitrario. Por consiguiente es la razón de cambio de la distancia respecto al tiempo” (Paul, 2009).

$$RAPIDEZ\ MEDIA = \frac{Distancia\ Recorrida}{Tiempo\ total\ para\ recorrerla}$$

2.2.6. Velocidad.

“Es una cantidad Vectorial, que representa en cualquier punto de la trayectoria, la razón de cambio del desplazamiento respecto al tiempo” (Paul, 2009).

$$VELOCIDAD\ MEDIA = \frac{Desplazamiento}{Tiempo\ total\ para\ recorrerla}$$

2.2.7. Aceleración.

“En la mayor parte de los casos, la velocidad de un objeto cambia mientras este se mueve; el movimiento en el que la magnitud o la dirección cambia con respecto al tiempo” (Paul, 2009).

$$ACELERACION = \frac{Cambio\ de\ Velocidad}{Tiempo\ que\ toma\ el\ cambio}$$

A continuación se presentaran las definiciones de las leyes del movimiento planteadas por Isaac Newton en los Principia Matemática; para este caso particular se tomarán la primera y la segunda ley:

2.2.8. Primera Ley del Movimiento.

"Todos los cuerpos perseveran en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impresas.
Los proyectiles perseveran en sus movimientos mientras no sean retardados por la resistencia del aire o impelidos hacia abajo por la fuerza de la gravedad. Una peonza, cuyas partes se ven continuamente apartadas de movimientos rectilíneos por su cohesión, no cesaría de girar sino fuese retrasada por el aire. Los cuerpos mayores de los planetas y cometas, que encuentran menos resistencia en los espacios libres, perseveran durante mucho más tiempo sus movimientos progresivos y circulares” (Newton I. , 1993).

Esta primera ley de movimiento, conocida comúnmente como la ley de la inercia,

permite entender la inercia como la propiedad que tienen los cuerpos de permanecer en su estado natural (reposo o movimiento uniforme en línea recta) del mismo modo que en movimiento circular como queda expresado con los ejemplos que Newton utiliza para explicar la ley. Lo que debe quedar claro con esta ley, es que los cuerpos cambian su estado solo si se ven forzados a hacerlo por una fuerza impresa.

2.2.9. Segunda Ley del Movimiento.

"El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa, y se hace en la dirección de la línea recta en la que se imprime esa fuerza.
Si una fuerza cualquiera genera un movimiento, una fuerza doble generará el doble de movimiento, una triple el triple, tanto si la fuerza es impresa entera y a la vez como si lo es gradual y sucesivamente. Y cuando el cuerpo se movía antes, este movimiento (dirigido siempre siguiendo a la fuerza generadora) se añade, se resta o se une oblicuamente al movimiento anterior, según coadyuve, se oponga o se vincule oblicuamente a él, componiendo así un nuevo movimiento formado por la determinación de ambos" (Newton I. , 1993).

Esta es la segunda ley de Newton, donde una vez más se explica que el cambio de movimiento se debe a la acción de una fuerza, pero esta vez aclara que ese cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz y, deja ver la fuerza como un vector al hablar de dirección y de expresar su suma en varias direcciones.

2.2.10. Movimiento uniformemente acelerado.

"El tipo de aceleración más sencillo es el movimiento rectilíneo, en el que la rapidez cambia a razón constante (no es velocidad ya que el movimiento lo miramos en una dimensión por lo tanto no hay cambio de velocidad en cuanto a

dirección). Este tipo especial de movimiento se conoce como MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO o de ACELERACÓN CONSTANTE" (Paul, 2009).

Después de haber aclarado los conceptos básicos los cuales son objetos de estudio, vamos a sustentar el por qué esta nueva propuesta es innovadora en el proceso enseñanza y aprendizaje de la física.

Las experiencias prácticas, los laboratorios y las herramientas tics serán de gran aporte para la interpretación y la representación gráfica del movimiento, ya que serán de gran ayuda por la facilidad que tienen de representarlo; por ejemplo, por medio de las wikis se pueden enlazar videos tutoriales, aplicaciones interactivas (simuladores), entre otras, las cuales expliquen un tema particular del fenómeno del movimiento; la wiki hace que en un solo lugar se pueda encontrar diversidad de herramientas de estudio para el agrado de los estudiantes y no solamente eso sino también que proporciona información la cual se puede interiorizar de una manera más agradable a la que se encuentran en los propios textos escolares de física, sin mencionar los laboratorios y las conclusiones que ellos pueden obtener de la propia experiencia; cabe aclarar en este último punto que será importante la compañía que el profesor le dé a la orientación de las actividades que el estudiante realizará para que construya su propio conocimiento y así no se encamine en una concepción aristotélica de analizar el mundo por medio de los sentidos.

Lo importante es que el maestro busque como proporcionar la información de forma simple y motivadora para el estudiante. Al respecto Einstein plantea:

*"*Todos los movimientos que se observan en la naturaleza - por ejemplo, la caída de una piedra en el aire, un barco surcando el mar, un auto avanzando por la calle - son en realidad muy intrincados (difíciles de comprender). Para entender estos fenómenos es prudente empezar con los ejemplos más simples y pasar gradualmente a los casos más complicados*"* (Einstein & Leopold, 1986).

3. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar una estrategia de aprendizaje innovadora, que permita al estudiante una apropiación de los conceptos de desplazamiento, distancia recorrida, velocidad, rapidez, aceleración y la interpretación gráfica de estos; para mejorar la competencia interpretativa y argumentativa de los conceptos físicos apoyados en herramientas tecnológicas como: tics (wikis, bolcks, plataformas virtuales, el correo electrónico institucional)

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

OBJETIVO CURRICULAR.

- Diseñar estrategias que permitan a los estudiantes establecer diferencias y relaciones entre los conceptos fundamentales de la cinemática, utilizando una metodología práctica y experimental.

OBJETIVOS DIDACTICOS.

- Utilizar las tics, como la wiki y la plataforma virtual Moodle como herramienta que permita la apropiación de los conceptos físicos, de tal manera que sean significativo para los estudiantes.

- Utilizar los cohetes de agua como una estrategia para que el estudiante visualice e interprete fenómenos físicos que se le presentan en su vida cotidiana.

OBJETIVOS EVALUATIVO.

- Evaluar la estrategia implementada, para la apropiación de los conceptos fundamentales de la cinemática.

- Realizar una retroalimentación de los conceptos físicos adquiridos por los estudiantes a través de la formulación de la metodología y las estrategias empleadas formulada

4. METODOLOGÍA

La física es una ciencia que se basa en un componente experimental, Un discurso puede ser muy bien dirigido, pero considero que se puede conceptualizar e interpretar mediante la experimentación y la demostración.

La historia de las ciencias naturales, en particular la física, a través de la experimentación, nos revela a un Einstein, Newton, Galileo, entre otros, como personajes curiosos que “jugaban” con elementos que les ayudarían a plantear sus teorías. Como se puede evidenciar, las ciencias naturales tienen como punto de referencia la experimentación y la demostración para conceptualizar los conocimientos en fórmulas matemáticas, que dan cuenta de los fenómenos observados.

Mientras Leibniz trabaja la parte filosófica de las ciencias naturales, Sr Isaac Newton se dedicó a la experimentación, demostración y conceptualización de los fenómenos físicos, este hecho condujo a que fuera más exitoso Newton que Leibniz, sin desconocer claro está los aportes tan importantes que hizo a la ciencia Leibniz en su aspecto filosófico. La imaginación puede con todo, pero en la práctica podemos tener claro (evidencia) la realidad que muchas veces pasa tan desapercibida ante nuestros ojos y ante los ojos de los demás.

En nuestro medio, un maestro comprometido con la enseñanza de las ciencias naturales, debe guiar a sus estudiantes de manera asertiva por un camino por el cual se valoren la observación, la demostración y la experimentación de las ciencias naturales dejando la teorización para cuando se tengan claras las concepciones teóricas a partir de la experimentación y no visualización de los fenómenos naturales; a pesar de las dificultades que se tenga con las condiciones físicas del plantel educativo, la falta de material didáctico y tecnológico en la institución educativa; luego es muy importante que el maestro con su metodología empleada también guie a sus estudiantes a desarrollar el ingenio y su creatividad.

Como consecuencia de lo anterior se pueden desarrollar las competencias y objetivos propuestos por el maestro.

Ante este hecho y como maestros en ejercicio, se parte de los conceptos teóricos aprendidos por el estudiante para buscar otros caminos que posibiliten en él una mejor comprensión e interpretación de los fenómenos y así pueda renovar o fortalecer su conocimiento, dicho camino es la parte práctica y experimental de los eventos físicos en cuestión.

La enseñanza de la física en la educación media, ha olvidado completamente la epistemología de las ciencias y la ha abordado sólo desde la parte teórica y experimental, conduciendo al estudiante a un estado que no le permite la reflexión y análisis propiciando la mecanización, alejándolo de la génesis y el verdadero sentido de las ciencias físicas.

Debido a la importancia de la experimentación en física y a las diferencias existentes entre lo teórico y lo práctico, se implementará para los estudiantes de décimo un modelo que les proporcione elementos adecuados para una mejor comprensión de los conceptos de la cinemática incluyendo la interpretación gráfica de los fenómenos físicos.

El punto de partida será los preconceptos o ideas que el alumno conoce o ha oído mencionar (aceleración, velocidad, desplazamiento entre otros); sin embargo, se dará un breve interpretación para que el estudiante los aclare, con este fin, utilizaremos un modelo comparativo, el cual incluye los conceptos que se desean trabajar a partir de los fenómenos de la vida cotidiana con los cuales el estudiante se enfrenta.

Los países en vía de desarrollo, en pos de una mejoría en la calidad de la educación, requieren la formación de un gran número de científicos y técnicos capaces de desarrollar una ciencia y una tecnología de acuerdo a las necesidades particulares de cada país. Esto obliga a los institutos de educación a proponer un cambio en torno a la enseñanza de las ciencias naturales y en particular en la

metodología y la didáctica de la física. Para ello se propone la siguiente metodológica los siguientes aspectos:

- Identificar y caracterizar el conocimiento básico que permitan al estudiante comprender íntegramente los fenómenos físicos y la relación de la física con otras ciencias.
- Destacar la conceptualización e interpretación de los diferentes contenidos de la física y la interrelación que existen entre estos, haciendo notar el alto grado de interdisciplinaridad que puede alcanzarse con cada uno de ellos apoyados en las herramientas tics.
- Inculcar en los estudiantes la aplicación de un método analítico el cual integre tanto interpretaciones cualitativas como cuantitativas para el estudio de cualquier fenómeno físico, propiciando el desarrollo de sus competencias.

Para la elaboración de la propuesta se tomaron como base los estándares y los lineamientos curriculares de ciencias naturales, los cuales insisten que debemos ser innovadores en la forma de impartir el conocimiento para propiciar un aprendizaje significativo en nuestros estudiantes, el cual se origina a partir de la interacción del estudiante con el objeto de estudio; como caso particular se propicia la inclusión de la experimentación de contenidos como : el movimiento uniforme y uniformemente acelerado, a partir del estudio y el comportamiento de los cohetes de agua, en donde se puede evidenciar la variedad de fenómenos físicos presentes al lanzarlos y, de esta manera conceptualizar e interpretar las leyes que los rigen.

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los lineamientos de la propuesta desarrollados están enmarcados en los parámetros de la investigación cualitativa, en la cual se privilegió la comprensión antes que la explicación causa-efecto. Estos criterios se circunscriben en la

perspectiva de Vera:

> *"La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma investigación procura por lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular. A diferencia de los estudios descriptivos, correlaciónales o experimentales, más que determinar la relación de causa y efectos entre dos o más variables, la investigación cualitativa se interesa más en saber cómo se da la dinámica o cómo ocurre el proceso en determinado problema"*[1]

De esta manera se profundizó en un problema específico que está dado por el contexto particular en el cual se desarrolló la investigación.

Otro de los aspectos que se resalta en esta propuesta de carácter cualitativa es su carácter personal e interpretativo, en el cual se pone de manifiesto el trabajo del investigador. En este sentido, el énfasis en la interpretación, es una de las características más relevantes de esta investigación (Stake, 1998), la interpretación entonces juega un papel importante en la selección de los casos, en la toma de datos y no solo en el análisis de estos.

Las generalizaciones en esta investigación cualitativa se hicieron sobre los casos y no se buscó hacer generalizaciones universales. Para llegar a generalizaciones particulares sobre el caso, se requiere de las interpretaciones del investigador, las cuales deben estar más allá de la mera relación de los datos observados. En una investigación cualitativa no se está buscando una comprensión nueva, por el contrario lo que se pretende es una comprensión más precisa del caso analizado, en el cual se intentan especificar los diferentes aspectos que el caso tiene y que pueden servir para plantear interpretaciones más precisas sobre éste. (Stake, 1998).

---

[1] VERA Vélez, Lamberto, http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/INVESTIGACION_CUALITATIVA.pdf

En este orden de ideas se propuso poner en marcha una estrategia investigativa que reuniera los elementos mencionados y que estuviera acorde con el contexto particular en el que se pensaba implementar, el cual tenía una organización particular que se explicita a continuación. La dinámica de investigación se desarrolló en los grupos de grado 9 del colegio Calasanz así:

1. Además del maestro encargado del curso, se contó con la asistencia de otros dos maestros de la asignatura de Física, cada uno de los cuales velaba porque los instrumentos aplicados estuvieran ajustados a la temática a analizar.

2. Los estudiantes tenían un único maestro destinado a desarrollar la temática propuesta en cada clase, mientras que los otros dos hacían un seguimiento valorativo de las distintas facetas que se presentaban dentro del aula de clase por parte de los estudiantes. Todo lo observado quedaba consignado en los diarios de campo que cada uno de ellos llevaban.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE CASOS

4.2.1. Estudio de casos

Dentro del desarrollo de la investigación cualitativa, una de las metodologías que se puede emplear es el estudio de casos, donde lo que interesa es la particularidad de los casos estudiados y no la multiplicidad de estos. En una investigación cualitativa *"las personas y programas constituyen casos evidentes"*[2] por ser estos sistemas integrados. El caso es uno entre muchos, se debe seleccionar por la utilidad que pueda representar y lo que se pretende es

[2] STAKE, R.E. Investigación con estudio de casos. Ediciones Morata. 1998

concentrarse en él, este no debe ser general, sino puntual y complejo; además, debe buscar la comprensión antes que la descripción. A este proceso mediante el cual se concentra en un caso mientras se analiza se le llama Estudio de Casos.

Existen tres tipos de estudio de casos en la investigación cualitativa:

> **El estudio intrínseco de casos***:* Busca aprender sobre un caso particular y no sobre otros casos o sobre un problema en general. El caso viene dado y se tiene un interés intrínseco en él.
>
> **El estudio instrumental de casos:** busca la comprensión de una cuestión mediante el estudio de un caso particular, al utilizar este caso como puente o instrumento para el análisis del otro caso.
>
> **El estudio colectivo de casos** que se da cuando tenemos que recurrir a varios casos para la comprensión del caso particular.

En la realización de este trabajo, se tiene en cuenta el tercer tipo de estudio de casos (colectivo), para esto se escogió el grupo de estudiantes de 9A, los cuales hacen el papel de casos instrumentales que ayudarán a comprender el caso general de esta investigación que consiste en: ¿Cómo lograr que el estudiante haga una interpretación adecuada de las gráficas que describen el movimiento de los cuerpos y de los conceptos fundamentales de la cinemática?

Dentro de las intenciones que se tienen, cabe enfatizar que con la comprensión de este caso se pretende permitir afrontar y superar las dificultades que se detectaron y presentaron al comienzo de la investigación: la confusión de los conceptos de desplazamiento, distancia recorrida, velocidad, rapidez, aceleración y más aún la interpretación gráfica de los mismos, evidenciada en la falta de apropiación conceptual y en la utilización cotidiana de un lenguaje “coloquial” para designar los fenómenos físicos.

En esta propuesta hay que distinguir los siguientes elementos:

- El caso general que es la propuesta de enseñanza con los diferentes

elementos mencionados.

- Los casos instrumentales que son los diferentes estudiantes que se escogieron para la investigación y que aportan información para comprender el caso general.

4.2.2. Características de los casos instrumentales

Aunque el análisis de resultados solamente se realiza con el grado 9A, toda la propuesta planteada a lo largo del trabajo se aplica a los grados 9B y 9C del colegio Calasanz de Medellín; los criterios para seleccionar este grupo se llevó a cabo en el análisis que se hizo del curso durante las primeras semanas del periodo académico, y se basaron en las intenciones propias del maestro. Uno de los criterios que se tuvo en cuenta a la hora de seleccionar los casos fue escoger el grupo que tuviera espíritu participativo en clase e interés por el conocimiento de la física, para que a la hora de analizar las guías y los discursos de cada uno de ellos, se tuvieran más elementos de juicio y fuera posible hacer una buena interpretación de ellos, lo cual se ve traducido en una mayor rentabilidad a la hora de obtener datos concluyentes.

Finalmente como criterio de selección, se optó por encontrar una diversidad o multiplicidad de formas de pensar, entorno al fenómeno físico, de tal manera que permitiera contrastar de diferentes formas los argumentos que se iban a plantear con respecto a los diferentes conceptos que se presentarían en las actividades, reflejado en las opiniones planteadas acerca de los diferentes fenómenos. Esto es útil en la medida que se pretendía observar cómo reaccionaban ante el planteamiento de argumentos que han sido propuestos por los diferentes autores que han tratado los temas sobre los que versa la propuesta.

4.3. VALIDACION DE LA INVESTIGACIÓN

Otro aspecto a considerar en esta investigación está referido a su validez. Uno de los elementos de la investigación cualitativa y de cualquier investigación es la de observar que tanta validez tienen, no solo los planteamientos y procedimientos utilizados durante la investigación, sino también las posibles aseveraciones y conclusiones que durante esta se establecen. A continuación se explicita cuáles han sido los mecanismos utilizados para establecer la validez de las diferentes estrategias aplicadas: Se buscó la confiabilidad de los instrumentos, la aplicación de estrategias de triangulación y la implementación de un proceso permanente de socialización de cada una de las fases.

4.3.1. Triangulación

Un aspecto que contribuye a validar esta investigación es de considerar una serie de estrategias evaluativas, para una investigación cualitativa, denominado triangulación, planteado por Stake: *"En nuestra búsqueda de precisión y de explicaciones alternativas, necesitamos disciplina, necesitamos estrategias que no dependan de una simple intuición y de las buenas intenciones… En investigación cualitativa esas estrategias se denominan triangulación"*[3]. Existen varias estrategias de triangulación, en esta investigación se consideran las siguientes estrategias que permitirán validar los diferentes análisis que se hagan de los instrumentos.

4.3.1.1. Con guías.

En el desarrollo de los diferentes apartados de la investigación concernientes a la aplicación de guías, se dio especial interés en presentar a cada estudiante (caso

[3] Ibíd. Pág. 94

instrumental) diferentes formas de evaluar su percepción sobre un concepto determinado, en esta medida, por ejemplo, el concepto de inercia que es primordial en el de movimiento y de los otros que de allí se derivan, se observó su conceptualización con las diferentes guías. Esto brinda una base más sólida para hacer las observaciones sobre cada caso.

En el desarrollo de los análisis se reportan observaciones del Maestro investigador, sustentadas en la aplicación de varias guías a un mismo caso.

Un mecanismo para mirar la forma particular como cada caso(estudiante) asimila los conceptos centrales de la investigación, consistió en observar regularidades en la conceptualización de cada uno al aplicar las guías.

Observar regularidades en la conceptualización de cada caso en la aplicación de varias guías, fue además un mecanismo para mirar la forma particular como cada caso asimila los conceptos centrales de la investigación.

4.3.1.2. Con el marco teórico.

Para implementar la estrategia de triangulación, se elaboran las guías, las cuales se explicitaron los contenidos e intención y fueron construidas con base en el marco teórico. Como estas guías son de diferente índole y se trabajar en diferentes momentos del curso y del desarrollo conceptual del estudiante dentro de él, son una fuente inigualable de datos relevantes para plantear y controlar los análisis y propuestas en diferentes momentos de la investigación.

Como quedó explícito en el marco teórico, en la conceptualización de un fenómeno particular pueden entrar en juego diferentes perspectivas que generan explicaciones de este. A lo largo de la historia han tenido relevancia múltiples perspectivas del movimiento que como consecuencia generan una interpretación y explicación de éste. En esta investigación se trató de observar la correspondencia

de algunas de estas perspectivas recogidas en el marco teórico con el pensamiento del estudiante, es en esta medida que el marco teórico con las diferentes perspectivas que contiene, sirve como elemento para construir y controlar los análisis que se adelantan en esta investigación.

5. CRONOGRAMA

Tabla N°1. Cronograma.

Sesión	Tema	Objetivos	Conceptos	Contenidos Procedimentales
1	Historia de los Cohetes: pioneros.	Conocer el esfuerzo del hombre para construir maquinas que puedan sobrepasar los límites de la tierra y descubrir nuevos mundos.	Primeras máquinas de vuelo.	Video sobre la Historia del cohete. Taller sobre el video. Tarea: Consulta en Internet los tipos de cohetes o cohetes famosos.
2	Ilustración del movimiento de un cohete	Determinar las primeras ideas sobre el vuelo de cohetes de agua	Primera, segunda y tercera ley de Newton: acción-reacción	Demostración de un lanzamiento. Actividad de preguntas: ¿Qué, cómo y por qué vuela el cohete?
3-4	Construcción de los cohetes de agua a partir de la guía # 1.	Elaborar un cohete de agua		Construcción de los cohetes de agua
5-6	Lanzamientos de prueba.	Observar la trayectoria que describe el vuelo del cohete	Medición de alcance horizontal, tiempo y ángulo.	Toma de datos de vuelo. Conclusiones: ¿cómo mejorar el diseño para que el vuelo sea más efectivo?
7-8-9	Fundamentación teórica sobre el vuelo de cohetes de agua.	Entender los principios físicos que rigen el vuelo del cohete de agua. Sistematizar la toma de datos para un posterior análisis.	• Movimiento parabólico. • Leyes del movimiento. • Presión, área, velocidad, volumen, masa. • Estabilidad: centro de masa y de estabilidad. • Ecuaciones	Clase magistral enfocada a la mejora del cohete. Solución de problemas ejemplo Solución de ejercicios específicos de cohetes

			• de cinemática (velocidad inicial, desplazamiento y altura máxima) • Herramientas de Excel (tablas y graficas)	
10-11	Aplicación de la guía # 2 Lanzamientos de cohetes	Tabular la variación de alcance con respecto al ángulo y la presión.	• Movimiento parabólico • Ecuaciones de cinemática	Toma de datos Tabla de datos y gráficas en Excel Cálculos cinemáticos
12	Socialización y análisis de resultados	Concluir cómo dependen unas variables de otras en el vuelo de cohetes	Movimiento parabólico	Presentación comparativa de los resultados de las mediciones de vuelo.
13-14	Aplicación guía #3	Toma de datos del desplazamiento o distancia recorrida contra el tiempo.	Movimiento rectilíneo Uniforme.	Toma de datos. Tabla de datos. Cálculos cinemáticos de la velocidad o rapidez.
15	Socialización y análisis de los resultados.	Análisis de los resultados obtenidos para una interpretación de estos	Movimiento Rectilíneo con cambio en la dirección del movimiento.	Presentación comparativa de los resultados de datos obtenidos en la caminada con velocidad constante.

6. ANALISIS

Uno de los aspectos centrales, si no el primordial, es el referido al análisis de los datos y procedimientos recopilados y presentes en esta propuesta. Como parte esencial de la investigación es necesario explicitar los procedimientos y, en general, todos los elementos que componen esta parte vital del proceso investigativo. Una de las primeras consideraciones que es necesario tener en cuenta, es la de plantear cómo se interpreta la información. Al respecto, como nos plantea Stake, el análisis en una investigación cualitativa *"consiste en dar sentido a las impresiones"* a las observaciones y resultados de los instrumentos aplicados, de forma que se construya y se dé sustento a las conclusiones y asertos obtenidos en la investigación. En este sentido es pertinente aclarar que el análisis como tal no queda ceñido a una fase particular de la investigación, sino que tal como se

concibe, se presenta en diferentes etapas, incluso desde cuando se empiezan a configurar las diferentes intenciones que se tienen, en las diferentes etapas del proceso investigativo.

En la mayoría de las investigaciones se plantean las conclusiones y asertos de la investigación sin mencionar la forma en cómo se llegan a ellos, considerando que la trascendencia y otros factores de los hallazgos justifican los procedimientos, pero en esta investigación cualitativa se controlan no solo los instrumentos aplicados, como lo mencionamos anteriormente, sino también se consideran los diferentes elementos del análisis así como las estrategias empleadas en este.

6.1. Estrategias y técnicas utilizadas en el análisis

Plantear unas conclusiones y unos asertos de calidad requiere, además de un proceso laborioso de investigación, controlar la forma como se realizaron los diferentes análisis durante el proceso investigativo; por tal razón, el investigador debe ser consciente de cuáles mecanismos, razonamientos, estrategias y técnicas está empleando para justificar sus planteamientos y fortalecer los procesos que emplea para llegar a sus conclusiones. En este orden de ideas es preciso plantear las estrategias y técnicas empleadas en esta investigación a la hora de efectuar los análisis. Para lograrlo, se recurrió a varias técnicas que son usuales en la investigación cualitativa:

6.1.1. Interpretación directa.

Este tipo de análisis consiste en hacer interpretaciones directas de ejemplos y datos particulares (Stake). En esta investigación, este análisis entra en juego cuando en las etapas previas de la investigación se quiere dar significado a los procedimientos, intenciones y conceptos planteados, cuando se tiene el primer

contacto con los datos y cuando se pretende su clasificación y organización. Esta estrategia se aplica cuando se tratan los datos obtenidos.

6.1.2. Suma categórica.

Esta estrategia de análisis consiste en hacer una colección o suma de datos que presenten alguna característica común definida en la investigación. En el caso particular de esta investigación, se aplica esta estrategia en dos ocasiones: en una primera etapa se definen unas categorías para determinar la relevancia de los datos recogidos y posteriormente se definen unas categorías de acuerdo con el marco teórico. Con estas últimas categorías se pretende construir una relación entre estas y los casos instrumentales, lo cual permite construir las conclusiones referidas a la estrategia de enseñanza que se intenta implementar.

6.1.3. Correspondencia y modelos.

Dentro de las estrategias utilizadas para el análisis en esta propuesta, se incluyó una en especial, que es central: la correspondencia de datos. Lo que se pretende con esta estrategia es darle significado a un conjunto de datos en la medida que se busca la consistencia de estos en un modelo particular; debe encontrarse una correspondencia entre los datos de manera tal que se puedan tratar como una unidad de significado que los relacione y agrupe. En este caso particular, el modelo que da significado a los diferentes datos recopilados son los modelos de pensamiento o perspectivas desarrolladas en el marco teórico.

Estas diferentes estrategias ayudan a darle sentido a las diferentes actividades durante el proceso investigativo además de llegar a conclusiones que permiten conseguir y evaluar los propósitos de la investigación planteados en los objetivos de esta. En particular, deja evaluar diferentes aspectos de la alternativa de enseñanza que es el objetivo general de este trabajo y, en general, evaluar la estrategia en su conjunto, logrando así que posteriormente se puedan hacer

planteamientos no solo para evaluar la propuesta sino también para reorientarla y permitir su posterior cualificación, lo que permite al final de todo este proceso de retroalimentación presentar una propuesta fortalecida y sustentada en los diferentes elementos del proceso investigativo y en particular el análisis que se realiza en las diferentes fases del proceso.

7. DISEÑOS

Lo que se pretende con estas guías, más que contar una historia particular sobre las ideas científicas, es encontrar, gracias a la construcción del instrumento de trabajo y al análisis de los diferentes autores, una serie de argumentos que estos han planteado para sustentar sus ideas científicas y que han sido en parte el origen y sustento de grandes y apasionadas discusiones que se han suscitado en el desarrollo de los planteamientos científicos.

En cada una de las guías se recurrió, de acuerdo con el tema que se quería abordar, a los argumentos planteados por algunos de los autores tratados y se intentó en la misma guía o en la discusión posterior a ella, confrontarlos con los argumentos del autor que se estaba trabajando, con lo cual se pretende generar un ambiente en que el estudiante sea quien a partir de su análisis adopte una postura particular y bien fundamentada de la misma, con la ayuda de los diferentes elementos que de manera lo más imparcial posible el maestro plantea en el desarrollo de la solución y discusión de la guía particular.

7.1. DISEÑO NÚMERO 1: Construcción de los cohetes de agua

Esta guía fue tomada de "Water Rocket Educator's Manual (Spanish)"

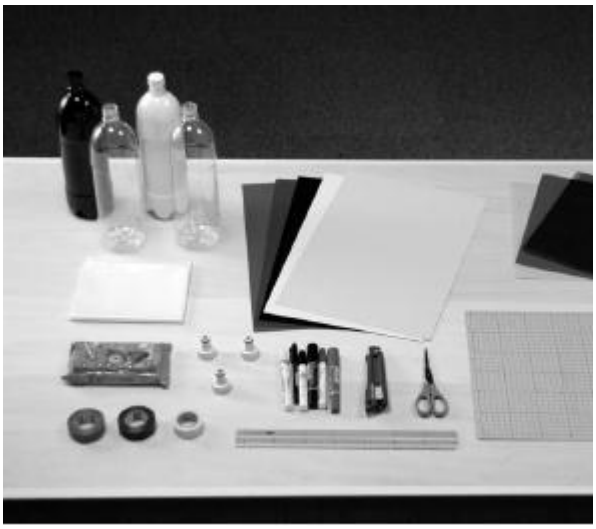
Fabricación del cohete de agua

El cuerpo del cohete de agua que se presentará será el del tipo más básico que se puede fabricar con materiales fácilmente disponibles. Este tipo logra un equilibrio entre seguridad y funcionalidad.

Le sugerimos que comience por fabricar un cohete siguiendo el proceso sugerido aquí para que los estudiantes puedan aprender las bases de su construcción. Cuando hayan dominado el diseño básico, puede alentarles a ejercitar su ingenio en nuevos diseños.

Qué necesitará

Antes de iniciar su clase/taller reúna los materiales y herramientas necesarios, y recorra su lista de comprobación.



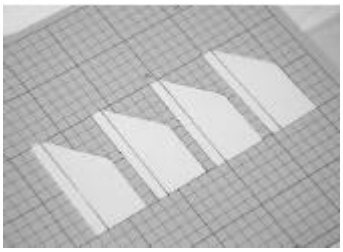
① 2 botellas de PET ② Lámina de PVC
③ Carpeta plástica (transparente) ④ Bolsa de basura
⑤ Plastilina o arcilla para moldear ⑥ Boquilla
⑦ Marcador permanente (a base de aceite) ⑧ Cortador
⑨ Tijeras ⑩ Tapete para cortar
⑪ Cinta adhesiva de vinilo ⑫ Balanza

Antes de comenzar, examine las botellas de PET de los niños para verificar que no tengan ningún daño ni defecto.

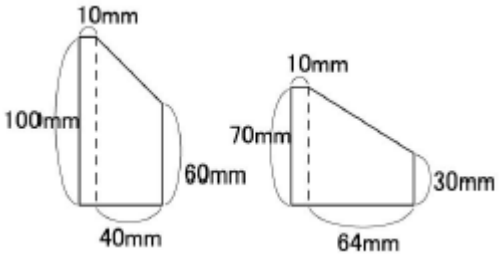
Proceso de fabricación del cohete de agua.

1 Cómo hacer las aletas.

Con un marcador permanente dibuje el patrón de líneas de guía en una lámina de plástico, como se muestra en la ilustración.
Luego corte cuidadosamente los patrones por las líneas de guía.

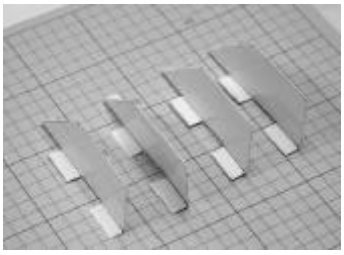


1-1 Corte los patrones de las aletas
Las aletas se pueden hacer de varias formas, alturas y anchos.
Hagamos 4 aletas como la imagen



Divida la base de cada aleta en cuatro partes iguales, trazando y luego cortando las tres líneas guía.

También puede plegar las viñetas hacia la izquierda y hacia la derecha. Asegúrese de que el doblez es recto, alineando la regla a lo largo de la línea de base. Repita este proceso para cada una de las cuatro aletas.



2 Confeccione el faldón y fíjelo al cuerpo del cohete.

2-1 Envuelva la carpeta transparente alrededor del cuerpo del cohete y utilice un marcador permanente para marcar la posición donde se sobreponen los dos bordes.

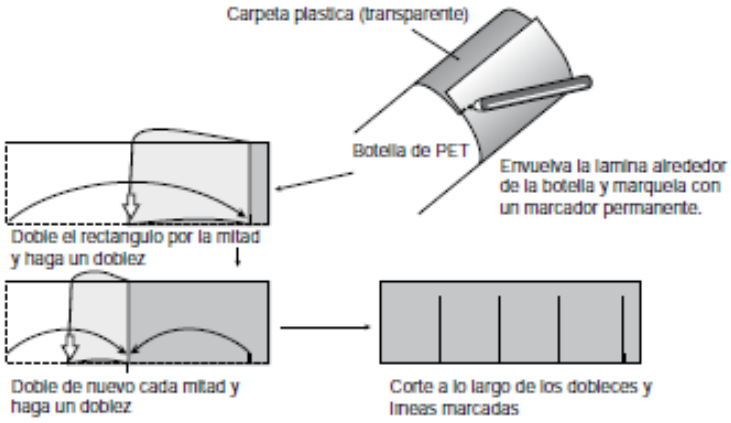
Ancho: Añada unos pocos centímetros para que sobresalga del borde principal.

Largo: Envuelva la carpeta alrededor de la botella y ajuste su longitud de modo que este cilindro sea ligeramente más largo que el pico de la botella.

2-2 Corte un rectángulo en la carpeta plástica (transparente) a lo largo de la línea marcada. Una vez cortado el rectángulo del faldón, envuélvalo alrededor del cuerpo del cohete.

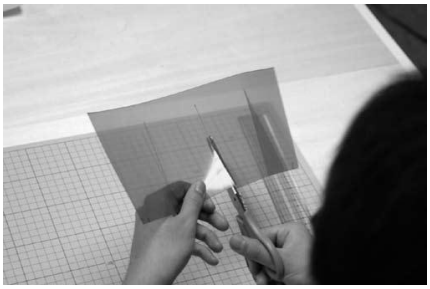
2-3 Divida el rectángulo del faldón en cuatro partes iguales y haga dobleces

Estire nuevamente el rectángulo del faldón y divídalo en cuatro partes iguales, utilizando la línea previamente marcada como punto de referencia. Primero doble la lámina en mitades, luego doble cada mitad en cuartos. Marcar cada cuarto y hacer los dobleces.



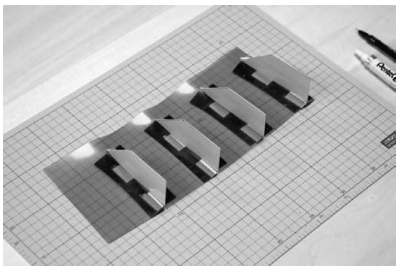
2-4 Corte a lo largo de los dobleces y de la línea marcada.

Corte a lo largo de los dobleces y de la línea marcada para dividir el rectángulo en cuatro partes iguales.



2-5 Pegue las aletas

Inserte las aletas una por una en el faldón, luego asegure las viñetas con cinta adhesiva por el revés del faldón. Pegue las aletas al faldón.



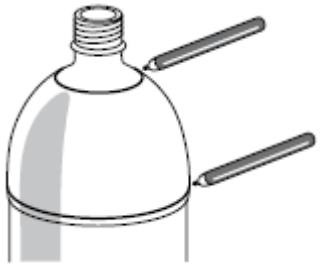
2-6 Fije el faldón al cuerpo del cohete.

Envuelva el faldón alrededor del cuerpo del cohete y sujete el borde de inicio con la cinta adhesiva de vinilo, luego fije firmemente el faldón por el borde con más cinta adhesiva.
Verifique que el faldón está fijado en la posición correcta.
Verifique la posición del faldón para asegurarse de que sobresale más allá del final del pico de la botella.

3. Fabricación del cono de la nariz

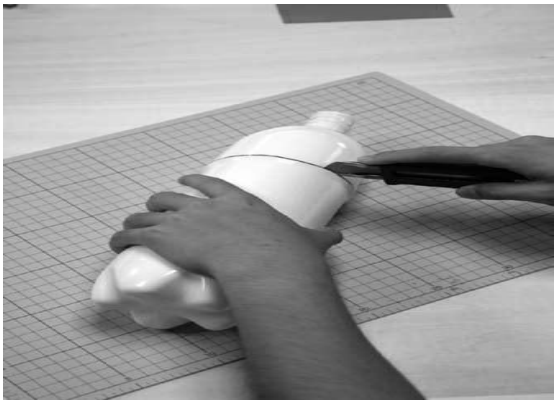
3-1 Marque la otra botella con líneas de guía para los cortes.
La segunda botella se utiliza para hacer el cono de la nariz. Use el marcador permanente para marcar

las guías de corte en la sección que se convertirá en el cono de la nariz.



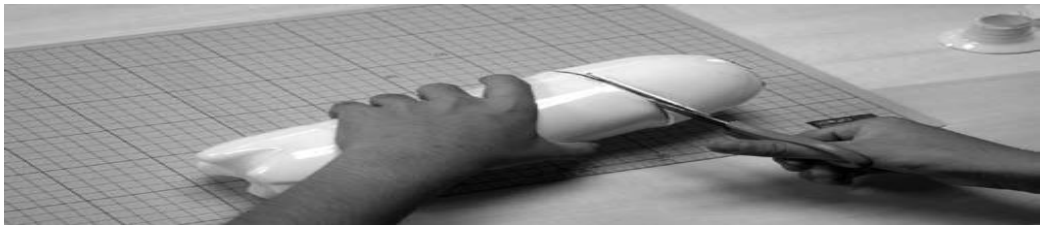
3-2 Haga cortes parciales con el cortador.

Como se muestra en la foto, utilice el cortador para hacer cortes parciales en cada línea de guía. Es una manera segura de abrir ranuras con la ayuda de las tijeras.



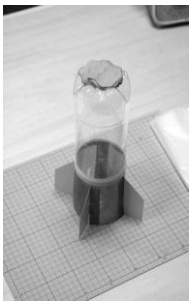
3-3 Corte a lo largo de las líneas

Utilice las tijeras para cortar el cono de la nariz. Hemos descubierto que es más fácil cortar primero la parte próxima al pico de la botella.



4. Coloque el cono de la nariz

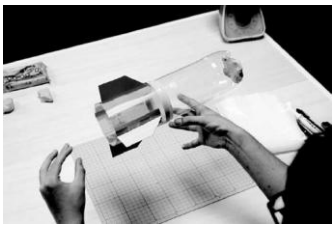
4-1 Coloque el lastre



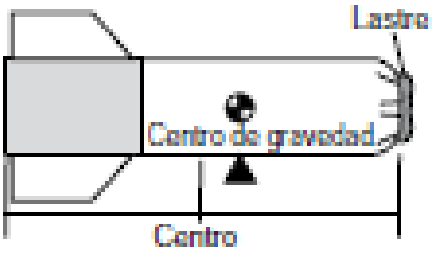
Pese alrededor de 50 gramos de plastilina o arcilla de moldear y aplíquela en la nariz del cuerpo del cohete

4-2

Determine el centro de gravedad



Coloque el cohete sobre su dedo para determinar el centro de gravedad. El centro de gravedad debería estar más cerca del cono de la nariz que del centro físico real de la botella de PET.

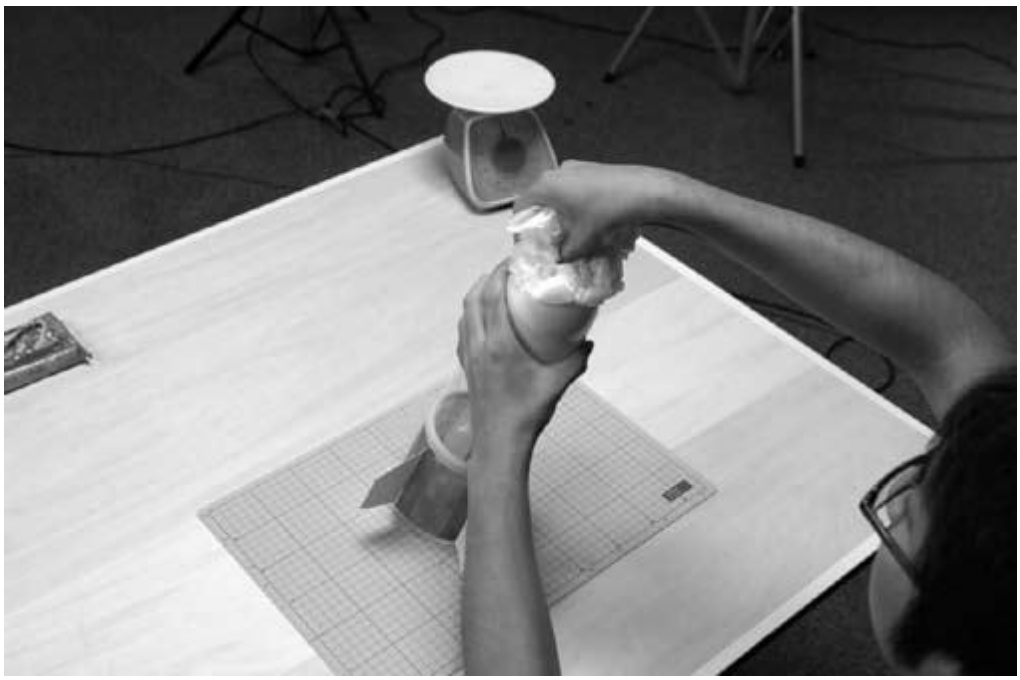


4-3 Coloque el cono de la nariz.

Presione el cono de la nariz sobre el cuerpo del cohete y asegúrelo en su lugar con cinta adhesiva.

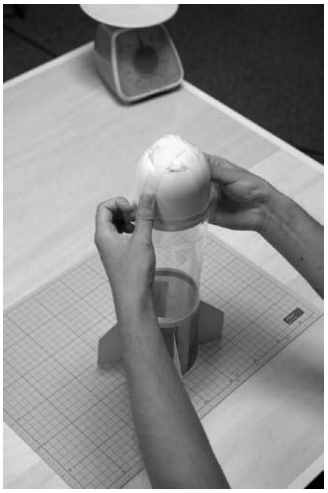
4-4 Introduzca la bolsa de basura dentro del cono de la nariz.

La bolsa de plástico actúa como cojín dentro del cono de nariz. Desdóblela y rellene el cono de la nariz con ella.



4-5 Selle el cono de la nariz.

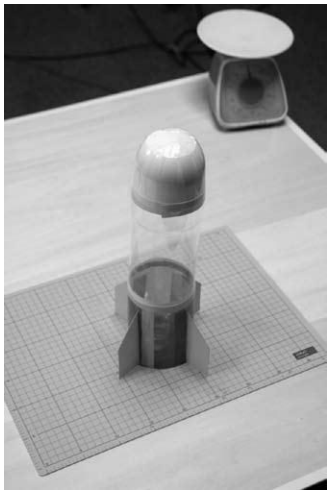
Prepare 10 a 15 tiras de cinta adhesiva de longitud uniforme y úselas para sellar la abertura del cono de la nariz.

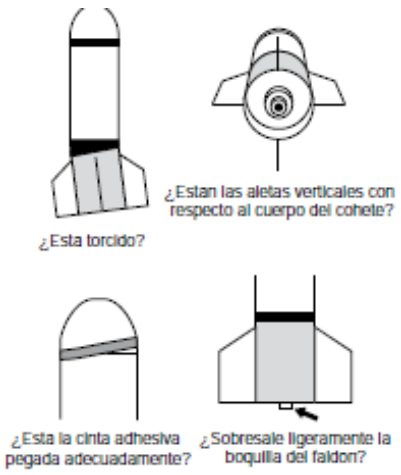


5. Verificación del cohete

El paso final es examinar completamente el cohete para asegurarse de que no está torcido o dañado de alguna manera, y de que todas las partes están adheridas firmemente.

Enrosque la boquilla y verifique la longitud del faldón y si la parte superior de la boquilla sobresale ligeramente del faldón.





7.2. DISEÑO NÚMERO 2: Toma de datos utilizando el cohete de agua

Descripción de la actividad.

1. Metrizar la cancha de futbol con el objeto de facilitar la toma de datos y disminuir el margen de error al realizar la observación.
2. Repetir varias veces la toma de datos, modificando el ángulo de lanzamiento para determinar la distancia recorrida por el cohete, cuando la presión del aire dentro de la botella permanece constante.
3. Cada equipo debe de observar y concluir cual es el angulo con el que debe de ubicarse la lanzadera, para que el cohete recorra la máxima distancia horizontal

Tabla N°2. Toma de datos utilizando cohete de agua.

Número de Lanzamientos	Ángulo de lanzamiento	Tiempo de vuelo	Distancia recorrida
1			
2			
3			
4			
5			

4. Una vez determinado el ángulo que produce la máxima distancia horizontal, variar la presión del aire dentro del cohete.

Tabla N°3. Toma de datos para relación de Presión, Fuerza y Aceleración.

Número de Lanzamientos	Presión del aire	Tiempo de vuelo	Distancia recorrida
1			
2			
3			
4			
5			

Con la anterior toma de datos, se pretende que los estudiantes relacionen los conceptos de presión con fuerza y de fuerza con aceleración, como magnitudes directamente proporcionales. De esta forma se podrá inferir que si hay cambios de velocidad en un cuerpo estos son producidos por una aceleración, que, a su vez, es producida por una fuerza que actúa en un instante.

Lo anterior permite relacionar la ley de la inercia en el momento antes de lanzar el cohete y después de ser lanzado.

Es importante anotar el grado de motivación que se produce en los estudiantes con la realización de esta guía. En efecto las experiencias vividas son diferentes a las realizadas dentro del aula de clase como, por ejemplo tomar el tiempo de vuelo de los cohetes diseñados por ellos mismos o utilizar el flexómetro para medir la distancia recorrida por el cohete, entre otras.

Implícitamente se trabaja la tercera ley de Newton…Acción-Reacción la cual es importante para el principio físico del por qué vuelan los cohetes.

7.3. DISEÑO NÚMERO 3: Toma de datos sobre ejercicio desplazamiento, distancia recorrida, cambios de velocidad y preguntas conceptuales.

La parte práctica y experimental sigue siendo de gran motivación para los estudiantes en el desarrollo de las actividades y máxime teniendo en cuenta el objetivo propuesto

Se metriza la cancha en línea recta con una distancia de 60m, y cada 20m, se pone una marca que indica la distancia mencionada, es decir, a los 20m, 40m y 60m; en cada marca, se ubica un estudiante con cronómetro, con el fin de registrar los tiempos que el estudiante que realiza la caminata se demora por pasar por las marcas que están ubicadas en los 20m, 40m y 60m. cada estudiante debe realizar la caminata de los 60m.

Simultáneamente con el inicio del recorrido, el estudiante que se encuentra en la posición de 20m acciona su cronómetro hasta que el estudiante caminante pase la marca, inmediatamente el estudiante que se encuentra en la posición de 40m acciona su cronómetro hasta que el caminante pase por la marca y lo mismo ocurre con el estudiante que se encuentra en la posición final de 60m, con la diferencia que este último tiene otro cronometro adicional que registra el momento en que el estudiante caminante comienza su recorrido “0m” hasta que lo termina a los “60m”.

Esta guía permite que el estudiante relacione el tiempo recorrido total y parcial y las distancias determinadas, y llegar al concepto de velocidad; al estudiante se le pide que camine al mismo ritmo para mantener una velocidad constante en su recorrido; de esta manera, se pretende que a través de situaciones cotidianas y ejercicios prácticos, el estudiante analice y pueda comparar e interpretar acertadamente las distintas situaciones prácticas planteadas y, de esta manera, apropiarse de un discurso físico coherente y real.

La interdisciplinaridad con el departamento de educación física hizo posible que el desarrollo de esta guía no implicara retrasos en el tiempo académico destinado para la asignatura de física.

Tabla N°4. Toma de datos para Distancia Recorrida y Desplazamiento.

# de intentos	Distancia total recorrida	Tiempo total de recorrido	Distancia parcial 1	Tiempo parcial 1	Distancia parcial 1	Distancia parcial 2	Tiempo parcial 2	Distancia parcial 3	Tiempo parcial 3
1									
2									
3									
4									
5									

Responde las siguientes preguntas.

Teniendo en cuenta los diferentes tiempos registrados responde:

1) ¿Que conclusión puedes obtener de los 3 tiempos parciales registrados?

2) ¿Puedes hacer una relación aproximada entre el tiempo total destinado para todo el recorrido y los tiempos parciales registrados? ¿cuál es?

3) Si te pidieran recorrer 140m con las mismas condiciones ¿Cuál sería el tiempo aproximado que te demorarías en el recorrido?

4) Calcula la velocidad promedio del recorrido que realizaste.

5) Analiza que cambios hay en las velocidades registradas en cada uno de los intentos que realizaste. ¿Qué puedes concluir?

Las siguientes preguntas se realizaron teniendo en cuenta que el estudiante que realiza el recorrido, inmediatamente llega a los 60m, se devuelve hasta la posición inicial en las mismas condiciones que recorrió los 60m.

6) Si terminas tú recorrido a los 80m (llegando a los 60m y devolviéndose 20m):

a) ¿cuál fue tu distancia recorrida? Justifica tu respuesta.
b) ¿cuál fue tu desplazamiento? Justifica tu respuesta.

7) Si tu recorrido termina donde empezaste.

a) ¿cuál fue tu distancia recorrida? Justifica tu respuesta.
b) ¿cuál fue tu desplazamiento? Justifica tu respuesta.

8) Teniendo en cuenta la diferencia entre magnitudes escalares y vectoriales, determinar a qué magnitudes pertenece la distancia recorrida y el desplazamiento

9) Que puede concluir de un movimiento con velocidad constante, con relación a la distancia recorrida y el tiempo para recorrerla.

10) Suponga que usted realiza un viaje de Medellín a Bogotá con velocidad constante en todo el trayecto; si hay una distancia de 420 km entre las dos ciudades y en el instante lleva recorrido 210 km en 4 horas ¿cuál será el tiempo total que tardará en llegar a la ciudad de Bogotá?

11) Teniendo en cuenta el lanzamiento de los cohetes de agua, con las siguientes condiciones, responda:

a) En el lanzamiento vertical ¿cuál fue la altura máxima del cohete?
b) ¿Cuál fue la distancia que recorrió el cohete desde que salió de la lanzadera hasta que vuelve y llega?
c) ¿En este caso es lo mismo altura máxima que distancia recorrida? Justifica tu respuesta.

12) en los numerales 1 y 2 ¿Cómo se podría infierir el concepto de desplazamiento?

7.4. DISEÑO NÚMERO 4: interpretación de los conceptos básicos de la cinemática.

Con los datos obtenidos en la tabla # 2 se pretende que el estudiante relacione los conceptos de fuerza, aceleración, velocidad o cambios de velocidad, por medio de las relaciones que hagan entre la distancia recorrida por el cohete y la presión del aire presente en él.

De esta manera, se llega a la conclusión de que a mayor presión del aire de la botella, más distancia recorrida. Es una conclusión muy simple, pero que requiere que el estudiante conozca el principio de la ley de Inercia (planteada en el marco teórico) y asuma que los cambios de velocidad implican una fuerza y por tanto una aceleración que actúa.

Preguntas conceptuales.

Teniendo en cuenta el lanzamiento vertical (ángulo de 90º)

1) ¿Por qué el cohete alcanza una altura máxima cuando se le imprime la presión máxima de aire?

2) ¿Qué pasaría con la distancia recorrida si se le imprime la mitad de la presión máxima al cohete?

3) ¿Cuál es el efecto de acción de gravedad?

a. Cuando el cohete de agua va en movimiento ascendente.
b. Cuando el cohete de agua va en movimiento descendente.

4) ¿Cuál es la velocidad del cohete cuando éste alcanza la altura máxima?

5) Desde el instante en que el cohete sale de la lanzadera y termina su recorrido, ¿Cómo son los cambios de velocidad experimentados en el cohete?

6) En el momento en el cual el ángulo es mayor de 0º y menor de 90º

a. ¿Por qué el cohete describe un movimiento parabólico?

8. SISTEMATIZACIÓN

La información recolectada en las tablas, fue sistematizada, reuniendo las conclusiones de los estudiantes sobre la construcción de cohetes de agua y las guías prácticas en dos categorías. La primera recoge los aspectos relacionados con el diseño de los cohetes y la segunda hace referencia a conceptos físicos propios del tema de movimiento. Aclaramos que cada categoría tiene algunas subcategorías.

Además de esto se adjuntan las gráficas elaboradas por los estudiantes después de la primera toma de datos, debido a las dificultades presentadas para tabular, se debe descartar una posible interpretación de las mismas.

Además de la toma de datos con los estudiantes del grado noveno del colegio Calasanz se realiza el primer encuentro entre colegios para el lanzamiento de cohetes de agua, con la participación del colegio Yermo y Parres de Belén y el colegio María Auxiliadora de Buenos Aires.
Finalmente se adjunta la tabla que recoge los datos tomados el día de la competencia final en el Colegio Calasanz con las instituciones que participaron de esta propuesta.

De todo lo anterior quedaron registros fotográficos que se anexan como evidencias.

Se destaca que la sistematización permite realizar algunas consideraciones, que de algún modo pueden reflejar un acercamiento de los estudiantes a la comprensión de los conceptos de la cinemática tales como desplazamiento, distancia recorrida, velocidad, aceleración.

Destacable la motivación que despertó el desarrollo de las actividades en los estudiantes del grado noveno y, en general, del colegio Calasanz de Medellín, evidenciado en los nombres que le dieron a los cohetes: “Apolo”, “Rocket”, “Houston”, entre otros. En el colegio esta propuesta se llevó a cabo en el área

de ciencias naturales, con una intensidad horaria de 2 horas semanales, por lo que finalmente se dispusieron sólo de 10 clases, lo que dificultó la conceptualización ya que no se alcanzó a escuchar todas las reflexiones de todos los estudiantes por lo que toco dividir en grupos de trabajo para poder ir socializando las preguntas planteadas en las guías; se destacan las intervenciones más importantes.

A continuación se presentan las tablas donde se relacionan las categorías y subcategorías correspondientes y la sistematización.

Tabla N°5. Categorías

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS
DISEÑO	Peso de la punta
	Alerones
	Punta aerodinámica
	Vestido del cohete
	Tamaño del orificio por el que sale el agua
	Centro de estabilidad y centro de gravedad
CONCEPTOS FÍSICOS	Presión, fuerza
	Ángulo
	Cantidad y presión de agua
	Altura, Desplazamiento y Distancia Recorrida
	Rapidez, velocidad, cambios de velocidad y Aceleración.

Tabla N°6. Sistematización

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	OBSERVACIÓN	FRECUENCIA
DISEÑO	Peso punta	Si es más pesada recorre más distancia	44
		Si es más liviano alcanza más altura	15
	Alerones	Grandes, puntudos y rígidos, cortan bien el aire, el cohete recorren más distancia	71
		Bien distribuidos ayudan a que el cohete no gire.	98
	Punta	Derecha rompe bien el aire y recorre mayor distancia	30
	Vestido	Bien hecho más vuelo	23
	Tamaño del orificio por el que sale el agua	Hace variar el alcance del cohete	8
	Centro de estabilidad y centro de gravedad	Ambos centros deben estar separados para mayor vuelo	27
CONCEPTOS FÍSICOS	Presión, (Fuerza)	Mayor, más vuelo	20
	Ángulo	Más preciso mayor distancia	10
		Si es de 90° el cohete alcanza mayor altura	9
		Si es de 45° se alcanza mayor desplazamiento horizontal	6
	Cantidad agua	Suficiente, mayor distancia	29
		Se comprime con el aire para que l cohete vuele más.	10
		Genera presión y sirve para impulsar el cohete.	16
	Primera ley de Newton	Un cuerpo se moverá si en el actúa una fuerza	22
	Segunda ley de Newton.	Toda fuerza aplicada es directamente proporcional a la aceleración generada.	16

	Tercera Ley de Newton	Rige el movimiento de cohetes, y sin esta ley no habría movimiento alguno	9
	Potencia. Cambios de Velocidad. Desplazamiento.	Alcanza más altura cuando se le imprime más aire a la botella, sale con más fuerza por ende aumenta la velocidad. Siempre que hay cambios de velocidad actúa una fuerza y una aceleración. Se habla de Distancia recorrida a todo el trayecto medido en metros desde la posición inicial.	32
	Velocidad constante	Determinar que la distancia recorrida por una partícula con velocidad constante recorre distancias iguales en tiempos iguales.	30

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Gracias a los instrumentos planteados se han generado una serie de datos que son la base y la materia prima del presente análisis, estos datos se distribuyen de acuerdo a la calidad de la información que aportan, en la medida que se pretende ser lo más claro posible en cuanto a la relaciones que se hacen de los datos con los planteamientos que se derivan de estos. Esto permite tener unos criterios que ayudan a no hacer relaciones sin un hacedero suficiente, por esta razón la primera estrategia de análisis es la clasificación de los datos de acuerdo a unos criterios de relevancia determinados de antemano y especificados en el análisis de los datos. Posterior a esta disposición de los datos por su relevancia y calidad, se toman los que puedan servir de base para hacer el análisis, en especial aquellos que permiten hacer alguna relación de acuerdo a unas categorías que representan las diferentes perspectivas sobre los conceptos del movimiento como: inercia, fuerza y leyes como se presentan en el marco teórico. Las categorías que pueden tomar éstos datos son las que permiten establecer una relación del pensamiento del estudiante con una perspectiva de las planteadas en el marco teórico.

Respecto a la primera categoría “diseño” se encuentran algunas generalidades cuando los estudiantes manifiestan que al seguir las instrucciones el cohete debe quedar bien hecho y volar bien, pues encontraron que deben tener mucho cuidado en la construcción con los alerones, verificaron que si estaban torcidos la dirección que seguía la trayectoria del cohete no era rectilínea sino en espiral. Además encontraron que era más conveniente tener cuatro alerones separados entre sí 90°, o en su defecto tres como menciona Felipe Pelaez Valderrama *“si son 3 alerones deben estar separados cada uno por 120°”;* aunque se aclara que vuela más con los cuatro, porque se tuvo la experiencia con un cohete de ocho alerones que no tenía dirección, lo mismo que ocurría con alerones defectuosos o torcidos, como lo manifiesta Camilo Betancur *“los alerones importan mucho, ya que si tiene un alerón roto o torcido volará sin dirección”*. Se hicieron lanzamientos de cohetes sin alerones o con ellos torcidos facilitando estas conclusiones iniciales.

Se hizo un análisis respecto al peso de la punta del cohete, concluyéndose que si estaba más pesado tenía mayor alcance horizontal, como lo expresa Pedro Pablo Espinal: *"el peso en la punta del cohete ayuda más al arrastre de distancia para el cohete"* y por el contrario si la punta del cohete era más liviana alcanzaba más altura en su vuelo. No se observa relación entre el peso en la punta del cohete y el desplazar el centro de gravedad, lo cual preocupa por la posible confusión entre la relación que pudieron establecer entre masa y tiempo de vuelo.

De otro lado, como el tamaño de los alerones ayuda a desplazar el centro de estabilidad y el peso en la punta ayuda a desplazar el centro de masa, Alejandro Zuluaga afirmó que: "*la plastilina le daba peso a la punta para desplazar el centro de masa",* y con estos datos se concluyó en múltiples ocasiones que debe haber una buena separación entre ellos para lograr un mejor vuelo.

Se habla también sobre la importancia de tener el cohete bien alineado, manifiestan que los cohetes arrugados o torcidos no tienen buen vuelo ni permiten una buena dirección del cohete, alcanzando menos velocidad como lo dice Jazmin Zuleta: *"todas las partes que conforman el cohete deben estar alineadas y en buen estado para mejorar la velocidad";* de esta manera también se habla de mejorar la aerodinámica del cohete para mejorar el vuelo. Esto se deja ver en lo que expresa David White cuando señala: *"la contextura del cohete ayuda al cohete a la aerodinámica, ya que entre más punta tenga el cohete más posibilidad tiene de volar"*.

Incluso en esta parte aparece una idea vaga del concepto de fricción y aceleración, cuando el mismo estudiante dice: *"el viento favorece o desfavorece el rendimiento del cohete, depende de ambas direcciones"*. Al respecto Nicolás Santos que expresa: *"volando verticalmente se concluye que el cohete de Pablo Velásquez obtuvo mayor tiempo por tener una punta diferente que lo hacía volar mejor"*, donde aparece una primera relación del tiempo de vuelo con la aerodinámica del cohete.

Se hace también una relación respecto al área por el cual sale el agua, verificando la relación que existe entre presión, fuerza y área sin describir

conceptos, sino que se hace una relación mostrando que hay mayor alcance al tener un área más pequeña porque incrementa la fuerza, esto se ve con Camila Escobar cuando menciona *que: "si la boquilla estuviera más pequeña el agua saldría con más presión"*. Se aclara que no se dejan ver definiciones de ningún concepto, pero se infiere un poco de comprensión en algunos estudiantes, como por ejemplo en la expresión de Emiliana Vieira, quien deja ver una relación entre el área de la boquilla y el alcance máximo, cuando dice: *"cada corcho dio distancias diferentes".*

Debe mencionarse que al parecer los estudiantes tenían cierta claridad respecto a la importancia de tener un equilibrio entre el agua y el aire dentro de la botella para que el cohete volara mejor, pues en los lanzamientos se evidencia que aquellos que ensayaban con mucha agua o con mucho aire no obtenían el vuelo deseado, lo que permite concluir la importancia del equilibrio entre ambos, de modo que se pueda apreciar la ley de acción - reacción de una manera más óptima, para lo cual se muestran varios apartados de los estudiantes hablando al respecto y con esto se da el análisis de la segunda categoría **"conceptos físicos".**

Se parte del concepto de presión relacionándolo con el vuelo como expresa Valeria Aguilar: *"…cuando hacemos presión con la lanzadera, el aire sale con más fuerza haciendo que el agua saliera también con más fuerza…" de esta manera,* manifiesta que la presión con la que sale el agua es la que impulsa al cohete para que vuele, por lo que pareciera que se deja ver la relación que hacen del concepto de presión con la ley de acción- reacción cuando expresan que a mayor presión, mayor fuerza.

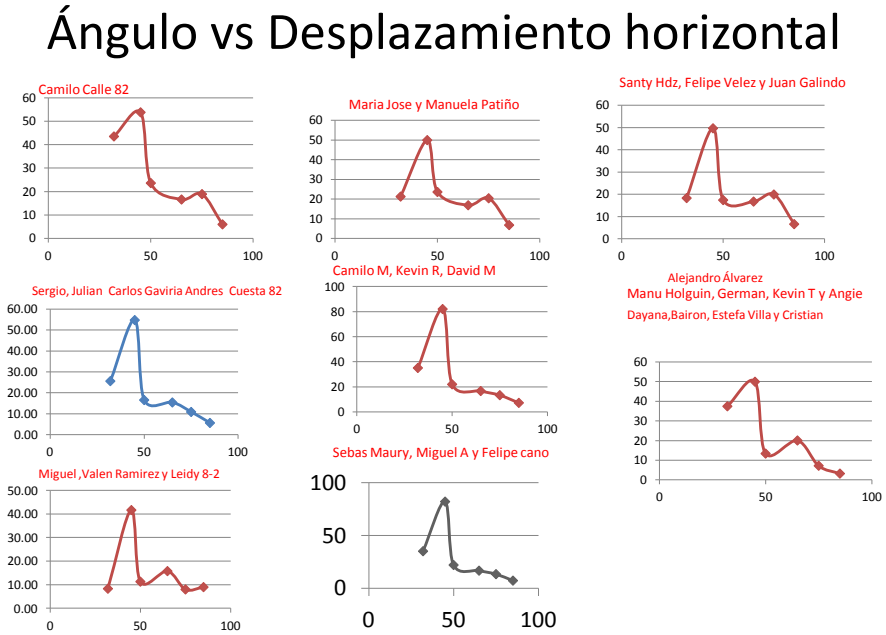
Así mismo, Camilo Escobar expresa *"entre más aire entre a la botella más presión tendrá… cuando se inserta el aire el agua se comprime por la presión"*. Aquí se aprecia la relación que se hace con la ley de acción-reacción, que según los estudiantes es fundamental para que los cohetes vuelen, María Camila Osorio agrega: *"los cohetes se rigen por la ley de Newton de acción-reacción, que dice que la fuerza que uno le hace a un objeto se devuelve y para eso tienen que haber dos cuerpos".* Igualmente en términos menos formales lo expresa Valentina Aristizabal cuando dice: *"Cuando el aire golpea*

se le devuelve el golpe", y Felipe Vélez complementa: *"el aire le devuelve con la misma fuerza el agua, porque está comprimido por acción- reacción".*

Por tanto, se puede decir que al parecer no hay una conceptualización elaborada de la ley mencionada, pero si se deja ver la comprensión básica del fenómeno observado.

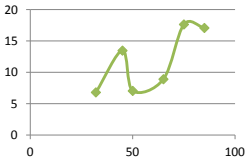
Del mismo modo, una minoría relaciona el valor del ángulo con el alcance horizontal y vertical, cuando declaran que con 45° se tiene la mayor distancia y con 90° la mayor altura, lo que permite inferir que manejan los conceptos de altura y distancia como lo plantea Juan Santiago Mejía en una de sus conclusiones sobre el vuelo de cohete*: "tiene que tener un ángulo de 45° para mayor distancia y tiene que tener un ángulo de 90° para mayor altura".*

Después del primer lanzamiento de cohetes en el Colegio Calasanz, se tabularon los datos que se tomaron respecto a tiempo de vuelo, ángulo de salida y alcance máximo y como producto de esto, los estudiantes graficaron los datos como se ilustra a continuación.

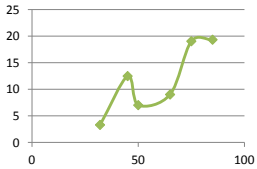


Ángulo vs Desplazamiento vertical

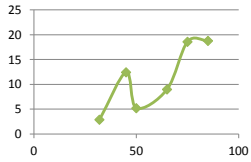
Camilo Calle 82



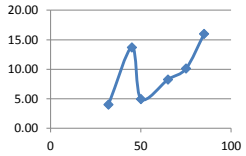
María José y Manuela Patiño



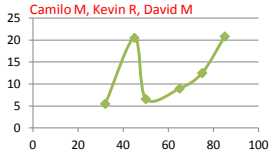
Santy Hdz, Felipe Vélez y Juan Galindo



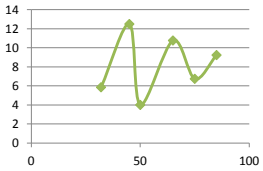
Sergio, Julian y Carlos Gaviria Andres Cuesta 82



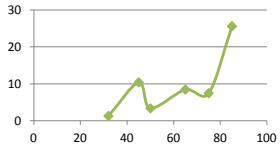
Camilo M, Kevin R, David M



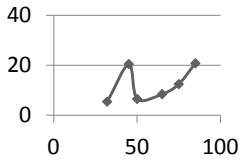
Alejandro Álvarez
Manu Holguín, Germán, Kevin T y Angie
Dayana, Bairon, Estefa Villa y Cristian



Miguel ,Valen Ramirez y Leidy 8-2

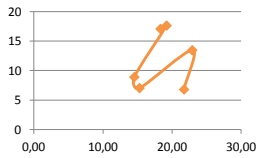


Sebas Maury, Miguel A y Felipe cano

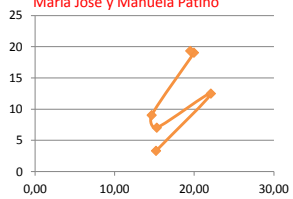


Velocidad inicial vs desplazamiento vertical

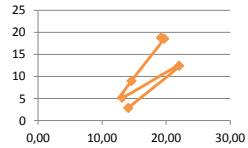
Camilo Calle 82



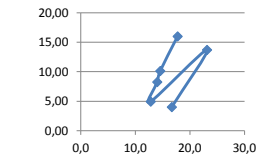
Maria Jose y Manuela Patiño



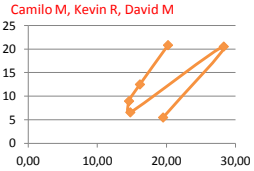
Santy Hdz, Felipe Velez y Juan Galindo



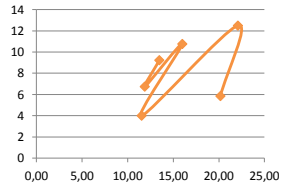
Sergio, Julián , Carlos Gaviria y Andrés Cuesta 82



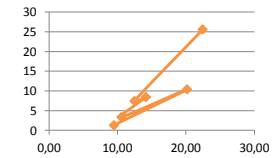
Camilo M, Kevin R, David M



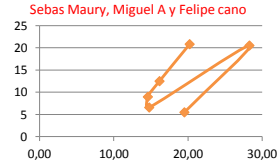
Alejandro Álvarez
Manu Holguín, Germán, Kevin T y Angie
Dayana,Bairon, Estefa Villa y Cristian

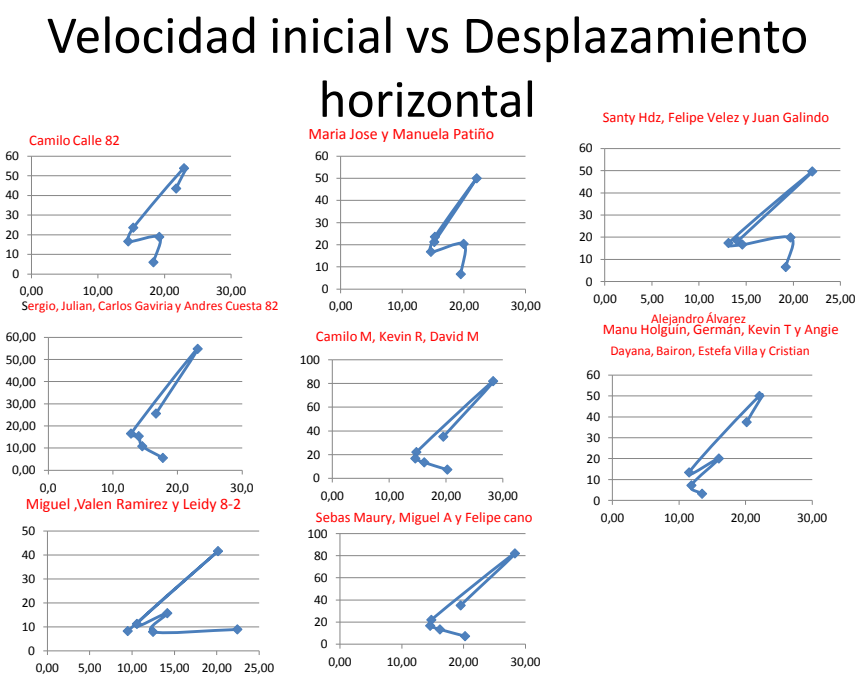


Miguel ,Valen Ramírez y Leidy 8-2



Sebas Maury, Miguel A y Felipe cano





Como se mencionó anteriormente, estas gráficas fueron elaboradas por los estudiantes con la información que ellos recolectaron en el primer lanzamiento de cohetes, aunque sirvió en la teorización de los conceptos físicos, no es posible hacer un buen análisis de los mismos, debido a posibles errores en su diseño, ya que parece que los estudiante tienen dificultades para graficar aunque se les envió por correo la plantilla para ingresar los datos, se observa que algunos gráficos tienen la escala mal elaborada y parece que la medición del ángulo con el que se lanzaron los cohetes fue impreciso. Por lo tanto se descartan para el análisis, pero se retoman porque esto da cuenta de un proceso de sistematización de los estudiantes respecto al trabajo de campo y es una oportunidad para involucrar diferentes estrategias en el aprendizaje.

Con relación a las guías implementadas se puede observar en los estudiantes que todo lo que implica medición lo trabajan con un grado muy alto de motivación ya que cambian la rutina de estar sentados en un salón de clase en donde reciben el conocimiento que el maestro le está transmitiendo de forma pasiva, por actividades en las cuales el estudiante se ve obligado a cambiar el chip de la clase magistral lo cual implica involucrarse de lleno en la actividad practica- experimental desarrollada.

En torno a las preguntas de reflexión en donde el estudiante debe poner en práctica lo realizado con las guías y con los cohetes de agua, la capacidad de recordar lo que ocurría en el fenómeno con los cambios de ángulo de lanzamiento y presión del agua es impresionante y más aún en la relación de los conceptos físicos que allí se veían inmersos…..recuerdan más fácil la explicaciones sobre estas situaciones prácticas que la misma teoría explicada en una clase magistral……..en relación a la teoría de aprendizaje significativo planteada en el marco teórico se puede constatar que el desarrollo de la actividad fue muy significativa para los estudiantes en la medida que ellos entendían o asimilaban los conceptos físicos relacionando las actividades o ejercicios planteados en las guías con el instrumento de trabajo(cohetes de agua) o la práctica experimental.

No solo con los cohetes de agua se realizó algo interesante sino también en la toma de datos que los estudiantes realizaron en la guía número 3

Aunque se les aclaro a los estudiantes que se presentaría un margen de error en la conceptualización teórica y la conceptualización práctica, estos mismo a la hora de realizar la actividad trataban de disminuir el margen de error en cualquier situación presentada en la actividad; como por ejemplo ser lo más preciso posible en la toma del tiempo o que el grito del estudiante que fuera a realizar la caminada de 60m fuera duro para que el estudiante ubicado en el punto de los 60m lo escuchara muy bien y este pudiera iniciar su cronometro simultáneamente.

La intencionalidad que se tuvo con las preguntas de la guías número 3 era que los estudiantes pudieran constatar que en un movimiento con velocidad constante, la partícula o el cuerpo recorre distancias iguales en tiempos iguales y relacionaran los conceptos de desplazamiento, distancia recorrida, cambios de velocidad.

La mayoría de estudiantes cuando se les pregunta la relación en los tiempos parciales contestaron lo siguiente, Mateo Osorio dice "*que aunque los tiempos son diferentes tienden a ser los mismos*", seguidamente Emiliana Viera aporta diciendo que "*sabíamos de antemano que se presentaría error que esto era una prueba de eso*", dentro del discurso físico de Emiliana se da a entender

que los fenómenos físicos en la cotidianidad presentan un margen de error con relación a la conceptualización que nos presentan los modelos ideales.

Algunos estudiantes dijeron no entender cuál era la relación que debían de hacer con los tres tiempos registrados; otros lo que hicieron fue restarlos, es decir cogieron el tiempo parcial 2 y lo restaron con el tiempo parcial 1 y lo mismo hicieron con el tiempo parcial 3 lo restaron con el tiempo parcial 2, no supieron que interpretar de esos resultados; en las reflexiones posteriores que se realizaban en el aula de clase, se llegó a una conclusión de grupo que consiste en que la pregunta que se debe realizar en primera instancia para poder determinar relaciones entre estas variables es ¿Por qué no da el mismo tiempo en los 3 tiempos parciales registrados? Y ¿cuáles son las causas de esto? Más aun sabiendo que la teoría planteada por los diferentes autores supuestamente predice que es lo que ocurrirá en el fenómeno; de esta manera se conduce al estudiante para que le dé significado a los datos obtenidos y recurra a la parte práctica experimental para su propia reflexión.

Algo similar ocurre con la relación que debían de realizar con el tiempo total destinado para todo el recorrido y los tiempos parciales, la situación es que la suma de los tres tiempos parciales debe coincidir aproximadamente con el tiempo total que el estudiante requiere para hacer todo el recorrido, la mayoría de estudiantes coincidieron con la intencionalidad de la pregunta; el estudiante Santiago Vélez realiza una extrapolación de los datos afirmando que "*el con solo conocer el primer tiempo parcial y la primera distancia puede predecir el resultado de los otros tiempos parciales y las distancias determinadas*". Dicho lo anterior por los estudiantes y si comparamos esto con la definición según propone la teoría, vemos que no dice nada erróneo todo lo contrario. Debemos ser nosotros como maestros que interpretemos las definiciones que nuestros estudiantes nos proporcionan, mirando el trasfondo que algunas de estas tienen y no ceñirnos a la teoría presentada por determina autor ya que esta puede ser interpretada de diferente manera pero con el mimo sentido o significado físico.

Poe otra parte cuando los estudiantes realizan sus cálculos sobre la velocidad parcial registrada en cada tramo, es muy similar el análisis al realizado al de los

tiempos registrados ya que llegan a la conclusión de que son muy parecidos; en la teorización que se realizó en clase sobre este fenómeno se aclara entonces de que se puede hablar de un Movimiento con una velocidad casi constante en una dirección.

En la segunda parte de la actividad donde el estudiantes inmediatamente llegara a los 60m de recorrido, se debía devolver hasta la posición inicial de salida, se realiza los mismos registros de tiempos y distancias; en esta instancia se presentó un desfase considerable en el registro del tiempo parcial 3 al tiempo parcial 2 a comparación de los tiempos parciales registrados, la diferencia en este apartado es que los estudiantes le empiezan a dar un significado real de que es lo que ocurre, por ende en el discurso que adoptan se ve reflejado una conceptualización física de las causas del porque se presentan dichos resultados, por ejemplo Camila Lopera dice al respecto que "*en el momento de devolverse en el recorrido lo hacía muy lento, disminuyendo de esta forma la velocidad que se tenía al principio*"; Juan pablo Guzmán dice que "*se puede concluir notoriamente que hay un cambio en la dirección del recorrido y que en ese cambio se pierde tiempo"*.

Cuando los estudiantes deben de recorrer los 80m con las condiciones estipuladas, Luis Felipe Botero y Tomas Cardona, se hacen el siguiente cuestionamiento: "hay algo determinado que es la distancia de 80m por recorrer; entonces, por qué cuando se recorre en línea recta sin devolvernos en comparación con la posición inicial de salida es muy diferente a si se recorre los 80m metros con las condiciones que se presenta de llegar a los 60m y devolvernos 20m; la posición en la cual quedamos es muy diferente; en la primera situación quedamos precisamente a 80m de la posición inicial de salida, mientras que en la segunda situación quedamos solamente a 40m de la posición inicial".

Dentro de las intenciones que se tiene como innovador en una propuesta de enseñanza y enmarcado en lo concerniente a la investigación cualitativa, se observa que son muy productivas las conclusiones que realizan los estudiantes en la medida que nosotros le damos significado a estas para poder crear bases en los estudiantes para enseñarles nuevos conceptos; en este caso particular

el de desplazamiento, distancia recorrida, velocidad, cambios de velocidad. Aunque varios estudiantes no llegan a las respuestas correctas debido a la confusión precisamente de estos conceptos, si reestructuran su conocimiento o su forma de pensar como por ejemplo la pregunta de Luis Felipe Botero y Tomas Cardona la cual da pie para una intervención acertada y a tiempo del maestro para aclarar o corregir en este caso la diferencia entre lo que corresponde a Distancia recorrida y desplazamiento.

O cuando interpretaban que hay un cambio en la dirección del recorrido, aquí da pie para poderles hablar de lo que son cantidades escalares y vectoriales, en donde estas últimas se diferencian de las otras solamente porque tiene una dirección determinada como por ejemplo rapidez y velocidad; entonces si hablamos de distancia recorrida es una magnitud escalar ya que solamente posee magnitud con su unidad respectiva y ellos se daban cuenta de lo anterior porque no importa en qué sentido fuese el recorrido, debían recorrer 80m.

Manuela González afirma en sus conclusiones que "*el desplazamiento de un cuerpo depende de si hay cambios de dirección del recorrido o no, ya que si este no sufre cambios el desplazamiento coincide en magnitud con la distancia recorrida, y que si los hay, el desplazamiento será la magnitud de la distancia entre el punto inicial y el punto final del recorrido*", se nota en la respuesta también acertada que dio al pregunta 6, 7 y 11 de la guía.

La guía número 4 no se logra implementar debido a las clases perdidas por actividades realizadas por la institución la cual se reflejaba en el tiempo destinado para el desarrollo de la propuesta; con la parte de las tics que era otra parte de los objetivos, se tuvo inconvenientes a la hora de los estudiantes se conectaran por internet y realizaran las actividades como por ejemplo la hoja de Excel para graficar los datos obtenidos en la guía 2; sin embargo los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios en lo que concierne a la apropiación de conceptos básicos de la cinemática descritos en la tabla 5 gracias a la utilización del cohete de agua como un instrumento motivador, tanto en la construcción, como en la toma de datos y la aplicación de la guía 3; ya que la actitud en general del grupo mostraba un alto grado de aprender sobre la temática desarrollada.

También aunque el propósito del trabajo es la apropiación de los conceptos básicos de la cinemática el logro o el avance de esta propuesta es el siguiente.

Aunque no se teorizó sobre la tercera ley de newton en relación del movimiento si se les menciono a los estudiantes ya que este era también un componente principal del trabajo con los cohetes de agua ya que por medio de esta ley es que los cohetes de agua lograban alcanzar determina altura y distancia recorrida hasta tal punto de que los mismos estudiantes llegaban a la conclusión de que si existiese esta ley no existirá movimiento alguno por ende la práctica no podría ser entendida en su totalidad.

Por otra parte se realizó con la colaboración de la escuela del maestro y la participación de tres colegios de la ciudad de Medellín, como lo son el Yermo Y Parres, Colegio María Auxiliadora y el Colegio Calasanz de Medellín el primer concurso de cohetes de agua con la participación de los mejores lanzamientos registrados por los equipos en cada uno de los colegios.

10. EVALUACIÓN

La evaluación de esta propuesta se realizó a través del análisis de los avances que mostraron los estudiantes.

Inicialmente se analizó la capacidad de los estudiantes para construir un cohete sin la ayuda del docente, para esto se hicieron dos construcciones:

- ✓ La primera donde el docente guió el proceso y explicó paso a paso los principios físicos implicados en la construcción del cohete. Luego se hicieron lanzamientos para garantizar que los cohetes de cada equipo fueran iguales. De este lanzamiento quedó una toma de datos correspondiente al tiempo de vuelo y al alcance horizontal, al lanzar con diferentes ángulos. Cabe aclarar que con estos datos se hizo un análisis gráfico.
- ✓ La segunda construcción tuvo como objetivo la eliminatoria al interior década institución para luego concursar en el "Intercolegiados de Lanzamiento de Cohetes de Agua" en el colegio Calasanz. Con esto se evaluó la comprensión de los conceptos trabajados en las sesiones anteriores.

Otro de los aspectos para hacer seguimiento a la propuesta fue la recolección de conclusiones después de los dos lanzamientos en el colegio Calasanz.:

- ✓ En primera instancia se sacaron conclusiones sobre el vuelo sin haber recibido explicación alguna, se hace sólo con las observaciones de los estudiantes en la práctica.
- ✓ La segunda entrega de conclusiones se realizó a partir de la explicación sobre los principios que rigen el vuelo de los cohetes y sobre la guía 3.

El producto final de la propuesta se constituyó en el concurso con los tres equipos de estudiantes que clasificaron en la eliminatoria del intercolegiados de lanzamiento de cohetes en el Calasanz.

11. CONCLUSIONES

Se puede decir que la estrategia empleada en esta propuesta de iniciar a los estudiantes en el aprendizaje sobre el movimiento y de algunos conceptos y principios físicos asociados al mismo, resulta adecuada en la medida que posibilita la construcción de conocimientos a partir del trabajo práctico de una forma no convencional, pues se utilizaron espacios abiertos lo que permitió salir del aula tradicional.

Así mismo, se considera que plantear la enseñanza de conceptos físicos a partir de actividades grupales, se constituye en una posibilidad de construcción de conocimiento de forma colectiva, en el que hay lugar para la discusión y puesta en común de ideas y explicaciones. Lo que además, favorece la participación y el fomento de la apropiación de valores como el respeto por el pensamiento y la palabra del otro y el reconocimiento de otros puntos de vista.

Finalmente este tipo de estrategias permite darle otra connotación a la física mediante la experimentación en contexto, al considerar la riqueza conceptual que esta comprende.

12. BIBLIOGRAFÍA

Einstein, A., & Leopold, I. (1986). *La Evolucion de la Física.* Barcelona: Salvat Editores.

Cohetes de agua manual del educador, capitulo 3; http://teresaml.blogaliza.org/files/2011/01/Fisica_manual_cohetes.pdf

LARA, Antonio. (2011)." Un modelo de enseñanza neuropedagógico de las Leyes de Newton para la Net Gen". Departamento de Física, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara

Newton, I. (1993). *Los principia matemática.* Barcelona: Altaza.

Newton, I. (s.f.). *Los principios matemática.*

Paul, T. (2009). *Física I conceptos y aplicaciones.* Bogotá: McGrawhill.

Ramírez Salazar, J. M. (1998). *Estrategia para el aprendizaje de la factorización.* Medellín: Universidad de Antioquia.

Rodríguez Palermo, M. (2004). *La teoria del aprendizaje significativo.* Pamplona, España: UIB.

Rodríguez Palmero, M. L. (2004). *La teoría del aprendizaje signifcativo.* Pamplona, España: IUB.

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos.* Ediciones Morata.

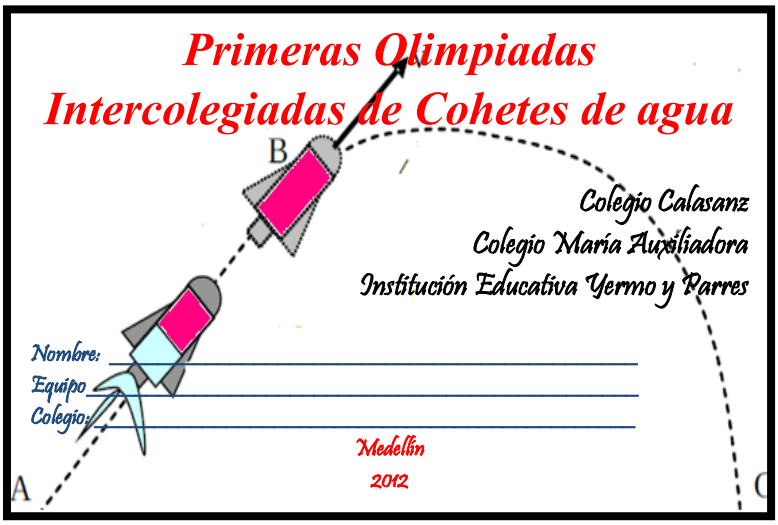
Tello Diaz, M. (2009). *Formacion a través de internet.* Barcelona: UOC.

VERA Vélez, Lamberto, http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/INVESTIGACION_CUALITATIVA.pdf

Wilson, J., Buffa, A., & Lou, B. (2007). *FÍSICA.Sexta edición.* México: Pearson.

13. EVIDENCIAS

Concurso intercolegiados de cohetes de agua.



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		Dist.		Altura				
3		R	tv	h	D1	D2	Total R	Total h
4	LAICA	57,20	5,62	38,69	10,00	10,00	38,32	27,21
5	Big Girls	34,70	4,35	23,18	7,00	10,00	23,62	17,91
6	Astros	54,00	6,04	44,69	7,00	9,00	35,20	30,41
7	D1	57,10	5,04	31,12	8,00	9,00	37,46	22,27
8	Rocket power	38,70	5,44	36,25	7,00	9,00	26,02	25,35
9	Apolo	41,60	4,96	30,14	7,00	9,00	27,76	21,68
10	CI2	NA	5,03	30,99	7,00	10,00	34,56	22,60
11	CP	65,00	5,56	37,87	10,00	8,00	43,00	25,92
12	Los Astros Remix	49,40	5,11	31,99	7,00	8,00	32,44	22,39
13	Saturno M3	66,50	5,26	33,89	9,00	10,00	43,50	24,34
14	Houston	62,30	5,44	36,25	9,00	9,00	40,98	25,35
15	Galacticos	59,10	5,48	36,79	8,00	9,00	38,66	25,67
16	Lauras	51,20	5,42	35,99	10,00	10,00	34,72	25,59
17	Medu-sas	51,00	5,47	36,65	10,00	10,00	34,60	25,99
18	Ciberespacio	50,00	5,15	32,49	7,00	8,00	32,80	22,69
19	Bob	67,80	5,10	31,86	10,00	10,00	44,68	23,12
20	Victoria's Secret	50,00	4,82	28,46	10,00	10,00	34,00	21,08
21	Futurama	59,00	5,53	37,46	7,00	8,00	38,20	25,68